

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

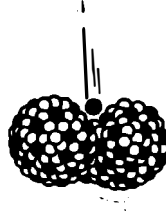
İSTİM ARKADAN RADYASYON ÖNDEN GELDİ

REŞİT AŞÇIOĞLU

İSTİM ARKADAN RADYASYON ÖNDEN GELDİ

REŞİT AŞÇIOĞLU

*Güller açtı mı?..
Ya Ülkemin laboratuvarlarında
Atom Çekirdeği açıldı mı?*



**Atom'un sırlarının
200 yıldır devam eden
perde perde açılış törenlerinde
hazır bulunamayanlara bir
DAVETİYE'dir.**

*"Cidden Şaka"lara gülmeyi
çok iyi bilen
sevgili anneciğimin anısına...*

GÜL OFSET
CEVDET EMEKLİGİL
Telefon: 528 47 16

İstanbul — 1987

**İSTİM ARKADAN
RADYASYON ÖNDEN
GELDİ**

ÖNSÖZ

1986 yılı Nisanında Çernobil Nükleer Santral kazası oldu... Hiç bir şey anlamadık bu kazadan. Zaten "Büyük"lerimiz de bize "Halk anlayamaz bunu" dediler. Bazı "Büyük"lerimiz de neye uğradıklarını ya da neye uğrayabileceklerini anlayacak kadar Radyoaktivite'li Radyasyonu kavrayamadıklarından "Siz aldırmayın ey ahali, bize bir şey olmaz Radyasyon'dan" şeklinde konuşular.

1987 yılının Nisan ayında A.B.D. ile Japonya arasında çıkan "Yarı-iletkenler Savaşı"nın ne olduğunu biliyor muyuz acaba?

Kitabımızın ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde "Elektronlara sek-sek oynatanlar" başlıklı bir konu bulacaksınız. Aslında "YARI-İLETKENLER SAVAŞI"nı anlamak da ÇERNOBİL NÜKLEER SANTRAL KAZASI'nı anlamak da MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ni anlamaktan geçer.

Kitabımızın ana konusu MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'nin, yani maddenin atomlardan yapılı olduğunun anlaşılması uğrunda 200 yıldır harcanan çabaların serüvenini dile getirmektir. Ve, bu yolda, bizim, toplum olarak ne denli az çalışmalara sahip bulunduğumuzu fısıldamaktır.

ATOM'u bilmeyen ELEKTRON'u bilemez, ELEKTRONİK bilimini kavrayamaz. Atom'un ya bomba içinde kontrolsüz ya da Nükleer Santral'da kontrollu parçalanması, Atom'un pozitif elektrik yüklü Proton'ları ve Nötron'larıyla ÇEKİRDEK bölümünü ilgilendiriyorsa ATOM'un dış kabuklarındaki ELEKTRON zerrecikleri de ELEKTRONİK bilimini ilgilendiriyor.

Bu nedenle Çernobil Nükleer Santral kazasından çıkan tehlikenin önemini kavramak da Amerikan - Japon Yarı-iletkenler Savaşı'nın önemini kavramak da aynı "ATOM"un iyice bilinmesine bağlıdır.

Ne var ki "ATOM"un bilinmesi, bu kitapta izleme olanağı bulacağınız üzere, daha önce ELEKTRİK bilinmesine bağlı. Çünkü ATOM denen zerreciğin negatif ve pozitif elektrik yüklü zerreciklerden meydana geldiği 1897 yılından bu yana "Gerçekler Alemi"ne intikal etmiş bulunmaktadır. Böylece maddenin elektriksel yapısı ortaya çıkmıştır.

ATOM SAYISI denen gerçek, ELEKTRON'lara ve sonra da PROTON'lara ilişkin binbir çabanın sonucu olarak keşfedilirken ATOM AĞIRLIĞI denen gerçek de 1800'lerden itibaren bilim adamlarının bıkmadan usanmadan "GAZ"ların sırrına yönelmelerinden doğmuştur. Nereden Nereye? Evet. İşte Bilim Serüveni'nin çekiciliği!

Piyasaya bir gidin ve sorun: "Freon gazı istiyorum buzdolabı için" deyin. Yüzde yüzünü biz yapsak da buzdolabının "en püf" tarafı olan soğutucu FREON gazı'nı "Onlar" imal ediyorlar. Piyasada sorun "Flöresan lambaların NEON gazı nereden geliyor? İthal malı! 50 yıldır ampul yapıyoruz, fakat "en püf" "harç"onların becerisi!

Bu kitapta NEON gazı konusunun MADDENİN ATOMİK yapısıyla ne denli bağlı olduğunu göreceksiniz... En püf fakat hayati bağlarla ilgilenenler için önerebileceğimiz bir kitabı sayın okurlara sunmakla kıvanç duymaktayım.

REŞİT AŞÇIOĞLU

GİRİŞ

“Doğa yeşili yeniden nasıl filizlendireceğini bilir” demiş, iki Dünya Savaşından her kisini de görmüş olan bir Avrupa’lı şair.

Doğru söylemiş ozan... Üzerine binlerce bomba da atsanız, yüzbinlerce ton bomba da yağdırsanız toprağa, bir süre -uzunca da olsa- sonra doğa bilir yarasını sarmasını; hep bilmiştir de. Ve köküne kibrit suyu damlatılmışcasına yok olan yeşillik yeniden bir noktadan bitiverir.

Doğru, ama, bu kez bilemedil Doğa yeniden yeşili nasıl filizlendireceğini. Çünkü Atom Bombası idi yediği. İşte, çok çalışkan ve “yok”u var eden hamarat Japon toplumunun uğradığı felaket! Üzerinden yarım yüzyıl geçti Hiroşima ile Nagasaki kentleri Atom Bombası felaketine uğrayalı. Ve, tüm çabalara rağmen, bunca süredir ot bitmiyor o topraklar üzerinde. Atom Bombası radyasyonunun gadrine uğrayan insanlarda “doğadaki gibi” bir daha iyileşme umudunun ışığı yansımıyor üzerlerinde.

Demek oluyor ki, toprak ana yeni bir bomba yemiş ve yüzlerce değil bazen binlerce yıl sarılamayacak yaralar açılmıştı sinesinde.

İşte, Nükleer Çağ’a giriş, 1945 yılında böyle kısmet olmuştu insanoğluna.

Aslında, kitabımızın çeşitli bölümlerinde göreceğiniz üzere, bilim adamları hiç de böyle kötü bir amaçla girişmemişlerdi Atom’un sırlarını açmaya.

2500 yılı aşkın süredir, gelmiş geçmiş bilginlerin, Atom konusundaki görüşleri şöyle özetlenebilir: Milâttan öncesine rastlayan dönemlerden itibaren bazı bilginler çevremizdeki sonsuz sayıya ulaşan eşyanın; maddenin belirli ve az sayıda “Elementler”den meydana gelmiş olması gerektiğini ve “Element”in bölüne bölüne artık “bölünmez ve parçalanmaz” bir zerreciği bulunması gerektiğini düşünmüşlerdir.

Maddenin “bölünemez ve parçalanamaz” nihaî küçüklükteki zerreciğine “Atom” adı verilmiştir. Yunanca Atom “Parçalanamaz” demektir.

Milattan önceki birkaç yüzyıldan başlayarak M.S. 1897 yılına dek insanoğlu, maddenin en ufak zerreciğinin Atom olduğuna kanaat getirmiş ve fizikçiler, kimyacılar, astrofizikçiler “Madde”ye o gözle bakmışlardır.

Parçalanamaz demek olan “Atom”un da daha küçük zerreciklerden oluştuğu sırrı 1897 yılında “Yakayı ele verdi” diyoruz, çünkü, Atom’un sırlarını öğrenmek için 1800’lerden itibaren bilim adamlarının nasıl çaba gösterdiklerine kitabımızın sayfaları boyunca tanık olacaksınız.

Bilim adamları ne de zor sıkıştırmışlardır köşeye Atom’u! 200 yıl uğraşmışlardır!

Ve, 1897 yılında, icat tarihi 300 yıl öncesine dayanan ELEKTRİK’le ilgili deneyler yapılırken ELEKTRON’u keşfetmişlerdir.

1897 yılında ELEKTRON, adı KATOD TÜPÜ olan bir tüpte “yakalanmıştır”. Bunun bir bir polisiye romandan daha heyecanlı olduğunu göreceksiniz.

KATOD TÜPÜ, içinin havası “hemen hemen tamamen” boşaltılmış bir cam tüptür. Tamamen değil de hemen hemen tamamen dememizin nedeni, tüpteki havayı boşaltmanın ve tam bir Hava Boşluğu yaratmanın da ayrı bir bilim-teknik başarısı olduğunu vurgulamak içindir. Hiç bir icat, yandaş icatlarla desteklenmedikçe, BÜYÜK OLAMAZ. Bir icadı BÜYÜK yapan, onu yandaş bilim kollarında da, bilédşik kap-

lar örneği, paralel ilerlemelerle yer beslemektir. Bazen hiç umulmadık bir kimya ya da astronimi buluşu fizik biliminde büyük bir sıçrama yaptırıyor. Bazen de fizik bilimindeki bir icat kimya bilimine bir sıçrama yaptırıyor.

Evet, ELEKTRON'un bulunması "Atom'da Atom'dan da küçük" bir zerreciğin var olduğunun kanıtıydı. Birkaç trilyon adet Atom'un 1 gram ancak geldiği, bir Atom'un, 1 cm.nin 100.000.000'da biri kadar olduğu düşünülürse, bundan küçük ne düşünülebilirdi? 1897 yılında en küçük Atom'un kütlesinden 1837 kez küçük ELEKTRON keşfediliyor!

Atom'da, Atom'dan da küçük zerreciğin var oluşu, 1897 yılından itibaren saptanıp ELEKTRON'un Atom içindeki negatif elektrik yüklü zerrecik olduğu anlaşıncaya, bu kez Atom'un pozitif elektrik yüklü zerreciği "acaba nerede" diye Atom araştırmalarının yoğunlaşması, elbette kaçınılmaz bir gelişme olacaktı.

Bir santimetrenin 100 milyonda biri boyutundaki Atom'dan 100.000 kez küçük olan Atom Çekirdeği bugün NÜKLEER (Çekirdeksel) GÜÇ dediğimiz gücü saklıyordu!

Bu kadar küçük zerrecikten bugün Atom Bombası'nda ya da barışçı amaçlı Nükleer Santrallerde bu denli büyük enerjinin nasıl elde edildiği ise kitabımızın son bölümünün konusunu oluşturuyor.

Bilim-Teknik Yolu'ndaki bu kısacık yolculuğumuz bile, sizlere, 1942 yılında Atom'un laboratuvarında ilk kez parçalanışının 1910'larda Atom Çekirdeğinin keşfine bağlı olduğunu; pozitif elektrik yüklü Atom Çekirdeği PROTON'ları keşfinin de 1897 yılında Atom'un dış kabuklarında negatif elektrik yüklü ELEKTRON'ların keşfine bağlı bulunduğunu anlatmaya yetmiştir, sanırım. Hattâ ELEKTRON'u keşfetmenin de 1850'lerden itibaren KATOD TÜPÜ'nde ELEKTRİK deneyleri yapmaya bağlı bulunduğunu da anlatmıştır.

Röntgen filmi çekimini mümkün kılan Wilhelm Röntgen'in X-ışınları KATOD TÜPÜ deneyleri sırasında keşfedilmiştir. Bir icadın ne büyük para getirdiğini yalnızca röntgen adı bile açıklayabilir. İthal edilen Röntgen cihazları, ithal edilen Röntgen filmleri... X-ışınlarının keşfedildiği 1895 yılından bu yana X-ışını üretimi ve Radyoskopisi için ödediğimiz dövizler! Televizyonların Elektron Tüp'leri dahil tüm elektronik aygıtların ithali için ödediğimiz döviz, onların 1800-1900 yılları boyunca Katod Tüpü için yaptıkları elektrik deneylerinden Osmanlıların bhaber bulunmalarından ötürüdür. Avrupa başta ve ABD ikinci sırada olmak (o tarihlerdeki ABD ikinci sıradaydı) üzere 1897 yılında onlar Elektronik Bilimine geçerken biz ancak ve yeni yeni Elektrik'le tanışacaktık.

Röntgen ya da X-ışını üretimi ELEKTRON'a ait bir sırdır. ELEKTRON'ların nasıl çalıştıklarını ve ne işe yaradıklarını bilen X-ışınlarını daha iyi anlar. Hepsi birbirine bağlı. Ve, kitabımızda göreceğiniz gibi, MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ne yani maddenin atomlardan yapılmış olduğuna ait gerçek, bilim adamlarının "Gaz"ları araştırmalarının kaynaklanmıştır. Nereden nereye? İşte bilimin sırrı ve heyecanı!

ATOM, ATOMUN PARÇALANMASI, NÜKLEER GÜÇ, RADYOAKTİVİTE, RAYASYON konularını içeren bu kitabı yazmayı, 1986 yılında Sovyetler birliğinde Çernobil Nükleer santralinde yer alan kazanın ardından kararlaştırdım. Bu kaza ülkemizi mahvedebilirdi. Nasıl mı? Neden mi? Kitapta bir Atom'un içinden ne korkunç "güç"lerin fırladığına ait serüvenleri okudukça takdir edeceksiniz.

Bir önceki cümlede atomun içinden fırlayan "korkunç güçler" dedim. Ama, buna 'müthiş güç'ler de diyebiliriz. Çünkü, Atomun parçalanmasından çıkan Nükleer Güç bomba için kullanılmayıp kontrol altında tutulabilir ve emrinize itaat ederse "uyasal, verimli" enerji kaynağı olur. 1 onzluk (31 gram ve bizde halkımızın daha ziyade altın merakı dolayısıyla bildiği bir ölçü) Uranyum elementinde sağlanan enerji 90 ton petrolün sağladığı güce eş!

Nükleer Güç bu denli ekonomiye yarar sağladıktan başka çok az miktarda radyoaktif kılanan bazı küçücük cisimlerin (izsalanlar) vücuda salınmasıyla birçok tıbbi saptamaların yapılabilmesi radyoaktiviteyi tıpta mikroskop gibi vazgeçilmez hale getirmişti. Çok sıkı denetim altında Nükleer Elektrik Santrali da tehlikeli değildir, vücuda salınan radyoaktif izsalanlar da.

"Şimdi kameralarımızı Avrupa sahalarındaki futbol stadyumundan Dolmabahçe'deki futbol maçına çeviriyoruz" anonsunu spikerimiz yaptığında duyduğum endişeyi duyuyorum bizde de NÜKLEER SANTRALLER kurulacak" denildiğinde. Neden mi?

Gözlerimiz, bir görüntüyü, güneş ışığının o görüntü üzerindeki yansımasıyla algılayabilirler. Eğer stadyum "yeşil yoksulu" ise ve Ay kraterini andıracak bir garip çorak kahverengine bürünmüşse kameralarımız bize ne verebilir? Gerçeği! Parıltılı bir yeşil stad alanı izlerken Avrupa sahalarından, birden karanlık bir görüntünün içine düşüveriyoruz.

Bu durum nasıl özetlenebilir, biliyor musunuz? Maddenin "durdurulamayan" parçalanışı olarak

Ağaçsızlıktan, ormansızlıktan toprağın sökün edip erozyon adı altında büyük bir hızla sırı kadem basışını, denizlerimizden iyi değil "habis" kokulu gazların çıkışını önleyememek, kanaatımızca "Maddenin durdurulamayan parçalanışı" olarak ifade edilebilir.

Kitabımız MADDE, MADDENİN "PARÇALANAMAZ" NİHAİ ZERRECİĞİ ATOM, ATOM'UN PARÇALANIŞI konularını içeriyor. Bir Nükleer Santraldeki kaza "Maddenin parçalanışının durdurulamayışı"ndan ibarettir. Yoksa kontrollü olarak madde parçalanmaya devam etse hiçbir tehlike olmaz.

Bizim Doğayı koruyamayışımız "Maddenin durdurulamayan parçalanışı"ndan başka bir şey değildir. Yosun kokulu kıyılarımızda bataklık gazı kokusu hüküm sürüyorsa yararlı değil zararlı gazların karışımı söz konusudur. Denizlerimizde bulunması gereken "doğal" varlıklar yerine denizin rengini bozan ve denize yabancı bir yığın mahlukat barınıyorsa, normal biolojik zincirin halkalarında bir madde bozulması var demektir.

Kısacası maddenin katı, sıvı ve gaz haline örnek oluşturan yukarıdaki örnekler ülkede "Doğal Madde"ye hükmedemeyişimizi gösteriyor. Oysa en büyük bilginler "Bilimin amacı Doğa'nın sırlarını kavramak"tır diye tanımlıyorlar Bilim'i.

Biz, maddenin parçalanışını kontrol edememekteyiz. Doğadaki bu beceriksizliğimiz karşımıza "Hazin bir doğa tablosu" sunmaktadır. Maddenin doğada kontrolsüzce parçalanışına seyirci kalıyoruz. Oysa doğanın korunması çok güçlü kimya, fizik ve hattâ astrofizik bilgisine muhtaçtır. Bu kitapta ATOM'un PARÇALANIŞI nedeniyle maddenin düzenini ne müthiş bir dengenin tuttuğunu, bilim adamlarının ne büyük bir ustalıklarla incelendiklerine dair hayranlık uyandıracak örnekler bulacaksınız. Şunu da göreceksiniz; maddenin, atomların sırlarının önemli bir bölümü de As-

tronomi biliminden kaynaklanmaktadır. Örneğin kurulan Nobel Vakfından ilk kimya ödülünü alan Wilhelm Röntgen 1895 yılında X-Işınlarını keşfettikten 50 yıl sonra uyular aracılığıyla güneş ışınları arasında da X-Işını saptanmıştır. Öte yandan dedebaba-oğul Becquerel'ler güneş ışığı ve ışınlarını incelemeye adadıkları 3 nesillik ömürleri boyunca birçok doğa gizinin yanısıra Radyoaktivite'yi keşfetmişlerdir. Henri Becquerel de 1896 yılında Radyoaktivite'yi bulduğu için Nobel ödülü almıştır.

1900 yılından bu yana Atom üzerine bilimsel çalışmalar yaklaşık 50 bilim adamının Nobel ödülü almasını sağlamıştır.

Bu sayıları vermektan maksadımız, ispatlı bilimlerden hiç olmazsa birinden Nobel'i olmayan bir ülkenin "Anahtar teslim" Nükleer Elektrik Santrali kurmasının ne ifade ettiğini gözler önüne sermektir. Bu önerili ve büyük bir soru. Çeşitli kitap incelemelerinin bana öğrettiği şudur: hiç kimse başka bir kimseye "anahtar teslim" bilgi vermiyor. Bilginin anahtarını kendiniz bulursanız Atom'dan ELEKTRON söküp onu çıkarıyorsunuz PROTON söküp nükleer enerji sağlıyorsunuz.

Bir toplumun "Kendi Atom'unu kendisinin parçalaması" en sağlam yoldur. Bunun için de bu kitapta izleyeceğimiz nice çalışma süzgeçlerinden geçmek gerekmektedir. Bunun için en azından 105 Element'li Peryodik Tablo'da bir de tarafımızdan keşfedilmiş bir "Element" in ispat-ı vücut etmesi gerekir. Nükleer Santralda parçalanacak olan herhangi bir Element PERİYODİK TABLO'daki 105 elementten en uygun düşenidir. Bu da gökten "düşmüyor" toplumlara. Bir element keşfinin ne çabalara dayandığı ayrı bir kitap konusudur. Ne bilgilere, ne ön-bilgilere ve ne çalışmalara bağlıdır bir elementin keşfedilebilmesi!

1895'ten bu yana keşfedilen X-Işını, Radyoaktivite, Elektron, Proton, Nötron nice Element'lerin keşfine yol açmıştır. Ayinesi iştir kişinin lâfa bakılmaz, âyinesi elementtir kimya-fizik, astrofizik bilimlerinin lâfa bakılmaz!

Radyoaktivitenin ve Radyoaktiviteli Radyasyon'un halka anlatılmasındaki zorluğu işaret eden Atom Enerjisi Komisyonu eski Başkanı Sayın Özemrehaksız değildi. Çünkü radyoaktivesiz Radyasyon konularıyla bile fazla haşır-neşir olmamış bir toplumuz. Buna bir de Radyoaktivite eklenince elbet işler karışır.

Haliey Kuyruklyıldızı geçinçe gözlemesine uğrar ve Radyoaktivite "dış kaynaklı" olarak ekranlarımıza gelince izlemeye başlarsak toplumun çok uzun süreli ve derinlemesine "bilgi"lenmesine bağlı Radyasyon ve Radyoaktivite gibi konuları birden kavramak zor olur. Olsa olsa politika sanatı çerçevesinde şöyle bir formülle kavranır: "ATOMU KABUL EDENLER, ETMEYENLER... KABUL EDİLMİŞTİR!"

Bizim Çernobil Nükleer Santral Kazası gerçeğini kabul edişimiz de yukarıdaki formüle uygun bir biçimde olmuş, Nükleer Santraller kurmamız da yine yukarıdaki formüle uygun biçimde olacaktır. Oysa bir Nükleer Elektrik Santrali kurabilmenin ne denli hayret verici ne bilgi süzgeçlerinden geçmeyi gerektirdiğini bu kitabın sayfalarında izleyeceksiniz.

Bir Nükleer Elektrik Santral kurmadan önce mevcut büyük barajlı elektrik santrallerimizden hiç olmazsa birinin jeneratör gibi elektromekanik aksamını yapmamız ve ithalata dayanmamamız ne mutlu bir gelişme olurdu!

Doğanın sunduğu armağanlardan MADDE'nin parçalanışını durduramayan toplumlar, MADDE'nin atomdan oluştuğu ve gaz, sıvı ya da katı her çeşit madde atomu düzeninin ne önemli ve ne de tehlikeli bir dengede durduğu gerçeğini aklına zor getirebilirler...

RADYASYON, RADYOAKTİVİTE VE MADDENİN ATOMİK YAPISI

Atom'u bilmeden Radyoaktiviteyi anlamak zordur. Çünkü Radyoaktivite Atom'un parçalanmasından doğar.

Atom'un 20.nci yüzyılda insanoğlu tarafından parçalanmasından önce dünya üzerinde radyoaktivite yok muydu? Vardı. Fakat, bu doğal radyoaktiviteden ibaretti. Doğada Uranyum gibi, Toryum gibi, Radium gibi radyoaktif maddeler binlerce yıldır, dünya var olduğundan bu yana vardır ama insanlar için tehlikeli değildir.

Maddenin en küçük ve "parçalanamaz" zerreciğinin Atom olduğu sanıldığı 20.nci yüzyıla dek, radyoaktivite diye bir tehlike yoktu. Ne zaman ki 1897 yılında, J.J. Thomson, Atom'dan daha küçük ve zerrecik bulunduğunu saptadı ve bunun Elektron olduğunu buldu, işte, o tarihten itibaren insanoğlu Atom'dan küçük zerreciklerin peşine düştü. Atom'dan küçük zerreciklerin peşine düşen bilginlerden Ernst Rutherford da Atom'dan 100.000 defa küçük olan çekirdeğini buldu. Şimdi artık sıra bu küçücüğün de küçüğü zerreciği -çekirdeği- parçalamağa gelmişti.

Çekirdeği 100.000 defa küçük olan Atom'un kendisi de cm.nin 100.000.000 (yüz milyon) da biri kadardır.

Atomun çekirdeğinin (İngilizce Nucleus çekirdek demektir ve Nükleer sözcüğü buradan gelir) parçalanmasıyla bundan müthiş bir enerji çıkmıştır.

Atom bombasında olsun, nükleer santrallerde olsun, yararlanılan işte bu "müthiş" enerjisidir. Bombada kötü amaçla; nükleer santralda iyi amaçla -elektrik enerjisi üretmek için- yararlanılmaktadır.

Bir elementin -örneğin uranyum elementinin- atom çekirdeğinin parçalanmasından nasıl oluyor da bunca enerji çıkıyor? Kontrol altında tutulunca yararlanılan Çernobil NÜkleer Santral kazasında olduğu gibi kontrolden çıkınca a büyük tehlike doğuran böylesi enerji küçücük bir zerreçikten nasıl çıkıyor?

Bu sorunun yanıtını bir Amerikan kitabı Electronics for Young People adlı kitabın bir cümlesini aktaralım: "Atom'un çekirdeğindeki zerreçikleri birbirine bağlı tutan güç, yerçekimi güçlendiren milyon kez daha kuvvetlidir."

Newton'un evrensel çekimgücünü hatırlayalım: Evrendeki her cisimdiğer bir cisim kütleleriyle doğru orantılı ve aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olarak birbirine çeker.

Newton'un 18.nci yüzyılda ortaya koyduğu bu formüle göre, gök cisimleri -Güneş, Ay, Yerküremiz- birbirini çektiği gibi aynı kural uyarınca yerküremizdeki cisimler de birbirini bu güçle çekmektedir.

İşte, maddenin en küçük zerreçisi olan Atom'un çekirdeğindeki zerreçikleri, birbirini öylesine büyük bir güçle tutmaktadırlar ki atom parçalandığı zaman bu güç birde "kafesten fırlayan arslan" gibi kükrmekte ve tehlikeli olmaktadır. Atom'daki bu güç 20.nci yüzyıla dek "gizli" kalmıştır.

19.ncü yüzyıl sonuna dek, Atom, parçalanması mümkün olmayan en küçük zerreçik kabul ediliyordu. Zaten, Atom Yunanca "parçalanamaz" demektir. 20.nci yüzyıldan itibaren "Atom atomluğunu kaybetmiş" ve atomdan küçük atom-altı zerreçikler olarak Elektron, Proton vb. keşfedilmiştir.

Bu itabımızda, önce, atom var mı yok mu diye 100 yıl süren arayışın serüveni, atom bulunduktan sonra da atom-altı zerreçiklere ulaşış onların gizlerini açma serüveni ele alınacaktır.

Atom ve atom-altı zerreçiklerinin keşfi ve parçalanması serüveni bizi kitabımızın ELEKTRONİK ve ELEKTRİK duraklarından geçirecektir.

Şimdi, akla, şöyle bir sorun gelebilir: insanoğlu, içinde böylesine büyük enerji saklı atomu neyle parçaladı? Silah olarak doğada mevcut ve "doğal radyoaktivite"li elementler dediğimiz Toryum, Radium gibi elementlerin Alfa zerreçiklerini kullanarak başardı. Nitekim, atom çekirdeğindeki artı elektrik yüklü Proton'u bulan Ernest Rutherford, bir metal levhayı, doğal radyoaktif elementlerden Radium'un Alfa zerreçikleriyle bombardıman ederek keşfine ulaştı.

Şu ana dek Radyoaktivite'den söz ettiğimiz halde hiç Radyasyondan söz açmadık. Acaba Radyasyon ve Radyoaktivite aynı şeyler mi?

Newton 1666 yılında, yani henüz ne atom ne de atom-altı zerrecikler keşfedilmeden, radyasyon sözcüğünü güneş ışığının cam prizmadan geçirilip 6 renge bölünüşü dolayısıyla kullanmıştır. Görüldüğü gibi Radyasyon tehlikeli bir sözcük değildir. Işın sözcüğünden gelir ve ışınım demektir radyasyon.

Radyoaktif elementler ışın yani Radyasyon ve gözle görülmeyen Radyasyon yaydığı için bizde Çernobil kazası nedeniyle "öcü" bir sözcük gibi algılandı.

1896 yılında Fransız bilgini Henri Becquerel ilk kez radyoaktif bir madde olan uranyumlu tuzun, siyah kâğıtla örtülü bir kutu içinde hiç güneş ışığı görmediği halde, güneş ışığı görmüş gibi, fotoğraf levhasında karaltı bırakması üzerine uranyumdan Radyasyon çıktığını anladı. Görülmeyen bu "gizli ışık" için Radyasyon deyimini kullandı. Ancak Becquerel 1896 yılında henüz radyoaktif bir elementin yaydığı ışının tehlikeli, yara açıcı, öldürücü, genlerin yapısını değiştirici etkiler yaptığını bilmiyordu. Hattâ, Becquerel'in, Radyoaktivite konularını incelemelerini önerdiği genç Marie Curie ve kocası Pierre Curie de ilk zamanlarda (1898-1902) radyoaktif elementlerin tehlikelerini bilmiyorlardı.

İleride göreceğimiz gibi güneşin 6 renge bölünen ışığının kırmızı bölümünün üstünde "görülmeyen" ışık olan kızıl-ötesi ışın da radyasyondur. Fakat tehlikeli değildir. Gözle görülmeyen kızıl-ötesi radyasyonu vücudumuzda ısı olarak hissederiz ya da algılarız. Yine 6 rengin alt bölümündeki mor'un altındaki mor-ötesi ışın da gözle görülmez. Bu da bir radyasyondur. Atmosfer tabakalarının üst bölümlerinde mor-ötesi radyasyon zararlıdır. Fakat atmosferimiz, mor-ötesi radyasyonu soğurduğundan, bizler için tehlikesiz bir radyasyondur, ama güneşte esmerleşmek için fazla kalınca tehlikeli olur. Mor-ötesi radyasyonun yapayı da elde edilebilmiştir. Evdeki kuvartz'lı labmalarla esmerleşmek bu nedenle tehlikeli radyasyon yayar.

Radyoaktif elementlerin yaydıkları radyasyon, elbet çok tehlikelidir, çünkü yüksek enerjili radyasyondur. Radyoaktif olmamasına karşılık yüksek enerjili radyasyon yaydığı için Röntgen ya da X-ışınları da tehlikelidir.

Sözünü ettiğimiz tüm bu radyasyon çeşitlerini ileri sayfalarda ayrıntılarıyla göreceğiz.

Henri Becquerel 1896 yılında, kendinden bir yıl önce Röntgen'in bulunduğu ve bütün dünyanın hayretini uyandıran X-ışınları üzerinde deney yaparken Radyoaktiviteyi bulmuştur.

Röntgen ve Katod Işınları adı verilen radyasyonun doğmasına meydan veren Crookes tüplerindeki elektrik incelemeleri sırasında X-ışınlarını keşfetmiştir.

Elektron da J.J. Thomson tarafından yine katod-ışınlı Crookes tüpleriyle deney sırasında bulunmuştur.

Gerek X-ışınları gerek Elektron'un keşfini, kendilerine ait bölümlerde inceleyeceğiz.

Özetlemek gerekirse X-ışınlarının doğduğu tarih olan 1895'ten itibaren "esraren-giz" ışınlar dönemi başlamıştır. Zaten, Röntgen, keşfettiği ışınımın ne olduğunu bilemediği için bir bilim adamı dürüstlüğüyle cebir problemlerinde "meçhul" anlamındaki X adını vermiştir ışınlarına. Böylece, Röntgen'in bulduğu ışınlar, dünyada 1895'ten bu yana aynı isimli anılmaktadır.

X-ışınlarının keşfedildiği tarihten bu yana insanoğlunun daha önce bilmediği ve gözle görülmeyen radyasyon dönemi başlamıştır. Bu nedenle olacak, Nobel ödülü sahiplerinden Emilio Segre 1984 yılında Des Rayons-x aux quarks adıyla bir kitap yayınlamıştır. Bu da gösteriyor ki X-ışınları Fizik Biliminde yeni bir dönemin başla-yacağıdır.

Doğrudan doğruya ve dolaylı olarak Radyasyon ve Radyoaktivite konularını ele alan bu kitap çağımızda Radyasyon'un ve Radyoaktivite'nin ne denli önemli olduğunu bir kanıttır.*

Yayınlandığı yıl olan 1984'de sahip olmak için Fransa'dan getirttiğim bu kitap ta yararlandığım kitaplar arasında yer almaktadır.

Maddenin yapısını anlamak için Büyük Saldırı: Gazlara!

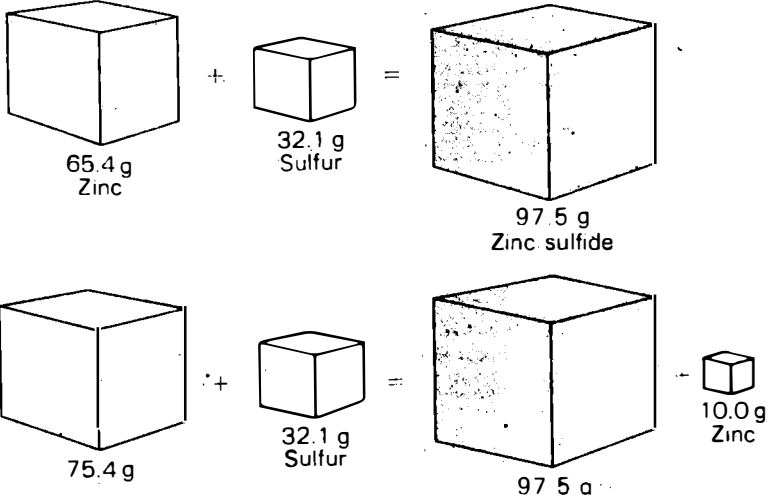
Maddenin Atomik Teorisi'ne varmayı mümkün kılan incelemeler, Gaz'ların yapısını öğrenmeye yönelik çalışmalarla başladı. Bunun nedeni, gazlar üzerinde 1800'lerin başında girilen bazı deneylerin ipuçları veriyor gözükmesiydi.

Maddenin yapısına ve elementlerin bileşikleri nasıl meydana getirdiklerine dair 19. ncü yüzyılın başlarında kimsenin köklü ve savunulabilir olan bir fikri yoktu. Bu sorunların beklediği yanıt hiç kimsenin tahmin edemeyeceği bir kişiden geldi. Bu kişi fazla öğrenim görmemiş, renksiz, garip bir öğretmen olan John Dalton isimli biriydi. John Dalton fizik ve kimya alanında fazla bilgi sahibi biri de değildi. İyi bir düşü-nürdü. Onun bu özellikleri avantajına oldu ve fazla ayrıntılı bilgiden etkilenmeyerek doğrudan karmaşık sorunun özüne inmesini bildi. Ayrıntılı bilgilerin şaşırtamayacağı kadar sade ve yalın bir kişiliği vardı.*

Dalton'un atom konusunda, daha doğrusu maddenin yapısı konusundaki fikirle-rini açıklamadan önce, takvim yaprakları henüz 1800'ü göstermeden, bileşiklerin davranışları hakkında Fransız kimyacı Joseph Louis Proust anlamlı bir deney so-nucuna varmıştı.

Proust bakır karbonat bileşiğinin bakır, karbon ve oksijenden oluştuğunu ve bunlardan herbirinin bileşikteki miktarının hep aynı oranda bulunduğunu tartı yöntemiyle ortaya çıkarmıştı. Bakır karbonat, ister laboratuvarlarda elde edilsin ister kayalıklardan alınmış olsun, bileşikteki bakır, karbon ve oksijen oranları, tartıyla bulunan miktar itibarıyla hep aynıydı. 10 gram bakır karbonatta hep 5 gram bakır, 4 gram oksijen ve 1 gram karbon vardı.*

Başka bileşiklerde de durum aynen ortaya çıkıyordu. Örneğin çinko sülfürü adlı bileşikteki element oranları da hep aynı çıkar.



BELİRLİ ORANLARLA BİRLEŞME kanunu gereğince 65,4 gram Çinko 32,1 gram Kükürt (sülfür)le bileşik meydana getiriyor: Sülfürlü Çinko Eğer reaksiyona sokulan miktar 65,4 gram çinko değil de 75,4 gram olursa söz konusu 10 gram Belirli Oran'ın dışında bir miktar olduğundan reaksiyona alınmıyor ve "dış"lanıyor

97,5 gram çinko sülfit bileşiğinden çıkan çinko miktarı 65,4 gram kükürt miktarı 32,1 gramdır. Acaba bu bileşik daha değişik miktarlarda element alır mı diye denemek üzere 65,4 gram çinko yerine 75,4 gram çinko katılacak kimyasal reaksiyon o fazla 10 gramı bileşiğe kabul etmez ve sonuçta çinko sülfür bileşiği yine aynı oranda miktarları kabul ederek 97,5 gramdır.*

Fransız kimyacı Joseph Louis Proust 1799 yılında yaptığı bakır karbonat bileşiği deneylerinde bulduğu "Belirli Orantılar" başka deneylerle de sağlamlaştırdı.

* Asimov's Exploring the Earth and Cosmos

sayfa 268

* Fundamentals of Physical Science, Konrad B.Krauskoph and Arthur Belser
sayfa 288

Proust bakır karbonat bileşiği için söz konusu olan belirli orantılar kuralının başka cisimler için de söz konusu olduğunu saptadı ve şu genellemeye vardı: tüm bileşikler (değişik çeşitte atomların meydana getirdiği cisimler) bulundurdıkları elementleri (tek çeşit atomdan meydana gelen cisimler) hep aynı ve belirli oranlarda bulundurmaktadırlar ve bu orantılar değişmemektedir. İşte buna "Belirli Oranlar kanunu" adı verilmiştir.

Sözünü ettiğimiz oranları, Proust, her bileşikteki değişik elementlerin ağırlığını tartarak bulmuştu.

Dalton şöyle düşünmüştür: Eğer madde "parçalanır" nihaî zerreciklerden meydana gelse, her cisim diğeriyle -örneğin istediğimiz miktarda şekerle kahveyi karıştırdığımız gibi- karışabilir. Ancak belirli oranlarda bileştiklerine göre cisimler, demek ki, her element belirli boyutta bir nihaî zerrecikten oluşuyor olmalı. Bileşikler, nihaî zerrecikleri "artık bölünemez" olan elementlerin belirli oranda biraraya getirilmeleriyle meydana geliyor. Demek ki madde, eski Yunan filozoflarından Demokritus'un savunduğu gibi nihaî zerreciği "artık bölünemez" tanelerden meydana geliyor. Yani "Atom"lardan. Atom, zaten, Yunanca "Parçalanamaz" demektir.

Maddenin ATOMİK TEORİSİ'nin yani maddenin "Atom"lardan meydana geldiği görüşünün çağdaş savunucusu İngiliz bilgini John Dalton'un özelliği, sözünü ettiğimiz Proust'un ve daha başka bazı bilginlerin deneylerinden genel bir sonuç çıkarmasıdır. Proust'un bileşik deneylerine dayanarak Dalton "Bir bileşiği meydana getiren moleküller, bu molekülü oluşturan yapıcı elementlerin atomlarından meydana gelmiştir" kuralına varabilmiştir.

MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'nin çağdaş doğuşu Dalton'un "gazların oluştuğu nihaî zerrecikleri, zihnimizin gözünde canlandırmaya yönelik bir kaba teşebbüs"ünden doğmuştur.*

Burada "kaba" deyimi, Dalton'un fazla ince ayrıntıya ve deneye girişmeden "her bileşikte belirli oranda elementler vardır ve her element birbirinden farklı yapıda olduğuna göre de her elementte ayrı çeşit atomdan yapıldır" şeklindeki sağlam fakat kaba-saba bir açıklamayı bilim dünyasına açıklamasını özetlemek amacıyla kullanılmıştır.

Dikkat edecek olursanız Dalton'un atomu bulma çabasını başlattığı alan "Gaz"lardır. Nitekim biraz önce alıntı yaptığımız Fundamentals of Physical Science adlı kitabın o cümlesini bir kez daha okumakta yarar vardır: "MADDENİN ATOMİK TEORİSİ, DALTON'UN, GAZLARIN OLUŞTUĞU NİHAİ ZERRECİKLERİ GÖZÜMÜZÜN ZİHNİNDE CANLANDIRMAYA YÖNELİK KABA TEŞEBBÜS"ÜNDEN DOĞMUŞTUR."

Bu cümleyi tekrarlamamızın nedeni, gazların incelenmesi sayesinde, maddenin atomlardan oluştuğu fikrinin pekişmesi ve ancak bundan sonra maddenin sıvı ve katı hallerinin de atomlardan meydana gelmesi fikrine geçilebilmesindendir.

John Dalton'un fizik, kimya alanında fazla bilgi sahibi olmadığını fakat iyi bir düşünür olduğunu söylemiştik. Dalton'un düşünürlüğü hakkında bir fikir vermek üzere şu sözlerini aktaralım: "İster Güneş Sistemine yeni bir gezegen katmaya ister mevcut olan gezegeni yok etmeye teşebbüs edelim, ya da aynı şekilde bir hidrojen zerreciğini yaratmaya ya da imha etmeye teşebbüs edelim; ürettiğimiz tüm değişimler,

* Fundamentals of Physical Science, B.Krauskopf, Beiser, sayfa 288

ya bileşim içindeki zerrecikleri birbirinden ayırma ya da daha önce birbirinden mesafeli zerrecikleri birleştirme eylemini yerine getirmekten ibarettir"

Dalton'un 1810 yılına ait bu sözleri, onun zerrecikleri, atomları nice yıllar önce düşündüğünü ortaya koyuyor. Nitekim Dalton 1803 yılından itibaren Maddenin Atomik Teorisi ile ilgilenmeye başlamıştır ve bu teorinin temellerini atmaya yönelik olarak verdiği örnekler gazlar âleminde dir.

1803 yılında Dalton'un yapmaya çalıştığı, binlerce yıl önceki Yunan ve Romalı filozof ve "Atom"cu görüş sahibi Demokritus ile Lucretius'un fikirlerine bir "nicel" (kantitatif) değer kazandırmaktır. Nitekim, Dalton, gazların oluştuğu zerreciklere yönelerek bileşiklerdeki atomların sayısını bulmaya çalışmıştır.

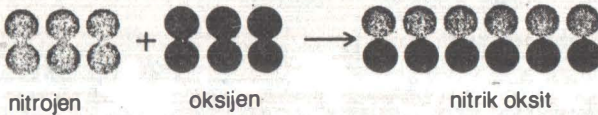
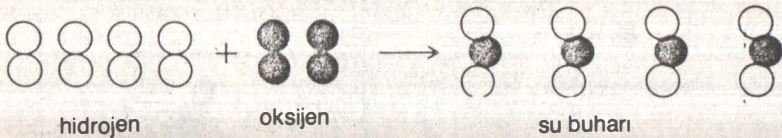
Gaz Bileşiklerindeki Atomlar

1808 yılında Fransız kimyacı Joseph Gay-Lussac yaptığı bazı deneylerle Maddenin Atomik Teorisi'ne ışık tutuyor ve Dalton'un görüşlerine ters düşüyordu.

Nitrojen'le Oksijenin bileşmesinden doğan nitrik oksit bileşiği, bir hacim nitrojen ve bir hacim oksijene karşılık 2 hacim nitrik oksit ürettiyordu. Dalton, molekül ve atom arasındaki farkı kavrayamamıştı. Molekül ile Atom arasındaki farkını bulmak içineğer Gay-Lussac'ın deneylerine güvenseydi ve onun bu konuda dediklerine kulak verseydi, yanlışlarını sürdürmezdi.

Bir gaz bileşiği olan Nitrik Oksit nitrojen (azot) ile oksijenden meydana geliyor. Ama, Gay-Lussac, şunu söylüyordu: deneyler gösteriyor ki 1 hacim nitrojen 1 hacim oksijenle birleşince iki hacim nitrik oksit veriyor.

Gay-Lussac bir nitrojen molekülünde 2 atom ve bir oksijen molekülünde 2 atom var olmalı ki bunlar birleştiğinde iki hacim Nitrik Oksit gazı veriyor mantığıyla düşünüyor.



Dalton ise her bir Nitrik Oksit molekülünde 1 nitrojen ve 1 oksijen atomu bulunabilir. Böylece, bu ayrı iki atom birleştiğinde, 1 hacim nitrik oksit vermelidir, düşüncesindeydi.

O tarihlerde (1810'larda) henüz Oksijen'in iki atomlu ve Nitrojenin de iki atomlu bir molekül olduğu bilinmiyordu. Bu nedenle Dalton bir Nitrik Oksit molekülünde 1 Nitrojen atomu ve 1 Oksijen atomu bulunur fikrini savunuyordu.

Gay-Lussac, suyun ayrıştırılmasıyla ortaya iki hacim hidrojen ve bir hacim oksijen çıkmasına dikkati çekmişti: suyun ayrıştırılmasından oluşan hidrojenin hacmi oksijenin hacminden tam bir kat fazlaydı.

Suyun ayrışmasından ortaya çıkan bu 2'ye 1 oranı Gay-Lussac'ı bir de şu kurala ulaştırdı: Gazlar kimyasal reaksiyona girince, reaksiyona katılan gazların HACMİ ile üretilen gaz bileşiğinin HACMİ arasında tam-sayı orantıları söz konusu oluyor.*

Bugün biliyoruz ki 2 hidrojen molekülü 1 oksijen molekülü ile kimyasal reaksiyona girince ortaya 2 su molekülü çıkıyor. Oksijen iki atomlu bir gaz molekülü olduğundan, bunun bir atomu bir hidrojen molekülüne geri kalan diğer 1 atomu da öbür hidrojen molekülüne katılarak iki molekül su oluşturuyor.

Şimdi bir noktayı eklemeyi geçemeyeceğiz. Acaba Gay-Lussac bu önemli sonuca elektrik akımı kullanarak mı yoksa başka yoldan mı ulaşmıştı? Bu soruyu sormamızın nedeni, Gay-Lussac'ın bu alanda deneyler sürdürdüğü 1808 yılında Volta Pili icat edileli 8 yıl olmuştu. O tarihlerde pil o denli bir lükstü ki ancak Napolyon



H₂O molekülü

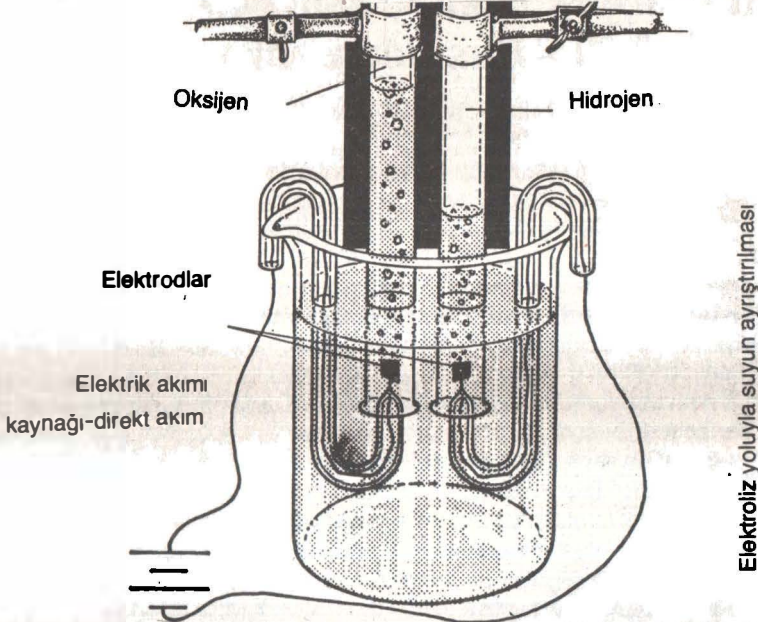
gibi kişilerde vardı. Nitekim o sıralarda İtalya Napolyon Bonaparte'in işgal bölgelerinden biri olduğu için, Volta, tarihin ilk Pili'ni 1800 yılında icat eder etmez Napolyon'a armağan etti. Napolyon'un, bu Volta Pili'ni deneylerinde kullanması için Gay-Lussac'a armağan ettiği söylenir.

* Fundamentals of Physical Science, B.Krauskopf, Beiser, sayfa 289

Pille elektrik akımı verince su kolayca hidrojen ve oksijen gazına ayrışır. Bunun adına Elektroliz denildiği (elektrik aracılığıyla ayrışma demektir) bilinir. Bu konuda Gay-Lussac'ın başvurduğu deney şuydu: "Gay-Lussac, 100° C'nin üzerindeki ısı derecelerinde iki hacim hidrojenin bir hacim oksijenle reaksiyona girmesiyle bir hacim su buharı verdiğini saptamıştı."

Gay-Lussac ister pil aracılığıyla ister başka yöntemle yapmış olsun, önemli olan, suyun 1 hacim oksijene karşılık 2 hacim hidrojeninden oluştuğunu saptamasıdır. Çünkü Maddenin Atomik Teorisi'nin anlaşılması yani maddenin atomlardan meydana geldiğinin öğrenilmesinde oksijenin tek atomlu değil iki atomlu olduğunun bilinmesi önemlidir. Dediğimiz gibi 2 molekül hidrojenle bir molekül oksijenin birleşmesinden 2 molekül su oluşması -olsa olsa- oksijenin iki atomlu oluşundan ve oksijen molekülünün bir atomu birine, diğer atomu da öbür hidrojen molekülüne vermesindendir diye bir fikir filizlenmiştir. Böylece Oksijen (O_2) molekülü, 1 atomunu hidrojenin bir molekülüne diğer 1 atomunu da öbür hidrojen molekülüne vererek 2 molekül su (H_2O) daha doğrusu 2 H_2O (iki su molekülü) oluşmaktadır. Burada önemli olan, oksijenin iki atomlu olduğunun anlaşılmasıdır. Demek ki, denilmiştir, molekülün içinde atom diye bir şey var!

Bu arada şunu söylemekte de büyük yarar var. İngiliz bilginleri, Volta Pili'nin icat edildiğini duyar duymaz, hemen bir pil imaline girişirler: Kraliyet Bilim Derneği 3.000 Volt'luk bir pil yaptırır. Aynı yıl içinde, yani Volta Pili'nin icadı yılında (1799) İn-



giliz bilgini Humpnrey Davy dünyada ilk kez suyun elektrolizini başardı. Başka bir deyişle dünyada ilk kez elektrik akımıyla suyu ayrıştıran Humphrey Davy'dir. Onun incelemeleri başka yönde gelişmiş ve maddenin atomik teorisi ile ilgili çalışmaları * Fundamentals of Physical Science, B.kauskopf, Beiser "Isı"nın araştırılması yönünde olmuştur.

Maddenin Atomik Teorisi'nin anlaşılması bakımından en geçerli formülü 1808 yılında İtalyan bilgini Amadeo Avogadro ortaya atmıştır. Fakat onun ne demek istediği, ancak 1860 yılında, ilk Dünya Kimyacılar Kongresinde Avogadro'nun öğrencisi Cannizzaro'nun açıklamasıyla anlaşılmıştır.

Avogadro'nun ortaya koyduğu formül maddenin, daha doğrusu elementlerin atom ağırlığını saptamada bir rehber olacaktı. Atom ağırlığını bilmekte şu yarar vardı. Dalton, her elementin kendine özgü bir atomdan yapıldığını ve elementlerin herhangi bir parçasının ancak ve ancak bu tür atomdan oluştuğunu, elementlerin birbirinden ayırt edilmesini de atomların belirlediğini söylemişti. Bir elementi diğerinden ayıran o elementin atom yapısıydı.

Dalton'a göre atomlar arasındaki başlıca fiziksel fark, ağırlıklarındaydı. Böylece kükürtün atomları oksijenin atomlarından daha ağırdı. Oksijen atomları nitrojen atomlarından daha ağırdı. Bunlar da karbon atomlarından daha ağırdı. Ve, bunlar da hidrojen atomlarından daha ağırdı.*

Elementlerin atom ağırlıklarını bulmakta gazlar öncülük etmiştir. Bunun neden böyle olduğu ve Avogadro'nun gazlarla ilgili "yeni ufuk açısı" formülünü birazdan anlatacağız.

Atom "Varmış" Gibi Araştırmak "Yokmuş" Gibi Kuşkulanmak...

1650 yıllarında, İngiliz bilgini Robert Boyle'un yaptığı gazlara ait basınç-hacim deneyinin MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ne götüren uzun yola bir başlangıç olduğu kabul edilir: "Boyle bir gazın hacmini yarı yarıya azaltınca basıncın bir misli arttığını yaptığı bir deneyle gösterdi. Başka bir deyişle basınç hacimle ters orantılıydı. Boyle Kanunu olarak bilinen bu tarihsel keşif günün birinde maddenin atomik teorisine götüren maddelerle ilişkin bir dizi keşfin ilk adımıydı."*

Boyle'un $P \times V$ (Basınç $\times$ Hacim) eşittir formülü ortaya bir sabit sayı koymuştur. Şöyle ki bir tüpte 1 atmosfer basınç altındaki gaz 100 litrelik hacim kaplıyorsa aynı gazı 50 litrelik bir tüpe sığdırınca basınç 2 atmosfer olur. Sonuçta $P \times V$ (100 $\times$ 1 ya da 50 $\times$ 2) eşittir 100.

Şimdi Boyle'un bu formülünü alıp MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ne ulaşma yolunda kullanalım.

Bilim adamları 32 gram ağırlığındaki oksijenin 1 atmosferlik basınç altında -ve 0 C ısı derecesinde- 22,4 litrelik bir hacim kapladığını saptamışlar.

32 gram amonyak almışlar ve bu amonyakın yine Oksijeninki gibi 1 atmosferlik basınç altında -ve 0 C ısı derecesinde 42,1 litrelik bir hacim kapladığını görmüşler.

32 gram hidroklorik asit gazını yine 1 atmosfer basınç ve 0 C ısı derecesinde 19,6 litrelik hacme sığdığını görmüşler.

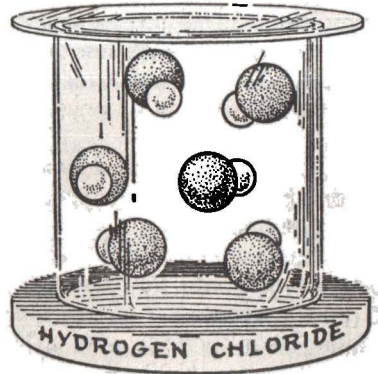
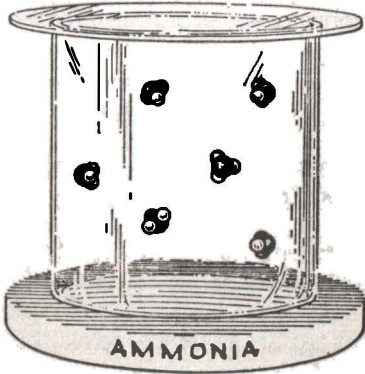
* Asimov's Guide to Science - E yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 318

* Asimov's Guide to Science - E yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu

Anlattıklarımızın ışığı altında şu soru akla geliyor: Acaba gaz zerrecikleri birbirinden farklı ağırlıkta oldukları için mi değişik hacim kaplıyorlar? *

Gerek amonyak gerekse hidroklorik asit gazını oksijen gibi 22,4 litrelik tüpte - 1 atmosfer basınç ve 0 C ısı derecesinde - sıdırmaya kalkışınca 22,4 litrelik hacme giren (tabii, 1 atmosfer basınç ve 0 C ısı derecesinde daima) amonyak 17,00 gram, hidroklorik asit gazı ise 36,5 gram gelmiştir.

Acaba neden 22,4 litre hacme sığan amonyak 17 gram geliyor da hidroklorik asit 36,5 gram geliyordu? Ve, yine bildiğimiz üzere 22,4 litre hacimli tüpte - 1 atmosfer basınçta ve 0 ısı derecesinde- oksijen neden 32 gram geliyordu?



AMONYAK HİDROKLORİK ASİT GAZI

Sonuç çıkarmak için göz önünde tutulması gereken iki unsur söz konusudur. İçi kuru fasulya dolu bir torba 17,00 gram gelirken, içi bilya dolu aynı hacimli torba neden 36,5 gram geliyor diye sormamıza benziyor yukarıdaki amonyak ve hidroklorik asit sorusu. Torbanın içindeki fasulya sayısını bulmamız ve diğer torbadaki bilya sayısı ile kıyaslamamız gerekiyor. Böylece beher fasulyanın ağırlığının beher bilya ağırlığına oranı bulunur. 22,4 litrelik hacimdeki amonyak moleküllerinin sayısını bulmak ve molekül başına ağırlığını çıkarmak gerektiği gibi bu sayıların 22,4 litre hacimli hidroklorik asit molekülü sayısı ve molekül başına ağırlığı ile karşılaştırmak gerekir. Böylece bir orantı kurulabilir.*

Kuvvetli ihtimallerden biri şudur:

- Eşit hacimlerdeki bu iki gaz aynı sayıda molekül bulunduruyor, ve,
- Amonyak molekülleri, hidroklorik asit moleküllerinden daha hafiftir ve bu hafiflik oranı molekül başına 17,00/36,5 tur.

1808 yılında Avogadro'nun ortaya attığı ve Dalton ile Gay-Lussac arasındaki molekül-atom tartışmasını bir sonuca bağlayacak formülü şudur: Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur.

* Chemistry, An Experimental Science - George C. Pimentel sayfa 22

"Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur" formülüne hiç bir zaman "aynı ısı derecesinde ve basınçta" eklemesini yapmayı unutmamak gerekir. Çünkü gazlar ısıtılınca zerreciklerin hareketleri hız kazandıklarından basınçları ve ısıyı da artırır.

Avogadro'nun bilim tarihine geçen bu ünlü formülünü kabul ettiğimiz andan itibaren atom ağırlığını hesaplamak artık kolaylaşırdı. Çünkü 22,4 litrelik hacimli tüplerde oksijen 32 gram, amonyak 17,00 gram ve hidroklorik asit 36,5 gram geldiğine ve Avogadro Kanunu da "Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur" olduğuna göre, sonuç çıkarmak çok kolaydı: Hidroklorik asit gazı Oksijenden ağırdı, Oksijen de Amonyak gazından ağırdı. Öyle ya 22,4 hacimli kaplarda hidroklorik asit 36,5 gram, oksijen 32 gram ve amonyak 17 gram geliyordu.

Fakat bu sonuca varmadan önce yapılması gereken bir deney daha vardı.

Bilim adamları Amonyak gazı ile Hidroklorik asit gazını birbirleriyle karıştırdılar. Ve gördükleri ki 30 ml. hidroklorik asit 30 ml. amonyakla karışıyor, 1 litre hidroklorik asit tam 1 litre amonyakla karışıyor ve karışıma sunulan fazla madde karışıma kabul edilmiyordu. Eşitlik dışındaki miktar karışımı- dış kalıyordu. Örneğin 30 ml. hidroklorik asit klorid ve 40 ml. amonyak karıştırmaya kalkışsanız 10 ml. karışımı- dış kalıyordu.

Bunun anlamı her bir hidroklorik asit molekülünün bir amonyak molekülü ile karıştığı idi. Nihain anlamı da Avogadro'nun dediği gibi "Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur."

Şimdi baştaki hesabımıza gelelim: 22,4 litre hacimli kapta amonyak tartılınca 17,00 gram geliyordu. Yine aynı hacimli kapta (22,4 litre hacimli) hidroklorik asit 36,5 gram geliyordu.

Bundan çıkan sonuç şu: madem ki eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulunduruyor ve madem ki 22,4 litre hacimli amonyak 17,00 gram ağırlıkta ve 22,4 litre hacimli kaptaki Hidroklorik asit 36,5 gram demek oluyor ki amonyak molekülleri hafif hidroklorik asit molekülleri ağırdır. Hangi oranda? 17,00/36,5 oranında.

Molekül ağırlığını tartarak bulmak kolaydı. Aynı hacimde -ve aynı ısı derecesinde ve aynı basınçta- iki gazın kabıyla birlikte tartılması ve sonra da kap ağırlığının düşülmesiyle hangi gazın daha ağır olduğu saptanabilirdi.

Avogadro'nun çok basit gibi görünen yalın formülü "Eşit hacimli gazlarda eşit sayılı molekül" vardır formülü, 1808 yılında açıkladığı halde, bilim dünyasında iyice anlaşılıp açıklığa kavuşması için uzun yıllar beklemiştir. Nitekim 1860 yılında Karlsruhe'de yapılan dünyanın ilk Uluslararası Kimya Konferansında Amadeo Avogadro'nun yine İtalyan olan öğrencisi Cannizzaro'nun açıklayıcı konuşmasıyla belirginlik kazanmıştır.

1828 yılında, elementlerin atomik ağırlıklarını gösteren bir liste yayınlayan İsveç'li bilgin Berzelius'un, atom ağırlığı ölçme sistemi pek tutmadı. Fakat 1860 yılında Almanya'nın Karlsruhe kentinde düzenlenen ilk Uluslararası Kimyacılar Kongresinde o tarihlere dek ihmal edilen Avogadro'nun varsayımına (henüz kuram bile değil) dayanarak atom ağırlıklarının saptanmasındaki yeni sistemi Cannizzano öyle güzel dile getirdi ki kimyacılar dünyasını birden kendine çekti.*

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 319

19.ncu yüzyılın başlarında Dalton'un teorik düşünceleri, Proust'un, Gay-Lussac'ın deneyleri sayesinde de gelişerek maddenin yapısındaki molekül-atom arayışı 60 yıllık uzun bir bilim yolculuğundan sonra ancak dediğimiz noktaya geldi.

19. ncu yüzyıl boyunca her ne kadar molekül ve atomlar üzerine çok çalışılmışsa da ve bilgiler genellikle molekül ve atomun "gerçek" olduğuna inanmışlarsa da bunların (moleküllerin ve atomların) bilimsel çalışmalara uygun düşen soyutlamalardan öte şeyler olduklarına ilişkin direkt bir kanıt yoktu.*

Ne ilginçtir! Yüz yıl boyunca "Atom"u "var"mış gibi arıyorlar belki "yoktur" diye şüphe ediyorlar. O kadar ki dünyanın ileri gelen kimyacılarından biri olarak kabul edilen Alman bilgin Wilhelm Ostwald "Atom"u soyut bir şey olarak kabulden başka bir alternatifte yaşamadı.

Wilhelm Ostwald için molekül ve atomlar "uygun soyutlamalar"dı; çalışmalar için yararlıydılar; fakat "gerçek" değillerdi.*

Wilhelm Ostwald kimya dünyasında o denli muteber ve fikirlerine öyle saygı gösterilir ki bu kitapta alıntılar yaptığımız önemli Amerikan Kimya kitabı (Chemistry, An Experimental Science)ndaki 25 Bölümün başına nakledilen Newton, Leonardo da Vinci, Dalton Gay-Lussac'ın birkaç satırlık veciz sözlerinden biri de Wilhelm Ostwald'a aittir. Böylesine önemli ve ünlü bir bilim adamının bile "Atom"un varlığından kuşkuya düşmesi 19.ncu yüzyıl boyunca bilim adamlarınca nasıl bir cehd ve gayretle çalışıldığını göstermeye yeter. Atom'un "var" olduğuna 20.nci yüzyılın başlarında bile inanmakla tereddüt eden ünlü bilim adamlarına rastlandığına daha ilkeri bölümlerde değineceğiz.

"Atom"un varlığına kesin kanıt 1897 yılında İngiliz bilgini J.J. Thomson'un "ELEKTRON"u bulmasıdır. Atom'dan daha küçük bir zerreciğin bulunması, Atom'un "var" olduğuna kanıt sağlamıştır. Dünyada var olduğu bilinen 105 elementten en hafifi olan hidrojenin kütlelerinden 1837'de bir (1/1837) defa daha küçük olduğu Joseph John Thomson tarafından kanıtlanması Atom'un varlığını ortaya çıkarmıştır. Bu denli küçük kütleli olan zerreciğe Atom-altı zerrecik adı verilmiştir. Çünkü tarihte ilk kez Atom'dan küçük bir zerrecik bulunmuştu. Adı ELEKTRON'du. ELEKTRİK'ten ileri adım atılarak ELEKTRONİK SANAYİ'ne geçilmesine olanak sağlayacak ELEKTRONİ

Bu arada, 1860 yılında, Almanya'nın Karlsruhe kentindeki ilk Uluslararası Kimya Konferansına Osmanlı İmparatorluğundan kimyacı ya da başka alandan bir bilim adamının gönderilip gönderilmediği ve gönderildiyse "Atom" ve "Molekül" aramaları alanında ne gibi bir bildiriyle katıldığını bulmak ilginç olur. Böylece Osmanlı İmparatorluğunun yalnızca bir "bilgi ithalatçısı" imparatorluk mu yoksa bilimin aktif üyesi olarak bilim dünyasındaki yerini almaya çabalamış bir devlet mi olduğu ortaya çıkar. Kimya bilimi ya da fizik ve astronomi gibi bilim dallarındaki uzmanlarımızın bu alandaki bulguları ve açıklamaları bilim tarihimize muhakkak "ışık tutabilecektir."

Az önce elementler arasında Hidrojenin en hafif element olduğunu söylemiştik. Bunun ne demek olduğunu ve bunu bulmanın zor olmadığını artık biliyoruz. Çünkü eşit hacimli iki kaba aynı basınç ve ısı derecesinde iki element koyarsak -örneğin* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 319

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 320

hidrojen gazı ve Oksijen gazı- (bunlar zaten gaz olduğundan ayrıca 'gaz' demeye gerek yoktur) ve bu iki kabı tartarsak ve kabın ağırlığını da çıkarırsak görürüz ki oksijen hidrojen'den ağır çeker. İşte böylece "O gaz bu gaza göre daha hafif, öteki buna göre daha ağır" diye "görelî" tartılarla bilim adamları elementler arasında hafif ağır diye liste düzenlemişlerdir. Eşit hacimli iki gaz -örneğin Hidrojen ve Oksijen- birbirinden farkı ağırlıklarsa ve "eşit hacimde eşit molekül" bulunduğuna göre (Avogadro kanunu uyarınca) bu ne demektir? Demek ki birinin molekülleri diğerkinden ağırdır. İşte, bu yoldan ve sistemlerle yapılan saptamalar sonucunda Oksijenin Hidrojen'den ağır olduğu ve Hidrojen'in dünyadaki 105 elementten en hafif olduğu belirlenmiştir. Peki Hidrojen atomundan da hafif -ya da bilimseldeyimle kütlesi daha küçük- bir zerrecik çıkarsa insanoğlunun karşısına, bunu nasıl değerlendirir ve tanırlar?

Atom-altı zerrecik olan Elektron'un keşfi Atom'u "soyutlar" dünyasından "Gerçek"ler dünyasına transfer etmiştir. Transfer yılı 1897'dir ama buna inanılması, inancın yaygınlaşması epey zaman almıştır.

1800'den 1897'ye dek bir yüz yıl boyunca keşfedilmeyi bekleyen atom 20.nci yüzyılda gizlerini insanoğlundan saklayamamış ve onu insanoğlu nihayet "parçalama-yı" başarmıştır. Fakat "atomun parçalanması öyküsü"nü başka bir bölüme bırakacağız.

Maddenin atomlardan yapıldığına ilişkin Teori-Maddenin Atomik Teorisi-nin bulunmasına gazlar önyak olmuştur. Gazların moleküllerden ve moleküllerin atomlardan oluştuğu iyice anlaşıldıktan sonradır ki maddenin diğer iki hali olan sıvı ve katı halinde de Maddenin Atomik Teorisi geçerli olmuştur.

Elementler Tablosu ya da Peryodik Cetvel'deki 105 elementten oksijen, hidrojen, nitrojen gibi "gaz" elementlerin sayısı 10 adet dolayındadır. Bunlardan sıvı element olanı 3'ü geçmez. Diğerleri katıdır.

Atom ağırlıkları "göre"liyidiler. Yani "Bu ona göre hafif", "Öteki elementin atomu buna göre ağır" şeklinde hesaplamalar vardı. Buna "görelî" atom ağırlığı denir. Ne yapabiliirdi bilim adamları? Bundan başka çıkar yol yoktu.

Bu alanda bilgisine ve sözüne en çok önem verilen İsveçli bilgin Jacob Berzelius'tur.

1828 yılında Berzelius iki standarda dayalı atom ağırlıkları listesi yayınladı. Bu standartlardan birine göre Oksijen'e itibarı 100 değeri verllerek bir liste yapmıştı. Diğerini de Hidrojen'e itibarı 1 değeri vererek bir liste yapmıştı. Berzelius'un sistemi pek itibar görmedi.*

Daha önce söylediğimiz gibi 1860 yılında dünyada yapılan ilk Uluslararası Kimyacılar Kongresinde Avogadro'nun teorisini konferans üyelerine Cannizzaro'nun açık-seçik izah edebilmesinden sonra elementlerin atom ağırlıklarını hesaplama işlemi hız kazandı.

Yeni sistemde hidrojen değil oksijen esas alındı. Oksijen standardının kabul edilmesinde etken bu elementin (oksijen gazı) diğer çeşitli elementlerle daha kolaylıkla Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 318

bileşim meydana getirebilmesiydi (ve diğer elementlerle birleşme, atom ağırlıklarını bulup çıkarmada başlıca yardımcı anahtardı).*

Belçikalı kimyacı Jean Servais Stas, oksijenin atom ağırlığını itibari olarak 16 kabul etti. Bu sayede en hafif element olan Hidrojen de 1 -daha doğrusu 1,008- olarak hesap edilecekti.

Tüm bu sayılar yani Hidrojene 1 ve Oksijene 100 değeri verilmesi ya da Oksijene 16 ve Hidrojene 1,008 değeri verilmesi itibaridir.

Avogadro'nun öğrencisi Cannizzaro zamanından beri, kimyacılar, elementlerin atom ağırlıklarını giderek daha büyük bir isabetle ve titizlikle belirlemeye koyuldu. Bu isabet ve titizlik, sırf kimyasal yöntemler açısından doruğuna Amerikalı kimyacı Theodore William Richards'la ulaştı. Richards 1904 yılında ve sonraki yıllarda atom ağırlıklarını öylesine dakiklikle belirleyebildi ki bu çalışmalarının karşılığında 1914 Nobel Kimya Ödülünü kazandı.

Richards'ın çalışmalarının yalnızca kimyasal açıdan olduğuna dikkat ettiniz elbet.

Atomların fiziksel yapısına ilişkin daha sonraki buluşlara dayanarak Richards'ın bulduğu sayılar daha da ince hesaplara ulaşma olanağıyla düzeltildi.*

Elementlerin Atom Ağırlıklarına ancak 1915'lerden itibaren Atom sayısı eklenebilmiştir. Atom Sayısı ancak ELEKTRON'un keşfinden sonra gerçekleşebilmiştir.

Bu arada maddenin atomlardan oluştuğuna ilişkin olarak gazlar dışında bir madde -sıvı madde- üzerinde gözlemler yapan İngiliz botanikçi Robert Brown'dur. Şimdi de 1860 yılındaki ilk Uluslararası Kimyacılar Kongresinde, rolü, yalnızca ustası Avogadro'nun fikirlerini açıkla durumuna inhisar etmeyen Stanislas Cannizzaro'nun molekül ağırlığından atom ağırlığına geçiş yöntemini inceleyeceğiz.

Molekül ağırlığından Atom ağırlığına geçiş

Daha önceki bölümlerde örnek olarak aldığımız 22,4 litre hacimli bir gaz tüpü ya da kabı vardı. Aynı basınç ve ısı derecesini korumak şartıyla 22,4 litrelik kaba sığdırılan gazlardan Oksijen 32 gram, Amonyak 17,0 gram ve Hidroklorik asit gazı 36,5 gram geliyordu.

Evet, bunların ağırlıkları arasında fark var; ve bu fark üç çeşit gazın yoğunluklarının değişik olmasından ileri geliyor. Ama, yoğunluk farkı nereden ileri geliyor?

Bunun formülünü artık biliyoruz. Bilim dünyasında açık-seçik olarak 1860 yılında Avogadro'nun formülü öğrenmemize yardım etti: "Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur."

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 319

* Asimov's Guide to Sciences - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 319

Bu formül ortaya atılınca sorunu çözmek artık kolaydı; eşit hacimli (yani 22,4 litre hacimli kapta) gazlar eşit sayıda molekül bulundurdıklarına göre, tartıldıklarında beliren gram farkı bu gazların moleküllerinin büyük ya da yoğun oluşundan ileri geliyordu.

Avogadro'nun "Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurur" varsayımının da deneylerle nasıl kanıtlandığını anlatmıştık.

Avogadro'nun öğrencisi Cannizzaro, 1860 yılındaki ilk Uluslararası Kimya Kongresinde, hocasının formülünü ve düşüncelerini belirtirken molekül ağırlığından atom ağırlığının nasıl bulunabileceği yolunda da kendi deney ve fikirlerini ortaya koydu.

Cannizzaro, deneylerle saptanmış molekül ağırlıklarından yola çıkarak bu değerleri nisbi atom kütlelerini saptamak için kullandı. Cannizzaro'nun hareket noktası şu oldu: belirli bir elementi bulunduran bileşiklerden en azından birinde o elementin tek bir atomunu bulunduran bir molekül var.

Cannizzaro ayrıca şu önerilerde bulundu:

1- Kendinize istediğiniz bir standart seçerek belirli bir elementi bulunduran bileşiklerdeki görelî molekül kütlelerini Avogadro Kanunundan yararlanmak suretiyle saptayınız. (Cannizzaro'nun bundan neyi kastettiğini açıklarsak, sanırım, diğer önerileri daha iyi anlaşılacaktır. Kastettiği şu: örneğin, içinde bir tek Karbon atomu bulunduran çeşitli bileşiklerin molekül ağırlıklarını saptarsanız aralarındaki görelî sayılar Karbon atomunun değerini verebilir.)

2- Kimyasal analizlerle her bileşiğin yapıcılarını belirleyin.

3- Her bileşiğin molekül ağırlığından belirli bir elementin görelî atom ağırlığını saptamak için bileşiklerin molekül ağırlıklarıyla yapıyı oluşturan yüzdeleri saptayın.

4- İçinde belirli bir elementin bulunduğu bileşiklerden herhangi birinin molekül ağırlığını, o elementin en küçük atom ağırlığı olarak seçiniz.

Cannizzaro'nun önerilerini bir örnekleme ile özetlemek mümkündür:*

Bileşiğin adı (Hepsinde de Karbon elementi var)	Molekül Kütlesi	Karbon Kütlesi yüzdesi	Bileşiğin Molekül kütlesine görelî olarak Karbon kütlesi
Bütan	58,0	82,8	48,0
Karbon Monoksit	28,0	42,9	12,0
Etil Alkol	46,0	52,3	24,0
Karbon Tetraklorid	154,0	7,79	12,0
Benzen	78,0	92,3	71,1
Propan	44,0	81,7	36,0

Görüleceği üzere yukarıda liste halinde verilen bileşiklerin herhangi birinin bir molekül kütlesinde, 12, Karbon'un en küçük kütlesini ifade etmektedir. Ayrıca, son sütündeki sayıların tümü 12'ye bölünebilir sayılardır. Böylece Cannizzaro'nun gö* Foundations of Chemistry, Ernest R. Toon - George L. Ellis sayfa 57

rüşlerine dayanarak Karbon (C) elementinin atom kütesinin 12 olması kuvvetli bir ihtimaldir. Yapılan binlerce analiz daha bu sonucu doğrulamaktadır.

Karbon elementinin Atom kütesi 12 kabul edilmek suretiyle bilim adamları tarafından Atom Kütleleri cetvelleri inceden incele ve büyük bir sabırla işlenmiştir.

ATOMLARI SAYMAK...

19.ncu yüzyıl boyunca, kimyacılar, gazların ancak birbirlerine göre yani "Görelî" ağırlıklarını ve dolayısıyla yoğunluklarını saptayabildiler.

22,4 litre hacimli kapta 32 gram ağırlığında molekül bulunduğunu saptayabildiler. Fakat söz konusu 32 gramda kaç molekül bulunduğunu hesaplayamadılar. 32 gramda kaç molekül bulunduğu hesaplanabilseydi kaç atom bulunduğu da hesaplanabilirdi. Çünkü Oksijen, Hidrojen, Nitrojen gibi gazlar diatomik, yani iki atomlu moleküllerdi. Böylece atomun ne denli küçük olduğu, boyutu ve kütesi anlaşılabilirdi. Fakat bu alandaki sayılar 19.ncu yüzyılın bilim ufkunda henüz yoktu.

"Mol" adı verilen 32 gramlık Oksijendeki molekül sayısı bilinmediğinden buna meçhul anlamında "N sayısı" adı verildi. Diğer bir adı da Avogadro sayısıydı. Bu sayı günün birinde, daha doğru bir deyişle, yüzyılın birinde bulunduğu Avogadro sayısı açıklanacaktı.

Avogadro sayısı 20.nci yüzyılın başlarında Perrin ve Einstein gibi bilginlerin "Brown Hareketi"ni temel alarak yaptıkları hesaplarla saptandı. Bu sayı, $6,022 \times 100.000.000.000.000.000.000.000$ dır.

22,4 litre hacimli kaptaki 32 gram gelen Oksijen yukarıda yazdığımız uzun sayı kadar molekül bulundurmaktadır.

Hidrojenin Oksijen gazına göre çok daha hafif olduğunu belirtmiştik. Nitekim 22,4 litre hacimli kaptaki Oksijen moleküllerinin 32 grama ağırlığında olmasına karşılık aynı hacimli kaptaki Hidrojen moleküllerinin ağırlığı 2 gram gelmektedir. Fakat bu hafiflik 2 gramlık kapta yine yukarıda yazılı uzun sayı kadar molekül bulunmasına engel değildir.

Bir tek Hidrojen atomunun ağırlığı 1 gramın trilyon trilyonu kadar hafiftir.* (Muhakkak ki diğer elementlerin atomları Hidrojen atomundan birazcık daha ağır olacaktır).

Bu durum karşısında "madde"nin atomlardan oluştuğuna karar vermenin neden bu nedenli uzun zaman aldığına (yüzyıllar oldu) şaşmamak gerek. Hele kütesinin böylesine küçük olduğu bulgusuna varmak elbet daha zor oldu. Asıl şaşılması olan geç de olsa böyle bir sonucun saptanabilmesi olgusudur.

Bu sayıların saptanması mucizesi 20.nci yüzyılın şeref listesine dahildir. Fakat bilim alanında yapılan hizmetler, hizmetlerin en az unutulana. Nitekim 19.ncu yüzyılda meçhul bir sayı olarak ifade edilen N sayısı 20.nci yüzyılda $6,002 \times 100.000.000.000.000.000.000.000$ olarak saptandığında bu sayıya Avogadro Sayısı adı verildi. Çünkü "Eşit hacimli gazlar eşit sayıda molekül bulundurulur" kuralını koyarak 22,4 litre hacimli kapta 32 gram gelen Oksijen gazının 17 gram gelen Amonyak gazının 36,5 gram gelen hidroklorik asit gazının eşit sayıda molekül * Asimov's Exploring the Earth and Cosmos sayfa 272

bulundurabileceği görüşünü ortaya atarak gazların "Görelî" yoğunluğunun hesaplanmasını sağlamıştı. Aynı zamanda molekülle atom arasındaki farkın anlaşılmasını mümkün kılmıştı. Bu arada molekülle atom arasındaki farkın anlaşılmasında Gay-Lussac'ın çabaları da unutulmamalı.

Moleküllerin ve atomların ağırlığını büyük bir merak, sabır ve bilim aşkıyla 19.ncu yüzyıl boyunca araştıran bilim adamlarının dramını İsaac Asimov daha önce başka bir vesileyle aktardığımız üzere şöyle dile getiriyor: "19.ncu yüzyıl boyunca her ne kadar bilim adamları atomlar ve moleküller üzerine çok çalışıp çaba göstermişler ve atomla molekülün gerçekliğine inanç göstermişlerse de bunların uygun soyutlamalardan başka bir şey olduklarına dair kanıtlara rastlayamamışlardır. Alman kimyacı Wilhelm Ostwald gibi ileri gelen bilginler moleküllerle atomları uyumlu birer soyutlamadan başka bir şey olarak görmeyi reddettiler. Wilhelm Ostwald için onlar yararlı idi fakat "gerçek" değildi."

Ostwald bu konuda tek örnek değildir. 20.nci yüzyılın başında Maddenin Atomik yapısı, henüz inanılmaktan uzak bir düşüncedir. Örneğin 20.nci yüzyıl başlarındaki ünlü fizikçilerden Avusturyalı Ernst Mach da atomun "var"lığına inanmayan bilim adamları arasındaydı.

Max Planck çapındaki bir bilgin bile atomun varlığını kabulde çok zorluk göstermiştir.*

"Atom" peşinde ölüm göze alanlar

Bugün Ay'da adına bir Krater ayrılmış bulunan İtalyan fizyologu Giordano Bruno, 1600 yılında, Kilise'nin görüşlerine karşı çıktığı için yakılarak öldürüldü.

Hemen hemen Galileo'nun döneminde yaşamış bir filozof olan Giordano Bruno, alışılmışın dışında fikirlere sahipti. Yıldızları, etraflarında gezegenlerin dolaştığı uzak güneşler olarak düşünürdü. Evren'in sonsuzluğuna inanırdı.

Bruno, düşüncelerini, aşırı cesaretle ifade etmişti. Kilise düşmanı olarak yakılan Giordano Bruno Bilimsel Devrimin ileri gelen kurbanıdır. Ruslar, Giordano Bruno şerefine Ay'ın görülmeyen öbür yanındaki bir kraterin onun adını vermişlerdi.* (Bilindiği gibi Ay'ın görülmeyen yanına Ruslar başarıyla bir araç göndermişlerdi).

Eski Yunan'da maddenin bölünebilir olup olmadığı tartışması baş göstermişti. Madde bölünebilir ve sonra da yine sonsuza dek bölünebilir ve giderek hep daha incecik toz haline mi getirebilir? Yoksa, maddenin bölüne bölüne, artık, bölünemez bir noktaya gelmesi durumu mu (bir yerden sonra, artık, bölünmezliği mi yani Yunanca bölünmez anlamındaki 'atom'luğu mu) söz konusudur?

Milet'li Leukippos ve öğrencisi Abdera'lı Demokritos M.Ö. 450 yılında "maddenin bölüne bölüne, bir yerde, artık, bölünmez olduğu, bölünmezliği (Yunanca ATOM bölünemez, parçalanamaz demektir) fikrini savundular. Nitekim Demokritos bu "nihai" zerreciğe bir isim verdi: buna 'atom' dedi (bölünmez, parçalanamaz anlamında). Hattâ değişik cisimlerin farklı atomlardan ya da atomlar bileşiminden meydana gelir" Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 320

* Des rayons X aux quarks, Emilio Segre - Fayard Yayınları sayfa 17 18

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 317

dana geldiği fikrini bile açıkladı. Demokritus'un bu söylediklerini yalnızca bir tahmin yürütme olarak kabul etsek bile onun böyle doğru esinlenişi karşısında insanın hayrete düşmemesi olanaksız.*

Isaac Asimov, Demokritus'un bu akıllıca tahmininin önemini şöyle dile getiriyor: "Bugün için bu fikirler artık çok olağandır ama o tarihlerde o denli olağan-dışı sayılardı ki Platon ve Aristot bu fikri reddetmişlerdi.*

Demokritus'un M.Ö. 450 yıllarında beslediği bu fikir M.Ö. 300 yıllarında Sisam'lı Epikür tarafından savunuldu. Romalı filozof ve şair Lucretius, maddenin atomlardan meydana geldiği fikrini M.Ö. 60 yılında yazdığı bir kitapta dile getirdi. Lucretius'un MADDENİN YAPISI (De Rerum Natura) adlı kitabındaki atomik kavramlar, Ortaçağ boyunca şiirlerinin okunmasını sağladı, onun bu fikirlerini yaşattı ve baskı tekniği bulunur bulunmaz kitabı çoğaltıldı.

Rönesans dönemini izleyen yıllarda ve Galileo'nun Fizik Bilimi'nin temelini attığı sıralarda, adını verdiğimiz İtalyan filozof Giordano Bruno'dan başka "Atom"cu düşünenlerden Fransız filozof Pierre Gassendi'ye rastlıyoruz. Pierre Gassendi'nin fikirlerinden esinlenen İngiliz bilgini Robert Boyle'un 1650 yılında bulduğu bir fizik kanununun Maddenin Atomik Yapısı'nın anlaşılmasında ne denli işe yaradığını gördük. Boyle, bir cam tüp içinde, havanın hacmini daraltarak basıncının arttığını sağlayıp hacmin genişletilince de basıncın azaldığını görünce gazların "aralarında epey mesafe bulunan zerrecikler" olabileceğini düşündü. Gazı, daha doğrusu havayı (çünkü 1650'lerde hem gazlar -örneğin oksijen, hidrojen, nitrojen- keşfedilmemişti, hem de havanın oksijen ve nitrojen gazlarından oluştuğu bilinmiyordu) aralarında geniş mesafeler bulunan "zerrecikler" olarak o tarihlerde görebilmek çok büyük "ileri-görüş" olsa gerek. Newton da "Atom"cu bilim adamlarından sayılmaktadır.

MADDENİN ATOMİK TEORİSİ ile GAZLARIN KİNETİK TEORİSİ'ni anlattığımız nedenlerle bir madalyonun iki yüzü sayabiliriz. Çünkü, gazlar (hava da gazdır) zerreciklerden, moleküllerden oluştuğu için sıkıştırılınca, içinde bulundukları kapta moleküller birbirine çok yaklaşır daha hızlı hareket etmek zorunda kalıyorlar. Ve, bu yaklaşma-hareketlenme nedeniyle kaptaki hava ısınır. Yazın otomobil lastiklerinin havasını sıcakta azaltmamız bu yüzden: hava moleküllerine ya da zerreciklerine daha geniş "dolaşım" alanı yaratalım ki lastiğimizin çeperlerine hızlı ve sıkça vurup patlamasını diye! Karlı ve soğuk havalarda lastikteki hava zerrecikleri büzüşüp basınç azalınca hemen lastiklere hava pompalayışımız da aynı nedene dayanıyor.

Isının yapısının açık-seçik anlaşılabilmesi maddenin atomik yapısının anlaşılmasıyla ancak mümkün olmuştur. Bir gazı oluşturan moleküllerin sürekli hareket durumunda oluşlarının ve birbirine çarpıp sıçrayarak içinde bulundukları kapın duvarlarına darbeler indirmelerinin kavranmasından sonra, ısının yapısı ortaya çıkmıştır. Gazların özelliklerini bu açıdan açıklamaya çalışan ilk bilgin Daniel Bernoulli'dir. Bu yöndeki açıklamasını 1738 yılında yapan Bernoulli zamanın çok ilerisinde bir bilim adamıydı.*

* Asimov's Guide to Science - E yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 317

* Asimov's Guide to Science - E yayınları, Türkçesi : Reşit Aşçıoğlu sayfa 527

19.ncu yüzyıl sonunda, yani Bernoulli'den yaklaşık 1,5 yüzyıl sonra Maxwell ve Boltzmann gazlarının hareketinin matematiğini işlediler ve GAZLARIN KINETİK TEORİSİ'ni saptadılar. Kinetik Yunanca "hareket" demek olan sözcükten geliyor.

Hava molekülleri ve atomları birer küçük füze gibi sürekli havada uçuşurlar. Oadaki ısı derecesinde, havadaki oksijen moleküllerinin saniyede ortalama 500 metre hıza sahip oldukları hesaplanmıştır. Oksijen molekülüne kıyasla 16 kez daha hafif olan hidrojen molekülünün sürati 4 kat fazladır ve saniyede 2 km. dir. Maxwell ve Boltzman tarafından bulunan kanun uyarınca, belirli bir ısı derecesindeki belirli bir zerreciğin süratı, söz konusu zerreciğin molekül ağırlığının karesine ters orantılıdır. Oksijenden 16 kez daha hafif olan hidrojenin sürati oksijenden 4 kat fazladır. Bu süratlerin ortalama sürat olduğunu hatırlamakta yarar vardır.*

Birbirinden ayrı molekül ağırlığındaki çeşitli gazların süratleri 1860'larda hesaplandıktan yaklaşık 1,5 yüzyıl önce Bernoulli gazların "zerreck"lerden (yani bugünkü deyimiyle moleküllerden) oluştuğunu ve bir kaptı sıkıştırılınca kabın duvarlarına "güm-güm" diye (sesli değilse bile) gizliden gizliye vurduğunu akıl etmiş bir matematik ve fizik bilginiydi.

1800'lerin başında Dalton'dan başlayarak Gay-Lussac, Avogadro ve Cannizzaro gibi kimyacılar 1860 yılına dek maddenin -yani gazların- moleküllerden meydana geldiğini anlamışlar, savunmuşlar, ortaya kanıtlar koymaya çalışmışlardır. Bu arada Berzelius gibi kimyacılar da çeşitli elementlerin molekül ağırlıklarını çok ayrıntılı ve sabırlı kimya deneyleriyle tartmaya çalışmış ve Molekül Ağırlıkları listesi yayınlamıştır.

Bernoulli'nin gazların zerreciklerden -ya da taneciklerden- meydana geldiğine dair görüşlerinden yaklaşık bir yüzyıl önce de Robert Boyle havayı sıkıştırıp genleştirmek suretiyle hacmin daraltıldıkça basıncın arttığını ve hacmin genişletilince basıncın azaldığını saptamış ve $P \times V$ (basınç $\times$ hacim = sabit bir değer) formülünü bulmuştur.

Şimdi bir sorun çıkıyor ortaya: Boyle zamanında 'gaz' sözcüğü henüz yoktu ve havanın da gazlardan meydana geldiği henüz bilinmiyordu.

Bu durumda Boyle'un yaptığı deney "Hava" ile yapılmıştır. Havanın oksijen ve nitrojen gibi belirli oranda gazlardan meydana geldiği Lavoisier tarafından 1774 yılında kanıtlanmıştır. Boyle'un bulduğu kanunun "gazlar"la ilgili oluşu "lafın gelişi"dir, yoksa bilimsel gelişimin gerçeklerine uygun değildir. Bu nedenle hatırlamakta yarar var: Boyle deneyini havayı sıkıştırıp genleştirmek suretiyle yapmıştı. Robert Boyle zamanında "gaz" ne demektir henüz bilinmediğine göre şimdi de kısaca insanoğlunun yaşadığı yeryüzünde gazların mevcudiyetinin nasıl ortaya çıktığını kısaca anlatalım. Çünkü gazların mevcudiyeti Lavoisier, Priestley gibi bilginlerce kanıtlanmasaydı Maddenin Atomik Teorisi'ni araştırmaya çıkanların ellerinde bulunan önemli bir unsur eksik olacaktı.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi : Reşit Aşçıoğlu sayfa 302

Maddenin sinesine bir başka cepheden girenler...

Lavoisier çağdaş kimya biliminin başlatıcısı kabul edilir. Bunun nedeni havanın, içimize nefes almak için çektiğimiz havanın beşte birinin (1/5) oksijen beşte dördünün de (4/5) nitrojen olduğunu saptayışındandır. Lavoisier bu konudaki deneyini ve açıklamasını 1774 yılında yapmıştır.

1774'den önce gazlar konusunda keşifte bulunanlar olmuştur, fakat kantitatif -nicel- olarak havanın kaçta kaçının hangi gazdan olduğunu bulamamıştır. Ayrıca bu nicel sonuç, Lavoisier, Oksijen gazının "yanma" olgusunu mümkün kılan unsur olduğunu anlamasından ötürüdür ki diğer 4/5'ine Azot adını vermiştir. Azot Yunanca "hayat yok" demektir. Lavoisier'nin nitrojene azot demesinin nedeni havanın 1/5'lik bölümünün hayatı desteklemesindendir. Başka bir deyişle "yanma" olgusunu destekleyişindendir.

Biliyoruz ki yanmakta olan alevli bir mumu bir kavanozla kapatırsak, bir süre sonra mum söner. Bunun nedeni, kısa bir süre kapatılmış fanus içindeki havanın yanmayı sürdürmeyi sağlamasıdır, fakat hava -yani oksijen- bitince mum söner. Bugün biliyoruz ki içimize çektiğimiz oksijen, aldığımız besinlerin vücudumuzda "yanarak" kaloriye ya da enerjiye dönüşmesini sağlamaktadır. Nitrojen'in -diğer adı Azot- böyle bir özelliği yoktur. Bu nedenle Lavoisier "hayat"a destek olan oksijen'e karşılık "hayat"a ve "yanma"ya destek olmayan nitrojen'e Azot demiştir.

Azot (Nitrojen)un da neye yaradığı sonradan anlaşılmıştır ama, Lavoisier'nin 1774'lü yıllarında azotun özellikleri fazla bilinmiyordu.

Gördüğümüz gibi Lavoisier, Maddenin Atomik Teorisi bölümünde gördüğümüz bilim adamları gibi maddenin moleküllerden mi atomlardan mı meydana geldiğini araştırmamış ama, maddenin sinesine bir başka açıdan girmiş ve o tarihe dek ne olduğu belirsiz havanın oksijen ve azottan oluştuğunu bulmuş, oksijenin ne işe yaradığını anlamış.

Havaya ve genellikle gazlara bu açıdan bakan yalnızca Lavoisier olmamış elbet. Ama Lavoisier hava ve gazlarla ilgili bilgiyi sayılara dökerek açıklayabilmiştir.

Lavoisier ateş yakıp metalleri havada ısıttığında metallerin kütlelerinde -ağırlıklarında, bir artış olduğunu fark etti.

Lavoisier bir kapalı kaptaki deneyde yanan katı cismin kütlesindeki -ağırlığındaki- artışın bitişik kaptaki eksilen havanın kütlesine ağırlığına eşit olduğunu söyledi. Bu deneyler Lavoisier'yi, yanmanın bir metal ile havadaki oksijenin birleşmesinden doğan olgudan ibaret bulunduğu düşüncesine yöneltti. Bu da Lavoisier'nin KÜTLENİN KORUNMASI kanununu bulmasına yol açtı. Çünkü, yanma sonunda metalin ağırlığındaki artış miktarı yanmaya katılan oksijenden eksilen miktara eşti.*

1772 yılında, yani Lavoisier'nin bu ünlü kanunundan ve deneylerinden iki yıl önce, ünlü İngiliz bilgini Joseph Priestley bir cam kavanozun altına kapattığı farenin hayat belirtilerini izledi. Bir süre canlılığını koruyan fare sonradan ölüm belirtileri göster

* Foundations of Chemistry, Ernest R. Toon - George L. Ellis sayfa 11-12

di. Priestley, kavanozun içine yeşil bitkili bir saksı koyunca, fare yeniden canlılık kazandı. Priestley, bitkilerin, canlılara hayat veren bir gaz yaydığını anladı. Fakat bunun Oksijen olduğunu söyleyemedi. Ağaçların oksijen ve karbondioksit alış-verişini fark etti. Ölüm veren bir gazı yeşil bitkiler alıyorlar, karşılığında hayat veren bir gaz iade ediyorlardı.

Atmosferde çok az bulunan ve daha ziyade yüksek atmosfer tabakalarında bulunan hidrojen gazını da 1766 yılında İngiliz bilgini Cavendish keşfetti.

İlm-i simyacılar tarafından "alevlenebilen hava" adıyla bilinir ve demir talaşlarının sülfürik asitle işlenmesinden elde edilirdi. Fakat özellikleri ancak Cavendish'in çalışmalarıyla 1776'da aydınlatıldı.

"Gaz" sözcüğünü ilk kez 17. nci yüzyılda Hollandalı kimyacı Jan Baptista van Helmont kullandı. Meyvaların fermantasyonu ile elde edilen meyva sularından çıkan buharın (karbon dioksit) yeni bir cisim olduğunu kabul etti. Van Helmont'un "gaz" sözcüğünü, eskilerin, Evren'i meydana getiren ilk madde için kullandıkları "kaos" (karışıklık) tan aldığı sanılmaktadır.*

1756 yılında İngiliz kimyacı Joseph Black de karbondioksiti ayrıntılı biçimde inceledi ve havadan ayrı bir gaz olduğunu ortaya koydu. Hattâ havada birazcık karbon dioksit bulunduğunu da kanıtladı. 10 yıl sonra da Henry Cavendish, atmosferimizde bulunmayan bir yanıcı gazı inceledi ve buna Hidrojen adını verdi. Böylelikle gazların çeşitliliği açık-seçik biçimde bilim ufkunda belirmeye başladı.

1800 yılından itibaren Dalton'ların, Gay-Lussac'ların, Avogadro'ların Cannizaro'ların MADDENİN ATOMİK TEORİSİ yolunda gazlarla yaptıkları deneyler kendilerinden önceki bilginler tarafından gazların bulunmasıyla mümkün olmuştur.

Yanan, eriyen, katılaştan mumun atom teorisine tuttuğu ışık

Gazların moleküllerden ve moleküllerin atomlardan meydana geldiğini gördük.

Avogadro Kanunu sayesinde çeşitli gazların atom ağırlıklarının da farklı olduğunu ve bu farkların nasıl bulunabileceğini inceledik. Gazların atom ağırlıklarını sap-tama yöntemini keşfettikten sonra sıvıların ve katıların atom ağırlıklarını bulmak kolaylaşıyordu.

Acaba gazların moleküllerden ve atomlardan meydana gelmesi gibi doğadaki sıvı ve katı cisimler de atomlardan mı oluşuyordu?

Bir mumu yaktığımız zaman bundan bir gaz çıkar: karbondioksit ve su buharı bulunduran bir gaz. Böyle bir gazı moleküller topluluğu olarak nitelememiz ve her molekülün de daha küçük birimler olan atomlar bulundurduğunu bilmemiz gerekir.

Her karbondioksit molekülünde bir karbon atomu ile iki oksijen atomu vardır. Her su molekülü de bir oksijen atomuyla iki hidrojen atomu bulundurur.

Bu atomlara yanmadan sonra rastlamak mümkün olduğuna göre acaba yanmadan önce de mumda mevcut muydular?

Bu sorunun yanıtını vermek için mumdan çıkan gazların soğutulmasıyla elde * Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 249-250

edilen şeyin ne olduğunu düşünmek gerekir. Gazları soğutmak yoğunlaşmaya meydan verir ve su damlaları oluşur. Eğer su buharı atomlardan oluşmuş moleküllerden meydana gelmişse, gaz yoğunlaştığında, sözünü ettiğimiz moleküllere (ve atomlara) ne olmuştur? Sıvıda halen var mıdır?

Su buharını, molekül adını verdiğimiz atom gruplarından oluşmuş bildiğimize göre ortaya çıkacak en kuvvetli tahmin, yoğunlaşan buharda da aynı moleküllerin bulunduğudur. Mum her halde gazlı molekülleri oluşturan maddeyi önceden kendinde bulunduruyordu ki bu moleküller ortaya çıktı.*

Verdiğimiz mum örneğinden, kitabımızın bu bölümüne kadar gazların moleküllerden ve atomlardan oluştuğu bilgisini sıvılar ve katılara da uyarlamak suretiyle gazlar gibi sıvıların ve katıların da molekül ve atomlardan meydana geldiği varsayımına ulaşabiliriz. Yeter ki Maddenin Atomik Teorisiyle ilgili olarak kitabımızın bundan sonraki bölümlerde yapacağımız incelemelerde gazlar için geçerli olacak teori sıvı ve katılar için de her vesileyle uygulama alanı bulsun.

Yalınlaştırıcı varsayımlar -yani sıvılarla katıların atomlardan oluştuğu varsayımı- sıvı ve katılarla ilişkin tüm bilgilerle bağdaştığı sürece kabul edilebilir ve uygun düşer. Böylece, tüm maddenin zerreciklerden meydana geldiği görüşüne varıyoruz. Bunu bir önerme olarak saptıyoruz.*

* Chemistry, An Experimental Science - George C. Pimental sayfa 28

* Chemistry, An Experimental Science - George C. Pimental sayfa 28

ATOM'U ANLAMAK ELEKTRİĞİ ANLAMAKTAN GEÇER...

19.ncu yüzyılın başlarında Fransız bilgini Gay-Lussac, kitabımızın daha önceki sayfalarında sözünü ettiğimiz deneylerle 2 hacim Hidrojen gazı ile 1 hacim Oksijen gazını kimyasal reaksiyona sokarak 2 hacim su elde ederken "Bileşik" kavramının belirginleşmesine yardım etmiş oluyordu. Çünkü 19.ncu yüzyılın başlarında -1803 yılında- Dalton her cismin kendine özgü bir tür atomdan ya da atom gruplarından oluştuğu fikrini savunduğundan "Bileşik Kavramı" henüz kesin bir kavram halini almamış durumdaydı.

Tam bu sıralarda, yani Dalton Maddenin Atom Teorisi'ni ortaya atıp Gay Lussac-da Hidrojen ve Oksijen gazlarını kimyasal reaksiyona sokarak su elde ederken İngiltere'de Davy dünya tarihinde ilk kez elektrik sayesinde suyu ayrıştırarak sudan Hidrojen ve Oksijen gazı elde ediyordu.

Davy bu "tarihi" deneyi neye borçluydu? 1800 yılında dünya bilim tarihi sahnesinde beliren ilk "Pil"e.

Dünyada ilk kez sürekli elektrik akım kaynağı olarak Pil, İtalyan bilgini Alessandro Volta'nın dehasından çıkıyordu. Volta'nın ilk Pil'i, biyolog arkadaşı Luigi Galvani ile 15 yıl süren bilimsel tartışmalar sonucunda nasilicat ettiğiyarı bir konu olup muhakkak incelenmelidir. Çünkü Atom'u anlamak Elektrik'i anlamaktan geçer.

20. nci yüzyıla şekil veren Elektronik Sanayi'nin doğuşu Atom'un bir parçacığı olan Elektron'un keşfiyle mümkün olmuştur. Önce elektrik bilinecek ki sonra Elektronik nedir anlaşılabilir. Nitekim dünyaca ünlü Amerikalı yazar Isaac Asimov Guide to Science, Physic kitabındaki ElektronBölümünde bakın ne diyor?

Her şey elektrik konularının incelenmesiyle başladı.*

Takvim yapraklarının 1897 yılını gösterdiği yıla dek tarih boyunca, maddenin en küçük zerreciği sanılan "Atom" önemli bir sırrını insanoğluna teslim etti: Atomda atomdan küçük bir zerrecik vardı: ELEKTRON. Nitekim, İngiliz bilgini J.J. Thompson, elektirikle yaptığı deneyler sırasında atomda kütlesi atomdan 1840 kez daha küçük olan bir zerrecik keşfetmişti. Bunun adı Elektron'dur. Elektron, kitabımızın 3.ncü bölümünü oluşturacak olan ELEKTRONİK'te ayrıntılarıyla incelenecektir.

"Elektrik"i görmeden "Elektron"a varmayalım ve geliştirilmesi tüm 19.ncu yüzyılı kaplayan Elektrik zorunlarını -icadıyla ve gelişimiyle- incelemeyi öne alalım. Fakat "Elektrik"i de ele almadan şimdiye dek anlattığımız "Gazlar"a ilişkin çalışmaların ülkemize, Osmanlı İmparatorluğu döneminde, yansıyıp yansımadığına bakalım. Artık biliyoruz ki kitabımızın asıl konusu olan Atom'un Parçalanışı ve Radyasyon, 19.ncu yüzyılı baştan başa kaplayan Gazlar Üzerine İnceleme ve Deneylerle Elektrik Üzerine İnceleme ve Deneylerle dopdolu geçen çalışmaları kavramadan anlamayacaktır. Bu nedenle ülkemizde gerek "Gazlara" gerek "Elektrik"e ilişkin 19.ncu yüzyıl çalışmaları acaba nelerdir, bunları araştırmak zorundayız.

19.ncu yüzyılın sözünü ettiğimiz iki ana bilim konularını incelememiş ve irdelenmemiş bir toplam 20.nci yüzyılın olgusu olan Atom'un Parçalanması ve bunun sonucu Radyasyon'u anlayamaz.

Biz Gazlar ve Elektrik konusunda ülkemizdeki durumun ne olduğuna geçerken İngiliz bilgini Humphry Davy'nin, 1800 yılının taze icadı Pili alıp suyu ayırıştırması olgusuna değinelim.

Davy sudan elektrik akımı geçirince iki elektroda bağlı tüplerden birinde Hidrojen gazı diğerinde de Oksijen gazı toplandığını gördü.

Davy hemen hemen aynı yıllarda Gay-Lussac'ın yaptığı deneyi tersinden yapıyor ve aynı sonuca varıyordu. Gay-Lussac 2 hacim Hidrojen gazı ile 1 hacim Oksijen gazını kimyasal reaksiyona sokmuş ve 2 hacim su elde etmişti. Davy ise bir kaba su doldurup sudan elektrik akımı geçirince, tüplerin birinde hidrojen gazı diğerinde de Oksijen gazı toplamıştı. Oran da şuydu: Hidrojen gazının toplandığı tüpteki gaz hacmi Oksijen gazının toplandığı tüpteki gaz hacminden iki misli fazlaydı.

Bir bakıma Gay-Lussac'ın deneyi bir başka yoldan kanıtlanmış oluyordu. Molekülle atom arasındaki farkın henüz bilinmediği 19.ncü yüzyıl başlarında böyle bir kanıtlamayı sağlayan elektriğin icadı az yardımcı sayılmazdı.

Cisimleri ayırıştırmak için elektrik akımı kullanan Humphry Davy, kireçtaşını, Oksijen'e ve o tarihlerde henüz bilinmeyen "Yeni Element" Kalsiyum'a ayırdı. Böylece Elementler Tablosuna Davy bir "Yeni"sini eklemişti. Bugün 105 adet olan Elementler'in o tarihlerde sayısı ancak 35'di.

Humphry Davy, yine elektrik akımı sayesinde, magnesia diye bilinen bir cismi Oksijen'e ve yeni bir element olan "Magnezyum"a ayırdı.*

1800 yılında Volta Pili'nin icadı sürekli elektrik akımı kaynağı olunca, bilim adamları, pil sayesinde deneylerini çeşitlendirdiler. Nitekim Humphry Davy'nin elektrik akımıyla ne deneyle yapıp ne önemli sonuçlar elde ettiğine dair birkaç örnek verdik.

1800'den 1897 yılına dek "elektrik"li deneyler, sonuçta, Atom'un sırrını da çözmeye yaramıştı. Atom, kütlesi kendinden 1840 kez küçük bir "tanecik" ya da "zerrecik" bulunduruyordu: "ELEKTRON". Atom Çekirdeğinin fethi 20.nci yüzyılda başlayacaktı ki bu da kitabımızın son bölümünde ele alınacaktır.

Şimdi "Gazlar" ve "Elektrik" alanında 19.ncü yüzyıl boyunca ülkemizde Osmanlı İmparatorluğu döneminde neler yapıldığını ya da yapılmadığını görelim.

"İstim arkadan" gaz da çok arkadan geldi...

Halkımız tarafından padişahlarımızdan birine yakıştırılan "İstim arkadan gelsin" sözü Türkiye'nin sanayileşmesi, daha doğrusu sanayileşmemesi açısından, büyük önem taşır.

Bu sözün Osmanlı İmparatorluğunun hangi döneminde toplumumuzda ortaya çıkmış ve yaygınlaşmış olabileceğini düşünersek 19.ncü yüzyılın ortalarına rastladığını anlayabiliriz.

İngilizce "Steam" (stim okunur) den Türkçeye istim olarak yerleşen sözcük buhar demektir.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 316

18.nci ve 19.ncu yüzyılın gözde sözcüğü su buharıdır. Çünkü Sanayi Devrimi, ilkeri sayfalarda kısaca anlatacağımız ve ayrıntılarını 1985 yılında yayınladığım "Fen'den Borçlu Batı'ya Geçmek" kitabında bulabileceğiniz üzere, su buharı ile gerçekleştirilmiştir.

Batılı toplumların sanayileşmesini sağlayan Su Buharı, Gazlı Motorlar ve Elektrik sacayağının ilki Su Buharıdır. Sacayağının diğer iki ayağı olan gazlı ya da içten patlarlı motorlar ve elektrik 19.ncu yüzyılın ürünüdürler.

Kitabımızın konusu olan Radyasyon ve Radyoaktivite maddenin atomik yapısı teorisine bağlı bulunduğundan önce Gazlar konusunu işledik; ardından da Elektrik konusunu ele alacağız.

Öngördüğümüz bu konu sıralamasına rağmen "İstim arkadan gelsin" sözünün nasıl ve ne zaman ortaya çıkmış olabileceği konusunu hemen açıklamalıyız.

Buhar-kaynatılmış suyun buharı- gücüyle çalışan gemiler ve trenler sırasıyla 18.nci ve 19.ncu yüzyıl sonlarına ait ürünlerdir. 18.ci yüzyıl sonlarına dek denizlerde tek bir buharlı gemi -vapur- yoktur. Fransızca buhara "Vapeur" denildiğinden ülkemize buharlı gemi geldiğinde adı vapur olarak kalmıştır. Dikkat edilirse ister Fransızca ister İngilizcesi kullanılsın her ikisinde "Buhar"dan türetilmiş bir sözcük karşımıza çıkmaktadır.

Osmanlı İmparatorluğunda vapur 1839 tarihli Tanzimat Fermanı'ndan sonra yabancı şirketler tarafından getirtilmiştir.

Buhardan güç sağlayarak kömür ocaklarında vakumlu pompalar çalıştırmak, gemi pervaneleri döndürmek, yapılarda tonlar ağırlığındaki şahmerdanları kaldırmak başta İngiltere olmak üzere Avrupa ülkelerinde 18.nci yüzyıl ortalarında başladığı halde, Osmanlı İmparatorluğu, bilime olan ilgisizliği nedeniyle buhar gücünden birbuçuk yüzyıl bihaber yaşamıştır. Yirmisekiz Mehmet Çelebi 19.ncu yüzyılın başlarında Paris'ten buhar gücüyle çalıştırılan makineler hakkında İstanbul'a haberler göndermiş olsa da bilimin sağladığı ürünlerin değerini anlamak ancak Sultan İkinci Mahmut zamanında mümkün olmuştur. Zaten buharlı gemilerin getirilmesi Sultan İkinci Mahmut dönemine ve ondan sonrasına ait girişimlerdir.

Başta İngiltere olmak üzere Avusturya, Fransa, Hollanda, Prusya Sanayi Devrimi'nin ilk aşamasını su buharıyla bitirip Gazlı ve Elektrikli motorlara geçerken 1850'lerde -yani buhar güçlü makineler ortaya çıktıktan 150 yıl sonra- Osmanlı İmparatorluğu vapur getirtmeye koyulmuştur.

Ülkemize trenin gelişi de 1860'lara rastlar. Sultan Abdülaziz at, eşek, öküz tarafından çekilmeyip gizli güç gibi buhar gücü tarafından çekilen treni görünce "Bu makina memleketime gelsin, çalışsın da isterse Topkapı Sarayındaki yatak odamdan geçsin" * demiştir.

Buhar Gücü'nün denizde ve karada uygulamadan 150 yıl süreyle bihaber yaşayan bir toplum yöneticisinin "İstim arkadan gelsin" diye vapur makinistlerine çıkışması normaldir. Çünkü vapurun önce uzun süre ısıtılmak isteyen sudan ayrılan- dığını ve kazanlar iyice ısınmadıkça geminin güç kaynağı bulamayacağını pek de farkında olmayan Padişah'ın vapurun emirle hareket edeceğini sanması anormal değildir. Kısa bir sürede kalkacağı söylenen vapurda devlet ricalinin buluşması ve beklemesi üzerine vapurun kalkmaması Padişahlarımızdan birinin "İstim arka * Fenden Borçlu Batıya geçmek Reşit Aşçıoğlu giriş sayfa 3

dan gelsin" sözünü harcamasına neden olmuş olabilir. Ya da, halkımız, Padişahların cahilliğini çok güzel dile getiren bu şakayı Padişahın ağızına yakıştırmış olabilirler.

- Efendim, istim gelmeden kalkamayız, diye özür dileyen gemi tayfasına Padişahlarımızdan birinin

- İstim arkadan gelsin demiş olması buhar gücünün keşfinden uzun süre -1,5 yüzyıl kadar- bihaber yaşadığımızın veciz bir ifadesidir.

Aslında, bu çok ciddiye alınması gereken bir şakadır. Çünkü buhar gücünden bu denli bihaber oluşumuzdan başka Gaz konusunda da ne denli bilgi ve haber sahibi bulunduğumuz ileri sayfalarından anlaşılabacaktır.

Gazlar üzerindeki incelemeler, bir yandan buhar güçlü makinalardan petrol buharıyla çalışan motorlara geçilmesini sağlarken bir yandan da Maddenin Atomik Teorisinin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Maddenin atomlardan oluştuğu görüşünün anlaşılması ise Atom Çağı'nın açılmasında rol oynamıştır. Hepsi de, birbirine, bir ipe dizilmiş tespîh taneleri gibi bağlıdırlar. Biri eksik olursa, onu yerine yerleştirmek için bir ucundan çözölen ipten diğer taneler yere dökülebilir. Bizim 1986 yılında Radyasyon tehlikesini ciddiye alamayışımız 300 yıldır süren bilime karşı ilgisizliğimizin bir sonucudur. Hükümet ricalinin Radyasyon ve Radyoaktivite konusunda 1986'lı yıllarda toplumumuza rahatlatıcı ya da uyarıcı söz edebilmesinin ne denli bilgi sahibi olmaya bağlı olduğunu bu kitaptan anlayacaksınız. Cesaretin bilgisizlikten ileri geldiği ve "Çay radyasyonsuz" dur ya da "Radyasyonlu Çay sağlığa iyi gelir" diye ciddi ya da şakacı sözlerin hükümet ricali tarafından nasıl söylenebildiği daha iyi belirecektir.

OSMANLI İMPARATORLUĞUNDA FİZİK-KİMYA KIRINTILARI...

17.nci yüzyıl sonlarına kadar Avrupa'ya hükmeden Osmanlı İmparatorluğunun 18.nci yüzyıldan itibaren yenik düşmeye başlaması, Osmanlı Padişahlarında Avrupalıların savaş teknolojisine karşı ister istemez bir merak uyandırdı.

1773 yılında deniz kuvvetlerinin gemi inşasında ilerleme kaydedebilmek için Kaptan-ı Derya Cezayirli Hasan Paşa'nın önderliğinde Haliç'de Macar Baron de Tot'a bir gemi mühendisliği okulu kurdurulmuştur. Mühendishane-i Bahrîl Hümayun uzun ömürlü olmamış ve Yenîçeriler tarafından yakılıp yıkılmıştır.

1795 yılında kurulan Mühendishâne-i Berri-i Hümayun ise hem bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesinin ilk nüvesi sayılır hem de Osmanlı İmparatorluğundaki ilk askeri üniversite niteliğindedir.

Bu ilk Fen Üniversitesinde okutulan dersler, derslerin yoğunluğu, araç-gereçlerin kullanımı bize 19.ncu yüzyıl Osmanlı İmparatorluğunda Bilim-Teknik'e verilen önemi ortaya koyacaktır.

3.ncü Selim'den itibaren başlayıp Mahmut II, Abdülmecit, Abdülaziz gibi Padişahların saltanatı süresince devam eden savaş teknolojisini yenileme isteği ülkemizde birçok yeniliklere yol açmıştır.

Kitabımızın konusu olan MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'nde Gazların incelenmesinin taşıdığı büyük önemi ilk bölümde vurgulamıştık. Bu nedenle Osmanlı İmparatorluğundaki ilk Üniversite sayılabilecek -Askeri Üniversite- Mühendishâne-i Berri-i Hümayun (İmparatorluğunun Kara Kuvvetleri Mühendishanesi) da öğretilen dersler, bize, İmparatorluğumuzun Avrupa devletleri karşısında Bilim-Teknik düzeyi hakkında fikir verecektir.

Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu'nun Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası (1985) adlı eserinde şöyle denilmektedir: "1785 yılındaki kuruluşundan 1830'lara kadar Mühendishâne-i Berri-i Hümayun'da kimya dersinin veya buna benzer bir dersin okutulduğuna dair herhangi bir bilgiye rastlanmamış değildir. Ancak bu mektebin hocalarından olup 1830 yılında (Hicri 1246) da başhocalığa tayin edilen İshak Efendi ile bu eğitimin başladığını söyleyebiliriz."

Avrupa'da 1770'lerde Şahlanan Kimya Bilimi

Birinci Bölümde Gazların Keşfine ait söylediklerimizi burada özetlemekte yarar var.

1774 yılı Fransız bilim adamı Lavoisier ile kimyanın kalitatif (nitesel) incelenmesinden kantitatif (nicesel) incelenmesine geçildiği önemli bir yıldır. Nitekim Antoine Lavoisier 1774 yılında yaptığı bir deneyle nefes almak için içimize çektiğimiz havanın beşte bir oranında oksijen ve beşte dört oranında da azot (nitrojen) olduğunu açıklamıştır.

Lavoisier'den iki yıl kadar önce İngiliz bilgini Priestley, bir fanus altına kapattığı bir farenin aradan bir süre geçtikten sonra ölüm belirtileri gösterdiğini, kapalı fanus içine yeşil bitkili bir saksı koyunca farenin yeniden canlılık belirtileri gösterdiğini saptar. Bunun üzerine bitkilerin, fareden çıkan öldürücü bir gaz alıp canlılığa kavuşturan bir gaz verdiğini düşünür. Fareye canlılık veren Oksijen'dir ama Priestley bunun ne olduğunu bilemez ve adını koyamaz. Oksijeni bulan Priestley'dir desek bile nicesel olarak havada kaçta kaç oranında bulunduğunu bir bilimsel deneyle saptayan Lavoisier'dir. İşte bu yüzdendir ki Çağdaş Kimya Lavoisier ile başlar diye kabul edilir.

Lavoisier'den iki yıl sonra 1776'da İngiliz bilgini Henry Cavendish hidrojen gazını bulmuştur.

Dikkat edecek olursak havanın "gaz"lardan oluştuğu yolundaki bilgiler 1770'lerden itibaren patlak veriyor. Bu tarihten önce havanın niteliği bilinmiyor.

Lavoisier'nin, Cavendish'in kimya deneyleri ve Priestley'in biyolojik deneyleri Oksijen ve Hidrojen gazlarının niteliğini ortaya koyarken nicelik de ön plana çıkıyor. İçimize çektiğimiz havanın nelerden ibaret olduğu ne denli önemliyse insana hayat veren gazın havada (atmosferimizde) ne oranda mevcut olduğu da önemlidir.

1770'lerden 100 yıl kadar geri gidersek İlm-i Simya'cılardan İlm-i Kimya'ya geçişi sağlayan bir isme rastlarız: Robert Boyle.

Robert Boyle havayı kimyasal ya da biolojik açıdan incelememiştir. Robert Boyle'un 1662 yılında yaptığı bir deneyin önemi hakkında dünyaca ünlü Amerikalı bilim yazarı Isaac Asimov şunu söylüyor: "Boyle Kanunu diye bilinen kanun, sonuçta maddenin atomlardan oluştuğunu kabul eden Teori'ye ulaştıran bir dizi keşfin ilk adımıydı.""

Boyle'un bulduğu kanun neydi? Bir kaptaki gazın kapladığı hacmi daraltırsanız daralma oranında gazın basıncı artar. Hacmi yarı yarıya daraltılan gazın basıncı iki kat artar.

Boyle'un bulduğu bu basit sanılabilecek kanunun ta Maddenin Atomik Teorisi'ne varışı şundan dolayıcıdır: Gaz, moleküllerden ve atomlardan yani zerreciklerden ibaret bir madde olmalı ki hacmi daraltılınca sıkışan moleküller hem birbirlerine hem içinde bulundukları kaba darbeler vurarak basıncı arttırmaktadır.

Söz konusu hacim azalışıyla basınç artışının ters orantılı olduğuna ait Boyle Kanunu keşfedildiğinde (1662) havanın gazlardan meydana geldiği henüz bilinmiyordu. Boyle, havayı, hava olarak kabul ederek bir Fizik Kanunu bulmuştur. Havanın Oksijen, Nitrojen gibi gazlardan oluştuğu gerçeği Boyle'den 100 yılı aşkın bir süre sonra 1700'lerde kimya deneyleriyle anlaşılmıştır.

Belirli hacimdeki bir madde -gaz- hacmi daraltılınca basıncı arttığına göre bu madde küçük taneciklerden oluşmaktadır diye düşünülmüştür. Öyle olmalı ki hacim sıkışınca tanecikler sıkışıyorlar, tanecikler arasındaki mesafe azalıyor, birbirleriyle daha sık çarpışıyorlar ve içinde bulundukları kabın çeperlerini daha çok zorluyorlar.

Maddenin atomlardan meydana geldiğini yani Maddenin Atomik Teorisi'ni destekleyen ısı'ya ilişkin başka deneyler de vardır. Bu deneylerin tümünün sonuçları bir noktada toplanmaktadır: Madde atomlardan meydana gelmiştir.

Maddenin atomlardan meydana geldiği görüşü üstünde bu kadar durmamızın nedeni, maddeyi atomlardan oluşmuş kabul edince, atomun 20.nci yüzyıl ortalarında parçalanışına bir fikri hazırlık sağlayacağına inandığımızdandır. Hedef bilinmeden saldırıya geçilmez. Önce maddenin atomlardan oluştuğu kabul edilecek, bu görüşe inanılacak ki bunun ardından atomun parçalanması üstünde çalışılabilirsin.

"Gaz" hareket halindeki maddeye ait bir örnek olarak kabul edilince gözümüzün önüne katı, kaskatı, kavi, bölünmez, parçalanmaz gibi sunulan taş, tahta, kum gibi maddelerin de aslında titreşen moleküllerden meydana geldiği varsayımına ulaşmak kolay olacaktır. Maddenin gaz halinin anlaşılması insanlara maddenin sıvı ve katı halinin de anlaşılmasına yardımcı olabilecektir. Eğer gazların atomlardan meydana geldiğine kanaat getirirsek maddenin sıvı ve katı hallerinin de atomlardan meydana geldiğini kolaylıkla kavrayabiliriz...

Atomu görmek için Zihni Hazırlayan Gazlar

Havanın ve Gazların kimyasal ve fiziksel özellikleriyle Avrupa ülkelerinde 1650'lerden 1850'lere dek ilgilenilmesi ve bunlara ait kanunlar keşfedilmesi Avrupalı bilim adamlarıyla öğrencilerinin zihinlerini iki yüzyıl yoğurmuştur. İki yüzyıllık yoğrulma sonucundadır ki fizik-kimya konularıyla ilgili kişiler, maddede atomu arar duruma geçmişlerdir. Önce zihinle maddedeki atomu görmeye alışan Avrupalı, atomu, gözüyle görmenin çabasına terfi etmiştir.

Isaac Asimov ünlü Guide to Science adlı kitabında* "Bir gazı oluşturan moleküllerin sürekli hareket halinde oldukları ve moleküllerin birbirine çarparak sürekli hareket halinde oldukları görüşüne dayanıp gazların özelliklerini bu açıdan 1738 yılında açıklayan bilim adamı isviçreli matematikçi Daniel Bernoulli olmuştur" dedikten sonra şunu ekliyoruz: "Ne var ki içinde yaşadığı zamanların ilerisinde bir kişiydi."

Görüldüğü gibi maddenin atomlardan meydana geldiği görüşünün yoğrulması Avrupa ülkelerinde 18.nci yüzyıl ortalarında söz konusudur. Fakat durum, henüz kavranamamıştır, ve 19.ncu yüzyılda nice bilginin çabasını beklemek gerekmiştir.

Kitabımızın birinci bölümünde düşüncelerini aktardığımız Dalton, Gay-Lussac, Proust, Avogadro, Cannizzaro gibi bilim adamlarıyla bu bölümde buluşlarını belirttiğimiz bilim adamları Maddenin Atomik Teorisi'nin yerleşmesine büyük katkıda bulunmuşlardır.

Uzay Yakıtını Hazırlayan 1787 Tarihli Fizik Kanunu

1770'lerde Avrupa'da Kimya biliminin şahlanışından söz etmiştik. Acaba fizik alanındaki şahlanış da aynı tarihlere mi rastlar Avrupa'da?

Avrupa'da Fizik Bilimi 17.nci yüzyıl ortalarında şahlandı. Hava basıncının Torricelli tarafından keşfi, hava boşluğu -vakum-nun Otto von Guericke tarafından keşfi. Buhar Gücü'nün Papin ve Thomas Savery gibi bilginlerce sanayiye uygulanmasıyla 17.nci yüzyılın sonu ile 18.nci yüzyılın başlangıcı Sanayi Devrimi'nin doğuş tarihi oldu.

18.nci yüzyıl sonlarına doğru James Watt'ın buhar gücünü fabrikadaki makinalara uygulayışı, buharlı geminin icadı ve 19.ncu yüzyılın başlarında dünyada ilk demiryolu taşıt araçları -tren- nin çalışmaya başlaması hep Fizik Bilimi'nin patlak vermesi sonucudur.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 527

Sanayi Devrimi'ni başlatan tüm bu keşif ve icatlar Maddenin Atomik Teorisi ile doğrudan ilişkili olmadığı için özel bir bölüm ayırmamamıza rağmen* 1787 yılındaki bir Fizik Kanunu -Charles Kanunu- nun doğuşuna değinmemiz gerekmektedir. Bunun nedeni sözünü edeceğim Charles Kanununun sonuçta, Maddenin Atomik Teorisi ile yakından ilişkili olmasıdır.

1787 yılında Fransız fizikçi Jacques Alexandre Cesar Charles şu keşifte bulundu; bir gaz soğutulunca her soğutulma derecesine karşılık 0°C derecedeki hacminin $1/273$ 'ü oranında büzüşüyordu. Başka bir deyişle gazın hacmi $1/273$ oranında daralıyordu. Eğer gaz ısıtılırsa her ısıtılma derecesine karşılık 0°C derecedeki hacminin $1/273$ 'ü oranında genleşiyordu.

Charles Kanunu gazların hem genleşmesi hem de büzüşmesi açısından ayrı bir önem taşımaktaydı.

Bilindiği gibi Sanayi Devrimi'ni başlatan güç olan Buhar Gücü, ısıtılan bir hacim suyun, hacminin 1700 katı genişliğinde buhara dönüşmesi keşfine dayanıyordu. Suyun buhar haline geçerken bir hacminin 2000 hacim genleştiği 1685 yılında İngiltere Kralı Charles II'nin makina danışmanı Sir Morland'ın raporunda mevcuttu.

1685'deki suyun genleşmesine ilişkin olgunun keşfinden yaklaşık 100 yıl sonra gazların ısıtılınca 0°C 'deki hacimlerinin $1/273$ 'ü oranında —her derece ısıtmaya karşılık— genleştiği de Fransız fizikçi Charles tarafından ortaya konuyordu. Bu keşif, Buhar Makinasından içten patlarlı motorlara geçilmesinde önemli bir adım olmuştur. Çünkü çabucak parlayan gazlardan suyun ısıtılmasına kıyasla ne denli daha çabuk ve daha çok yararlanılacağı anlaşılmıştı.

Charles Kanununun diğer ve daha büyük önemi de gazların büzüşmesiyle ilgili yanıdır. Çünkü her derece soğutulmaya karşılık bir gazın hacmi 0°C 'deki hacminin $1/273$ 'ü oranında büzüşürse eksi (—) 273 soğuğa ulaşıldığında gaz yok olup gidecek mi acaba tartışması açıldı.

Daha önce belirttiğimiz üzere Atom Teorisine göre gazlar moleküllerden ibaretti. Gazlar, molekül gruplarından başka bir şey olmadığına göre, acaba Charles Kanunu gereğince eksi (—) 273 dereceye dek soğutulabilen bir gazdan geriye —Madde olarak— ne kalırdı? Bu soruya Isaac Asimov'un Bilim Rehberi'nin 1.nci cildi olan Fizik kitabından yanıt vermeye çalışalım.

Gazları moleküllerden ibaret kabul eden Atomik Teori'nin gelişmesi, duruma yeni bir bakış açısı kazandırmıştı. Şimdi, artık, hacme, moleküllerin hızına bağlı bir olgu gözle bakıyorlardı. Bir gazın ısı derecesi artırıldıkça gaz molekülleri daha hızlı hareket ettiklerinden 'dirsekteması' için daha büyük mesafeye ihtiyaç gösteriyorlardı; bu nedenle de hacim büyüyordu. Tersine, ısı derecesi azaltıldıkça, gaz molekülleri daha yavaş hareket ediyorlardı, daha az mekâna ihtiyaç gösteriyorlardı ve daha ufak hacim yetiyordu. Peki her bir Santigrad derece soğutulmaya karşılık bir gazın molekülleri büzüştüğüne göre eksi (—) 273 derece soğukta gaz molekülü, yani büzüşen madde yok mu olacaktı? İşte, bu noktada, İngiliz fizikçi William Thomson yok olan şeyin molekülün hareket enerjisi olduğunu, hacmin tamamen yok olamayacağını açıkladı. Bu görüş maddenin kinetik (hareket) teorisine uyuyordu. Gazın molekülü eksi 273°C 'de kayboluyor, yok olmuyordu; enerjisi yok oluyordu.*

Sıvılaştırılmış gazlar 1950'lerde uzun araçlarının yakıtı olmuştur.

* Bu konuda ayrıntılı bilgi için bakınız yazarın Fen'den Borçlu Batıya geçmek kitabı

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 364

Osmanlılar “Bilim-Teknik”i yakından izliyorlar mıydı?

Osmanlılarda modern Fizik ve Kimya'nın 1830'lardan itibaren okutulmaya başlanması Bilim-Teknik alanındaki gerilik tablosunun ana çizgilerini ortaya koymaya yeter. Avrupa'da Fizik ve Kimya alanında ne gibi çalışmalar yapıldığına dair verdiğimiz bilgilerden Osmanlı İmparatorluğunun 1650'lerden itibaren iki yüzyıl süreyle 1830'lara dek ne yazık ki Avrupa'nın Bilim-Teknik ilerleyişini izleyemediği anlaşılmaktadır.

Torricelli, Otto von Guericke, Boyle, Papin, Thomas Savery, James Watt, Lavoisier, Priestley, Cavendish, Dalton, Gay-Lussac, Proust, Avogadro gibi Fizik ve Kimya'nın dev isimleriyle boy ölçüşebilecek hiçbir isme Osmanlı İmparatorluğunda rastlanmadıktan başka, dev isimlerin ortaya koyduğu fikirleri izlemeye koyulan bir Osmanlı bilim kadrosuna da rastlanmamaktadır. Böyle bir kadro ancak 1830'lardan itibaren bellirmeye başlıyor.

1650-1830 yılları arasında geçen iki yüzyıla yakın sürede ise Avrupa Sanayi Devrimini tamamlıyor, maddenin atomik yapısına ait teorik çalışmaları olgunlaştırıyor, ısı nedir sorusunun yanıtını derinlemesine ararken ısı'nın riteliğini buluyor, Termodinamik bilimin temellerini atıyor, ve bunlardan da önemlisi Elektrik icat ediliyor.

Elektriğin icadı dahil olmak üzere saydığımız iki yüzyıllık döneme ait gelişmeleri sırası geldikçe vurgulayarak Osmanlı İmparatorluğunun Bilim-Teknik'i yakından mı uzaktan mı izlediğini ortaya çıkarmaya çalışacağız. Çünkü su buharından, gazdan tutun da elektriğin icadına ait çalışmalara varıncaya dek, her şeyin atomlardan yapıldığı görüşünün zihinlerde yoğrulmasına yardım eden unsurlardır. Tüm bu aşamalardan geçmeyen insan zihni ve nesilden nesile intikal eden bilgi birikimlerinden yoksun toplumların, birden bire Atom'a sıçramaları olanaksızdır. Sıçrasalar da aradaki iki yüzyıllık bilgi boşluğu Atom Çağı'na atılan adımları köstekler ve tökezlemelere neden olur.

Atomun parçalanışını tam anlamıyla kavramak için Elektronik bilmek gerekir. Elektronik bilmek için atomdaki Elektron'ların girdi-çıktılarını bilmek gerekir. Ve bunun için de Elektriği bilmek gerekir. Elektrikle ilgili icatlar üzerindeki yoğun çalışmalar sırasında ki Elektron'ların varlığı kanıtlanmış, ve içinin havası boşaltılmış cam tüplerden elektrik akımı geçirilmesine ait çalışmalar bugünkü Elektronik Biliminin temelini oluşturmuştur.

Elektron'un bulunması ise atomun protonunu yani çekirdeğini bulma yolunu açmış, atomun çekirdeğini parçalamak ise atom enerjisini ortaya çıkarmıştır.

Biz, şimdi 1830'a dönelim ve Prof. Dr. Ekmelettin İhsanoğlu'nun adı geçen kitabına bir göz gezdirelim.

Osmanlı imparatorluğunda ilk Mühendishane sayılan Mühendishane-i Berri-i Hümayun'un 1830 yılında başhocalığına getirtilen İshak Efendidir.

İshak Efendi'nin, modern kimyanın temel prensiplerini ve ana kavramlarını ilk defa Türkiye'de ve bütün Osmanlı Devletinde tanıtan Mecmua-i Ulûm-i Riyaziye eseri üzerinde önemle durulması gerekir.*

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası, Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 7

Kitabın adındaki "Mecmua-i" sözcüğü bilgilerin derlenmesini ifade etmelidir. Başka bir deyişle Fizayeyi İlimi kitabı hem çeviri hem de derlemedir. Nitekim İshak Efendi böyle fizik, kimya ve matematik bilimlerini içeren böyle bir kitabı derli toplu bir araya getirmek istemiş olan bir bilim adamımızdır.

İshak Efendi'nin, adı geçen kitabının değerli olması, Osmanlı İmparatorluğu'nun Bilim-Teknik'teki geriliğini ortadan kaldırmaz. Bizatihi kimyanın ve fiziğin bir kitap halinde hazırlanması, bastırılıp ilk Osmanlı Mühendishanesinde ders olarak verilmesi Osmanlılarda Bilim-Teknik alanında ne denli geç kalınmış olduğunu ortaya koyar. Bir koldan Sanayi Derimi'ni başlatıp neredeyse tamamlanmasını sağlayan diğer koldan da maddenin atomik teorisine milim milim (ya da mikron mikron diyebiliriz) çünkü milimetrenin binde biri küçüklüğündeki bu ölçü de Batıda bulunmuştur) kök salmaya yol açan Fizik ve Kimya kanunları Osmanlı İmparatorluğu sınırları içinde doğmamıştır. Bu kanunlar doğup yüzyıllarca uygulamalar boy verdikten sonra, gölgesi, Osmanlı İmparatorluğuna vurmuştur. İşte, İshak Efendi'nin kitabı iki yüzyıla yakın geri kalınmışlıktan silkinmek için 3.ncü Selim 2.nci Mahmut dönemi çabalarına paralel bir bilimsel çalışma ürünüdür. Avrupa'daki kalkınmışlığı özetleyen fizik kimya kanunlarını aktarmaya çalışan bir kitaptır.

Şimdi, bu noktada, akla şu soru geliyor: Osmanlı İmparatorluğu Avrupa'daki Bilim-Teknik gelişmeleri "yakından" izleyebilmiş midir?

Bu önemli soruyu Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu'nun adı geçen kitabındaki gerek kendine gerekse başka profesörlerimize dayanan görüşlerine değinerek yanıtlamaya çalışacağız.

Prof. Ekmeleddin İhsanoğlu o tarihlerdeki Türk bilim düzeyi ile Batıdaki bilim düzeyi arasındaki mesafenin araştırılmasını "Takip Mesafesi" olarak adlandırıyor ve şöyle diyor: "Bu incelememizde 'takip mesafesi' diyebileceğimiz bir mesele de ele alınacaktır. Takip mesafesi kavramı ile kastedilen, o günkü Türk bilim düzeyi ile Batıdaki bilim düzeyi arasındaki ilişki ve mesafenin ne olduğunun araştırılmasıdır... Mecmua-i Ulûm-i Riyaziye adlı eser Türkiye'ye müsbet ilimlerin girmesine ve yerleşmesine öncülük eden Mühendishâne-i Berri-i Hümayun Mektebinin ikinci başhocasısı İshak Efendi (1744-1834) tarafından dört cilt halinde yazılmış ve 1831-34 yıllarında basılmıştır... Eserin ilk üç cildi şu konuları ihtiva etmektedir... Aritmetik, cebir ve geometri, düzlem trigonometrisi, cebrin geometriye uygulanması, entegral ve diferansiyel hesabı ve koni kesitleri, hikmet-i tabiiye (fizik), cerr-i eskal (mekanik), ilm-i menazır (perspektif bilgisi) ve küre-i neslîmî (havaküresi). Dördüncü cilt ise elektrik, küresel trigonometri, astronomi, biyoloji ve esas burada- bu incelemede- üzerinde duracağımız kimya."

İshak Efendi Mecmua-i Ulûm-i Riyaziye adlı dört ciltlik kitabının dördüncü cildini elektrik konularına ayırdıktan sonra çok küçük bir bölümünde kimyaya yer vermiştir. 500 sayfalık kitabının ancak 25 sayfası kimyaya ayrılmıştır.

Dördüncü cildin üçüncü ve son makalesini teşkil eden kimya bahsinin başlığı şöyledir: "İlm-i hikmet-i tabii-i mahsusadan kimya-i cedid tesmiye olunan ilm-i hall-ü terkib-i ecdam hâvi makale-i sâlise" yani (özel tabii ilimlerden yeni kimya diye adlandırılan cisimlerin ayrılması ve birleştirilmesini ihtiva eden üçüncü makale).*

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 31

Osmanlılarda Bilim-Teknik takibinin "yakından" olup olmadığına 500 sayfalık kitapta Kimya'ya yalnızca 25 sayfa ayrılmış olmasını ölçü olarak kullanmaya yanaşmayacağız. Bu basit bir ölçü olurdu. Gerçi modern kimyanın temel prensiplerini ve ana kavramlarını ilk defa Türkiye'ye ve bütün Osmanlı Devleti'nde tanıtan bir eserde kimyaya 25 sayfacık yer ayrılması yetersizdir. Fakat, biz, bu noktayı geçiyoruz.

Üzerinde asıl durmak istediğimiz nokta, Prof. İhsanoğlu'nun "İshak Efendi'nin element anlayışı ile Lavoisier'nin elementleri dört gruba ayıran anlayışı arasında büyük ölçüde uygunluk görülmektedir" sözleridir.*

Evet, Lavoisier büyük bir bilgidir. Havanın gazlardan meydana geldiğini ve havadaki gazın 1/5'inin oksijen 4/5'inin de nitrojen olduğunu bularak kantitatif (kemi) kimyayı başlatmıştır. Hattâ modern kimyanın kurucusu ünvanına lâyık görülmüştür. Fakat Lavoisier'nin 1775'li yıllarından İshak Efendi'nin kitabını yayınladığı ve Mühendishanede kimya okutmağa başladığı 1830'lu yıllara kadar yarı yüzyıl geçmiştir. Lavoisier'nin yanlış bildiğini İshak Efendi'nin tasdik etmesi İshak Efendi'ye ne kazandırır ki "anlayışları arasında büyük ölçüde uygunluk"tan pay çıkaralım Türk bilimi adına?

Prof. İhsanoğlu'nun adı geçen kitabının 36.ncı sayfasında şöyle denilmektedir:

I. Grup: Oksijen, hidrojen, ısı ve ışık.

II. Grup: Kükürt, fosfor, karbon,

III. Grup: Metaller (17 metal)

IV. Grup: Kireç, alçı, barit, alumina ve silika gibi topraklar"

Lavoisier'nin ölümünden 15 yıl sonra İngiliz bilgini Humphry Davy, cisimleri ayırtmada elektrik akımı kullanmak suretiyle, kireçtaşını oksijen'e ve yeni bir element olarak bulunan "Kalsiyum"a ayırmıştır. Demek oluyor ki 1804 yılından itibaren Lavoisier'nin 4.ncü grubunda element olarak sayılan kireç element olmaktan çıkmıştır. Bunu ta 1835'lerde hâlâ element sayan İshak Efendi'nin kitabıyla "Lavoisier ile İshak Efendinin görüşleri arasında büyük ölçüde uygunluk var" diye övünmek bilime ne kazandırır? İshak Efendi'nin elbet değerli kitabı ülkemizde kimya bilimine kapıların açılmasını sağlamıştır ama bu duruma "yakından" takip deyimini kullanamaz yaz.

Sayın İhsanoğlu adı geçen kitabının bir iki yerinde Avrupa'daki bilimsel gelişmeleri "yakından" izlediğimiz kanısını belirtmektedir. Oysa, kendisi de kitabının 36.ncı sayfasında şu ifadeye yer vermektedir: "İshak Efendinin 4.ncü gruptaki toprak cinsinden olan ve ayrıca Lavoisier'den sonra element olmadıkları tespit edilen maddeler hakkındaki ifadesi dikkat çekicidir."

İshak Efendinin bu konudaki ifadesi ise şöyledir:

"İşbu beş toprağın... hâlâ analizi yapılmamış olduğu için, ileride analizler yapılsa da, bugün için bunları element saymak gerekir."

1800 yılında İtalyan bilgini Volta sürekli elektrik akımı veren ilk Pili icat ettikten sonra İngiliz bilgini Humphry Davy 1804 yılında elektrik akımı aracılığıyla kireçtaşını oksijene ve Kalsiyum'a ayırmıştır. Böylece Lavoisier'nin bazı şeyleri de yanlış bildiği ortaya çıkmıştır. Bu doğal bir gelişmedir ama bu gelişmeden 1834'lerde haberdar olmamayı övgü vesilesi yapmak yanlış olsa gerek.

Lavoisier 1789 Fransız İhtilalinde giyotinde can verdiğinde Volta Pili'nin icadına henüz 11 yıl vardı.

Humphry Davy'nun 1800'lerin başlarında cıslımleri ayrıştırma elektrik akımından yararlanmaya başladığı ve ilk Elektroliz olayını gerçekleştirdiği hepimizin malûmudur. İlk elektroliz deneyi ile Humphry suyun Oksijen ve Hidrojen gazlarından oluştuğunu kanıtlamış ve bunun ardından elektrik akımı vererek diğer bazı cisimleri de ayrıştırarak Elementler Listesine yenilerini eklemiştir.

Sayın Ekmeleddin İhsanoğlu'nun "İshak Efendinin 4. gruptaki toprak cinsinden olan ve ayrıca Lavoisier'den sonra element olmadıkları tespit edilen maddeler hakkındaki ifadesi" şeklindeki sözleri Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu'nun kireğin oksijene ve yeni element Kalsiyum'a ayrıştığını bildiğinin kanıtıdır ama İshak Efendi'nin 30-35 yıllık bilimsel bulgulardan eksik kitabını bilimi "yakından" takip olarak vasıflandırması bize biraz ters gözükmemektedir.

İshak Efendi'nin listesindeki I. grupta "Isı" ve "Işık"ı Lavoisier gibi 1830'larda hâlâ element sayması ise daha da büyük bir bilimsel eksikliklerdir. O kadar ki Isı'nın niteliğini bilmemek Maddenin Atomik Teorisini anlama yolundaki önemli iki üç yapı taşından birini bilmemek demektir.

"Isı"yı Element saymak bilimi "Uzaktan" izlemektir

Bilim adamları "Isı"nın ne olduğuna uzun zaman karar verememişlerdir.

Yanan bir odundan ya da yanan kömürden çaydanlığa ne geçmektedir ki önce çaydanlık, sonra da çaydanlıktaki su ısınmaktadır?

Ne olduğunu bilemeyen bilim adamları "Isı"nın görülmeyen bir akışkan olduğunu söylemişler ve bu akışkanda "Flogiston" ya da "Kalorik" diye bir madde bulunduğunu hükmetmişlerdir.

Çaydanlık odun ya da kömür üstünde ısıtılınca odundan ya da kömürden çaydanlığa "kalorik" denen bu madde geçiyordu, sonra da suya ulaşıyordu. "Kalorik" ıkmalı durunca su soğuyordu. Evet ama "Kalorik" denen bu madde neydi?

Aralarında İngiliz bilgini Joseph Black'ın ve Oksijen'i bulan Joseph Priestley'in de bulunduğu bir grup "Kalorik" görüş taraftarı bilgin grubunun fikirleri takvim yapırları 1799 yılını gösterirken şöyle özetlenebilir:

- Kalorik zerrecikleri, diğer maddelerin zerrecikleri tarafından büyük bir güçle kendilerine çekilirler ve değişik türde maddeler, kalorik zerreciklerini kendilerine ayn güçlerde çekerler.

- Kalorik, zerrecikleri birbirini iten esnek bir aşkınadır.

- Kalorik yok edilemez ve yaratılamaz.

- Kalorik ağırlıksızdır.

- Kalorik ya açık ya da gizli bulunur, başka bir deyişle duyularımızca fark edilebilen gibi bir maddenin zerrecikleri ile bileşim halinde "kimyasal" olarak vardır.

Yukarıda ana çizgilerini belirttiğimiz Kalorik Teorisinin bilginler şöyle savunmaya çalışıyorlardı:

- Kalorik zerreciklerinin başka bir maddenin zerrecikleri tarafından kendilerine çekilmesi eşyanın neden sıcak bir duruma geçtiğini açıklayabiliyordu.

- Kalorik zerreciklerinin birbirini ittiği ise neden çoğu maddelerin genleştiğini açıklayabiliyordu; çünkü maddelerin içi kalorikle dolunca kalorik zerrecikleri birbirlerini ittiğinden ısıtılan madde genleşiyordu.

- Birbirinden farklı maddelerin ısıtılınca kalorik çekme gücü ayrı ayrı olduğundan her bir maddenin özgül ısısı vardı.

- Gizli ısı, kalorik zerreciklerinin bir maddenin zerrecikleriyle kimyasal bileşime girmeleri ve maddeye yeni bir durum kazanması sonucunu doğuruyordu. Bu teoriye göre, su kalorikle bileşmiş buzdan ibaretti. Su buharı ise daha çok kalorik almış suyd.

Kalorik teoriye muhalif olanların "eğer kalorik diye bir şey varsa kalorik alan maddenin ağırlığında bir değişiklik olması gerekir" tezine Kalorikçiler "Kalorik ağırlıksızdır" deyip işin içinde sıyrılmışlardı.

Isı'nın "molekül titreşimi olduğu" görüşünün doğuşu

"Isı"nın madde titreşimden doğduğu görüşü 18.nci yüzyıl sona ererken birden üstünlüğünü kabul ettirdi. Bu görüş kendini kabul ettirince Kalorik görüş taraftarları iddialarından vazgeçmek zorunda kaldılar.

"Isı"yı molekül titreşimi olarak kabul ettiren kişi Benjamin Thompson adında bir Amerikalıdır. 18.nci yüzyıl sonlarına doğru Amerika'dan ayrılıp Avrupa'ya gelen ve Bavyera ordusu danışmanı olarak görev alan Benjamin Thomson top delme işlemleri sırasındaki gözlemleri sayesinde büyük bir bulguya varmıştır.

Isının yapısı konusunda epey çalışmalar yapan Benjamin Thomson (sonradan Kont Rumford adını aldı) bir sıvıya -örneğin suya- ısı eklenmesi ya da ısı eksilmesi-nin sıvıda bir ağırlık değişikliğine yol açmadığını saptadı.

Isı artışı ya da eksilmesi yollarıyla suyun sıvı halden katı haleye da katı halden sıvı haline ve gaz haline sonra yeniden sıvı haline dönüşümü suyu kilosundan etmiyor-du. Su, kilosunu, aynen koruyordu.

"Kalorik bir madde ise ağırlığı olmalıdır" diye düşünen ve çeşitli deneyler yapan Kont Rumford, Alman ordusunda büyük matkaplarla top delme işlemlerini denetlerken delmeden ötürü metal pirinçten ayrılan pirinç talaşlarının sıcaklığını fark etti. İçi oyulan ve top olacak olan metal pirinç yığını da oyulan bölümlerinde sıcaktı.

Kont Rumford matkapla top oyma işleminde beliren sıcaklığın etkisiyle bir kova su ısıtmayı düşündü. Kurduğu düzencele oyulan ve pirinç talaşlarının ayrıldığı bölüme bir kova su yerleştirdi. Öyle ki oyma devam ettikçe sürtünmeyle birlikte kovanın içindeki su da ısınyordu. İki saat süren bir oyma işleminden sonra birkaç litrelik kovadaki su kaynama belirtileri göstermişti.

Meraklıları deneyi ile şaşırtan Kont Rumford, ısıнын, maddenin moleküllerinin titreşiminden doğan enerji olduğunu böylece kanıtlamış oluyordu.

Isıyı doğuran hareketti. Hareket devam ettikçe ısı üretmeye devam edilebiliyordu. Topu matkapla oyma işlemine son verilince ısı üretimi de duruyor ve kovadaki su yavaş yavaş soğuyordu.

Kont Rumford yaptığı bu deneyden sonra şunları söyledi: "Isı elde edilen kaynak tükenmez bir kaynak gibi. Hareket devam ettikçe ısı çıkıyor. Bu durumda, ısıнын kaynağı maddi bir kaynak olamaz. Isının çıkışı ve iletilişi karşısında insan ancak bir tek açıklama şekli bulabiliyor. O da HAREKET'tir. Başka bir açıklama bulmak zor, hattâ imkansız."

1803 yılında Volta Pili ile, suyu dünyada ilk kez elektroliz yoluyla oksijen ve hidrojen gazlarına ayıran ve kireç taşına elektrik akımı vererek oksijene ve yeni element Kalsiyum'a ayıran İngiliz bilimci Humphry Davy, yaptığı bir aygıtın içindeki hava boşluğunda iki metali birbirine sürterek sürtünmeden sağlanan ısıyla sıfırın altındaki soğuktaki mumu eritmeyi başardı. Ayrıca, yine insan eli değmeden birbirine sürtülen iki buz parçasının sıfır hareketten -sürtünme- ötürü erdiğini gösterdi.

Kont Rumford bir yandan Humphry diğeryandan, Kalorik görüş taraftarları boyunca eğmek zorunda kaldılar ve "Isı"nın "Hareket"ten doğduğu görüşü 1800'lerin hemen başlarında itibar kazandı. Kont Rumford da ünlü deneyini Alman ordusunda 1798 yılında yapmıştı.

Isının hareketten, yani maddenin moleküllerini titreştirmesinden doğduğu görüşü Maddenin Atomik Teorisini açıklamaya da yarıyordu. Yakılan bir mumun hemen yanına dönmeye dolap tertibatına benzer metal yapıklardan yapılmış oyuncaklar, mumun hava moleküllerini titreştirmesi sayesinde dönebiliyordu. Bu da maddenin moleküllerden ibaret olduğu görüşünü güçlendiriyordu. Gazda olsun, sıvıda olsun, katı maddede olsun moleküllerin hızla titreştirilmesi ısı ve ısı enerjisi yaratıyordu.

Kont Rumford'un, Humphry Davy'nin görüşleri daha önceki bölümlerde maddenin molekülleri hakkındaki düşüncelerini belirttiğimiz Boyle'un ve Bernoulli'nin görüşleriyle uyum içindeydi. İsviçreli bilimci Bernoulli 1729 yılında, içinde gaz bulunan bir kaptaki basıncın -hacme göre- artışı ya da azalışı moleküllerin sıkışıp ya da fesholmesinden ileri gelyor demişti. İngiliz bilimci Boyle ise 1660'larda bir kaptaki havanın hacmini daraltınca basıncın ters orantılı olarak arttığı kuralını saptamıştı. Aynı şekilde hacmin genişletilmesi basıncı azaltıyordu.

Tüm bu görüşler maddenin -gazın- moleküllerden ibaret olduğu noktasında birleşiyordu. Maddenin üç hali -gaz hali, sıvı hali, katı hali- bulunduğuna göre tüm maddenin moleküllerden meydana geldiği görüşü böylece daha da yaygınlaşmaya başladı.

Nereden nereye? Isının niteliği, ısıнын yapısı hakkında sürdürülen Kalorik ve Anti-kalorik tartışmalar Maddenin Atomik Teorisi görüşünü güçlendiren sonuçlar vermişti.

Isının yapısı 19.ncu yüzyılın hemen başlarında anlaşıldıktan 30 yıl sonra yani 1830'da İshak Efendi "Isı bir elementtir" görüşünü 1775'lerde ortaya atan Lavoisier gibi düşünüyor diye kendisini övmeyeceğimiz gibi İshak Efendi'nin 1834 tarihli kitabıyla Avrupa'daki "Bilim-Teknik" gelişmelerin Osmanlılarca "yakından" izlendiği sevincine kapılmamız da aşın bir hoşgörü olur.

1834 tarihli bir bilim kitabında -bu tamamen ya da kısmen çeviri bile olsa- "Isı"yı "Element" olarak kabul etmek, kabul edilemez bir "geriden takıp" örneğidir.

* Time - Life Pocket Books, Energy sayfa 38

Hekimbaşı Behçet Efendinin 1803 tarihli kitabı

Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu Osmanlı Devletinin "Bilim"i "yakından" takip ettiğine bir kanıt eklemek üzere Prof. Dr. Aykut Kazancıgil'e "burada teşekkürü bir borç biliriz" * diyor.

Prof. Aykut Kazancıgil'e teşekkür etmesinin nedeni "Osmanlılarda Bilimin yakından tikibi" konusunda onun görüşlerinde destek bulmasından olacak.

Prof. Aykut Kazancıgil'in dikkate sunduğu kitap Hekimbaşı Behçet Efendinin 1803 yılında ortaya çıkardığı el yazması Fizyoloji kitabıdır.

Fizik-Kimya konularında ilk kitapların Osmanlı İmparatorluğunda 1830'lardan sonra ortaya çıkması, buna karşılık Fizyoloji Kitabı'nın 1803 yılında çıkması gerçekten dikkat çekicidir. Dikkat çekici olan bir nokta daha, 1803 yılından 1834 yılında İshak Efendi'nin yazdığı Mecmua-i Ulûm-i Riyaziye adlı kitaba dek geçen 30 yıllık zamana ait benzer bilimsel kitapların yayınlandığına dair kayıtlara rastlanmamasıdır.

Bilindiği gibi çok eski zamanlardan beri tıp bilimi diğer bilim dallarının önüne geçmiştir. Bunda, hükümdarların işine yarayan mesleklerintoplumda ön plana gelmesi rol oynar. Gerek Feodal yapıli topluluklarda gerekse Krallıkla yönetilen toplumlarda hükümdarların ve derebeylerin sağlık durumu her şeyden daha büyük önem taşır. Nasıl ki astrologlar devletin geleceği hakkında fikir beyan ettikleri için hükümdarlara çok yakın kişilerse doktorlar da hükümdarların, devlet ricalinin, nazırların, vükalanın sağlık durumları açısından yöneticilere yakın olmuşlardır. Yöneticilerin sağlık nedeniyle zaaf duymaları tıp bilimini ön plana çıkardığı gibi devletin geleceğini garanti altına almak açısından da astrologlara büyük önem verilmesine yol açmıştır.

Belirttiğimiz nedenlerden ötürü Osmanlı İmparatorluğunda tercüme bir Fizyoloji kitabının (Hekimbaşı Behçet Efendiye ait 1803 tarihli kitap) Fizik-Kimya kitabından (1834 tarihli İshak Efendinin kitabı) daha erken yazılmasını olağan karşılamak gerekir.

Behçet Efendinin İtalyancadan çevirdiği anlaşılan Fizyoloji kitabında Kimya'ya ait epey bilgi de olduğu kaydediliyor. Modern bir bilim olarak 1775'lerden itibaren varlığını kabul ettiren bir bilim dalı olan Kimya'ya Fizyoloji kitabında ve dolayısıyla Behçet Efendinin kitabında yer verilmesi elbet önemlidir. yani 25 yıl gibi fazla uzun sayılmayacak bir süre içinde kimya bilimine ait bilgiler Osmanlı İmparatorluğuna ulaşmıştır.

Terminoloji açısından bir mukayese yapacak olursak Behçet Efendinin İshak Efendiden en az 30 yıl önce gaz için "ğas" kelimesini kullandığını görürüz.*

Prof. Ekmeleddin İhsanoğlu'nun Osmanlı devletinde bilimin "yakından" takip edildiğine dair kanıt ve destek bulma bakımından belirttiği yukarıdaki cümlelere karşılık şunu söylemek mümkündür. Gaz sözcüğü ilk kez Flaman kimyacı Jan Baptist van Helmont tarafından 17.nci yüzyıl sonlarında kullanılmıştır. Sözcüğün başlı

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 34

başına 100 yıl önce kullanılmış olması fazla bir şey ifade etmeyebilir, ama Van Helmont bu sözcüğü meyve sularının fermantasyonunda çıkan karbondioksiti yeni bir cisim olarak saptaması üzerine kullanmıştır. Daha açık bir deyişle burada söz konusu olan "gaz" sözcüğünün kullanılması değil yeni bir cisim keşfidir.

1756 yılında İskoçyalı kimyacı Joseph Black karbondioksiti incelemiş ve "hava"dan tamamen değişik bir "gaz" olduğunu saptamıştır. Ve, havada bir nebze karbondioksitin var olduğunu da açıklamıştır.

Dikkat edilecek olursa Van Helmont'un ve Joseph Black'in yaptıkları yalnızca bir "gaz" sözcüğünü kullanmak değildir. Bir cisim keşfi söz konusu olduktan başka bu cismin "hava"dan tamamen ayrı nitelik taşıdığı da saptanmıştır.

Bu durum karşısında Hekimbaşı Behçet Efendinin tercüme bir Fizyoloji kitabında kimya bölümündeki "gaz" sözcüğünü toplumumuza kazandırması "yakından takip" sayılabilir mi?

Van Helmont, Joseph Black, daha sonra Lavoisier'nin incelemelerinden geçen gazlar gelip 1803 yılındaki bir Osmanlıca kitaba tercüme ya da derlemek kitap yoluyla yerleşiyor. Bu fazla "ileride" olmayı mı ifade eder? Kaldı ki adını verdiğim üç bilgin, gazın yapısını ayrı ayrı yönlerden incelerken İngiliz bilgini Priestley canlı varlıklara "hayat" veren bir "gaz" olarak Oksijen'i inceliyor. Lavoisier Oksijen'i yanma olgusunu sürdüren bir unsur olarak görürken Priestley de ayrı açıdan Oksijen'in insana -ya da deneyindeki canlı varlık olan fareye- "hayat" verdiğini keşfediyor. Ayrıca, Priestley, oksijen almasına karşılık canlı varlığın çıkardığı bir gazın (karbondioksit) canlı varlığa ölüm getirdiğini saptıyor. Canlı varlığın (bir fare) kapalı bir cam fanus içinde geçirdiği bu deneyimde Priestley'in bir yeşil bitki bulundurması ise Fotosentez olgusunun çok erken bir habercisi oluyor.

Diyeceğim şu ki, bir gazın birçok bilgin tarafından ayrı ayrı açılardan incelenip ortaya konması başkadır; ortaya konulan bu bilgilerin tercüme edilmesi başkadır. Tercüme olayı çeyrek yüzyıl, yarım yüzyıl içinde olsa bile söz konusu açık, bu sayının ifade ettiği zaman dilimi kadar değildir. Bu zaman dilimine bundan daha büyük bir zaman dilimini de "gaz"ın keşfi ve uzun süre inceleniş payı olarak eklemek gerekir.

Şöyle bir örnek daha verelim. Volta Pili 1800 yılında dünya tarihinde ilk kez "sürekli akım" veren bir aygıt olarak icat edilmiştir. Aynı yıl bu aygıtın varlığının tercüme bir kitapta toplumumuza aktarılması ne ifade eder? Kanaatimizce "yakından takip" ifade etmez. Çünkü Pil'in icadına yol açan Volta ile Galvani arasındaki bilimsel ve uluslararası tartışma bile 15 yıl (1781'de) sürmüştür. İki Ekol -Bologna Üniversitesi ile Pavia Üniversitesi- iki ayrı bilginin önderliğinde ayrı görüşler öne sürerek 15 yıl tartışmayı sürdürmüşler ve bu tartışmalardan Pil doğmuştur. Sürekli elektrik akımı üretilişinin ardında bir yüzyıllık elektrostatik (durgun elektrik ya da elektrik kıvılcımı üretilişi) bilgi birikimi yatmaktadır. 1750'lerdeki Leyden şişesi -ilk kondansatör-ne ait bilgi birikimi ve ondan önce de elektrik kıvılcımı üreten 1700'lü yılların elektrostatik makinaları birikimi yatmaktadır.

Bu kadar gerilere dayanan bir icadın vuku bulduğu gün ülkemizde şayi olması ne ifade eder? "Yakından takip" mi ifade eder?

Yanlış anlaşılmasın: kitabımızın amacı Radyasyon'un ve Radyoaktifte olgusunun toplumumuzu "habersiz" ve "hazırlıksız" yakalayıp yakalamadığıdır. Habersiz olmasına elbet habersiz olacaktık, çünkü komşu bir ülkede -Sovyetler Birliği gibi nükleer santral kazasını haber vermeyen -radyoaktif serpintileri ve radyasyon sızıntısı başlayınca anında haber almamız mümkün değildir. Fakat "hazırlıklı" olmasına hazırlıklı olunabilir. Şöyle ki Sovyetler Birliğinde bir nükleer santral infilaki olduğu İsveç'teki radyoaktivite incelemelerinden anlaşılmıştır. Bazı çalışma yerlerine -nükleer çalışmalarla ilgili kurumlara- girip çıkan işçiler üzerinde radyoaktivite miktarı denetimi yapılırken İsveç makamları radyoaktivite oranında büyük bir artış saptamışlar ve bunun kaynağını aramaya koyulmuşlardır. İsveç makamlarının "nükleer çağa hazırlıklı" oluşudur ki Çernobil kazasını Sovyetlerin açıklamasına neden olmuştur.

Eğer Çernobil Nükleer Santralındaki kazada yayılan Radyasyon ve Radyoaktif İsveç'e ve Batı Avrupa ülkelerine ulaşmamış olsaydı, ülkemiz ve ülkemiz gibi Atom Çağı'na henüz girmemiş toplumların Çernobil kazasından heberi olmazdı. Çünkü bu alanda hazırlıklı olmak için şimdi Sanayi ve Teknoloji Bakanı Sayın Cahit Aral'ın "geç" müjdelendiği gibi "Erken Uyarı İstasyonları" kurmak bile yeterli değildir.

Türkiye'de radyasyona karşı Erken Uyarı İstasyonları 1986 yılının Nisan ayındaki Çernobil Nükleer Santral kazasından daha önce kurulmuş olsaydı da Radyasyon'a karşı fazla korunamazdık. Fındık ürünü de çay ürünü de yine zarar görecekti. Bunlardan önemlisi radyasyon süresi uzasaydı ve oranı daha da yüksek olsaydı insanlarımız bundan büyük zarar görecektir.

Radyasyon'a karşı insanların korunması için özel sığınaklar, hastanelerde özel üniteler ve özel ilaçlar bulundurmamak gerekir. Nükleer Fizik bir de Nükleer Tıp gerektiriyor. Biri tamam olmayınca diğeri olamaz. Bunlar bileşik kaplar gibidirler. Kuduzla karşı sağlam aşı bulunduramaz ve yerli kuduz aşısı yerine Avrupa aşısına güven duymaya devam edersek demek oluyor ki bizde tıp alanında da açıklarımız var. Bilim, birçok koldan birden ilerleyen bir kurtarıcıdır. Kurtarılmaya gelen otomobiller için seferber ettiğimiz "Kurtarıcı" taşıt şehir diye adlandırdığımız büyük kentlerimizde çamurdan ilerleyemez ya da trafik tıkanıklığından ambulans ilerleyemezse ne "Kurtarıcı"nın değeri vardır ne de ambulans aracının. Hepsisi, bileşik kaplar örneği gibi, birbirine bağlı gelişmeler ya da gerilemelerdir.

Nükleer çağa girmenin birbiri yolu vardır. Bu yolların neler olduğunu ileride göreceğiz. Şimdilik şu kadarını söyleyelim ki -sizlerin de kitabın ilerki bölümlerinde göreceğiniz ve ikna olacağınız üzere- yabancılara Nükleer Santral kurdurmak da Nükleer Çağa girmemiz demek değildir. Nükleer santraller "Anahtar teslim" fabrikalara benzemezler. Nükleer Santrali çalıştırmak ve çalışmadığı zaman tamir etmek ve hele kaza anında önlemler almak, alınmazsa ülke ürününü ve insanlarını korumak Nükleer Çağa en azından 100 yıl önce girilmiş olmayı gerektirir.

Bugün Nükleer Santral kurabilen, ihraç edebilen, atom bombası yapabilen toplumların ardında yaklaşık 100 yıl önce başlayan Elektronik bilgisi birikimi yatmaktadır. 100 yıldan beri atomun içinde atomdan küçük "Elektron" gibi zerreciklerin bulunduğu anlaşılması, bunlar üzerinde çalışılması insanoğlunu atomun çekirdeğine yöneltmiş ve çekirdeğini parçalama olgusu üzerine nükleer enerji doğmuştur.

Hepsi birbirine bağılı gelişmelerdir ki Elektriğin icadından sonra Elektron'un keşfi arasında geçen zaman da (1800-1897) ayrıca 100 yıllık bir süredir. Atomun "Elektron"u ile Atomun "Proton"undan yararlanılmaya başlanması arasındaki zaman, yarım yüzyıla yakındır. Elektron'un keşfi ile Elektronik Sanayiinin kuruluşu arasındaki zaman mesafesi 50 yıldır, vb.

Avrupa ve ABD bilim-teknik 1700-1900 yılları arasında "yakından" mı "uzaktan" mı izlediğimiz Atom Çağı'na girmeye hazır olup olmayışımızı belirleyecek çok önemli bir göstergedir. Bu uzun "Bilim-Teknik" yolunun nizamî bir süratle aşılması gereken kilometre taşlarını büyük bir süratle geçerse ithal malı cicili-bicili araç gereçlerle ilerlediğimiz sanısına katılır geride kaldığımızı fark edemeyiz. Bu nedenle kitabımızın hedefi "İstim"den "Radyasyon"a kadar uzanan 300 yıllık Bilim-Teknik Yolu'nun hangi kilometre taşlarında uğrak yapmadığımızı ayrıntılarıyla açıklamaktır.

300 yıllık uzun Bilim- Teknik Yolu'nun 1834 yılındaki İshak Efendili dönemini "yakından takip" olarak sanmak, Atom Çağı'na girdiğimiz yanlış sanısını uyandıracak önemdedir. Önemine binaen sayın Prof. Dr. Ekmeleddin İnsanoğlu'nun "Yakından takip" sözcükleri üstünde durduk ve destek olarak atıfta bulunduğu sayın Prof. Dr. Aykut Kazancıgil yollamalı Behçet Efendi kitabına değindik.

Atomun dış kabuklarındaki "Elektron"u keşfetmek, Atomun çekirdeğini ve Proton'u keşfetmek hep Maddenin Atomik Teorisi'nin döşediği yoldan ilerleyerek mümkün olmuştur. Maddenin Atomik Teorisi, bilginlere atomu keşif ve parçalama yolunu göstermiştir. Maddenin Atomik Teorisi ise Gazların Kinetik Teorisi sayesinde gelmiştir.

Bizde 1650 tarihinde Boyle gibi bir bilgin, 1729 tarihinde Bernoulli gibi bir bilgin, 1787 tarihinde Charles gibi bir bilgin, 1798 tarihinde Kont Rumford gibi bir bilgin, 1803 tarihinde Davy gibi bir bilgin, 1804 tarihinde Dalton gibi bir teorisyen 1809 tarihinde Gay-Lussac gibi bir bilgin ve ilerki sayfalarda göreceğimiz üzere elektrik alanında 1800 tarihindeki Volta gibi bir bilgin 1820 tarihindeki Oersted gibi bir bilgin 1830 tarihinde Ampere gibi bir bilgin 1831 tarihinde Faraday gibi bir bilgin bulunduğundan 1834 tarihindeki İshak Efendi'nin Mecmua-i Ulum-i Riyaziye kitabı boşlukta kalmış bir bilgi tercümesi ya da derlemesinden ibarettir. İshak Efendi'nin adı geçen kitabı önemli bilgi ile dolu fakat önemli bilgiden yana boş bir kitaptır. Bir ülkede yayınlanan bir bilim kitabının önemi aktarılan, derlenen, tercüme edilen bilgi miktarı ile değil o bilgiyi üreten yerli bilgin sayısı ile ölçülür.

Riyaziye İlmine Osmanlıların gösterdikleri önemin nedeni...

Dikkat edilecek olursa İshak Efendi'nin kitabının adı Mecmua-i Ulum-i Riyaziye'dir. Hem Fizik hem Kimya derslerinin anlatıldığı bu kitapta Riyaziye de var. Fakat İshak Efendi, kitabına Riyaziye ilimleri demeyi tercih etmiştir. Acama neden?

Bu soruya cevap verebilmek için İshak Efendiden 30 yıl önce Hekimbaşı Behçet Efendinin yazdığı kitapla ilgili bir noktaya değinelim.

Behçet Efendinin eseri 1803'den önce yazılmış olmasına rağmen, önsözünde

1803 tarihinden önce hazırlanmış olduğu, ancak 3.ncü Selim'in tahta (1789) çıkmasıyla 'bilgi toplamak, hüner ve riya zi ilimlerin pazar-ı reva ç bulundu ğu' için ortaya çık arıldığı kaydedilmektedir.”*

Yukarıda sayın Prof. Dr. Ekmeleddin İhsano ğlu'dan aktardığımız cümle, iki açıdan önem taşımaktadır. Birincisi, bilginin reva ç bulması üzerine kitabın ortaya çık arılmasıdır. Reva ç bulmayacak, ilgi çekmeyecek, itibar gösterilmeyecek bir kitabı yazar neden ortaya çık arsın? Bu nedenle 3.ncü Selim'in bilgi karşısında gösterdiği ilgi önemlidir. Bizim incelememiz açısından önemi ise yukarıdaki aktarmada "riya zi ilimlerin reva ç bulundu ğu"ndan söz edilmesidir.

Behçet Efendi riya zi ilimlerin reva ç bulundu ğunu söylüyor ve İshak Efendi de 1834 yılında yayınladığı kitabına Riya zi İlimler Toplamı adını veriyor.

Nedir bu "Riya ziye"ye gösterilen ilgi?

Topçuluk Riya zi İlimlere ve Hendeseye ihtiyaç gösteriyor

Osmanlı İmparatorluğu için Tophane, Baruthane, Fişenkhane, Dökümhane çok önemli kuruluşlardır. Ordu için gerekli topların mükemmelleştirilmesi ve çok iyi topçu elemanlarının yetiştirilmesi gerekmektedir.

İyi top yapımı metalürji bilgisini gerektirir, metalürji de kimya bilgisini...

İşe bu açıdan bakınca 1830' lardan itibaren kimya ilmine önem verilmeye başlanmasının nedeni anlaşılır.

İshak Efendinin top dökümcülü ğüne ait "Usulü Sıya ğa" adlı kitabı, ateşli silahların yapımında kullanılan metallerin özellikleri gibi bölümlere ayrılmıştır.

Eser, kimyanın ve özellikle metalürjinin harp sanayii için öneminin belirtilmesi açısından ilginçtir.*

Fatih dönemine ait top yapımında Osmanlılar teknolo jide o denli ileriydiler ki Fatih zamanına ait toplardan birkaç örnek Viyana Harp Müzesinde halen sergilenmektedir. Fakat 17.nci yüzyıl başlarından itibaren Avrupa'da Rönesansı izleyen Modern Bilim öylesine ilerleme göstermeye başlamıştır ki Osmanlı İmparatorluğu arayık apamak için top dökümcülü ğüne özel bir ilgi göstermek zorunda kalmıştı.

Riya ziye ilmine önem gösterilmesinin başlıca nedeni ise topçulukta geçerli balış tıklar hesaplarıdır.

15.nci yüzyıldan sonra Fatih Sultan Mehmet'in bilim-severliği ile Semerkand'dan gelen Ali Kuşçu, Mirem Çelebi gibi büyük matematikçilerin bulunmasına rağmen güçlü bir İstanbul Ekolü kurulamamıştır. 16.nci yüzyıldan sonra arızı de olsa astronomide bazı parlak çalışmalar yapan bilim adamlarına rastlamakla beraber genel bir değerlendirme yapıldığında bilimin Osmanlı İmparatorlu ğunda hızla gerilemeye başladığı görülür.*

3.ncü Ahmet döneminden beri Osmanlı İmparatorluğu bilim alanında ıslahat gere ğini duymuş fakat kurulan bilim müesseseleri kısa ömürlü olmuş, kurulduktan bir süre sonra ya öğretimi durdurmuş ya da Yeniçeriler tarafından yakılıp yıkılmıştır.

Osmanlı İmparatorlu ğunda birçok alanda ve bu arada bilimde ıslahat yapılması * Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsano ğlu sayfa 34

zorunluğu ortaya çıkınca ilkin 3.ncü Ahmet zamanında 1737'de Üsküdar'da Toptaşında bir Hendesehane kurulmuştur. Memleketimizde ilk defa müspet bilimlerin öğretilimi bu kuruluşla başlamış olmakla birlikte bu girişim uzun ömürlü olmamıştır. 1773'de kurulan Mühendishane-i Bahri-i Hümayun belirli devrelerden geçtikten sonra sistematik teknik öğretimin başlangıcını oluşturmıştır.*

Mühendishane-i Bahri-i Hümayun Cezayirli Hasan Paşa'nın devletin kendini yenileme ihtiyacı içinde olduğunu Padişaha kabul ettirmesiyle Macar asıllı Baron de Tott'un teknik danışmanlığıyla kurulmuştur. Fakat, sonradan Yeniçeriler bu Mühendishane-i yakıp yıkmışlardır. 1795 yılında Mühendishane-i Berri-i Hümayun kurulmuştur.

Mühendishane-i Bahri-i Hümayun (Deniz Mühendisliği) kısa ömürlü olmasına karşılık 1795 yılında kurulan Mühendishane-i Berri-i Hümayun (Kara Kuvvetleri Mühendishanesi) uzun ömürlü olmuştur. Fakat uzun ömürlü oluşu acaba bu Mühendishane'de fizik-kimya öğretiminin gereği gibi yapıldığına kanıt sayılabilir mi?

Bu sorunun yanıtını bulmaya çalışalım.

1795'deki kuruluşundan 1830'lara kadar mühendishane-i Berri-i Hümayun'da kimya dersinin veya buna benzer bir dersin okutulduğuna dair herhangi bir bilgiye rastlanmıő değildir. Ancak bu mektebin hocalarından olup 1830'da hocalığa tayin edilen İshak Efendi ile bu eğitimin başladığını söyleyebiliriz.*

Avrupa'dan bilgi aktarma, hoca getirme çabaları 3.ncü Selim döneminde yoğunlaşmıştır.

1827 yılında kurulan ilk modern Türk Tıp Mektebi olan Tıphane'de din, yazı ve dil (Osmanlıca, Arapça ve Fransızca) okutulan hazırlık sınıfından sonra, ilk sınıfın ders programında Fizik ve Kimyanın ayrı ayrı ders olarak okutulduğu görölmektedir. Ancak eğitim dili Fransızca olan Tıphanede, Kimya dersinin kimin tarafından okutulduğu ve okutulan dersin mahiyeti hakkında herhangi bir tespiti ne imkân hasıl olmamıştır.*

Avrupa'dan getirtilen hocaların atandıkları görevde uzun süre ders vermediklerine dair bir örnek ile atandığı kürsüde 45 yıl hocalık yapan bir Fransız öğretmenin ders notlarını ancak 45 yıl sonunda teksir ediőine ait bir örnek de vardır. Bu arada Tıbbiye-i Şahane mektebinde Türkçe olarak okutulduğu ifade edilen kimya derslerinin basılmış veya teksir edilmiş herhangi bir nüshasına rastlanmadığı da belirtilmektedir.

1838 yılında açılan "Tıbbiye-i Şahane"nin başına getirtilen genç Viyanalı Dr. Charles Ambroise Bernard'ın ilk kimya derslerini verdiğini kaydedebiliriz. Daha sonra bu mektebin kimya hocalığını yapan Antoine Calleja kitabının önsözünde şu bilgileri vermektedir... Sultan İkinci Mahmut zamanında açılan Mekteb-i Tıbbiye-i Şahanede İlm-i Kimyanın öğretilmesi, ilk önceleri Avrupa'dan getirtilmiş Mösyö Bernard'a tevdi ve ihale edilmiştir... Mösyö Bernard o sırada Lassing adlı yazarın kimya özeti kitabını seçerek mektepte tedrisini tavsiye eylemiş... A. Calleja'ya göre C.A. Bernard kimya derslerini uzun süre okutmamıştır.*

İkinci Mahmut tarafından 1838 yılında "İlm-i Kimya"nın okutulması görevi kendisine tevdi edilen Calleja (Kalya usta diye anılırdı) 45 yıl süre ile Tıbbiyede kimya okuttuktan sonra 1867 yılında tıp eğitiminin türkeleştirilmesinden sonra Fransızca ola

* 1. Uluslararası Türk İslam Bilim Kongresi,1981 cilt 5 sayfa 9

rak kaleme aldığı ders notlarını öğrencilerine tercüme ettirerek 1883'de ilk defa yayınlamıştır.

Osmanlı'da Pratik amaçlı Bilim İzleyişi

Tophane, fişenkhane, bāruthane gibi pratik amaçlı kuruluşlar Osmanlı İmparatorluğunun fizik-kimya-riyaziye ilimlerine iterken sanayi amaçlı bilim takip isteğinin uyandığına da tanık oluyoruz.

Sadrızam Ahmet Cevdet Paşa "Kimyanın Sanayide Tatbikini Hâvi Mebâhis-i Müfide" adlı bir kitap yazmıştır. Bu kitabın tarihi 1879'dur. Mühendishane-i Berri-i Hümayun'da Kimya ve Fizik dersleri okutulmaya başlandığı 1834'den yaklaşık yarım yüzyıl sonraya rastlar. Bilimin hâla pratik amaçlarla izlendiği görülmektedir.

Ahmet Cevdet Paşa, eserinin önsözünde, kimyanın sanayie tatbiki pek mühim bir meseledir, çünkü, girmedeği sanat yoktur" demektedir ve eserini bu maksadı gerçekleştirmek üzere hazırladığını açıklamaktadır. Ahmet Cevdet Paşa bu eserinde 'lekecilik sanatı, gıda maddelerinin korunması, suni meşin imali, bağ ve bahçelerde bulunan zararlı haşerelerin yok edilmesi, mürekkep yapımı, kâğıt imali' gibi pratik olarak bazı kimyevi maddelerin nasıl yapıldığını veya kullanıldığını tarif etmektedir."

Ahmet Cevdet Paşa'nın saydığı ve bizim de sayabileceğimiz birçok pratik amaçlar bilime yönelişin başlıca etkeni olmaktadır Osmanlı İmparatorluğunda. Örneğin Sultan 2.nci Mahmut'a 1830'larda buharlı geminin kendiliğinden ve süratle denizleri yarıp gittiği gösterilince buharlı gemi ithaline baş vuruluyor. Buharlı gemi artık o tarihten itibaren Osmanlı İmparatorluğu sularına da giriyor ve 1850'lerde Haliç'te buharlı gemi tamir ve sonradan yapım tersaneleri açılıyor. Hereke Bez Fabrikası ile Eyüp'teki fashane de buharlı makinanın fabrikalarda uygulanmasıyla çalışan fabrikalardır. 1860'larda da Sultan Abdülaziz treni görünce "Aman bu makina topraklarımızda gelsin de isterse Topkapı'daki yatak odamdan demiryolu geçirilsin" der.*

1700 yılında İngiltere'de ilki çalıştırılmaya başlayan Buhar Makinası maden ocaklarından insan emeğiyle gerçekleştirilemeyecek miktarda kömür çıkardı. Nehirlerden kaynaklanan sularla dahiyen koşullarını yaygınlaştırmak İngiltere başta olmak üzere Avrupa Sanayi Devrimi'ni tamamlattıktan 150 yıl sonra "pratik" amaçlı araç-gereçleri görünce "Biz de isteriz" dedik. Oysa Avrupa 150 yıldır buhar makinalarının içini ciciğini öğrenmiş, yapımında tamirinde "usta" olmuş, yedek parçalarını oyuncak gibi takar olmuş, ondan sonra Osmanlı İmparatorluğu Bilim-Teknik ürünü bu araç-gereçlere talip olmuştur.

Buhar Makinası'nın icadına yol açan keşif "Vakum" olgusudur. Alman bilgin Otto Von Guericke "Hava boşluğunu ünlü Guericke yarı kürelerinde içinde 1640'larda yarattığı zaman bunu doğaya olan merakı ve bir doğa gizini çözmek için yapmıştı. Havanın cisimler üzerindeki basıncını yani bugün de dilimizden düşürmediğimiz ve çeşitli pratik uygulamaları olan Atmosfer basıncını Torricelli 1640'larda keşfettiğinde bu basıncın Buhar Makinasının pistonunu çalıştıracak olduğunu bilmiyordu. Torricelli de Galileo'nun bir öğrencisi olarak doğanın gizlerini çözmeye yönelmiş ve doğa ka
* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası, Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu
sayfa 16-17

* Fen'den Borçlu Batıya Geçmek, giriş sayfa 3

nunlarını tespite çalışmıştı.

James Watt buhar gücünü dönel güce dönüştürmeden önce yıllarca Joseph Black'le ısı sorunları üzerinde "soyut" diyebileceğimiz "Bilim için bilim" çalışmaları yapmıştır. Doğanın ısı ile ilgili gizlerini çözmeye yönelmiş, ondan sonra çift hareketli buhar makinasını bulmuştu.

Görüldüğü gibi bu çalışmalarda hiç pratik amaç yoktur. Bilim için bilim, doğanın gizlerini çözmek için araştırma yapmakta ve bunların ardından pratik amaçlı, insanlığı refaha ya da rahata kavuşturan makinalar icat edilmektedir.

Kimyanın sanayie uygulanmasında sentetik boya çok önemli bir örnek oluşturur. Fakat bu da pratik amaçlı boya imali için yapılmış bir çalışma değildir. Nitekim İngiliz bilgini William Henry Perkin, sıtma hastalığında kullanılan kininin acaba "sentetiği" yapılamaz mı diye kömür katranı bileşimleri üzerinde çalışmalara başladıktan bir süre sonra bu bileşiği alkolle karıştırınca sentetik boyanın gizi çözüldü. O tarihten itibaren sentetik boya doğal ya da kök boyaların yerini almaya başladı. Çünkü, daha ucuz ve daha bol üretiliyordu. Doğal boya miktarı ve çeşidi kısıtlıydı.

Onların "Sonucu" Bize "SebeP" Oluyor

Verdiğim örnekler şunu açıkça gösteriyor ki dünyanın çehresini değiştirecek yapıdaki birçok icatlar onlar için bilimsel çalışmaların, bilimsel buluşların "sonucu"nu oluşturduğu halde onların 50-100-150 yıl gibi bir süreyi noktaltayan "sonuç"ları bizim toplumumuzda bir "sebeP" oluyor. Şöyle ki söz konusu icatların insanlara getirdiği rahat ve eğlence unsuru bizim onların "çalışma sonucu"larını almamıza "SebeP" olmaktadır.

Suyun buhar gücü 1700-1850 yılları boyunca daha öz bir deyişle birbuçuk yüzyıl süreyle Avrupalılara hizmet ettikten sonra onlar suyun değil gazların buhar gücüne yönelmeye başladılar. Çünkü gazın yanması daha çabuk ve süratli buhar oluşturuyor. Bu durum karşısında buhar makinası 1860'lardan itibaren yerini içten yanmalı motorlara bırakıyor. Burada kullanılan su buharı değil gazdı, petroldü artık güç kaynağı olarak.

1674 yılındaki bir makina taslağının 200 yıl süreyle mecburen rafta kaldıktan sonra 1880'lerde nasıl işe yaradığına bir örnek vermek isterim.

Astronom olan, daha çok optik araç-gereçlerle uğraşan, mikroskobu icat eden Leewoneuk'in yakın dostu Hollandalı bilim adamı Christlan Huygens, Fransız bilgin Papin'in buhar makinası çalışmalarından esinlenerek barutu Buhar Makinası emrinde kullanmak istedi.*

Suyun kaynayıp buharın pistonu yukarıya kaldırması işlemini çok ağır ve tembel bulan Huygens, âni buhar gücünün, barut patlatmak suretiyle elde edilebileceğini düşündü. Barutu patlatarak buhar makinasını çalıştırmayı denedi ama patlayan barut öyle tahrip ediciydi ki hem makineyi dağıtıyordu hem de işçilerin kazada tehlikeye geçirmelerine neden oluyordu. Bu yüzden, buhar makinasının, kaynatılan suyun buhar gücüyle çalıştırılması yolunda incelemeler sürdü. Ne zaman ki 1860'larda petrol ve gaz yağının patlama gücünden yararlanmak akıl edildi işte o zaman Huygens'in "barut"lu makinasına ait projeler raftan indirildi ve barut gibi çılginca

* Bakınız Fen'den Borçlu Batıya Geçmek, Reşit Aşçıoğlu sayfa 62

değil fakat yavaş yavaş -patlamalı da olsa ölçülü bir hızda ateşlenen petrolün buharından yararlanma yoluna gidildi. İçten yanmalı motorlar da böylece doğdu.

Avrupalıların bilimsel çalışmalarının sonucu olarak çıkan icatlar bize hazırlıksız, bilgisiz, nesilden nesile bilgi aktarmasından yoksun ve birikimsiz ithal -ülkeye ve toplum bünyesine dahil edilmektedir anlamında -edilmektedir. Televizyonu ele alalım. 1897 yılında keşfedilen Elektron'la ilgili yarım yüzyılı aşkın teorik ve pratik bilimsel çalışmalar televizyonu uydusuyla renklisiyle, canlı parıltısıyla, ikide bir yayın du-raklamalarına kesinkarşı koyuşuyla sanayileşmiş ülkelerin malı olurken bu konuda bilimsel çalışma yapılmamış ülkemize ydahil edildi. Elektronik araç-gereçlerin tami-ri, bilgisiyarın bakımıyla ilgili yedek parça ithali ve bakım, onarım için yabancılara ödediğimiz paranın haddi hesabı yoktur. Şimdi ödediğimiz bu "fuzuli" paralar yüz-yıllık Elektronik Bilimi açığımızın ceremesidir.

15 Ekim 1846 Perşembe günü Sultan Abdülmecit, Küçük Taksim'deki Mekteb-i Harbiye'ye gelerek mektebin imtihan heyetinin üyesi olan Derviş Efendinin "fizik ve kimyadan birer mesele alıp gösterirken bir kıt'a balonun uçuş esaslarını ve bununla ilgili hususları açıklaması" Padişah'ın memnuyiteni mucip olmuş ve Derviş Efendi'nin rütbesinin üçüncü rütbeden "Erkân-ı Harp Mirli'va" (Tuğgeneral) rütbesine yükseltilmesi için emir vermiştir.

Bilindiği gibi Montgolfier kardeşler ilk balonu 1783 yılında havalandırdılar. Bu ba-lon durup dururken havalanmadı. Montgolfier kardeşlerin arkasında "Gaz"larla ilgili tüm bilgiler birikimi vardı. Nitekim, bu kitapta daha önce birkaç yerde sözünü ettiğimiz İngiliziz bilgini Priestley'in yazdığı bir kitabın Etienne Montgolfier'e "Havadan hafif" bir gazı bir zarf içine doldurarak zarfı havalandırmayı ilham ettiği Meydan La-rousse'da kayıtlıdır. O tarihlerde "Havadan hafif bir gaz"ın varlığını bilmek için La-voisier'in "Hava 1/5 oranında oksijen ve 4/5 oranında azot gazlarından oluşmuş bir bileşimdir" formülünü bilmek gerek. 1774 tarihli bu bilgiye hemen hemen aynı tarihlere rastlayan Priestley'in bildiklerini de eklemek gerekir. Priestley'in eserinden Etienne Montgolfier'nin neden ilham aldığı anlamak için Meydan Larousse'un Pri-estley, Joseph maddesine bir göz gezdirelim:* "Priestley Havanın Çeşitli Türleri Üstüne Gözlemler ve Deneyler (Experiments and Observations on Different Kinds of Air) adlı eserini 1772'de yayınladı. Gazları cıva kabında toplayarak (1773) pek çoğunu, özellikle kükürt dioksit, amonyak, karbon dioksit, silisyum flüorür gibi suda çözünenleri ayırdı. Ayrıca kükürtlü hidrojeni, azot monoksiti ve 1783'de alko-lün sıcak kil etkisiyle ayrışmasından elde edilen Etilen'i buldu. Karbon dioksiti ince-le-di, bitkilerin solunumunu keşfetti ve farelerin solunumuyla kirlenen havanın, bir süre yeşil bitkilerle temas edince yeniden solunuma erişili duruma geldiğini gör-dü. En önemli keşfi, 1774'de bir büyüteç yardımıyla kırmızı cıva oksidi veya sülügen güneş ışınlarıyla ısıtarak oksijeni elde etmesidir. Henry Cavendish ile birlikte hidro-jeni yakarak suyun sentezini yaptı ve böylece suyun bir bileşik olduğunu kanıtladı.

Bir bilginin bir iki önemli buluş ve icat için ne deneyler yaptığı ya da hangi değişik alanlara el attığını gösterme bakımından Priestley'in Elektrik -bundan sonraki bölümden Yeni bir Bilim Devri daha Osmanlıların karşısına dikildi başlığıyla inceleyece

* Meydan Larousse Ansiklopedisi cilt 8 sayfa 19

ğimiz Elektrik konusu- alanıyla ilgili çalışmalarını Meydan Larousse'dan akkatramı yararlı buluyoruz: "Elektrostatik alanında, iletkenlerin yüzeysel olarak elektriklendiğini doğruladı (1767) ve bundan, elektrik yükleri arasındaki etki kanununun yer-çekimi kanunuyla aynı olduğu sonucuna vardı."*

Etienne Montgolfier'e "Havadan daha hafif gaz"ların varlığı konusundaki bilgiler balon uçurma ilhamı vermiş olabilir. Nitekim Priestley'in bir eserini okuduktan sonra Montgolfier Kardeşler (Etienne ve Joseph) bir zarfın içine havadan daha hafif bir gaz doldurarak havada uçurmayı başarırlar. Başardılar, çünkü, havanın bileşimini biliyorlar. Eğer bu iki tür gazdan oluşuyorsa hava, demek ki bu elementlerden daha hafif bir gaz doldurulan zarf elbet havadan daha hafif olacaktır ve hava zarfı kaldıracaktır. Örneğin havadan çok daha hafif hidrojen gazı konulabilir.

Etienne kardeşlerin ince ve iyi bir zarfı o tarihlerde nereden bulmuş olacakları da akla gelebilir. Tesadüfe bakın ki Montgolfier kardeşler ince kâğıt yapımı için Hollanda'ya öğrenime gitmişler ve daha sonra bu bilgileriyle dönerek Fransa'da ince kâğıt imaline girişmişlerdir.

Montgolfier kardeşler piknik yerinde yanan ocaktan savrulan saman, çöp, tüy gibi şeyayı görünce ısınan havanın hafiflediğini ve yukarıya doğru yükseldiğini akıl etmişlerdir. Balonun içini sıcak havayla doldurup soğuk hava tarafından kaldırılmasına olanak hazırlamaları bu bilgi sayesinde. Çünkü ısınan hava genleşiyor ve az miktarda hava genleşmek suretiyle balonun içini kaplıyor. Böylece soğuk havadan çok daha hafif olan belirli hacimli sıcak hava ile doldurulmuş balon havalanıyor.

Bir balonun ücurulması için gerekli bilgi birikimini aktardıktan sonra Derviş Paşa'nın Sultan Abdülmecit huzurunda 1846 yılında "bir kıt'a balonun uçuş esaslarını ve bununla ilgili hususları açıklaması"nın ne ifade ettiğini kendi kendimize soralım. Yukarıda saydığımız bilgilerden yoksun bir ortamda Derviş Paşa'nın verdiği izahat belki son derece önemlidir. Fakat bizim belirtmeye çabaladığımız nokta 1846 yılında dışarıdan ithal edilmiş balon semalanızda uçurula bile yukarıda saydığım bilgi birikimi ortamından yoksun ve nice bilgi ve deneyimlerden ve yarım yüzyılı aşkın süre gecikmeli bu olayla "yakın takip"nin nasıl mümkün olduğudur. Burada yalnızca 60 yıllık bir gecikme değildir söz konusu olan; 1783 yılının Montgolfier olayını hazırlayan daha önceki bilimsel olgular ve birikimlerdir. Ve, bunlara ait örnekler, sorunun yeterince verilmiş bulunmaktadır.

Derviş Paşa bütün mekteplerimizde temelders kitabı özelliğini korumuş olan bir kimya kitabıyla ünlüdür. Kitabının adı "Ulus-ı Kımya"dır.

Derviş Paşa'nın bu eseri, yirmi yıl süre ile, yani Kınımlı Aziz Bey'in 1868 tarihli "Kımya-i Tibbî" kitabını yayınlamasına kadar Türkçe basılmış tek kimya kitabı vasfını korumuş ve türkçe kimya dilinin yerleşmesi ve gelişmesinde büyük katkısı olmuştur.*

Ülkemizde bilimin yerli olarak bilgi üreterek değil de tercüme yoluyla girdiğine ilişkin ilginç bir cümleye Prof. Dr. Ekmeleddin İnsandoğlu'nun adı geçen kitabında

* Meydan Larousee Ansiklopedisi cilt 10 sayfa 327

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 9

rastlamak mümkündür: "Derviş Paşa, terimlerin mümkün olduğu ölçüde tercüme edilmesi taraftan olmakla birlikte tercümesi mümkün olmayan terimlerin aynen kalmasını uygun bulmuştur."*

Avrupa ülkelerinde Torricelli Atmosfer Basıncı'nı, Otto von Guericke Hava Boşluğu, Galileo Cisimlerin Yere Düşüş Hızını, Newton gökcisimlerinin Çekim Gücünü, Boyle Havanın Sıkıştırılmasını, Moreland Kaynatılan Suyun 2000 Kez Genleşip Buhar Oluşunu, Charles Gazların Isıtılınca Genleşmesini, Lavoisier Havanın Oksijen ve Azottan oluştuğunu, Dalton Maddenin Kendine Özgü Atomlardan oluştuğunu, Gay-Lussac Cisimlerin Bileşimini ve Ayrışmasını, Davy Elektroliz Yolu ile Suyun Gaz'a ayrışmasını incelerken tüm bunları bilimsel amaçlı araştırmalar çerçevesinde yapıyorlardı.

Osmanlı İmparatorluğunda Bilim Yolu'na yöneliş Sayın Prof. Dr. Aydın Sayılı'nın 1.nci Uluslararası Türk-İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresinde yaptığı önemli konuşmasından özet olarak verebiliriz. 15,16, 17 yüzyıllarda şahlanıp 3 kıtada at oynatan Osmanlı İmparatorluğunun 18.nci yüzyılın özellikle ikinci yarısından sonra yenilgilerle karşılaşmasının nedenlerini ararken Bilim ve Teknolojiye sarılmak isteğini görüyoruz. Bu aslında çok güzel bir düşünüş ve sanlıştır, fakat, "Bilim için Bilim" yapmakta geri kalma söz konusu olduğundan yaşa yetismekte engellerle karşılaşmaktadır.

Türkiye'de Mühendishane-i Bahri-i Hümayun'un 1773 yılında ve Mühendishane-i Berri-i Hümayun'un 1795 yılında kurulmaları, Osmanlı İmparatorluğunun kendini savunma ve varlığını koruma konusundaki derin endişesinin açık belirtilerini teşkil eder. Böylece, Türkiye'nin Batılılaşma hareketi için ilk açık ve esaslı dürtü Avrupa askeri teknolojiyle savaş ve askeri eğitim tekniği edinilmesi gereksiniminden doğmuştur.*

Avrupa'da Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesini sağlayan 17.nci yüzyıl ortallerindeki fizik, astronomi ve 18.nci yüzyıldaki kimya bilimi gelişmeleridir. Galileo, Torricelli, Otto von Guericke, Boyle, Newton, Huygens 17.nci yüzyılın yeşeren bilgindir. Priestley, Lavoisier, Cavendish, Bernoulli, Kont Rumford 18.nci yüzyılın yeşeren bilgindir.

Bu arada aynı bir bölüm, hattâ yalnızca aynı değil çok önemli bir bölüm olarak inceleyeceğimiz ELEKTRİK dünyasının bilgilerini burada saymıyorum. Çünkü ELEKTRİK şu ana dek anlatmaya çalıştığımız icat ve buluşlar arasında ayrı birer tatar.

19.ncü yüzyılın hemen başlarında yeşeren ünlü isimler Dalton, Gay Lussac, Avogadro İshak Efendi'nin Mühendishane-i Berri-i Hümayun'da ilk kez okutulmaya başlayan Mecmuai- Ulum-i Riyaziye kitabının basıldığı tarihten öncelere rastlar.

İshak Efendi'nin Mühendishane'de "Mekanik" ve "Hidrolik" dersleri verdiği de biliniyor.

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 8

* Prof. Aydın Sayılı, 1. Uluslararası Türk İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi cilt 5 sayfa 57

Peki Mühendishane-i Berri-i Hümayun'da İshak Efendi'den önce fizik dersleri verilmiş midir? Berri-i Hümayun'un kurulduğu 1795 tarihinden 1830'a dek kimya dersi verilmediği gibi "buna benzer bir dersin de" okutulduğuna dair bir kayda rastlanmamıştır. Acaba "buna benzer ders" ne olabilir? Fizik mi?

Kaptan-ı Derya Cezayirli Hasan Paşa'nın 1773'lerde bir gemi mühendisliği açmak için girişimde bulunması Avrupalıların denizcilik alanındaki gelişmelerini izleme ihtiyacından doğmuş umuhakkaktır. Fakat bu tarihlerde buhar makinası henüz gemilerde itiş gücü sağlayan makina olarak kullanılmaya başlanmamıştır. Amerikalı Fulton'un buhar makinalı gemi fikrini Avrupa ülkelerine ve özellikle Napolyon'a satmak istemesi sonuçsuz kalmıştır. Buhar Makinası'nın doğduğu ülke olan İngiltere 18.nci yüzyıl sonlarına doğru gemilere buhar makinası yerleştirmeye başlamış ve pervane uskurunu döndüren güç buhar makinasından kaynaklanmaya başlamıştır.

Eğer Kaptan-ı Derya Cezayirli Hasan Paşa'nın kurulmasına önyak olduğu Bahri-i Hümayun yakılıp yıkılmasaydı ve doğru-dürüst tedrisat devam ettirilseydi belki denizcilikte ilerlememiz sağlanabilirdi. Oysa bizde Buhar Makinası'nın gemilerde varlığı 19.ncu yüzyıl ortalarına rastlar. Gemiler için buhar makinasını Avrupa'dan aldığımız gibi Feshane, Hereke Fabrikası gibi kuruluşlarımızda güç kaynağı olarak çalışan buhar makinaları da 19.ncu yüzyıl ortalarında dışarıdan getirilmiş makinalardır. Lokomotif hareket gücü veren Buhar Makinası ise 1860'lardan sonra Sultan Abdülaziz zamanına rastlar.

Bütün bunlar gösteriyor ki İshak Efendi'nin Mühendishane-i Berri-i Hümayun'da kimya derslerini yanı sıra "Hidrolik" ve "Mekanik" gibi fizik dersleri vermesi bizde Buhar Makinası yapımını 19.ncu yüzyılın birinci yarısına alamamıştır. Ve, buhar makinalı Sanayi Devrimi 1700'den 1850'ye dek "rüzgâr" gibi hızla geçmiştir önümüzden. Biz onu yakalayamadan Sanayi Devrimi'nin ikinci yansında buhar makinasının yerini içten yanmalı motorlar devri almıştır. Osmanlı İmparatorluğu Buhar Makinası kullanımı ve hele yapımında çok geri olduğundan İçten Yanmalı Motor'la kalkınma teknik bilgisizlik nedeniyle, daha da zorlaşmıştır. Makina denen "becerikli demir yığını" ile fazla haşır-neşir olmayışımız ona yakınlık duymamızı, onu anlayabilmemizi geciktirmiştir. Sanayi Devrimi'nin birinci nesil makinaları olan Buhar Makinalarını birbuçuk yüzyıl gözden kaçırmamız ikinci nesil makinalar olan "İçten Yanmalı Motor"larla aramızın açılmasına neden olmuştur. Hele 1770'lerden 1870'lere dek aynı bir koldan ilerleyen bir başka "Bilim Dev'i" olan ELEKTRİK'le teorik ya da pratik olarak ilgilenme durumuna giremeyişimiz Sanayi Devrimi'nin 3.ncü aşaması diyebileceğimiz Elektronik Devrimi'ni "uzaktan" izlememize neden olmuştur. Çünkü Elektronik Sanayi "Elektron"un anlaşılmasına bağlı idi. Haliç Tersanesinde 1796-1799 yıllarında 3 no.lu kuru havuz yapılmıştır. 2 no.lu kuru havuz 1825 yılında, 1 no.lu kuru havuz ise 1857-1870 yılları arasında yapılmıştır.*

* Açıklamalı Türk Kimya Eserleri Bibliyografyası Prof. Dr. Ekmeleddin İhsanoğlu sayfa 5

* Yüksek Mühendis İsmail Hakkı Aksoy 1. Uluslararası Türk İslam Kongresi cilt 3 sayfa 49

Kuru havuzların sularını boşaltmak için Buhar Makinası kullanmak ancak üçüncüsünde (1 no.lu havuz) mümkün olmuştur. Ondandır öncekiler makinasız, başka bir deyişle dolaplarla boşaltılmıştır. Bunun nedeni buharla çalışan su tulumasını incelemek için Avrupa'ya gönderilen ilk mühendisimiz olan Selim Bey'in 1803'de Avrupa'ya gitmesidir.

Kuru havuzların sularının dolaplarla boşaltılması 1856 yılına kadar sürmüştür. İstanbul Zeytinburnu fabrikasında imal edilen buharlı tulumba makineleri, kuru havuz sularının boşaltılmasında kullanılmıştır. 1888 yılında mevcut tulumba makinelerinin eskimesi ve masrafinin artması üzerine İngiltere'den satın alınan buharla tahrikli santrifüj tulumba kullanılmaya başlanmıştır. Bugün üç kuru havuzun suyu tek bir pompa istasyonundan iki adet elektrikli santrifüj tulumba ile boşaltılmaktadır.*

İlerlemede-Gerilemede en Köklü Etken : Bilim-Teknik

Osmanlı İmparatorluğunun çöküş nedenlerini anlatmaya çalışırken Prof. Dr. Aydın Sayılı 1.nci Türk-İslam Bilim Kongresi açılışındaki konuşmasında şöyle diyor: "Newton dev eseri Principia'sını 1687 yılında yayınladığında Osmanlı bilim adamları henüz Kopernik'in çalışmalarından bile tam anlamıyla haberdar değildiler.""

Bu cümlede, bir alandaki bilgilere hakim olabilmek için zincirli tüm halkalarını bir araya getirmek gereği vurgulanmak isteniyor olsa gerek. Bundan da önemlisi, Prof. Aydın Sayılı'nın, Osmanlı İmparatorluğunu bilim alanında geri bırakan Avrupa'nın Bilimsel Devrimi'ni gerçekleştirenler arasında astronomi bilginlerine de pay ayırmasıdır.

"Avrupa'da Kopernik... Galileo, Kepler, Huygens ve Newton gibi bilginlerin başlatığı Çağdaş Bilimsel Devrim'in gelmesiyle..." diyor Prof. Dr. Aydın Sayılı.*

Bir "Elektrik Kanunu" ile ilgili olarak Priestley'in ortaya attığı formülün Astronomi kanunlarından birine dayandırılmış olması ilginçtir. Astronomi, Fizik ve Kimya biliminin daha geniş bir çerçeve içinde düşünülmesine her zaman yardım etmiştir. Radyasyon etkisinin anlaşılmasında Astronomi çalışmalarının katkısına ileride Radyoaktivite bölümünde değineceğiz.

Daha önceki bölümlerde Oksijen, Karbondioksit ve Hava'dan hafif Gazlar konusunda nice buluşlarına tanık olduğumuz İngiliz Bilgini Priestley Elektrik konusunda bir kanun koyarken Astronomi bilgisine dayanmıştır. Kısaca söylemek gerekirse, Osmanlı İmparatorluğunun çöküşünün nedenleri çok çeşitliydi. Bununla birlikte birbirinden farklı ve çeşitli etkenler arasında Avrupa'da bilimsel alandaki hayranlık uyandırıcı gelişmeler hiç kuşkusuz etkenlerin en köklüsü ve peşinden sürükleyiciydi. Ve, küçük düşürücü yenilgiler ve Avrupalı rakiplerinin yadsınamaz bilgi, teknoloji ve güç üstünlüğü karşısında Osmanlı İmparatorluğu modernleşme, Avrupa'yı üstün kılan hususlarda kopya etme ihtiyacını duydu.*

* Yüksek Mühendis İsmail Hakkı Aksoy, 1. Uluslararası Türk İslam Konferansı cilt 3 sayfa 49

* Prof. Aydın Sayılı 1. Uluslararası Türk İslam Bilim Kongresi cilt 5 sayfa 58

İstim Arkadan Radyasyon Önden Geldi

Prof. Sayılı'nın sözünü ettiği nedenlerden doğan çağdaşlaşma ihtiyacı bugün de devam ediyor mu acaba? Osmanlı İmparatorluğu tarafından 19.ncu yüzyıl ortalarında bilim ve teknoloji alanında Avrupa'ya ulaşmak için duyulan ihtiyaç 20.nci yüzyılın son çeyreğinde de duyuluyor mu?

19.ncu yüzyıl ortalarında Avrupa'nın Buhar Gücü, Elektrik Gücü, Gazlı Motor Gücü, Elektrikli Motor Gücü vardı. Avrupalı'nın ayağı yerden kesilmişti; Osmanlı hâlâ at üstünde yolculuk ediyor ve savaş yapıyordu. Motorize güçlerle atlı güçler karşı karşıya idi.

Yukarıda saydığımız dört güçten yalnız buhar gücü 19.ncu yüzyılın ikinci yarısında arz-ı endam etmişti. Arz-ı endam diyoruz çünkü nasıl ki bugün otomobilin endamı, televizyonun görüntüsü, bizi, içindeki motordan ve elektronik aygıtlardan daha çok ilgilendiriyorsa o zamanlar da buhar makinası vapur ve tren olarak ilgilendiriyordu. Bu çekici araç-gereçlerin ardında yatan 150-200 yıllık bilim-teknik çalışmaları sanki yokmuş gibi davranmayı tercih ediyorduk.

Peki, biz, 19.ncu yüzyılda "Buhar" nedir bilmiyor muyduk? Buharı elbet herkes ve her toplum biliyordu. Fakat Buhar Makinası'nın icadı için cisimlerin yeryüzüne düşüş hızını yani yerçekimi kanunlarını merak eden fizik bilgini ve "Dönen Güneş değildir Dünyadır" diyerek mahkeme önüne çıkacak kadar bilimsel cesaret sahibi astronomi bilgini Galileo'lar ve onun atmosfer basıncını keşfeden öğrencileri gereklidir. Hocasından aldığı bilimsel esinlemelerle havanın ağırlığını bulacak olan oydu. Torricelli havanın ağırlığı olduğunu bunun da yeryüzündeki cisimlere basınç yaptığını bulunca, Otto von Guericke de hava boşluğu yaratılan kaba atmosfer basıncının etki yaptığını bulacaktı. Papin de suyun kaynatıldığı silindirden buharın birden soğutulunca hava boşluğu yaptığını keşfedince silindir içinde pistonunu buhar etkisiyle yukarı; hava basıncıyla da aşağı indirmek sanayi devrimini doğuracaktı. Neyle? İşte Buhar Makinası adını verdiğimiz mucuze makinayla!

İnsanoğlunun yükünü, tüfeğini, topunu binlerce yıldır taşıyan "At"ın tarih sahnesinden silinmesine yol açan Buhar Makinası'nın 150 yıllık gelişiminden haberdar olmamak ve buna ayak uydurmamak insan aklının alamayacağı bir şey belki. Ama bugün, şu yaşadığımız ve tarihin tanıdığı olduğumuz günlerde Radyasyon konusunda olup bitenlerin de "Nasıl geçebiliyor bilim-teknikten habersiz yüzyıllarımız?" sorusunu haklı olarak bize sordurtabildiğini anlatmaya çalışacağız.

Bu bölüme kadar anlattıklarımız Padişahlarımızdan herhangi birinin -buhar makinasının ülkemizde ya gemide, ya trende ya da ilk fabrikalarımızda güç kaynağı olarak kullanılmaya ancak başladığı 1850'li yıllara dek tahtta olan Padişahlarımızdan herhangi birinin- rahatlıkla "İstim arkadan gelsin" diyebilecek bir teknolojik bilgisizlik içinde bulunduğunu ortaya koyacak niteliktedir.

Osmanlı Padişahlarının 150 yıllık ihmali ve Sanayi Devrimi'ni 1700'den itibaren İngiltere'de başlatan ve hattâ tamamlatan Buhar Makinası'nı gözden kaçırmışına şaşabiliriz ama Buhar Gücü'nden sonra Sanayi Devrimi'ni sürdüren Elektrik Gücü'nü de Osmanlı İmparatorluğu gözden kaçırmıştır. Nitekim "1915 yılı için hazırlanan sanayi

istatistiklerinde bütün sanayi kollarında toplam 80 elektrik motoru"* gözükmemektedir. Bu elektrik motorlarının toplam beygir gücü de yalnızca 1342'dir. İlerki bölümlerde ele alacağımız ELEKTRİK'in gelişiminde ayrıntılarına ineceğimiz üzere böylesine az beygir güçlü motor Avrupa'da yalnızca bir sanayicinin fabrikalarında ve bahçesinde kullandığı motor sayısına eşittir.

Türkiye Cumhuriyeti kurulduğu zaman ülkedeki toplam elektrik üretim miktarı 45 milyon kilovat/saat idi,* Bu da bizde termik ve hidroelektrik santrallerin ancak Cumhuriyet döneminde sonra gelişmeye başladığını gösterir.

1981 yılında büyük bir heyecanla Atatürk Barajının kuruluş çalışmalarını yerinde görmeye Urfa'ya gittikten sonra Suaf Uğurlu Barajı'nı görmek için de Samsun'a gitmiştim. Çarşamba Ovası'nı gezdikten sonra "Çarşambayı sel aldı" türküsünü değiştirecek barajlar adlı yazımda barajların ülkemizde hem elektrik üretimi hem de felaket önleyici yararlarını dile getirmeye çalışmıştım. Çarşamba Ovasındaki incelemelerim sırasında halkla yaptığım konuşmalarda, ne yazık ki, bizdeki zihniyetin hâla "Su akar biz bakarız" olduğuna tanık oldum. Su zenginliğimizden yeterince yararlanamadığımız kanısı halkımızda yer etmiş durumda.

Bir kez daha "Ne yazık ki" demek zorundayız. 25 Nisan 1986 günü Sovyetler Birliğinin güneyindeki Kiev kenti yakınlarında Çernobil Nükleer Santralinde meydana gelen kazanın yaydığı radyasyon konusunda Özal Hükümetinin tutumunu halkımız "Radyasyonlu bulutlar akar biz bakarız" şeklinde değerlendirmiştir.

"Biraz ciddi olalım"

Her zaman ciddi sorunlarla ilgilendiklerini iddia edemeyeceğimiz gazetelerimiz, Çernobil Nükleer Santralindeki kazayı yabancı haber ajanslarından öğrendiklerinde, 3 Mayıs 1986 günü sayılarında "Ölüm Bulutu geliyor" diye başlıklar attılar. Üzülen ve gördük ki- ve halkoyunun görmüş olması gerek- Başbakanımız Sayın Turgut Özal "Hadi canım" der gibi "Biraz ciddi olalım" sözlerini kullanmıştır radyasyon tehlikesi konusunda.

Başbakan Özal bu şekilde konuşurken radyasyon taşıyan Ölüm Bulutu'nu diğer ülkelerin ne denli ciddiye aldıklarına ait hemen hemen aynı günkü gazetelerimizden birkaç örnek verelim.

Bizde, maalesef, radyasyon yalnızca mala zarar vermiş gibi bir yola sapıldı. Döviz getiren fındık ve diğer ürünlerimiz Avrupa kapılarından geri çevrilince radyasyon ihracatı malı açısından önem kazandı. Daha sonra -maalesef birkaç ay sonra- çay nedeniyle radyasyon yine mal açısından ele alındı.

* Bilim Teknik Ansiklopedisi, Yeni Asır Yayınları, yazar: Reşit Aşçıoğlu sayfa 13

* " " " " " "

Bu durum, bana, Nötron Bombası'nı anımsattı. Bir ara, ABD yalnızca insanları öldüren ve binaları, eşyayı "dokunulmamış" durumda bırakan bir Nötron bombası yapmayı tasarlıyordu. Bizde de, bunun tersi düşünöldü, ve radyasyon yalnızca malla zarar veren, cana ise yenen yiyecekler nedeniyle zarar verecek bir tehlike olarak tanıtıldı. Oysa, çok ucuz yoldan ve fakat sağlam bilgi ve iletişimle halkımızın radyasyondan korunması için de ciddi önlemler alınabilirdi. Alınması da gerekirdi.

1 Mayıs 1986 günü -yani Çernobil kazası 25 Nisanı 26 Nisana bağlayan gece başlayıp Sovyetler Birliğince 5 tam gün gizli tutulduktan sonra- Cumhuriyet gazetesindeki haberde "Avusturyanın bazı bölgelerinde çocukların sokağa çıkmaması istendi" deniliyordu.

Avusturya hükümeti boşuna mı bu önlemi düşünüyordu? Radyoaktivite insana bina içindeyken, açıkta yakalamasına kıyasla, daha az zarar verirdi.

Yine 1 Mayıs 1986 tarihli Cumhuriyet gazetesinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanı Prof. Dr. Yüksel Özemre "Radyoaktif serpinti Türkiye'ye gelse bile etkill olmaz" diyordu.

"Gelse bile" demesinin nedeni belli. Çernobil Nükleer Santral kazasından sonra rüzgarlar -büyük bir talih eseri- güneyden kuzeye esmiş ve radyoaktif bulutlarla serpintiler Kuzey ölkelerine uzanmıştı.

30 Nisan 1986 günü bir Finlandiya gazetesi -Finlandiya'nın en büyük gazetesi Helsingin Sanomat- radyasyon Kuzey Avrupa'ya yayılmasaydı, Sovyetler, Çernobil kazasını insanlara tehlikeye atmasında, en azından bir merak noktası olarak takılıp kalmış bulunuyor: Tanrı korusun, rüzgarlar kuzeyden güneye esseydi 25 Nisan'dan itibaren, 30 Nisan günü "gereken tüm önlemler alınarak etkiler izleniyor" diye sayın Prof. Dr. Ahmet Yüksel Özemre'nin başkanı bulunduğu Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun uyarıcı aygıtları radyasyonu herkesten önce haber alabilecek miydi?

Gönöl bu soruya olumlu yanıt verebilmemizi ister ama fındıkta ve diğer ihraç ürünlerinde aylar sonra da çayda radyasyon görölmesinden sonra Sanayi ve Teknoloji Bakanı Cahit Aral'ın yaptığı açıklamalar pek de hazırlıklı bulunduğumuz kanısını uyandırmıyor. Çünkü Çernobil kazasından nice aylardan sonra Sanayi Bakanı Cahit Aral ve Prof. Dr. Özemre'nin açıklamaları radyasyonu önceden haber veren 40 uyarı merkezinin kurulacağını haber veriyordu. Prof. Özemre ayrıca sayısı yalnızca bir olan tahlil laboratuvarlarının 8'e çıkarılması için Çernobil kazasının bir vesile oluşundan söz açıyordu televizyondaki Aralık ayı konuşmasında. Gerek Aral gerek Prof. Özemre bu konudaki haberleri birer müjde gibi duyuruyorlardı.

Mantıken tüm bu uyarı sistemleri "çağdaş" bir ölkede hazır bulunmalıydı. Hazırlıksız yakalandığımız anlaşılıyordu. Başka bir deyişle "Radyasyon önden, çok önden gelmişti" bize.

Radyasyon'un "önden" geldiğini değil de "çok önden" geldiğini belirtmemizin nedeni, 1895 yılında Roentgen tarafından x- ışınlı radyasyon ve 1896 yılında da Becquerel tarafından radyoaktivite olgusu keşfinin üzerinden yaklaşık bir yüzyıl geçmiş olmasına rağmen bu alanda çok az çalışma yaptığımızdır. Sanayi Devrimi'ni kavramış ölkelerin 1896 yılından itibaren radyasyon ve radyo

aktivite konularında yaptıkları çalışmalara bakınca, bizde, bu konuda pek az çalışma yapıldığı ortaya çıkacaktır. Radyasyon ve radyoaktivite açılarından "çağdaş ülke" olmak demek, elin günün nükleer santralini almak, erken önlem almak için kazanın olmasını beklemek demek değildir.

1895 yılından itibaren bu alanlarda yapılan türlü çeşitli bilim-teknik çalışmalarını izleyemediğimizden ötürü "Radyasyonun kazasına kaldık".

Röntgen'in X-ışınlarını ürettiği aygıtı icat edişinden bu yana bir yüzyıl geçtiği halde ülkemizde ne Röntgen cihazı yapılabilmekte ne de Röntgen filmi.

1981 yılında Sanayi Bakanı Mehmet Turgut başkanlığında Güney Kore'ye yaptığımız bir gezide ünlü sanayicilerimizden sayın Sakıp Sabancı laf arasında bir dostuna "Kızılay Röntgen filmi imal edecekti, ne oldu o iş?" diye bir soru sormuştu. Bu gibi önemli ve ciddi sorunlarla ilgilenen sanayicilerimiz de var diye çok sevinmişim. Fakat ülkemizde özel sektörde de bürokrasi öyle işliyor ki Sakıp Sabancı gibi bir sanayiciye "DÜYUN-U FÜNUN-U UM UMİYE ya da Fen'den Borçlu Batıya Geçmek" başlıklı kitabımızı şahsen sunmaya 1986 yılında imkan bulamadık. S.S. (Sekreterler Saltanatı) nedeniyle önemli ve ünlü kişilere ulaşmak da ayrı vakit ölümünü gerektiriyor. Aynı şekilde ünlü sanayicilerimizden sayın Feyyaz Berker'e de şahsen kitap sunmanın konuya dikkat çekme bakımından sağlayacağı isabete S.S.'leri ikna edememekten ötürü ulaşamamıştık. Batı'ya olan 250-300 yıllık bilim-teknik borcumuzu dile getiren bir kitabın yazarına önemli mevkilerdeki kişiler "5 dakika"larını ayıramıyorlar. Bu arada sayın Can Kıracı gibi kitaptan etkilendiğini dile getiren mektuplara vakit ayıranlar da bulunabiliyor.

Çernobil Nükleer kazası Düyun-u Fünun-u Umumiye kitabındaki görüşümüzü -Batıya kıyasla büyük bilgi noksanımızı topluma anlatmak ve gerçekle tanışmasını sağlamak- maalesef destekler niteliktedir. Çünkü 1895'den bu yana Buhar Gücü noksanımıza, Elektrik Gücü noktasınımıza bir de Nükleer Güç noksanımız eklenmiştir.

Işınlamadan Işınlamak!

X-ışınları Radyasyon'un bir çeşididir. Bu nedenle ileri ülke bilim adamları 1895 yılından itibaren laboratuvarlarda daha sonra anlatacağımız çeşitli deneyler dolayısıyla "Işın" sorunuyla ilgilenmişler ve birçok maddeyi "Işın"lamışlardır.

X-ışınının ne olduğunu anlayabilmek için önce ELEKTRİK NEDİR onu bilmek gerek. Çünkü X-ışını, içinin havası boşaltılmış bir cam tüpe elektrik akımı verilince sağlanan bir radyasyondur.

Güneş de X-ışını kaynağıdır. Bu nedenle doğal X-ışını radyasyonu ile insan eliyle yaratılmış X-ışını radyasyonunu ayırt etmek gerek.

1896 yılında Fransız bilgini Henri Becquerel'in radyoaktiviteyi bulması, bilginlerin özellikle Curie'lerden itibaren yeni bir "radyasyon çeşidi" ile ilgilenmelerine yol açtı. Bu radyasyon kaynağı da Uranyum gibi doğada bulunan elementlerin yaydığı radyoaktif ışındır.

Radyasyon yayan Uranyum gibi elementlere "Radyoaktif" adı verilmiştir. Dedeki bu gibi elementlerin yaydığı ışınların (radyasyonun) daki yaydığı yüksek enerjiden yararlanarak insanoğlu, maddenin en küçük yapıtaşı olan atomun çekirdeğinden

yasyonla bombardıman edip atomu parçalamıştır. İşte, nükleer enerji çekirdek demek olan nukleus'tan gelir. Atom çekirdeği -nükleus'un- parçalanabilmesinden doğan muazzam enerjidir atom enerjisi.

Atomun parçalanması laboratuvar deneyleri sırasında 1938 yılında Alman bilginleri Otto Hahn ve Strassman tarafından gerçekleştirilmiştir.

Atomun parçalanmasından doğan radyasyonun tehlikeli işlerde -yani savaşta- kullanılması 1945 yılında Japonya'ya atılan Amerikan atom bombası ile başlar. O tarihe dek radyoaktif -doğadaki- maddelerin radyasyonundan ancak laboratuvarlarda yararlanılmaktaydı. Doğada mevcut radyoaktif maddeden yararlanarak insanoğlu maddenin atomunu parçalayıp bu parçalamadan büyük miktarda enerji elde etmeyi başarmıştı.

Böylece X-ışını insanoğlu Röntgen'den başlayarak elde etmiş, tıpta insanlığın yararına kullanmıştı; ve doğada mevcut uranyum gibi radyoaktif maddenin radyasyonu sayesinde de atomu parçalayıp çıkan radyasyonun büyük enerjisini nükleer santrallarda kullanmaya koyulmuştu.

1895 ve 1896 yıllarındaki önemli radyasyon keşifleriyle ve bunları üreten cihaz yapımıyla ülkemiz laboratuvarlarında ilgilenilemedi. Bizde X-ışını kullanımı röntgen cihazı kullanımıyla başlamıştır. İleride göreceğimiz üzere tıptaki kullanımından başka daha nice önemli alanlarda deneyler için kullanılmıştır X-ışınları. Nitekim Becquerel 1896 yılında X-ışını deneyi yaparken uranyumun radyoaktif madde olduğunu keşfetmiştir.

Radyoaktif maddelerin yaydığı Radyasyon -Işınım-dan üretmek üzere ise Atom çalışmalarına girmemiz çok gecikmiştir.

X-ışınlarının bulunması, Alman bilgin Wilhelm Roentgen'e, 1901 yılında dağıtılmaya ilk kez başlanan Nobel ödülü kazanmasına neden olmuştur. Ve 1901'de X-ışınları için verilen ilk Nobel ödülünden sonra 40-50 Nobel ödülü daha Becquerel ve Curie'lerden başlamak üzere Radyasyon alanında çalışmalar yapan bilginlere verilmiştir.

Tıp alanındaki kullanımı nedeniyle Türk toplumu olarak X-radyasyonu ile az çok içli-dışlı olmamıza karşın, radyoaktif madde ışınlarının yalnızca seyircisi durumunda kalmış bulunuyoruz. Radyoaktif radyasyon üretmek çok ileri teknolojiyi gerektirir. Radyasyon üretebilen toplumlardır ki atomu parçalayabilmişler ve atomun parçalanmasından doğan enerjiyi Nükleer Santrallerde zapt edebilmişlerdir. Zapt edilemeyen Radyasyon mahveder.

1895 yılında dünya bilim sahnesinde doğan Radyasyon teknolojisinde geri kalmışlığımızdan elbet Özal hükümeti sorumlu olamaz. Hangi hükümet olsaydı aynı şekilde davranacaktı. 100 yıl süreyle "Işın"la "Işın"ın tehlikeleri ve yararlarıyla birarada yaşayan toplumlar ışınlanmanın ve ışınlanmanın tehlikelerini daha iyi kavrayabilirler. Bu doğaldır.

Biz hiç "Işın" üretmeden "Işın"landık!

İsveç Sovyet Radyasyonunu nasıl haber aldı?

25 Nisan gecesini 26 Nisan sabahına bağlayan haftasonunda İsveç'teki radyasyon ölçüm istasyonları, havadaki radyoaktivite miktarının, normalin 4-5 katına doğru yükseldiğini saptadılar. O günlerde İsveç'in güneyindeki Formarsk Nükleer Santralinde baş gösteren bir arızanın söz konusu radyasyon artışının kaynağı olabileceğinden kuşkulandılar. Santral tümüyle boşaltıldı, gerekli tüm önlemler alındı fakat yine radyoaktivite miktarı artmış durumunu koruyordu. İsveç'te esen rüzgarlar Sovyetler Birliğinden geliyordu. İsveç makamları 27 Nisan 1986 Pazartesi günü sovyet makamlarına başvurarak Sovyetler Birliğinde radyasyon artışı konusunda olağanüstü bir durum olup olmadığını sordular.

İşte, İsveç'in bu başvurusundan 6 saat kadar sonra Sovyet Resmi TA6S Haber Ajansı Çernobil Nükleer Santral kazası olduğunu açıkladı.

Demek oluyor ki bizim bundan sonra kuracağımız radyasyon uyarı ve ölçüm istasyonları İsveç'de çoktan kurulmuştu. Bundan daha doğal bir şey de olamazdı. Çünkü İsveç, ülkesi üzerinde epey sayıda Nükleer Santrale sahipti. Radyoaktivite artış ve azalışını en azından kendi ülkesindeki durum için izlemek zorundaydı. Hem sonra, İsveç, 20 yıldır Nükleer Santraller kaldırılсын mı kaldırılmasın mı tartışmasıyla meşguldü. Başka bir deyişle "biz giderken onlar geliyor"du. Şöyle ki Nükleer Santrallerini kurmuşlar, uzun yıllar elektrik enerjilerini bu santrallerden sağlamışlar, radyasyon üzerine kendi laboratuvarlarında nice deneyler yapmışlar ve şimdi de zararlarını görerek Nükleer Santrallerden vazgeçilsin mi vazgeçilmesin mi tartışmasını siyasi partiler seçim sorunu yapmışlardı. Biz ise Bilim-Teknik açısından radyoaktivite ile ilgili hiç çalışma yapmadan, Nükleer Santral kurmadam, ithal edilecek "Anahtar teslim" Nükleer Santraller zararlı mı yararlı mı diye "siyasi" tartışmalara gireceğiz!

Bir konunun bir ülkede sorun olması sonra da bu sorunun bir seçim programına alınması ya da alınmaması radyasyon tehlikesini "ezbere" bir konu yapmaktan çıkarır. Halkoyu bu konu ve sorunla yakından ilgilenme fırsatı bulmuştur, zararlarını ve yararlarını yıllardır tartışmıştır. Bu konudaki yararlar ve zararlar muhasebesi nesilden nesile aktarılacak birikime ve olgunluğa da kavuşmuştur.

Ülkemizde Nükleer Santral kurulmasına yeni girilmektedir. Üstelik halkoyunda bir tartışma açılmadan Nükleer Santral yapımına gidiliyor.

Yaklaşık 100 yıldır radyasyon denen olguyu okulda, laboratuarda, barışta, savaşta ve seçim platformlarında görme, duyma, tartışma fırsatı bulan bir toplumla radyasyonun tehlikelerini ve yararlarını "ezberleyen" toplum farklıdır.

Elektriğin 1800'lerde icadından 100 yıl sonra, elektroniği elektriğin bir devamı olarak değil de tepeden inme elektronik-araç gereçleri ve televizyon olarak gören, transistörün selefleri olan dinozor-tüpleri tanımamış olan toplumumuzun "bir anda" Elektronik ve Nükleer Çağ'a adım atması beklenemez. Bu normaldir. Katetmemiz gereken mesafenin anlaşılması için Çernobil Nükleer Santral kazası çok önemli

örnek oluşturur. Hiçbir icat "anahtar teslimi" fabrikadan alınıp özümsemez. Çünkü hiçbir bilginin "anahtarı teslim edilmemektedir" mucitleri tarafından. İcat sırları perde arkasında kalmakta, icat sahnede dünya halkoyuna sunulmaktadır.

"Anahtar teslimi fabrika"lar arasına kesinlikle girmeyecek olan bir şey varsa o da Nükleer Santrallerdir. Barışçı amaçlarla kullanılan nükleer santralleri bilgisizlik yüzünden savaş sırasında kullanılan birer atom bombası haline dönüştürmek çok mümkündür. Tehlikeye Dikkat!

Bu kitabı yazdığım sıralarda bir yolcuyu uğurlamak üzere gittiğim Yeşilköy Atatürk Hava Limanında karşılaştığım manzara halkımızda elektrik ve elektronikbilgisinin ne düzeyde olduğuna dair önemli bir örnek verdi.

Önümde geçen bir insan, bir eşya ya da insan ısısından etkilenecek elektrik devresi açılış-kapanışıyla kendiliğinden -otomatik olarak- açılıp kapanan havalimanının pasaport kontrol kapısındaki bir vatandaşımız, ringde boksörden habire yumruk yiyen biri gibiydi. Hafiften ileri doğru eğilince görüntüsünün ışığı kesmesiyle açılan camlı kapılar, vatandaşımız polis karşısında hafif gerileyince kapanır gibi yaparken tekrar açılıyordu. 10 cm.lik alan içinde "gel-git" ile kapının "vur-git"i arasında vatandaşımız habire kapıdan yumruk yiyordu. Bir adım geri gitse "dışarıda" kalmış olacığından, sırasını kaybedeceğinden korkan vatandaşımız çarnaçar elektrik kumandalı kapının darbelerine hedef oluyordu. Bir adım ileri gitse cam-kapı neredeyse burnunu kıracaktı. Bir adım geri atsa "dışarıda" kalacaktı.

Bu durumu gören başka bir vatandaş ta herkesin önünde soruyordu kızarak: -Yahu, kim yapıyor bunu?

Pilli, elektrik jeneratörünü oyuncak gibi neredeyse evinde yapan Avrupalı, elektrik çarpmaları açısından ufak ufak deneylerle neredeyse "aşı" olmuş gibidir. Bu bilgisi sayesinde de kuvvetli elektrik çarpmasından ya da gaz tüpünden çıkan kaza sayısı çok değildir ileri ülkelerde. Elektriğin, gazın içiğini-cıcığını biliyor.

Avrupalı ve Amerikalı 19.ncu yüzyıl boyunca evindeki oyuncak telgrafla elektrik devresi kapamasını açmasını ezbere bilir. Bu bilgi birikimi telefon dönemine aktarılmıştır. 20.nci yüzyıl başından itibaren de elektrik'ten sonraki adım elektronik olmuştur. Gümrük kapısının "otomatik çarpması da "Elektronik çarpma"sıdır. Gerek Elektroniğin doğuşu, gerek Atom çekirdeğinin parçalanması hep Maddenin Atom Teorisi'nin oluşumu peşinde koşan bilgilerin ürettikleri bilgilerin eseridir. Bunu ayırtılarıyla göreceğiz.i

Röntgen'in X-ışını da, elektron da hep elektrik'ten çıktı. Radyoaktif ilk maddenin keşfi de Becquerel'in X-ışını peşinde koşmasından çıktı.

Elektron'un keşfi de, ister istemez, Atom'un Çekirdeği'ne götürdü insanoğlunu. Çünkü atomun dış bölümündeki negatif elektrik yüklü ELEKTRON keşfedilince "Bunun POZİTİF yükü nerde?" sorusu çıktı ortaya! Bu nedenle Maddenin Atomik Teorisi'ni izah çerçevesindeki kitabımızın bundan sonraki bölümünde ELEKTRİK, ELEKTRONİK ve RADYOAKTİVİTE ayrı ayrı anlatılacaktır.

Bize güven... Gerisini merak etme sen...

Prof. Dr. Ahmet Yüksek Özemre, Çernobil Nükleer-Santral kazasından yayılan radyasyon konusunda halkoyuna ayrıntılı bilgi verilmemiş olmasını "anlatılması zor bir konu olması" açısından haklı gösterebilir. Fakat "Avusturya'daki gibi insanların radyasyona karşı korunmasında tedbir olarak o günlerde "sokağa çıkmamalarını" önerebilirdi. Bunu herkes anlayabilirdi.

1 Mayıs 1986 tarihli gazetelerde yani Çernobil Nükleer Santralinden yayılan tehlikeli radyasyon İskandinavya ülkelerini ve Avusturya, Polonya gibi Orta Avrupa ülkelerini bulutlarla tehdit ettikten 15 gün sonra Özemre "Radyoaktif serpinti gelse bile" diye "etkili olmaz" yargısına varıyordu. Bu konuşmasındaki rahatlık ve güven biraz da şundan ileri geliyor olabilirdi: Çernobil'den ilk radyoaktif bulut-rüzgarların günden kuzeye esmesi sayesinde- İskandinavya, Finlandiya ve Baltık Denizi'ne uzanmıştı. 2.nci bulut kümesi Doğu ve Orta Avrupa ülkelerinin tamamını, Güney Almanya, İtalya ve Yugoslavya'yı etkisi altına almıştı. 3.ncü bulut Ukrayna ve doğusunu, 4.ncü bulut Balkanlar, Romanya ve Bulgaristan'ı etkilemişti. Ancak 5.nci ulut kümesi Karadenizle ülkemizi etkisi altına almıştı.

5.nci bulut kümesinin beşinci altıncı günde gelmesi belki de çok uzak bir ihtimaldi. Prof. Özemre, dünyanın geniş bir bölümünü kolaçan etmiş radyoaktif bulut kümelerine rağmen 1 Mayıs tarihli Cumhuriyet Gazetesinde aktarılan konuşmasında "Olay çok mevzidir. Böyle bir kaza Türk kamuoyunu paniğe sürüklememelidir. Kiev bizden 800-900 km. uzaktadır" demiştir. Acaba sözü edilen binlerce kilometre uzaklıktaki bölgelere uzanan radyoaktif bulut olayı için "mevziidir" sözcüğü kullanılabilir mi?

Radyasyon bulutunun ülkemizi halkoyundan habersiz olarak dolaştığını hükümet yetkililerinden ve Atom Enerjisi Koruma yetkilisinden taksit taksit öğrenmemiz de en azından sinir bozucu olmuştur.

Adapazarı, Bolu, Şile -yani İstanbul'a yakın bölgelerde- dolaylarında Mayısın ilk günlerinde dolaşan bulutun gelişini Aralık ayında sayın Özemre'nin televizyon konuşmasından öğrenince bir vatandaş olarak paniğe kapılmamak elde değil. Radyasyon bulutunun Ordu üzerinden geçtiğini bir-iki ay sonra fındık ihracatımız, Rize'de dolaştığını birkaç ay sonra çay ihracatımız nedeniyle öğrendik. Beri tarafta, yani İstanbul'a yakın bölgeleri de dolaştığını Aralık ayında öğreniyoruz. 6 ay taksitle! İyi haber 6 ayda hazırlanıyor demek TRT tarafından. Oysa 3 Mayıs 1986 gününü dün gibi hatırlıyorum: Edirne dolayındaki bölgeleri etkisi altına aldığından kuşku duyduğumuz radyasyon bulutu İstanbul için "tehlikesizdir" diye, sabahın erken saatlerinde yağmur çiselemiş olan İstanbul semalarının altında tıpış tıpış Dolmabahçe'deki futbol maçına gitmiştik!

1986 yılının Aralık ayında TRT televizyonu tarafından radyasyon konusunda yapılan ve spikerin de Mesut Mercan olduğunu hatırladığım yayında "alfa, gamma, yani X-ışınları" cümlesi kullanıldı. TRT'nin bu cümlesi karşısında Başbakanımız gazetelerden talep ettiği ciddiyeti TRT'den de istemesi gerekir. Çünkü görecekmişiz üzere X-ışınları ayrı , Gamma ışınları ayrı şeylerdi. Alfa zerrecikleri ise apayrı şeylerdi.

Her şey, başından sonuna kadar -henüz sonunu bilemeyiz çünkü radyoaktif ışınların insanlara, hayvanlara ve bitkilere yaptığı zarar 10,20,30, 100 yıl sonra da ortaya çıkabilir -şu felsefe içinde yürütüldü: "Bize güven... Gerisini merak etme sen..."

Doğrusu ya merak ediyoruz; ve bu merak daha nice yıllar sürecek!

Bu arada şunu da belirtmeden geçemeyeceğim. Çernobil Radyasyon Bulutu'nu izleyen günlerde Prof. Dr. Ahmet Yüksek Özemre televizyon önünde durmanın da işına maruz kalma bakımından tehlikeli oluşuna işaret ediyordu. Evet, tehlikelidir ama televizyonun ELEKTRON TÜPÜNDE uyarılan elektronların enerjisi ile radyoaktif maddeden yayılan ELEKTRON'ların -ya da Beta zerreciklerinin- enerjisi farklıdır. Hele Alfa zerrecikleriyle mukayese edilemez. Isaac Asimov'un da belirttiği gibi alfa ışınlarıyla beta ışınları arasındaki tehlike çok farklıdır: "Radyasyonun yapısı önemlidir. Belirli miktardaki ağır kütleli zerreciklerin dokularımızda kimyasal değişiklikmeydana getirmesi hafif kütleli zerreciklere kıyasla daha etkili olur. Diyecekmişiz şu ki alfa zerrecikleri şeklinde gelen enerji elektron şeklinde gelen aynı miktardaki enerjiden daha tehlikelidir.*

Alfa zerrecikleri Elektron zerreciklerinden 7.000 kez daha kütlelidir.*

Elektron Tüpünde uyarılan Elektronlara kıyasla radyoaktif maddeden yayılan Elektronlar 1.000 kez fazla enerjiye sahiptirler.*

İleri Ülkelerin Aldığı Önlemler

Çernobil Nükleer Santral kazasından sonra ileri ülkeler tarafından ne gibi önlemler alındığını sıralayıp bunların kapsamı hakkında belirleme açısından Prof. Dr. Müh. Nezi Özden'in Cumhuriyet Gazetesinin 13 Haziran 1986 tarihli sayısında çıkan bir yazısından bir bölüm aktarmayı uygun buldum. Bu makalede şöyle deniyor: "Batı toplumu klasik sağlık sorunlarını çözümlemiş, sıra radyasyon sağlığına gelmiştir. Aynı titizlikle şimdi onunla meşguldür. Bizim, yığınla sağlık sorunumuzu unutup tüm dikkatimizi radyasyon üzerinde odaklamamız bir dikkat saptırmasına da yol açabilir. Doğa koruması konusunda da aynı şekilde davranmalıyız. İtiraf edelim ki, basın, çevresini hınçla tahrip etmeyi fütursuzca sürdürmekte olan resmi ve özel sanayimize karşı radyasyona gösterdiği ölçüde hassas ve ısrarlı değildir. Oysa kömür santrallarımızı, çelik fabrikalarımızı, kimya fabrikalarımızı vb. çevrelerini kirlletmekten alıkoymadıkça, gelecekte radyasyon kirlenmesini önlemede hafif kalmaya mahkûmuz. Zira olay bir disiplin alışkanlığının ülkede yer etmesi sorunudur."

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 658

* Fundamentals of Physical Science, B.Krauskopf, Beiser, sayfa 321

* L'Aventure de l'Electricite, Ringuet-Flammarion Yayınları sayfa 152

Prof. Dr. Müh. Nezihi Özden'in bu yazısına yer vermemizin nedeni âni bir Nükleer Santral kazasıyla anların üstüste birikmesiyle sürelilik kazanan "Doğayı Koruma Kazası"nın boyutlarını eş saymamızdandır. Bir ülke toprağının erozyondan sürekli kayıp vermesi, denizlerindeki canlı türlerini yoketmesi, suyun oksijenini azaltıp baktıklık gazını çoğaltması, rüzgarı durduran ormanları yok ederek hava moleküllerine settanımaz çılgınca rüzgarlar kılmak kanaatimca "Maddenin durdurulamayan parçalanışı" dır. Bu tanımla "Doğayı Koruma Kazası" ile Nükleer Santral Kazası eş tehlike boyutlarındandır; çünkü, nükleer santral kazasında da maddenin, yani atomun kontrollü tüketiminin birden azması ve durdurulamayan parçalanması söz konusudur.

Doğayı Koruma ya da Çevre Sağlığı adı altında Türkiye'ye ileri ülkelerden "ithal" edilmiş olan soruna karşı tutumumuz radyasyona karşı olan tutumumuzdan farksızdır. Doğayı neye karşı nasıl koruyacağımızı bilememekteyiz. Çevre Sağlığı ve Doğayı Korumak da Nükleer Santral gibi kimya, fizik astronomi bilimlerinin derinliklerine inmeyi gerektirir. Maddenin Atomik Teoris'i'ni sağlam fizik-kimya-astronomi-biyoloji bilimiyle kavrayamazsak küçücük zerreciklerden yapıli olan sapasağlam ve kaskatı görünen topraklarımızın, nasıl un ufak darmadağın olabileceğini anlayamayız.

Doğayı ve insanı korumada hassas davranan ileri ülkelerin aldıkları gerek bu alanlardaki gerekse radyasyona karşı korumadaki önlemler muhakkak ki geri kalmış ülkenin alacağı önlemlerle ayrı olamaz.

Sovyetleri Çernobil kazasına ait suskunluktan vazgeçirip konuşmaya zorlayacak kadar ileri teknoloji aygıtlarına sahip İsveç, hemen radyasyon tehdidi altındaki bölgeleri saptayıp oralarda süt tüketimini durdurdu ve üretilen sütü imha etti. Radyasyon tehdidi altındaki toprakları tarıma kapattı. Bu topraklardaki ürünlerin tüketimini önledi.

Polonya'da başkent Varşova ile ülkenin kuzeydoğu bölgelerinde sağlık kliniklerinde çocuklara muhtemel radyasyon zehirlenmesine karşı iodin çözeltisi verildiği bildiriliyordu. Hamile kadınlarla çocukların dışarı çıkarken alacakları önlemler duyurulmuştu.

Daha önce de belirttiğimiz gibi Avusturya çocuklarını sokağa çıkarılmamasını öneriyordu. Çünkü radyasyon, kalın beton duvarları ve hele kurşundan yapılmış duvarlara sızamazdı.

İsveç'te Ren geyiği yetiştiren, balıkçılık ve kiraz meyvacılığı yapan 15.000 kişinin uğradığı zararın 145 milyon doları bulduğu bildiriliyor ve Moskova aleyhine bir tazminat davası açılacağı bildiriliyordu. Kiev'den bir hayli uzak -hele bizim Karadeniz sahillerimize kıyasla çok uzak olan İngiltere bile 1 Eylül 1986 tarihli Amerikan dergisi Time'de bildirildiğine göre zarar gören çiftçileri adına Moskova aleyhine 15 milyon dolarlık tazminat davası açmayı düşünüyordu.

Talih bize radyasyon tehlikesi konusunda 5-6 günlük bir uyarı süresi tanıdığı halde biz ya uyarı istasyonu yokluğundan ya da lākayt davranışımızdan ötürü radyasyon bulutları üstümüzde dolaşırken radyoaktifite miktarını saptayamamış "bulutları kaçırmış"tık. Bunun sonucu olarak da "Bizde bir şey yok, bizde bir şey yok" ve "Radyasyon gelse bile tehlike olmaz, bizim için tehlike yok" savunmasıyla kraldan fazla kral kesildik Çernobil'in radyasyon tehlikesi karşısında.

Time dergisinde söz konusu yazı yayınlanırken, bizim gazetelerimizde "Kuduzdan korkma, aşısından kork" başlıklı yazılarla çağdaş aşılarla henüz sahip olmayışımızdan yakınılıyordu.

Yine 1 Eylül 1986 tarihli Amerikan dergisi Time'da Çernobil Nükleer Santral kazasının yol açabileceği ölüm ve hastalık konularıyla muhtemel felaketzedelerin sayıları belirtiliyordu.

Amerikalı uzmanların kanısınca (Bilindiği gibi radyasyonun neden olduğu kemik iliği kanseri nedeniyle Amerikalı doktorlar kemik iliği nakli ameliyatları için Sovyetler Birliğine davet edilmişlerdir) 5.000 kişi radyasyon etkili kanser hastalığından erken ölüme mahkumdur. Yine Amerikalı uzmanların kanısınca 10.000 kişi tiroid kanserine yakalanacaktır. Bu kişiler arasında 1.500'e yakın ölüm olacaktır. Avrupa ülkelerinde bu konuda korku hüküm sürmekle birlikte söz konusu ölüm ve hastalık tehlikesinin Sovyetler Birliğinde söz konusu olduğu Time dergisi tarafından belirtilmiştir.

Ne olursa olsun, bu sayılar ve Avrupa ülkelerinde alınan önlemler bizde de birazcık daha tedbirli davranılması gereğini doğurmalydı.

Mor-ötesi ışın 0,01 mikron dalgaboylu X-ışını 0,00001 mikron dalgaboylu

"Radyasyon" sözcüğü bizde birden Çernobil Nükleer Kazası dolayısıyla ortada belirlediğinden radyoaktivite ile eş anlamlıymış gibi korku duymaya başladık. Oysa, güneş ışığını prizmadan geçirerek 6 renge -kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor- dağitan Newton, Radyasyonu, hiç de tehlike ifade etmeyen anlamında kullanmıştır.

Newton'un, 1666 yılında, güneşin gözümüz tarafından algılanan beyaz ışığını cam prizmadan geçirip 6 renge ayrılışını Isaac Asimov şöyle dile getiriyor: "Newton, güneş ışığının ya da "beyaz ışığın" belirli ışınlar (radiations) kanşımından ibaret olduğunu göstermiştir.

Güneşin ışınlarından "gözle görülebilir" olan bu 6 rengin dalgaboyları ölçülmüştür. Bir mikron'un santimetrenin onbinde biri olduğunu göz önünde tutarak kırmızı renge ait dalgaboyu 0,78 mikron, mor renge ait dalgaboyu 0,39 mikron olarak saptanmıştır.

Bu sayıları vermekteki amacımız "gözle görülebilir" olmayan mor-ötesine ait dalgaboylarının 0,39'dan daha da küçülerek 0,01'e kadar vardığını anlatmaktır.

Işınının dalgaboyu ne denli küçülürse enerjisi o denli yüksek olur. Bu durum kar

şısında bazen ya vaylarında güneş altında fazla kalan esmerleşmeye meraklı kişilerin ultraviyole (morötesi) ışınımına mâruz kalmasından bilim adamlarının endişe duymaları adı geçen ışınların fazla enerji olmasıdır. Enerjisi yüksek ışınım cilde ve vücuda zarar verir. Bilim adamları, şimdi haklı olarak bir endişe dolu duygular: sprej kutularının itme gazları atmosferin ozon tabakasını delerse morötesi ışınlar için "filtre" işlevi gören bir engel delinmiş olacaktır ve bu da ucuz bir tehlike olacaktır.

Bir mikron'un milimetrenin binde biri olduğunu hiç unutmadan şimdi size Alman bilginin Wilhelm Konrad Roentgen tarafından bir aygıtta üretilen X-ışınlarının dalga-boyunu veriyorum: 0,00001 mikron.

X-ışının fazla enerjik olması elbet insan için bazı tehlikeler doğurur. Bu nedenle akciğerlerimizin ya da vücudumuzun diğer organlarının filmi çekilirken yani radyografi ya da radyoskopisi yapılırken sürekli X-ışınlarıyla çalışanlar için tehlikeler vardır. Bu aygıtların yanında, arada sırada ve çok kısa süre bulunanlar için tehlike fazla değildir. Aslında, yaz aylarında, güneşte fazla duranların ultraviyole ışın altında kalması tehlikesi çok daha fazla olurdu şimdikinden . Neyse ki doğa bunun tedbirini alıyor ve yerküremizi çevreleyen atmosfer, güneşten gelen ve "gözle görülür" 6 rengin uç noktasındaki mordan ötede mor-ötesi (ultraviyole) ışınların çoğunu soğuruyor. Fakat, insanoğlu, parfüm püskürten sprej kutularında kullandığı gazlar nedeniyle atmosferdeki bu önemli "korunağı" deliyor.*

Peki X-ışınları güneşten de gelir mi yeryüzüne?

1958 yılında Amerikalı astrofizikçi Herbert Friedman, güneşin önemli miktarda X-ışını yaydığı bulgusunu ortaya çıkardı. Bu ışınlar -yani bu radyasyon- yeryüzünden saptanamazdı, çünkü, yerküremizi saran atmosfer tabakası güneşten gelen X-ışınlarını soğuruyordu. Ne şans! Atmosferimiz soğurmasaydı X-ışınları yüzünden yeryüzü büyük tehlike geçirirdi. Nitekim milyarlarca yıl önce yerküremizin oluşumu sırasında yerküremiz henüz çok sıcak bir kütleyle X-ışınlarının etkisiyle hidrojen, oksijen, nitrojen karbon gibi basit gazların metan, amonyak gibi bileşiklere dönüşmüş olabileceği kabul ediliyor. Dünyamız soğudukça ve insan için yaşanabilir bir hal alınca X-ışınları gibi yüksek enerjili bir ışınımın (radyasyonun) yeryüzüne ulaşması söz konusu değildir, çünkü atmosferimizin yapısınca soğurulmaktadır.

Amerikalı astrofizikçi Herbert Friedman güneşin önemli miktarda X-ışını yaydığı ve atmosferimiz tarafından bu radyasyonun soğurulduğunu 1958 yılında açıklamasından sonra roketler aracılığıyla atmosferimizin dışına gönderilen aygıtlar söz konusu radyasyonu saptadılar.

Bir süre için, güneşten gelen X-ışınlarının kaynağı bilim adamlarını epey şaşırttı. Güneşin yüzeyindeki ısı derecesi 6.000°C derecedir. Bu yüksek bir ısı derecesi olmakla birlikte X-ışını üretmeye yetecek derecede değildi. Bu nedenle bilim adamları güneşten gelen X-ışını kaynağını epey merak ettiler.

Güneşin taç bölümünün X-ışını kaynağı olması gerekiyordu. Bilim adamları henüz roketlerle inceleme mümkün olmadan bile bunun böyle olması gerektiği kanısındaydılar.

Güneş'in taç bölümünde milyonu bulan ısı dereceleri elbet X-ışını üretimi için yeterli olurdu.

X-Işınının Wilhelm Röntgen nasıl üretmeyi başardı!

X-ışını 1895 yılında Alman bilgini Wilhelm Konrad Röntgen tarafından bulunduğundan sonra fizikçiler bu ışının cazibesine kaptırdılar kendilerini. Hemen her bilgin X-ışınına merak edip bu alanda incelemeler koyuldu.

Zaten ışının adına "X" denilmesi de sözünü ettiğimiz cazibe ve merakı pekâla ifade etmektedir. Çünkü, Röntgen, bu ışını bulduktan sonra bunun ne olduğunu tam bilemediğinden ve o tarihe dek "meçhul" bir ışın olduğundan cebir problemlerinde ki "meçhul"ü ifade eden X harfini kullandı bu ışın için ve adına X-ışını dedi.

Röntgen (Almanca Roentgen yazılır) acaba X-ışınına nasıl üretti?

Amerikalı bilim yazarı Isaac Asimov şöyle diyor: "Wilhelm Konrad Roentgen bir rastlantı sonucu büyüü bir ışın buldu ve adını X-ışını koydu."

Evet, Röntgen, bir rastlantı sonucu bulmuş X-ışını, fakat içinin havası boşaltılmış cam tüplerden elektrik akımı geçirme deneylerine başlayalı 10 yıl olmuştu X-ışınına laboratuvarında keşfettiği sıralarda.

İçinin havası iyice boşaltılmış cam tüpler 1854 yılından itibaren laboratuvarlarda kullanılmaya başlandı. O zamanın tekniği bir cam tüpün havasını tamamen boşaltarak "Vakum" (Hava Boşluğu) gerçekleştirmeye tam olarak imkan vermediğinden boşluktan elektrik akımı geçirmek zor oluyordu. Fakat 1854 yılında Alman cam işçisi Heinrich Geissler, hemen hemen tamamen vakum sağlanabilen bir cam tüp icat edince bu alandaki deneyler yoğunlaşmıştı. Cam tüpün bir ucuna bir elektrod (katod) diğer ucuna bir elektrod (Anod) yerleştirilerek bir elektrik akımı geçirince cam tüpteki vakum sayesinde tüpün içinde ısıltı oluşuyordu.

İngiliz fizikçisi William Crookes, Geissler tüplerinin daha mükemmeliyi yaptı ve negatif elektrik yüklü elektroda "Katod" pozitif elektrik yüklü elektroda da "Anod" adı verilen bu Crookes tüpleri bilginlerin laboratuvarından eksik olmamaya başladı.

Crookes tüpleri üzerinde çalışan ve bu tüpten elektrik akımı geçirerek tüp içinde oluşan ısıltıları izleyenler arasında Röntgen de vardı.

Röntgen, vakumlu tüplere, elektrik akımını bir Rühmkorff bobininden vererek çalışıyordu.

Laboratuvarında Crookes tüpleri üzerinde çok çalıştığı ve vakumlu tüpün ısıltısı gözünü aldığı için Wilhelm Röntgen, bir gün Crookes tüpünü bir siyah kartonla örttüktan sonra elektrik akımı verdi.

Tüm fizik bilginlerini, kralları, halkı hayrete düşüren bu "yeni çeşit ışın"ı nasıl keşfettiğini Röntgen'in ağızından dinleyelim:

"İçinin havası mümkün olduğunca boşaltılmış bir Katot tüpünden ya da Crookes tüpünden ya da aynı şekilde hazırlanmış ve içinin havası boşaltılmış Hittorf tüpünden elektrik akımını güçlü bir Rühmkorff bobininden akım vererek geçirirsek bu tüp, bir siyah kartonla örtülmüş olsa da, karanlık bir odanın uzak bir köşesindeki barıymı platin-siyanür sürülmüş bir levha, flöresan ışık gibi parıldamaktadır."

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 240

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 39

Röntgen'in X-ışınlarını bulduğu laboratuvar o sıralarda tamamen karanlıktır. İçinin havası boşaltılmış olarak elektrik akımı geçirilen Crookes tüpü bir siyah kartonla örtülmüştür. Ve, bu durumda karanlık odanın bir köşesindeki bir levha birden parıldamaktadır.

Bu işına "meçhul" "şaşırtıcı" "hayret uyandırıcı" "bilginleri cezbedici" denmez de ne denir? İşte Wilhelm Konrad Röntgen de bunedenlerden ötürü keşfettiği işına "X-ışını" adını vermiştir. O tarihe yani 1895 yılına dek böylesine bir "Işın" insanoğlunun meçhulü idi. Üstelik bu ışının sırlarını öğrenmeye çalışırken bilginler Radyoaktivite'yi keşfettiler.

"Altın Madeni" bulan Wilhelm Röntgen

X-ışınlarından Quarks'lara adlı kitabın yazarı olan Nobel sahibi Emilio Segre 1875 yılında ismi duyulmamış bir Alman Üniversitesine doçent tayin edilen genç Wilhelm Röntgen'in 1895 yılına dek elektrik akımı alanında yaptığı çeşitli çalışmaları anlattıktan sonra Roentgen'in X-ışını keşfini şöyle dile getiriyor.

Röntgen elektrik konularında 48 makale yazdıktan sonra yazdığı kırkdokuzuncu makaleyle bir "Altın Madeni"ne rastlamıştı. Bugün makalelerinin kırksekizi unutulmuş Wilhelm Konrad Röntgen kırkdokuzuncu makalesinde X-ışınlarıyla ilgili çalışmalarını anlatmıştı. İşte, onu, Altın Madenine götüren makale bu oldu.

8 Kasım 1895 akşamı Röntgen bir Hittorf tüpü (Crookes Tüpü benzeri) üzerinde çalışıyordu. Tüpü bir siyah kartonla tamamen örtmüştü. Çalıştığı laboratuvar odası karanlıktı. Tüpün bulunduğu yerden az ötede baryumlu siyanür-platin sürülmüş bir kâğıt levha (ekran) bulunuyordu. Birdenbire baryumlu kâğıt ekranın ışıldadığını görünce Röntgen şaşırdı. Işık tutulunca parıldayan baryumlu kâğıda bir şey etki etmiş olmalıydı. Röntgen'in üzerinde çalıştığı tüp tamamen siyah karton kâğıdıyla sarılıydı. Bu nedenle bu tüpten ne ışık çıkabilirdi ne de katod ışınları çıkabilirdi. (Katod ışınlarının ne olduğunu ayrıntılı biçimde kitabımızın ELEKTRONİK bölümünde inceleyeceğiz..) Hayrete düşen ve ne yapacağını bilemeyen Röntgen, bu esrarlı olguyu yeniden ve daha dikkatli etüd etmeyi kararlaştırdı. Bu kez ekran'ın (kâğıt levha) platin-siyanür sürülmemiş yanını çevirdi: ekran yine de parıldıyordu! Ekranı tüpten biraz daha uzağa götürdü. Ekran yine de parıltı veriyordu; floresan lamba ışığı gibi. Tüple ekran arasında çeşitli eşya koydu ama bu kez de bu eşya sanki saydamlaşmıştı. Kendi elini tüpün önüne getirince bu defa da elinin kemiklerini ekranda gördü. Anlamıştı ki "yeni tür bir ışın bulmuştu"! Zaten bu konuda yazdığı makalede bu meçhul işına verdiği "X" ışını adından da anlaşılmıştır! Üstü siyah kartonla örtülü olan ve bu nedenle de ışık geçirmemesi gereken cam tüpten (Crookes tüpü) birkaç metre uzaktaki floresanslı levhada ışık parıldamıştı!

Emilio Segre "X-ışın"larından Quarks'lara kadar" adlı kitabında Röntgen'in buluşundan emin olmak için ürettiği X-ışınlarıyla fotoğraf filmi (o zamanlar fotoğraf filmi yoktu cam levhalar vardı görüntüyü saptayan) üzerinde de görüntüler elde ettiğini ve ondan sonra X-ışınlarının keşfini dünyaya 28 Aralık 1895 tarihinde ilan ettiğini belirtiyor.

Röntgen X-ışınlarını keşfettiğine dair açıklamasını Würzburg Fizik-Matematik Derneği Sekreterliğine 28 Aralık 1895 tarihli bir mektubuyla duyurdu.

Röntgen bu mektubunda keşfettiği yeni tür ışın karşısında kapıldığı duyguları ve duyduğu kuşkulardan söz etmemiştir.

Röntgen Altın Madeni ya da X-ışınlarını bulduğunda duygularını, kuşkularını zaptedebilmek için bir hafta süreyle laboratuvarından çıkmamış ve eşiyle o süre içinde pek az konuşmayı tercih etmiştir.

Röntgen laboratuvarından yapayalnızdı. Yeni ışınlara ait gözlemlerini kimseye açıklamadan 8 Kasım 1895 tarihini izleyen günlerde laboratuvarında yine yapayalnız çalışmayı tercih etti. Karısı Röntgen'in tavırlarındaki endişeli havayı sezmiş, fakat nedenini bilmediğinden bir şey söylememiştir. Bununla birlikte kocasının acayipleşen davranışları karşısında huzursuzluk duymaya başlamıştı. Başka bir koca olsaydı çok önemli bir sorunla ilgilendiğini açıklardı. Oysa Röntgen konuyu açmadı ve sonradan tereddütlerini karısına izah etti. Kendi buluşu karşısında öylesine şaşırılmış, yeni ışınların varlığından emin olmak için tekrartekrar öyle dikkatli deneylere girişmişti ki sorunu her cephesiyle inceleyerek kendini tamamen inandırmadan kimseye açılmamıştı.*

X-ışını sayesinde vücuttaki ilk kurşun mermisi görülebildi.

Röntgen'in bulunduğu X-ışınlarının (Röntgen ışınları da deniyor) dünyayı nasıl etkilediğine dair bir örnek olarak bu ışınların keşfinden dört gün sonra, ABD'nde insan vücuduna girmiş bir kurşun mermisini arayıp bulmak için X-ışınlarından yararlanılmasını gösterebiliriz.

8 Kasım 1895 tarihinden yalnızca dört gün sonra ABD'nde Röntgen makinasının kullanılmasına şaşılabılır. O tarihlerde henüz uçak yoktu, Röntgen makinası nasıl ulaştırılabildi diye bir soru akla gelebilir. Anlattığımız üzere, içinin havası alınmış "vakum"lu Crookes tüpleriyle Katod ışını denemeleri uzun yıllardır Avrupa ülkeleriyle ABD laboratuvarlarında sürdürülüyordu. Crookes tüplerinden elektrik akımı geçirerek negatif elektrik yüklü elektrod olan katod'dan cam tüpün pozitif elektrik yüklü elektrodu olan anod'a doğru yayılan garip ışıltı yıllardır bilginlerce inceleniyordu. Zaten Wilhelm Röntgen'in X-ışını olgusunu keşfederken kullandığı tüp Crookes tüpüne benzeyen bir Hittorf tüpüydü. İşte, bu nedenledir ki incelemelerine uzun zamandır devam eden Amerikalı bilginler Röntgen'in X-ışını keşfinden dört gün sonra X-ışını kullanarak bir yaralının bacağındaki kurşun mermesini saptayabilmişlerdir. O tarihlerde Atlantığın dibine Avrupa ile ABD'yi bağlayan telgraf teli kabloları döşenmiş bulunduğunu unutmayalım. Haber böylece hemen Amerika kıtasına yayıl

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 37

miştir.

Röntgen'in bulduğu X-ışınları vücudun içinde yolculuğa çıkmak için olağüstü bir buluştu.*

X-ışınları yumuşak dokulardan (yumuşak dokular atom ağırlığı düşük olan elementlerden oluşmuştur) kolayca geçerler ve atom ağırlığı yüksek olan elementlerce durdurulma eğilimindedirler. Örneğin vücudumuzun kemikleri fosfor ve kalsiyum gibi atom ağırlığı yüksek elementlerden oluşur.*

Röntgen 8 Kasım 1985 gününden itibaren 7 haftalık deneylerini dile getiren açıklamalar yapmıştı. Cisimler ya da eşya az-çok "saydam"dılar "yeni ışımlar" karşısında. Fotoğraf levhaları da "duyarlı" idiler X-ışınlarına karşı. X-ışınları cam tüpte katod ışınlarının çarptığı karşı taraf (anod tarafı)tan çıkıyordu.*

Vücudun arka tarafına konan fotoğraf levhasında, X-ışınları, kemiği, bulutsu bir beyaz renkte göstermesine karşılık yumuşak dokular tarafından az soğurulduğu için büyük yoğunlukta sızan X-ışınları bu bölgeleri siyah renkte gösteriyordu. Vücutta girmiş olan bir kurşun mermisi beyaz renkte görülür, çünkü X-ışınlarını durdurur. X-ışınları, kemik kırıklarını, kireçlenen eklemleri, dişlerdeki çürük oyuklarını, vücuttaki yabancı cisimleri gösterme bakımından elbet yararlıdırlar. Fakat yumuşak dokulara çözülmeyen bir ağır element tuzu vermek suretiyle onları belirgin kılmak yine X-ışınlarından yararlanarak mümkündür. Örneğin baryum sülfat yutmak suretiyle mide ya da barsaklar bellirgin kılınabilir. Kana enjekte edilen bir iodin bileşiği böbreklere varıp bu organı bellirgin kılar. Çünkü iodin atom ağırlığı yüksektir ve bundan ötürü de X-ışınlarını durdurarak kendini filmde bellil eder.*

Röntgen'in X-ışını hakkındaki makalesine inanmak zordu bilim çevrelerince. Ne var ki X-ışınları aracılığıyla çekilmiş fotoğraflar da makalesiyle birlikte gönderen Röntgen'in buluşunu yadsımak olanaksızdı. X-ışınları aracılığıyla çekilmiş fotoğrafları da makalesiyle birlikte gönderen Röntgen'in buluşunu yadsımak olanaksızdı. X-ışınları aracılığıyla çekilmiş fotoğraflar reddedilemezdi.

X-ışınları fizik bilminde devrim yarattı

X-ışınları fizik bilminde devrim yarattı. Fizik bilginlerini cezbedti, bir deneyler çağılayana başlattı ve birkaç ay içinde Radyoaktivite'nin keşfine yol açtı.*

X-ışını konusunu, Radyoaktivite'nin keşfine yol açtığı için böylesine ayrıntılı incelediğimizi belirtmiştik. Gerçekten X-ışını alanında Fransız bilgini Henri Becquerel'in

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 241

* " " " " " " "

* Des rayons X aux quarks - Emllio Segre, sayfa 38

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 241

Alman bilgini Röntgen'in buluşuyla hemen ve coşkuyla ilgilenişi 1896'da Radyoaktivitenin keşfine yol açtı.

Kitabımızın konusu Radyasyon ve Radyoaktivite olduğuna göre Röntgen'in X-ışınlarının keşfinin altında yatan sırları bilmeden Radyasyon ve Radyoaktivite konularını tam kavrayamayız. Zaten X-ışınlarıyla yapılan incelemeler aynı zamanda "Atom'un iç dünyasının açılışını" ele alan kitabımızın ELEKTRONİK bölümüne vazgeçilmesi bir hazırlık niteliğindedir. X-ışınlarını incelemek bir de bu açıdan kitabımızın konusuna girer. Çünkü kitabımızın başından beri Maddenin Atomik Teorisi üzerinde durmaktayız.

Röntgen'in X-ışınlarını keşfine dair makalesini okuyan bilginler hemen laboratuvarlarına koşular ve kendileri de X-ışınlarını görüp göremeyeceklerini denemeye başladılar: görebiliyorlardı!

1896 yılının Ocak ayından itibaren X-ışınları buluşu bütün dünyada heyecan ve coşku yarattı. Her cismi, her şeyi saydam kılan ve insanlara kendi vücutlarının içindeki kemikleri gösteren ışınlar karşısında hayret duymamak elde miydi?*

1896 yılında küçük bir çocuk olan istikbalin fizik bilgini A.N. da Costa Andrade'ye Tanrının her şeyi ve her yerde görmeye muktedir olduğu söylenmişti. Bu çocuk X-ışınlarından söz edildiğini duyduğunda daha önce inanmadığı büyüklerin sözlerine o andan itibaren inanmaya başlamıştı.*

Alman İmparatoru (Kaiser)'nin isteği üzerine Röntgen 13 Ocak 1896 yılında Kraliyet Sarayında bir X-ışınları gösterisi yaptı. Kaiser kendisine en yüksek devlet nişanını taktı. Daha önce hiçbir Alman bilgini İmparator tarafından davet almamıştı.

X-ışınlarının keşfedildiği 1895 yılından 1896 yılına dek birkaç ay içinde bilginler bin makale yazmışlardır.*

X-ışınlarının fizik biliminde yarattığı devrime acaba biz de katılabildik mi?

Röntgen'in bulduğu X-ışınlarından tıp alanında muhakkak ki doktorlarımız birer Röntgen Mütahhassısı olarak yararlanmışlardır. Bu sayede daha önceden mümkün olmayan nice zor teşhisler kolaylaşmıştır. Fakat "X-ışınlarının yarattığı Devrim" derken bunun içine Atom'un İç Dünyası'nın tanınmasındaki kullanım ve araştırma da girer. Bu alanda yararlanmış olduğumuzu söylemeyiz. Üstelik kalıtım şifresini sine-sinde bulunduran Gen'lerin yapısının anlaşılmasında da X-ışınlarının oynadığı rol ne yazık ki tıp dünyamızda herhangi bir buluşa yol açmamıştır.

Atom'un ve Gen'in iç dünyalarının anlaşılmasında böylesine önemli rol oynayan X-ışınlarından biz, toplum olarak, çok kısıtlı olarak yararlanmış bulunuyoruz. Atom ve Hücre Teorilerinin geliştirilmesinde işe yarayan X-ışınları kullanımı ve incelenmesi Avrupalı ve Amerikalı nice bilgine Nobel ödülü kazandırmış bulunuyor.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 38

* " " " " " " " "

* " " " " " " " sayfa 41

RADYOAKTİVİTE İLE İLK KARŞILAŞMA

Daha önceki bölümde X-Işınlarnn keşfi Radyoaktivite'nin keşfine yol açmıştırdemiştik.

X-ışınlarının keşfedildiği 8 Kasım 1895 gününden itibaren bu esrarlı ışınlar, dünyada öylesine büyük bir merak, coşku ve heyecan yarattı ki birkaç ay içinde yüzlerce bilgin tarafından X-ışını konusunda bini aşkın makale yazıldı.

X-ışınlarının, cisimleri ve insan vücudunu "yok sayarak" öteye geçmesi, bilginleri yepyeni bir ışınım (Radyasyon) karşısında bırakmıştı. Acaba bu yeni ışınım neyin nesiydi?

Fransız bilgini Henri Becquerel Röntgen'ln buluşuna karşı büyük ilgi duydu. X-ışınlarını incelemekten kendini alamadı.

Henri Becquerel'ln babası Edmond Becquerel "flörensans" (flüorışın) sorunlarıyla yakından ilgili bir bilgindi. Güneşin mor-ötesi (ultraviole) ışınlarına tutulan bazı cisimlerin, flüorışınlık kazanması sorunlarını incelemişti. Güneşin ultraviole (mor-ötesi) ışını, söz konusu cisme çarpınca "gözle görülür" cinsten bir ışınım yayılıyordu.

Edmond Becquerel, flüorışın bir cisim olan potasyum üranil fosfat üzerinde incelemeler yapmıştı. Adı geçen bileşikteki moleküllerin her birinde bir uranyum atomu bulunur. İşte, bu bileşiğin sürüldüğü ya da kaplandığı bir cisme güneşin mor-ötesi (ultraviole) ışını çarpınca bu cisim "flöresan" özellik kazanırdı.

Görüldüğü gibi "Radyasyon" Becquerel ailesi için yabancı bir şey değildi. Zaten Edmond Becquerel, fotoğraf makinası icat edildikten sonra güneş'in gözle görülebilir bölümündeki ışığın spektrumu (tayfını)nun fotoğrafını çekebilmiş ilk kişiydi.

Radyasyon (yani güneşin gözle algılanabilen dalgaboyundaki ışınları ile gözle görülemeyen diğer dalgaboyu ışınları) sorunlarının yabancı olmıyan Becquerel ailesinin Henri isimli üyesi, 1896 yılında, Paris Bilim Müzesi müdürüydü. Röntgen'in X-ışınları buluşu karşısında çok etkilendiği için Henri Becquerel, potasyum üranil sülfat bileşiğinin flöresan radyasyonunda acaba X-ışını var mı diye merak etti.

Elektriğin Serüveni (L'Aventure de l'Electricité) adlı kitabın yazarı Ringuet bu konuda Henri Becquerel'in yaptığı deneyi şöyle anlatıyor:*

"Güneş tarafından uyarılınca parıldayan (ya da ışıyan) bazı cisimler, acaba X-ışınları da çıkaramazlar mı diye düşündü. Bunun üzerine çok basit bir deneye girişti. Daha önceleri X-ışınları ile hiç bir ilgisi olmayarak başka bazı deneyler için kullandığı bir üranil tuzunu sürdüğü bir levhayı güneşe maruz bıraktı. Üranil tuzu güneşte kalınca X-ışınları çıkarır diye bu ışınların varlığının anlaşılmasını sağlamak için uranyum tuzu kaplı levhanın altına siyah kâğıda sarılı bir fotoğraf levhası koydu. Fotoğraf levhasını güneş ışığı görmesin diye, bir siyah kartona sarmıştı. Böylece üranilden çıkan X-ışınları, siyah kâğıt örtülü fotoğraf levhasını etkileyecek ve banyodan sonra levha üzerinde bir leke görülebilecekti. Bundan daha basit bir deney olamazdı. Becquerel bu deneye 1896 şubatının soluk güneşi altında girişti ve müzedeki odasının pencere kenarına bıraktı. Bu deneyi bir kaç kez tekrarladı ve her

* L'Aventure de l'Electricite -Ringuet, sayfa 183

defasında üranil sülfatın alt kısmına yerleştirilmiş olan siyah kartona saralı fotoğraf levhasında hafif bir leke buldu. 16 şubat günü gök kapalıydı ve birkaç gün süreyle hava kapalı kaldı. 1 Mart günü güneş yeniden gökte kendini gösterdiğinde, fotoğraf levhalarını, sakladığı çekmesinden çıkardı. Tekrar güneşe göstermeden bu levhalarlardan birini hemen banyo etme tedbirliliğini gösterdi. Büyük bir şaşkınlık içinde kaldı. Çünkü siyah kâğıtla saralı fotoğraf levhası, güneşe çıkarılmayarak günlerce çekmecesinde kaldığı halde, bu defaki leke daha siyah ve belirgindi. Demek oluyor ki güneş ışığı yokken üranil tuzundan ışın çıktı diye düşündü.”

Henri Becquerel güneşin ışınlarında X-ışını ararken bir maddenin -Uranyum tuzu- ışın yaydığı şüphesine düştü!

Radyoaktivitenin keşfine götüren bir basit deney daha

Fundamentals of Physical Science kitabında da Henri Becquerel'in Radyoaktiviteyi keşfine götüren basit deneylerden biri daha anlatılmaktadır.*

Henri Becquerel acayip bir keşifte bulundu. Paris'teki laboratuvarında uranyumlu bir tutam tuzu biri fotoğraf levhasının üstüne yerleştirerek karanlık odada bıraktı. Üzerinde uranyumlu tuzun bulunduğu fotoğraf levhası birkaç gün karanlık odada kaldıktan sonra cam levhayı banyo etti. Eliyle koyduğu bir tutam uranyumlu tuz yığınının görüntüsü odanın karanlığında hiç ışık-mışık görmeden fotoğraf levhasına çıkmıştı. Uranyumlu bileşikteki elementlerin birinin atomları, olmalıydı. İlerki yıllarda anlaşılacağı üzere, bu "Radyasyon" çok yüksek enerjili radyasyondur ve dolayısıyla Radyoaktiftir.

Işınlar hakkında dolaşan “Meçhul” “Esrarlı” “Acaip” sıfatları

Dikkat ettinizse X-ışınlarının keşfinden itibaren bilginler arasında, fizik kitaplarının satırlarında “Meçhul” Esrareniz” “Acaip” sözcükleri kullanılmaya başlanıyor.

Bu sıfatların 1895'ten itibaren bilim alanına yayılmaya başlaması, bu tarihten itibaren bilginlerin ve dünya halkoyunun “yepyeni türden ışınlar karşısında kaldığı”nın bir göstergesidir.

Zaten Alman bilgini Wilhelm Konrad Röntgen, bulduğu ve buluşuyla dünyayı fetrettiği X-ışınlarının gerçekten ne olduklarını izah edememişti. X-ışınlarının gerçek hüviyetini bilemediğinden ötürüde bunlara “meçhul” anlamında “X” ışınları adını vermişti.

* Fundamentals of Physical Science - K.Krauskopf, A.Beiser sayfa 320

Bildiğimiz gibi X-ışınlarından önce de Radyasyon sözcüğü fizik biliminde mevcuttu ve güneş ışığını cam prizmadan (spektrum ya da tayf) altı renge ayrıldığının Newton tarafından saptanışından bu yana ışıktan ve ışınlardan Radyasyon sözcüğüyle bahsedilmiştir. Ne var ki X-ışınlarının çok enerjik ve çok kısa dalgaboylu oluşu insan dokularına zarar verdiğinden 1895'ten itibaren "Zararlı Radyasyon" söz konusu edilmeye başlanmıştır. Daha sonra Radyoaktivite'nin keşfi insanoğluna Atomun Çekirdeğinden yayılan Alfa Zerreçikleri (ışınları)nın zararlarını da öğretecektir. İlerki bölümlerde Radyoaktif Elementlerin "Yararlı" kullanımından da söz edilecektir. Bizler Radyasyon gerçeği ile 1986 yılının Mayıs ayında Çernobil Nükleer Santrali kazasıyla karşı karşıya kaldığımızdan Radyasyon ve Radyoaktivite "Tehlike" ve "Zarar"la eş anlam kazanmış gibidir toplumumuzda. Oysa 1895 ve 1896'dan itibaren X-ışını ve Radyoaktivite için "Meçhul" "Esrarengiz" "Acaip" sözcüklerini kullanıp bu konudaki zarar ve yararları uzun uzadıya incelemiş olan toplumlar Radyasyon ve Radyoaktiviteden bir "Meçhul öcü" olarak söz etmezler. Bilmizin 1896 yılında saptadığı Radyoaktivite'nin keşfinden önce Radyasyon bir "habis" sözcük değildir. Bugün de Radyoaktif olmayan ve zararsız "Radyasyon" dan elbet söz edilebilir.

Fundamentals of Physical Science kitabında Henri Becquerel'in 1896 yılında "acaip" bir buluş yaptı demesinedendir acaba? Ayrıca Becquerel "olağanüstü" bir keşifte bulunmuştu demesi nedendir acaba? "Olağanüstü"lük şurada: bir cisim gözle görülür herhangi bir ışık yaymadan -görünürde ışık yoktur; çünkü fotoğraf levhası ve üstüne konan bir tutam uranyumlu tuz tamamen karanlık odada bırakılmışlardır- kendi görüntüsünü çıkarabiliyor cam levha üstüne. Demek oluyor ki karanlık odada uranyumlu tuz bir ışın yaymış ki camda bir siyah leke vardır.

L'Aventure de l'Electricite kitabından aktardığımız Becquerel'in radyoaktivite keşfiyle ilgili deneyinde ise "güneş ışığına gösterme" söz konusuydu ama şöyle bir durum vardı: güneş ışığı fotoğraf levhasını etkilemesin diye siyah ve kalın bir kartona sarılmıştı. Güneşi gören uranyumlu tuz kaplı levhaydı. Uranyumlu tuz güneşi görünce flüoresan bir parlıltı çıkarıyordu. Eğer bu flüoresan ışığın içinde X-ışını siyah kartondan geçebilir ve fotoğraf levhasını etkilerse görüntü lekesi çıkaracak diye düşünülmüştü. Henri Becquerel. Oysa, güneş ışığı görmeyen çekmeceye Becquerel'in koyduğu ve siyah kâğıtla sarılı fotoğraf levhasına, üstündeki uranyumlu bileşik ışın göndermişti; bu meçhul ışın da, X-ışını gibi siyah kâğıdı aşarak fotoğraf levhasını işik gibi etkilemişti.

Henri Becquerel bu deneyleri yaparken henüz Radyoaktivite denen "yepyeni" olgudan habersizdir. Becquerel uranyumlu tuzun güneş görünce çıkaracağı parlıltıda X-ışını var mı diye araştırma yapıyordu. Hedefi güneş ışığında X-ışını olup olmadığını araştırmaktı. Ne zaman ki güneşsiz havada fotoğraf levhasında beliren siyah lekenin çok koyu olduğunu görüyor ve güneşli havalarda bile siyah lekeler bu denli

* Fundamentals of Physical Science - K.Krauskopf, A.Beiser sayfa 320

koyu değildi diye düşünüyor işte o zaman aklına bir "görülmeyen ışık" ya da "ışınım" geliyor. Aklını "görülmez bir ışığın" ya da bir yeni "ışınım"ın (radyasyon) çelme-sinden sonradır ki bir tutum uranyumlu tuz yığınına bir fotoğraf levhası üzerine koyar ve karanlık odaya bırakır. Uranyum tuzundan çıkan "ışın" ya da ışınım (Radyasyon) sanki güneş ışığı cam levhayı görmüş de etkilemiş gibi işlev görüyor ve tuz birkinti-sinin cam üzerinde görüntüsü bir siyah leke olarak çıkıyor.

Bütün bu anlattıklarımızdan sonra, dünyaca ünlü bilim kitaplarının bile Wilhelm Konrad Roentgen'in bulduğu ışınım ile Henri Becquerel'in keşfettiği ışınım hakkın-da "meçhul" "acıp" "sihirli" "olağanüstü" sözlerini kullanmalarının nedenini daha iyi takdir edersiniz sanırım.

Adı geçen uranyum tuzu ile deneyler sürdürüldü ve başka fotoğraf levhaları da aynı davranışı ve sonucu gösterdiler. Fotoğraf camları ne denli sıkı sıkıya siyah kar-tonlarla örtülürse örtülsün ve dış etkilere korunursa korunsun fotoğraf levhaları hep aynı sonucu veriyorlardı. Şurası muhakkak ki uranyum tuzu -uranil sülfat- bir çeşit "bilinmeyen ışınım" yayıyordu. Henri Becquerel'in maddedekeşfettiği bu özel-liğin adını Marie Curie ile Pierre Curie bir kaç yıl sonra RADYOAKTİVİTE olarak ta-nımladılar. Marie Curie'yi radyoaktivite konularını incelemeye teşvik eden Henri Becquerel'dir.

Dede-Baba-Oğul bilgin Becquerel'ler

1896 yılında Radyoaktivite'nin keşfinin fizik biliminde bir devrim yarattığı kabul edilmektedir.

Henri Becquerel acaba böylesine önemli bir keşfi bir rastlantı sonucu mu bul-muştu?

Sanırsız, Henri Becquerel'in çalışmalarını, Henri Becquerel'in babası Edmond Becquerel ve Edmond Becquerel'in babası Antoine César Becquerel'in kimliklerini ve çalışmalarını incelersek RADYOAKTİVİTE gibi fizik biliminde bir dönüm noktası olan keşfini Henri Becquerel'in bir rastlantı sonucu yapıp yapmadığı daha iyi anlaşı-lır.

Nobel ödülü sahibi Emilio Segre'nin Des Rayons X aux Quarks adlı kitabında Henri Becquerel'in Radyoaktiviteyi keşfiyle ilgili bölümün başlığı şöyle:* Becquerel'in "kaçınılmaz kaderi" olan keşif.

Emilio Segre, bu başlığı attığı bölüme Henri Becquerel'in dedesi 1788 doğumlu Antoine César Becquerel'in fizik alanındaki çalışmalarını hatırlatarak başlıyor.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 43

Antoine César Becquerel İspanya'da Napolyon savaşına katıldı. İmparatorun düşüşünden sonra ordudan istifa etti. Çarpışmalar sırasında yaralandığından ve işe yaramayacağı söylendiğinden bilime yöneldi. Fizik bilimiyle ilgilendi ve Paris'teki Doğa Tarihi Müzesinde Fizik Profesörü oldu, kısa bir süre sonra da bu müzenin müdürlüğüne getirildi. 529 makale, 6 el kitabı yazdı. El kitaplarından biri 7 cilttir. Kitaplarından ikisinde fosforesans konusunu ele aldı. Antoine César Becquerel fosforlu cisimlerin ışıltısı konusuyula ilgilendikten başka elektrik ve elektro-kimya konusundaki çalışmalarıyla bilinir. Benim gençliğimde okuduğum fizik bilimine giriş kitaplarında adına rastladığım olmuştur.*

Antoine Becquerel güneş ışığının "elektrik"e dönüştürülmesiyle ilgili ilk çalışmaları yapan bilginidir.

Antoine César'ın oğlu Edmond Becquerel, babasının izinde yürüdü. Birçok Fransız bilim adamının gittiği yüksek okul olan Ecole Polytechnique'de okudu, müzede babasının asistanlığına atandı. Sonra da müzede profesör oldu. Müzede Profesörlük yapmak Becquerel ailesi için babadan-oğula geçen bir hazine durumuna gelmişti. Jean Becquerel'in bir makalesinde dile getirdiği gibi dört Becquerel nesli aynı evi, aynı bahçeyi ve aynı laboratuvarı paylaştılar. Edmond Becquerel, ışığın kimyasal etkisi üzerine çalışmalar yaptı ve güneş tayfının fotoğrafını alabilen ilk bilginidi. Flöresans üzerine yoğun çalışmalar yapmıştı. En yakından tanıdığı madde Uranyum idi. Bir fluoreskop icat etti ve çeşitli ışıkların etkisi altında uranyumun verdiği ışıltının süresini ve yoğunluğunu ölçtü.*

Paris'teki Doğa Tarihi Müzesi profesörlüğünden başka her üç Becquerel Bilim Akademisi üyeliğine seçilmişlerdir. Bazen birden fazla Becquerel Fransa Bilim Akademisinde bulunmuştur.

Fosforlu cisimlerin ışıması, floresan ışık, uranyumun verdiği ışıltı konusunda bunca yoğun ve nesilden nesile birikimi geçen çalışmaların sahipliğini etmiş aile için Radyoaktivite'yi bulmak galiba rastlandı değildi. Emilio Segre'nin dediği gibi "Mukadder"di.

Alman bilgini Wilhelm Konrad Röntgen X-ışınlarını keşfettiği sırada Henri Becquerel (Edmond Becquerel'in oğlu) Doğa Tarihi Müzesinde babasının yerine müdürlüğe atanmıştı. Henri Becquerel fosforesans ve flöresans üzerine makaleler yazmıştı. Bilim Akademisi üyesi Poincaré'den X-ışınlarının keşfini duyunca iki olgunun birbiriyle bağlantılı olabileceğini düşündü.

Henri Becquerel radyoaktiviteyi keşfetmesinde babasının ve dedesinin payı olduğunu söylemiştir. Becquerel'e göre aynı laboratuvar da 3 neslin 60 yıl sürdürdüğü incelemeler ve çalışmalar, zamanı gelince, kaçınılmaz bir mukadderat olarak radyoaktivitenin keşfine götürecekti.*

Becquerel ailesi fertlerinin kendilerini bilime adanmaları karşılığında bilimin de onlara bir şey vermesinin mukadder oluşu konusunda Le Prince-Ringuet'nin L'Aventure de l'Electricité kitabında söylediklerine bir göz atalım: "Hemen şunu eklemeliyiz ki Henri Becquerel, Edmond Becquerel'in oğluydu ve Antoine-César Becquerel * Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 44

* " " " " " " sayfa 45

* " " " " " " sayfa 47

rel'in de torunuydu. Onun hem babası hem dedesi Doğa Tarihi Müzesinde fizik profesörüydüler, elektrik akımı boşaltımlarını incelemişler ve elektrik boşaltımlarının fosforlu ve flöresanlı maddeler üzerindeki etkilerini araştırmışlardı. Böylece, Henri, keşfini yapmaya hazır edilimişti.

Ülkemizden 1986 yılında fındık ve çay ihracı vesilesiyle bu yiyecek ve içecek maddelerinde 600 Becquerel'lik radyasyondan daha az miktarda radyasyon bulunduğu yolundaki haberleri TRT yayınlarken birçok yabancı film artisti ya da Amerikalı politikacının ismini telaffuzda yabancı spikerlere taş çıkartacak kadar şeddeli telaffuza eğilimli televizyon ve radyo spikerlerimizin söylemekte epey yabancılık çektikleri Becquerel bilim alanındaki ölmöz öykülerini anlattığımız bir bilim ocağı mensubudur. Radyasyonu ve radyoaktiviteyi halka anlatmaktaki zorluğunu anlayışla karşıladığımız Atom Enerjisi Komisyonu Başkanı Sayın Özemre ve yardımcıları TRT'ye Becquerel adını tanıtmakta da zorluk çekmiş olabilirler!

Becquerel'in buluşunda Bilim Akademisi'nin Rolü

Dünyaca ünlü Fransız matematikçisi ve Fransa Bilim Akademisi üyesi Poincaré, 1895 yılı sonlarına doğru Alman bilgini Wilhelm Konrad Röntgen tarafından X-ışınlarının bulunduğunu Röntgen'in kendisinden gelen mektupla öğrenme onuruna kavuşmuş ender kişilerden biriydi.

Poincaré daha önce Katod-ışınlarıyla ilgilenmiş (Katod ışınlarını ayrıntılı olarak Elektrik ve Elektronik Bölümünde göreceğiz) ve bu ışınların tanecikli yapıda olup olmadıkları konusunda fikir yürütmüştü. Röntgen'in X-ışınları da Katod ya da Crookes tüpü adı verilen cam balonda Katod-ışınlarının çarptığı Anod yöresinden yayıldığı için Poincaré X-ışınlarının yapısı konusunda da fikir edinmeye çalıştı.

Röntgen'in X-ışınları keşfi Poincaré'yi diğer bütün Fransız bilginlerinden daha çok ilgilendirdi. Gerçi 1896 yılının ilk sömestre çalışmalarına ait Fransa Bilim Akademisi raporlarında Röntgen'in buluşu hakkında 135 makale vardı ama yine de Röntgen'in buluşuyla Fransız bilginleri arasında en çok ilgilenen Poincaré idi.*

Matematik bilgini Poincaré Bilim Akademisi üyesiydi ve Akademi Üyelerinin yaptıkları haftalık toplantılara muhakkak giderdi. 20 Ocak 1896 günü (Röntgen'in X-ışınlarını keşfettiği tarihten iki üç ay sonra) Fransız Bilim Akademisinin haftalık toplantısına Wilhelm Röntgen'in X-ışınlarıyla çektiği fotoğrafları sundu. Meslektaşlarından Henri Becquerel, X-ışını tüpünün hangi yöresinden -katod bölgesinden mi Anod bölgesinden mi- geldiğini Poincaré'ye Bilim Akademisinin haftalık toplantısı sırasında sordu. Poincaré, ışınların, cam tüpün katod yöresinin karşısındaki Anod bölgesinde camın flöresan bir hal aldığı yöreden çıktığının sanıldığını Henri Becquerel'e ilettili.*

Flöresan parıltılarla yalnızca hayat boyu değil, daha önce belirttiğimiz üzere, 3 nesil boyu ilgilenmiş bir ailenin ferdi olarak Henri Becquerel X-ışınlarıyla flöresans (fluorışın) durumu arasındaki bir bağ olabileceğini düşündü. Flöresans (fluor ışınlanmak) tıpkı fosforesans gibi Becquerel'lerin deden kalma ilgi alanlarıydı.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 43

Fransa Bilim Akademisinin haftalık toplantısında matematikçi Poincaré'den bu bilgiyi aldığının ertesi günü Henri Becquerel flöresan cisimlerin X-ışınları yayıp yaymadığını (üzerinde uzun süredir çalıştığı, deneyler yaptığı uranyumlu tuz olan üranil sülfat, güneşin mor-ötesi ışınlarına maruz bırakılınca ısıltı yapıyordu, bunu daha önceden biliyoruz) araştırmaya koyuldu. Ve, birkaç hafta içinde, Becquerel bu alandaki deneyleri sayesinde RADYOAKTİVİTE'yi keşfetti. Becquerel X-ışını ararken Radyoaktivite'yi buldu!

Henri Becquerel, X-ışınları keşfedildiği sıralarda fosforesans ve flöresans üzerine iki makale yayınlamıştı. Poincaré'den X-ışınlarının keşfini duyar duymaz iki olgu arasında bağ bulunabileceğine aklının neden kaydığını anlamak şimdi daha da kolaylaşıyor. Buna rağmen Henri Becquerel'in yaptığı ilk deneyler olumlu sonuçlar vermedi: uzun süredir başka amaçlarla incelediği fosforlu ya da flöresanlı cisimler hiç X-ışını yaymıyordu.*

Bazen önemli bir soru sormanın, cevabı hazırladığı söylenir. Bilim alanında buna ait örneklerle rastlamak mümkündür. Nitekim Poincaré'nin X-ışınlarına ilişkin bir sorusu Henri Becquerel'e yeni bir yol açmıştı.

30 Ocak 1896 günü (araştırmaların ne denli süratli ilerlediğine dikkatinizi çekmek için Poincaré'nin Becquerel'le X-ışınları konusundaki kısa görüşmenin yalnızca 10 gün önce, 20 Ocak 1896 günü Bilim Akademisi haftalık toplantısında geçtiğini hatırlatmak isteriz) bilim dergisi Revue générale des Sciences'da Poincaré X-ışınları konusunda şu soruyu sormuştu: "Flöresanlığı yeterince yoğun olan bütün cisimler -flöresanlıklarının nedenini araştırmaksızın- hem ışık ışınları hem de X-ışınları yayar mı?". Eğer bu soruya evet yanıtını verebilirsek, diyordu Poincaré o takdirde bu tür olgular elektrik kaynağından gelmiyordu.*

Becquerel bu konudaki deneylerine yeniden başladı ve bir uranyum tuzu kullandı bu kez: babasının daha önceden denediği üranil sülfat ve potasyum sülfat.

24 Şubat 1896 günü, yani Wilhelm Röntgen'in X-ışınlarını bulmasından yalnızca 3 ay sonra Henri Becquerel Bilim Akademisine şu raporu sunuyordu:

"Aşağıda anlatacağım deneyi yapmış bulunuyorum.

Bir fotoğraf plakasını güneş görmemesi için kalın ve siyah iki kâğıt arasına yerleştirdim. Gün boyunca güneşte kalsa da fotoğraf plakasının güneş görmemesi böylece sağlandı.

Siyah kâğıdın dış bölümüne, flöresan cisim sürdüğüm bir plaka koyduktan sonra birkaç saat boyunca güneşe bıraktım. Aradan birkaç saat geçince fotoğraf plakasının banyosunu yaptığımda flöresan cismin silüetinin (arabının) çinko levha üzerine çıkmış gördüm...

Aynı deneyleri fosforesan cisimle siyah kâğıt arasına ince bir cam levha koyarak da tekrarlardım. Cam levha koymaktaki maksadım, güneş ışınlarının ısıttığı cisimden çıkabilecek buharın herhangi bir kimyasal etki yapması ihtimalini yok etmektir.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 45

* " " " " " " sayfa 46

Bu durumda şöyle bir sonuca varabiliriz: deneyimdeki söz konusu fosforesan cisim, ışınlar (yani radyasyon) yaymaktadır; bu ışınlar güneş ışığının geçemediği siyah kâğıttan geçerek fotoğraf plakasındaki gümüş tuzunu etkileyebilmektedir.”

Uranumlu tuz, güneşin etkisiyle flöresanlığını ortaya koyunca sanki X-ışınları yayıyormuş sanısıyla yapılmıştı deneyler. Fakat, bir hafta sonraki Bilim Akademisinin oturumuna Becquerel daha başka bilgiyle mücehhez olarak gelmişti. Ve, Becquerel'in yeni bilgiyle gelmesinin nedeni Paris'te hava şartlarının değişmesinden ötürüydü! Çünkü, daha önce yaptığı deneyleri yinelenmek istedi, fakat 26 ve 27 Şubat günleri hava kapalıydı ve güneş görünmemişti. Bu kötü hava karşısında Becquerel deney malzemesini aynen dolabına kaldırdı. Başka bir güneşli günde deneyi yapmak üzere. Becquerel bu konuda Bilim Akademisine şu bilgiyi sundu.

“Havalar güneşsiz gittiğinden fotoğraf plakalarını 1.Mart günü banyo ettim ve havanın güneşsizliği nedeniyle çıkacak görüntülerin çok soluk olmasını bekliyordum. Oysa görüntüler iyice koyu çıkmıştı. Demek oluyor ki, söz konusu etki, karanlıkta da devam ediyordu.”

Becquerel çok önemli bir şey keşfettiğini hemen kavradı: uranyum tuzları -güneş ışığı var imiş ya da yok imiş- siyah kâğıttan geçecek ışın yayıyordu.

Güneşi görünce fosforesan olan yani fosforlu parlıtya bürünen uranyum tuzunun bu fosforluğundan yayıldığı ve siyah kâğıda geçtiği sanılan X-ışınları diye bir şey yoktu. Var olan, uranyum tuzunun -güneş görsün ya da görmesin- kendiliğinden yaydığı ışıdır; radyasyondur. Maddenin yaydığı bu ışınlar yüksek enerjilidir. Uranyum gibi radyoaktif maddeler böylesi Radyasyon yayıyorlar.

Radyoaktif maddelerin yaydıkları ışınların -radyasyonun- etkilerini ileride anlatacağız.

Becquerel artık durmak bilmiyordu. Birkaç hafta içinde yaptığı deneyler sonucunda RADYOAKTİVİTE'yi keşfedip uranyum tuzlarının yaydığı radyasyonun siyah kâğıtlarla sıkı sıkıya korunmuş fotoğraf filmlerini kararttığını saptadıktan başka, aynı radyasyonun, gazları iyonize ederek onları iletken durumuna soktuğunosaptadı. Hava da birkaç tür gazdan meydana geldiğine göre, demek ki, radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyon havayı iletken durumuna geçiriyordu.

Hava ya da başka bir maddenin atomlarının “iyonize” edilmesinin ne demek olduğunu ileride elektrik bölümünde göreceğiz. Şimdilik yalnızca şunu bilmekte yarar var: havanın ya da gazların “iyonize” edilmesi demek atomlarının elektrik yükü kazanması ya da kaybetmesi demektir. Atom -her maddenin ve bu arada havanın da atomu- NÖTR durumundadır. Yani negatif elektrik yüklü ELEKTRON'larla pozitif elektrik yüklü PROTON'lar dengededir. Bir atomun “ION”laşması demek NÖTR'lüğünü kaybetmesi, ya negatif ya da pozitif elektrik yüklü duruma geçmesi demektir.

Becquerel bir madde nümunesinin ne denli “aktif” olduğunu yarattığı “ion”laşır * Fransa Bilimler Akademisi tutanakları (yıl 1896) sayfa 122-240

manın yoğunluğundan anlayabiliyordu. Bunun anlaşılması da altın yapraklı bir basit elektroskop kullanmaktan ibaretti. Havanın "ionize" olduğu yani elektrikleştiği beliydi İşte Radyoaktivite havayı "ionize" etmişti.

Radyoaktivitenin keşfinde Becquerel'den yarış bayrağını alan Marie Curie kocası Pierre Curie'nin icat ettiği bir aygıtla radyoaktif maddelerin havayı "ion"laştırmasını çok iyi ölçmenin yolunu buldu.

Fransa'ya okumaya gelen Polonyalı Marya Sklodowska, Pierre Curie adında bir Fransız fizikçisiyle evlenir. Marie Curie radyoaktivinin keşfinde bayrak yarışını Becquerel'den 1900 yılında alır. O sıralarda Pierre Curie yine araştırmacı olan kardeşi Jacques'la birlikte Piezoelektrik adı verilen bir yöntem geliştirirler. İki kardeş bazı kristallerin, uygulanan bir basınç altında, bir ucunda artı elektrik yükü diğer ucunda da eksi elektrik yükü edindiğini saptadılar. Piezoelektrik denen bu yöntemden yararlanarak Marie Curie radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyon miktarını ölçmek istedi.

Marie Curie, iki elektrod arasındaki havayı radyasyonla ionlaştırarak bu radyasyonun yoğunluğunu ölçecek bir piezoelektrik aygıt geliştirdi. Şöyle ki bir cisimden ya da bir elementten yayılan radyasyon iki elektrod arasındaki havayı ionlaştıracak, bu ionlaştırma sonucunda bir akım geçecek ve bu akımın şiddeti, eş şiddette bir karşı akım üretmek için bir kristale uygulanan basıncın miktarından ölçülecekti.

Marie Curie'nin radyasyon miktarını ölçmek için başvurduğu piezoelektrik yöntemi kocası Pierre Curie tarafından o kadar çok beğenildi ki o güne dek giriştiği çalışmaların seyrini değiştirdi ve çalışmalarını tamamen karısı Marie'nin istediği doğrultuda sürdürdü. Marie ve Pierre Curie'nin radyoaktivite üzerine yaptıkları sabırlı ve titiz çalışmalar, Becquerel'in kilidini açtığı yeni ve esrarlı bir ışınım kapısını aralıyordu.

Radyoaktivite çalışmaları Marie Curie'ye 2 Nobel kazandırdı

Henri Becquerel'in 1896 yılında RADYOAKTİVİTE'yi keşfetmesinden iki yıl sonra bilim sahnesine Marie ve Pierre Curie giriyorlar. Becquerel açıkladığı önemli keşfinden sonra bu alandaki çalışmalarını durdurmuş değil ama, zihninde uranyumdan başka elementlerin radyoaktif olabileceği düşüncesi uyanmıyor. Böylesine esrarlı ve yeni bir ışınım uranyumdan çıktığına göre diğer elementler uranyumdan daha radyoaktif olamaz fikrine yatkın gözüküyor zihin.

Radyoaktivite alanında Curie'lerin attıkları adım büyük olmuştur. Başka elementleri de bu açıdan -yani RADYOAKTİVİTE açısından- inceleyerek ve polonyum ile radyum elementini keşfedip öylesine güçlü radyoaktif kaynaklarını ortaya çıkardılar ki bu sayede Radyoaktivite Biliminde devrim yaptılar.

Ne yazık ki 1896 yılında başlayan bu "Büyük Devrim"e ülkemiz ancak 1950'lerden sonra kurduğu küçük çapta Atom Araştırmaları Merkezi ile ayak uydurmuştur.

Daha önce belirttiğimiz gibi Prof. Sayılı, Osmanlı İmparatorluğunun Batı'nın bilim-teknikteki başarılarından etkilenerек Batı'ya özenip modernleştirmeye çalıştığını söylüyordu. Bu doğrudur. Sanayi Devrimi'nin buharlı gemi, tren, buhar makinalı fabrikaları, akinalı ulaşım imkânları Osmanlı İmparatorluğunu cezbetmiştir. Ne var ki Radyoaktivite, 1945 yılında Atom Bombası'nın Japonya'ya atılması ya da 1950'lerden sonra Nükleer Santrallerin elektrik enerjisinin yerini tutacak elektrik üretimine başlamasına dek savaş ve barıştaki hünerlerini ortaya açıkça koyamadığından, ülkemiz Radyoaktivite Devrimi'nin de farkına varamamıştır.

Radyoaktivite alanında 1896'dan bu yana yapılan çalışmaları anlatığımızda göreceğiz ki bu çalışmalar zincirinin baklalarını teker teker büküp birbirine bağlamış olmadıkça anahtar-teslim Nükleer Santral kurdurtmak Atom Çağı'na kısa bir "adım"dan başka bir şey değildir. Nükleer Gücün kazasından etkilenip nükleer tehlike uyarı sistemleriyle memleketi baştan başa donatmak da "modernleşme" kavramına sığmaz. Atom Çağı'na girmenin, önceden Elektronik Çağı'na girmeyi gerektirdiğini bu kitap boyunca göreceksiniz. Elektronik Çağına girmek de, yalnızca mükemmel bir hava boşluğu sağlanması bile 50 yıl sürmüş Crookes tüpleriyle 50 yıl ELEKTRİK deneyleri yapmayı gerektirmiştir.

Nükleer güç, buhar gücünden, elektrik gücünden çok farklıdır. Bu güçten yararlanmak diğer güçlerin işletilmesi sayesinde büyük ve derin hazırlıklar ister. Elektronik sanayi nasıl elektrige kıyasla çok daha hassas, karmaşık ve nazık bir iş ise elektron gibi Atom'dan küçük zerreciği ifade eden atom çekirdeği -nükleus-nden yararlanmak, onu parçalamak, onu "işletmek" benzer zorlu hesap ve yoğun çabalar ister. Hattâ daha da fazlasını çünkü Atom'un kütsüz parçaları olan Elektron'lardan çıkan ışın fazla tehlikeli olmadığı halde atom çekirdeğinin parçalanmasından çıkan Alfa zerrecikleri çok daha tehlikelidir.

Marie Curie 1898 yılından itibaren Uranyum'dan başka radyoaktif maddeler var mı acaba diye araştırmaya koyuldu.

Çalışmaları Marie Curie'ye bilim tarihinde az kişiye nasip olan 2 Nobel ödülü ve kocası Pierre Curie'ye de bir Nobel ödülü kazandırdı. Radyoaktivite konusunda, Curie'lerin çalışmalarının ayrıntılarına girmeden önce Bilim Akademilerinin icat ve keşiflerdeki rolünü belirgin kılan bir olay anlatacağıım.

Bu filmi ben daha önce görmüşüm!

Fransa Bilim Akademisinin 20 Ocak 1896 tarihli oturumunda Henri Poincaré'nin kendisine özel bir mektupla Wilhelm Röntgen tarafından gönderilen X-ışınlarıyla çekilmiş fotoğrafları o haftaki oturuma sunduğunu ve Becquerel'in X-ışınları olgusuna ait orada bilgi alıp işe koyulduğunu anlatmıştık. 24 Şubat 1896 tarihinde yani Poincaré'nin X-ışınlarını Fransız Akademisinde açıklamasından bir ay sonra Becquerel RADYOAKTİVİTE'yi keşfetmiş bulunuyordu bile.

Bilginler arasında yüksek düzeyde toplantıların ve sohbetlerin yapılmasına imkân sağlayan Bilim Akademiilerinin icat ve keşiflerde acaba ne derece rolü vardır?

1896 yılında Poincaré ile Becquerel arasında Fransa Bilim Akademisinde cereyan eden ve Radyoaktivite'nin keşfine yolaçan görüşmeden tam 76 yıl önce, yine Fransa Bilim Akademisinde, Ampère ile Arago arasında geçen bir ilişki yine önemli bir keşfe zemin hazırlamıştı.

1820 yılının yaz aylarında Danimarkalı bilgin Oersted laboratuvarında platin bir telenin Volta pilinden akım vererek "Ak kor" haline getirmeye çalışmaktadır. Pilden sağlanan elektrik akımı platini akkor haline getirirken tesadüfen çalışma masasının üzerinde duran bir pusulanın mıknatıslı iğnesi hareket etmeye başlar. Oersted derhal durumu kavrar: elektirik akımıyla mıknatıs arasında bir ilişki var!

Demek oluyor ki elektrik akımı, çevresinde bir magnetik alan yaratıyordu. Oersted'in bu buluşu ileride Ampère ve Faraday'ın dehalalarıyla elektrik alanında Endüksiyon Akımının keşfini hazırladı.

Fransız bilginini ve astronomu François Arago, elektrikle mıknatıs arasındaki ilişkiye ait Oersted'in fikirlerini son derece önemli bulur ve Fransa Bilim Akademisinin 11 Eylül 1820 tarihindeki oturumunda konuyu açar. Çoğunluk Oersted'in buluşunun önemini kavramadığı halde, aralarından André Ampère bu keşiften öylesine etkilenir ki, evine kapanan Ampère, bir iki hafta evden çıkmamacasına bu konu üzerinde kafa yorar. Biyolog ve matematikçi olan ve o güne dek fizikle fazla ilgilenmemiş bulunan Ampère 25 Eylül günü Bilim Akademisinin haftalık toplantısında yani Oersted'in keşfini duyduktan 15 gün sonraki toplantıda kendi önemli keşiflerini açıklar.

Çağdaş bilginlerden Fransız Louis de Broglie teorik alanda Ampère'in elektrige ait görüşünü çok iyi dile getirir: "İlerki elektronik teorilerinin dahiyane habercisi olan Ampère, maddenin engin sayıdaki elektriklenmiş zerreciklerinden oluştuğunu 1820'lerde haber vermiştir."

Ampère'nin esinlenmesine ortam hazırlayan Bilim Akademisinde konuşan Arago oldu. Oersted'in tarihi buluşunu Arago, Bilim Akademisi oturumunda açıkladığında, Akademinin çoğu üyeleri kös dinlemişler ya da bunun ne demek olduğunu kavrayamamışlardı. Kavrayış gücü Ampère'e ait olmakla birlikte Bilim Akademisi böylesine bilimsel toplantıların yapılmasına ortam hazırlamasaydı dünya, elektrik alanındaki çok önemli buluşlardan kimbilir ne kadar süre yoksun kalacaktı.

Aynı şekilde yine Bilim Akademisinde Poincaré'nin Röntgen'den aldığı X-ışını deneylerine ait mektubunu açıklaması sayesinde, insanoğlu, doğada bazı radyoaktif maddelerin varlığını 1896 yılında öğrenebildi.

Radyoaktif maddeler üzerindeki 20.nci yüzyıl araştırmaları, dünyamızın yaşının bile uranyum gibi bir radyoaktif element aracılığıyla öğrenilebildiğini ortaya koydu.

ESRARLI IŞINLAR TARİHİ

1895 yılı, dünya bilim tarihinde, ESRARLI IŞINLAR TARİHİ'nin başlangıcıdır. Zaten Wilhelm Konrad Röntgen'in bulduğu ışına, meçhul anlamına matematik denklemlerinde kullanılan X'i isim olarak vermesi çok yerinde bir bilimsel karardır. Ne olduğu bilinmeyen bir şeyi için "bilimsel karar" deyimini kullanmam belki yadırgatıcıdır ama bilimin kesinliği şuradadır: bilinmeyi ve çözümlenemeyeni de açıkça kabullenir. Böylece nice "bilinmeyen"lerden nice "bilinen"lere ulaşılarak bilim doğmuştur.

Nasıl yazının icadı insanlık tarihinin başlangıcı olmuşsa X-ışınları da (ya da Röntgen ışınları adıyla da anılır) Esrarlı Işınlar Tarihi'nin başlangıcı olmuştur.

Wilhelm Konrad Röntgen'in X-ışınlarını tesadüfen bulduğu doğrudur. Fakat tesadüfleri -güzel tesadüfleri- hazırlayan sabırlı ve yoğun çalışmalardır. Nitekim "X-ışınlarından quarks'lara..." kitabının yazarı Nobel ödülü sahibi Emilio Segré yalnızca 1895 yılında Röntgen'in 48 konuda bilimsel makale yazdığını ve 49.ncu da bir altın madenine rastladığını belirtiyor. Diğer 48 makalenin bugün belki de unutulduğunu ifade ediyor.*

Röntgen'i X-ışınları keşfine götüren uzun ve sabırlı laboratuvar çalışmalarıdır. İçinin havası boşaltılan bir cam tüpe elektrik akımı verilince tüpte meydana gelen olağüstü ısıtının esrarını çözmek için 1830'lardan 1895'e dek yüzlerce bilgin binlerce deney yapmıştır. Crookes tüpleri denen bu cam tüplerle laboratuvarında deney yapan Röntgen'in şansı şu olmuştu: üzerinde çalıştığı Crookes tüpünün biraz uzağında laboratuvarın bir köşesinde baryum tuzu sıvanmış bir cam levha bulunmasıydı.

Ancak o köşede baryum tuzunu tesadüf sananlara şunu hatırlatmak isteriz ki 1896 Radyoaktivite'yi bulan Becquerel de uranyum tuzu ile deneyler sürdürmekteydi. Demek oluyor ki Röntgen olsun Becquerel olsun elementlerin özellikleriyle ilgili çalışmalar sürdürmekteydiler.

Crookes tüpüne elektrik akımı verince cam tüpün artı işaretli elektrodunda (anod) ısıtılı bir bölgenin oluşması Röntgen'i rahatsız ettiği için cam tüpü siyah kartonla sarmıştı. Bu kez, siyah kartonla örtülü Crookes tüpüne elektrik akımı verince, Röntgen birden uzaktaki baryum tuzuyla sıvanmış cam levhanın ısıdığını fark etti. Crookes tüpüne verdiği elektrik akımı kesilince baryumlu camda ışın duruyordu. Elektrik akımı yeniden verilince baryumlu cam levha yine parlıyordu.

Röntgen cam tüpün önünü kalın bir kitapla perdeledi: ışın yine parılatıyordu baryumu ekranı. Cam tüpün önünü bir tahtayla perdeledi: ışın yine geçiyordu. Sonra elini koydu cam tüpün önüne perdelemek için: ışın yine geçiyordu!"

Sonunda Röntgen "pes" anlamında olsa gerek, esrarını çözemediği bu ışınları X-ışını adını vermiştir.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segré, Fayard Yayınları sayfa 36

* Time - Life Pocket Books, Energy sayfa 75

Röntgen bir de fotoğraf filmi üzerinde bu ışınları denemek istedi.

Crookes tüpü ısıltısı ile fotoğraf filmi arasına elini koydu ve filme elinin iskeleti çıkmıştı. Demek ki X-ışınları kemikteki kalsiyum ve fosfor gibi ağır elementleri aşamayıp diğer tüm dokuları aşırıyordu ve filme kemikleri beyaz renkte veriyordu. Böylece vücudun içini ışınla ve Okuma Tarihi başlamıştı! Diyelim, vücuta bir kurşun mermisi saplanmıştı ve ameliyat için yeri tam saptanamıyordu. X-ışını hemen saptıyordu.

Bu nedenledir ki Emilio Segre "Röntgen 49.ncu makalesiyle bir altın madenine rastlamıştı" diyor.*

Radyasyon Familyasının görülen-görülmeyen çeşitleri...

X-ışını bir radyasyondur. Peki, X-ışınından önce Radyasyon yok muydu? 1895 yılından önce bilim alanında Radyasyon deyiimi kullanılmıyor muydu?

1666 yılında Newton ufaklık bir delikten geçirdiği güneş ışığını cam prizmaya düşürünce prizmada kırılan güneş ışığı -bildiğimiz beyaz güneş ışığı- cam prizmanın öbür yanından 6 renge bölünmüş olarak çıktı: kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor.

Güneşten gelen ve "gözle görülebilir" olan bu ışık da Radyasyon sözcüğüyle nitelenir.

Beyaz güneş ışığının 6 renge bölünmesi "Işığın spektrum"u (tayfı) adıyla bilinir. Güneş ışığı da bir çeşit Radyasyon olduğuna göre, X-ışınları da bir çeşit Radyasyon olduğuna göre, Çernobil Nükleer Santrali kazasından sonra toplumumuza da aktarıldığı üzere radyoaktif maddelerden yayılan zerrecikler de Radyasyon olduğuna göre, Radyasyon'dan Radyasyon'a ne fark var? Bu farkı bilmekte yarar var sanırız.

Güneşin "gözlerimizle algılanan" ışığına Radiant Energy yani ışılan ya da ısıma enerjisi adı da verilir. Gözle görülebilir olmayan güneş kaynaklı bir ışın güneşin vücudumuzu ısıtan ışınlarıdır. Buna da kızıl-ötesi Radyasyon deniyor. Sözüünü ettiğimiz ışığın tayfında 6 renkten biri olan kırmızının ötesinde gözle görülmediği halde vücudumuzun derisine ulaşan bir güneş enerjisi vardır. Bu enerji gözümüze değil de derimize, cildimize "hitap" etmektedir. Bizi ısıtır. Sıcaklığını hissederiz. Fazla sıcak gelince bayılacak gibi oluruz.

Kızıl-ötesi denen bu "gözle görülmeyen" ışınları ya da Radyasyonu 1800 yılında astronom Sir William Herschel bulmuştur. Newton'un güneş ışığını 6 renge ayıran spektrumunda (tayfında) araştırmalar yapan Herschel, kırmızı rengin biraz ötesine termometreyi götürünce termometre sütunundaki sıvının yükseldiğini fark etmiştir. Demek ki güneşin gözle görülmeyen fakat vücudumuzdaki başka duyu organlarına hitap eden bir Radyasyon daha var diye düşündü.

Kızıl-ötesi radyasyon İkinci Dünya Savaşını izleyen yıllarda yeni filmlerin geliştirilmesi sayesinde fotoğrafçılıkta "Gizli Göz" işlevi gördü.

Bilindiği gibi fotoğraf makinalarında kullanılan filmler ışığa duyarlıdır. Filme ışık * Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 36

düşürülerek gümüş tuzlarının ışığın etkisiyle çözünmesi görüntünün "Arap"ını meydana koyar. Şimdi ise ışığa değil de ısıya (yani kızıl-ötesi ışına) duyarlı filmler yapıyorlar ve bu filmlerde değişik ısıdaki eşya değişik görüntüde çıkıyor.

Bir eşya ne denli sıcaksa o denli parlak çıkar; ve ne denli soğuksa o denli soluk çıkar. Örneğin bir deneyde, arabaların boşalttıkları tamamen boş bir parkta ısı durumuna göre arabaların nerede park ettikleri saptanmıştır.* Böyle bir parkta kısa süre park edilen yerlerde arabaların gölge süresi az, çok uzun süre park edilen yerlerde ise arabaların gölge süresi çoktur (ve dolayısıyla yer daha serindir). Bu temel ölçüye göre çalışan kızıl-ötesi ışına duyarlı film, arabaların park yerlerini böylece saptamıştı.

Açıkça anlaşılacağı üzere askerî alanda kızıl-ötesi ışın çok işe yarıyor. Gündüzleri çok ustaca gizlendikleri için görülemeyen nice askeri tesis, verdikleri ısı derecesinden ötürü geceleri fotoğrafa alınabiliyorlar. Böylece geceleri keşif uçuşları barsarı sağlıyorlar.*

Özetleyecek olursak şu ana kadar anlattığımız Radyasyon çeşitleri insan organlarına zararlı olmayanlardır. Oysa, ileride anlatacağımız üzere, X-ışınları çok enerjik radyasyon oluşturdıkları için tehlikelidir.

Radyoaktif maddelerin parçalanmasından doğan ve insan organizmasına zararlı olan Radyasyon konusuna geçmeden önce Sir William Herschel'in kızıl-ötesi ışını bulmasından bir yıl sonra -1801 yılında- Alman araştırmacısı Johann Wilhelm Ritter'in güneşin tayfındaki morun ötesinde bulunduğu ve mor-ötesi denen ışıdan söz edelim. Mor-ötesi adı verilen radyasyon çeşidi de "gözle görülebilir" olmayanlardan dır.

Ritter, mavi ya da mor ışık görünce metal gümüşe dönüşen ve kararan gümüş nitrat'ın mor-ötesi ışına tutulunca çok daha çabuk parçalandığını saptadı. Morun parçaladığı fakat mor-ötesi ışının daha çabuk parçaladığı gümüş nitrat'la yapılan deneyler spektrum'un (tayfın) sınırlarını genişletti. Herschel ve Ritter 1666 yılından beri 6 renkle sınırlı güneş ışığı spektrumunu (tayfın) 1800'lerde genişletmiş ve Radyasyon'un yeni bölgelerini keşfetmiş oldular.*

Kızıl-ötesi ve Mor-ötesi ışınlar, güneşin "gözle görülebilir" olmayan radyasyonu idi.

Gözle görülmeyen mor-ötesi ışını fotoğraf tekniği dolayısıyla gözler önüne serilmektedir. Kuvarz bir prizma kullanılırsa (kuvarz mor-ötesi ışığı geçirir, oysa olağan cam hemen tümünü soğurur) ilginç bir mor-ötesi spektrumu elde edilebilir. Bunu 1852 yılında ilk kez George Gabriel Stokes gösterebilmişti. Atmosferimiz yalnızca "mor-ötesi-yakını" bölümünü geçiriyor. Çok kısa dalgaboylu "uzak mor-ötesi" atmosfer tabakasının üzerinde kalıyor.*

* Time-Life Pocket Books,Energy sayfa 72

* " " " " "

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 109

* " " " " " " " " "

Mor-ötesi 20.nci yüzyılın “güneşte yanma” modasını temin eden radyasyondur. İnsan derisi, mor-ötesi ışınlar karşış tepki gösterir. Güneş ışığının deriyi esmerleştiren bölümüdür. Esmerleşme, vücutun mor-ötesi ışınlar karşış aldığı bir korunma mekanizmasıdır. Biyologlar mor-ötesi ışınlar fazla maruz kalan beyaz deri hücrelerinin öldüğünü saptamışlardır. Yaz mevsimi boyunca yakıcı güneş ışınlarında fazla kalan beyaz tenli insanlar, üçüncü derecede yanıklar alırlar. Beyaz tenli insanların güneşte yavaş yavaş yanmaları ve koyu renkli derili insanların sürekli pigment reaksiyonları mor-ötesi ışınlar karşış süzgeç işlevi görür. Bu süzgeçler güneşteki ışınların hücrelere zarar vermelerini önler.*

Mor-ötesi ışın yapay olarak da sağlanabilir. Filmleri ya da televizyon stüdyolarını aydınlatmaya yarayan ark lambaları mor-ötesi radyasyon yayarlar. Evde kullanılabilecek mor-ötesi ışık lambası da imal edilmiştir. Bu “Güneş lambası” bir kuvarz camdan yapılmıştır ve ampulün içinde cıva vardır. Elektrik akımı cıvayı buhlaştırdığında oluşan ışıltıda mor-ötesi ışık vardır. Kuvarz cam kullanılması şarttır. Nitekim evlerimizin normal penceresi önünde güneşte yanmaya çalışanlar esmerleşemediklerini görürler. Olağan pencere camı mor-ötesi ışınları geçirmez.*

X ışınları baryum ya da çinko sülfür gibi flöresanslı cisimlere çarpınca ışımlar görülebilir. Alfa ışırları da ilerki deneylerden anlıyacağımız gibi flöresanslı cisimlere çarpınca ışımları gözle görülebiliyor.

Radyasyon’un “Radyoaktif” olanı

Şu ana dek anlattığımız üzere, güneş ışığının “gözle görülebilir” olanına Radyasyon denildiği gibi “gözle görülebilir” olmayan kızıl-ötesi ve mor-ötesine de Radyasyon denilmektedir.

1895 yılında Röntgen dahil bilim adamlarının hemen hepsinin “esrarlı demekten kendilerini alamadıkları X-ışınına da Radyasyon denilmektedir.

“Esrarlı ışınlar” çağını başlatan X-ışını “Radyoaktif” değildir. “Radyoaktif” sözcüğünü zaten Marie Curie 1898’de ortaya atmıştır. 1898 yılından iki yıl önce de, dünya bilim tarihinde ilk kez, Henri Becquerel, anlattığımız gibi, Radyoaktivite’yi keşfetmiştir. Fakat Uranyum’dan başka elementlerde de Radyoaktivite bulunabilir mi diye düşünüp bu alandaki araştırmaları derinleştiren Marie Curie’dir.

Marie Curie, kocası Pierre Curie’nin daha önceleri bulduğu ve bazı kristallerin basınç altında bırakılınca kristalin bir ucunda pozitif elektrik yükü diğer ucunda da negatif elektrik yükü oluşması esasına dayanan piezoelektrik yönteminden yararlanıp bir maddenin radyoaktivitesini ölçmeyi akıl etti. Bildiğimiz gibi Becquerel, uranyum tuzunun karanlıkta hiç bir ışığa ihtiyaç göstermeden, kendiliğinden çıkardığı gizli ışınla fotoğraf plakasını kararttığını keşfetmekle kalmadı aynı zamanda uranyum tuzunun “aktivite” yetisini gazları iyonlaştırmasından anladı.

* Time-Life Pocket Books, Energy sayfa 73

* “ ” ” ” ” ” ”

* Des rayons X aux quarks -Emilio Segre, sayfa 48

Dikkat ederseniz, Becquerel'in bu deneyleri sırasında henüz "radyoaktivite"den söz edilmiyor "aktivite"den söz ediliyor. Uranyum tuzunun "aktivite"si de şuydu. Bir uranyum eşantyonundan çıkan gizli bir "aktivite"nin gazları iyonlaştırdığı anlaşıldı. Gazları ya da gazlardan oluşan havayı iyonlaştırmak demek gazları "iletken" hale getirmek demektir. "İyon"laşma ileride göreceğimiz gibi bir atomun -ki normal durumda içindeki artı ve eksi yüklü proton ve elektron dengesi dolayısıyla nötr durumdadır- elektriklenmesi durumu demektir.

Becquerel, üzerinde deney yaptığı uranyumlu maddenin "aktivite" sahibi olduğunu, durup dururken havayı "ion"laştırmamasından yani "iletken" duruma dönüştürmesinden anlamıştı. Bu iletkenliği de elektrik yüklerini belli eden altın yapraklı basit ve klasik elektroskopla saptamıştır.

Marie Curie ise uranyumun söz konusu "aktivite"sini kocası Pierre Curie'nin piezoelektrik yöntemiyle daha hassas ve niceli olarak ölçebilmiştir.

Marie Curie böylece fizikçi kocası Pierre ile erkek kardeşi Jacques'in çok önceden geliştirdikleri piezoelektrik yöntemi sayesinde radyoaktiviteyi ölçebildi.

Burada artık Becquerel'in örneğinde kullandığımız "aktivite" sözcüğünden "radyoaktivite"ye geçtiğimizi fark etmişsinizdir. Bunun nedeni, Marie Curie'nin kocası Pierre Curie'yi kendi çalışmaları doğrultusuna çekerek birlikte yaptıkları araştırmalar sonunda uranyumdan daha çok radyasyon (ışınım) yayan radyoaktif maddeler bulmalarıdır.

X ışınları radyoaktif değildir, fakat yüksek enerjili oluşları nedeniyle tehlikelidirler.

Marie ve Pierre Curie

Polonyum ve Radyum'u buldular

Radyoaktiviteyi 1896 yılında dünya bilim tarihine ilk kez maleden Becquerel, yıllar sonra yazdığı bir yazıda, uranyumdan çıkan esrarlı ışınların başka elementlerde de bulunabileceğini neden düşünmediğini itiraf edercesine şöyle der: "Yeni ışınlar uranyumdan çıktığı için, bilinen diğer elementlerin aktivitesinin uranyumdan fazla olabileceği muhtemel gözükmedi. Ayrıca, yeni olguyu genelleştirip de araştırmaktansa, keşfettiğim olgunun fiziksel yapısını incelemek aklıma daha yakın geldi."

İşte, bu nedenledir ki, büyük sıçrayışı Becquerel değil Curie'ler yapmışlardır. Marie ve Pierre Curie uranyumdan başka elementler de incelediler ve önce Polonyum sonra da Radyum elementini keşifle öylesine güçlü radyasyon kaynakları buldular ki bu güçlü kaynaklarla yeni Radyoaktivite Biliminde devrim yaratmışlardır.*

Marie Curie ve kocası Pierre Curie tonlarca cevherler inceleyerek yeni bir element buldular. Becquerel'in Uranyumda bulunduğu esrarlı ışıktan bu yana yalnızca iki yıl geçmişti ki Marie Curie uranyum gibi ışın yayan ve radyoaktif olan Toryum elementini saptamıştı. Bunun üzerine kendinden emin bir şekilde madem ki radyoaktif olan birden fazla element var "radyoaktif" genel sıfatını verebilirim diye düşünmüştür.

* Des rayons X aux quarks - Emilio segre, sayfa 49

1898 yılında o tarihte henüz Elementler Tablosunda (Peryodik Cetvel'de) olmayan bir yeni element buldu. Bu radyoaktif elementin adını Polonyum koydular.

Bilindiği gibi Marie Curie 1891 yılında 18 yaşında bir genç olarak Fransa'ya Polonya'dan göç etmişti. Öğrenimini Paris'te tamamlamak istiyordu. Paris'te mıknaş üzerine önemli araştırmalar yapan ve Jacques Curie ile birlikte piezoelektrik icat eden Pierre Curie ile evlendi. Neredeyse "şair" gibi iyi yazan Pierre Curie'nin mektuplarına vurulan Marie Skłodowska hayatını Paris'te Pierre Curie ile birleştirdi.

Pierre Curie'nin icadı olan Piezoelektriği Marie Curie radyoaktivite ölçümlerinde kullanmayı akıl etti.

1896'dan 1898 yılına dek radyoaktivite üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda yeni bir element bulunca karı-koca bu elementin Polonya sözcüğünden türetilen Polonyum olmasını isterler. Böylece bugün 105 elementin adının bulunduğu Peryodik Cetvel'de Polonyum ölümsüz yerini alır.

Polonyum, Becquerel'in bulunduğu uranyumdan 400 kez daha radyoaktifti. Uranyuma eş miktarda Polonyum'un yaydığı radyasyondan bunu anlamak mümkündü.

Fakat Curie'ler Polonyum'dan daha radyoaktif bir element buldular ve buna özellikleri nedeniyle Radium adını verdiler.

1900'larda araştırmalar yapma ateşiiyle yanan bu genç kan-koca, yürüttükleri çalışmalar sırasında radyoaktivitenin insan dokuları üzerindeki ölümcül etkilerini elbet bilmiyorlardı. O kadar ki tonlarca topraktan ve cevherden çıkarabildikleri bir nebze Radium'u, Henri Becquerel, yeleğinin cebinde "büyük bir anı" olarak taşıyordu.

Radyoaktif elementler aracılığıyla yapılan nice çalışmalar büyük yararlar sağladı. Fakat kontrolsüz kullanımı da nice zararlar getirdi ve getirmektedir. Bazen Çernobil Nükleer Santralindeki gibi kazalar atom çekirdeğinin parçalanışını "kontrol"den çıkarak dünya çapında zararlara neden olmaktadır. Bugünkü etkilerine ek olarak kalıtım malzemesinin bulunduğu genlerimizdeki bozulmalar nedeniyle de gelecek nesillere zararlar saklamaktadır. Çernobil Nükleer Santralindeki gibi kazalar atomun parçalanmasının istemeyerek "kontrol"dan çıkmasına örnek oluştururken Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları da savaş nedeniyle atomun parçalanışının kasten "kontrol"dan çıkarılmasına örnek oluşturur.

Atom çekirdeğinin parçalanması ya da bölünmesi (fisyon) konusunu daha sonraki bölümlerde ayrıca inceleyeceğiz.

Şimdi, gelelim, Curie'ler için "Devrim yaptılar" denilmesinin nedenine...

Curie'lerin "Devrim" yaptıkları doğru mu?

1898- 1890 yılları arasında Uranyum elementini inceleyen yalnız Curie'ler değildi. Her önemli yeni buluş, bilginleri ve dünya halkoyunu harekete geçirir. Radyoaktif

te bunlardan biriydi. Zaten 1895'de Röntgen'in X-ışınları öylesine heyecan uyandırmıştı ki dünyaca ünlü Amerikan yayinevi Time-Life'in Enerji adlı kitabında şunları yazıyor: "Röntgen'in buluşu o tarihlerde günümüzde Sovyetlerin uzaya ilk uydusu atışı kadar heyecan ve merak uyandırmıştı."

Radyoaktivite de böylesine önemli, heyecan ve merak uyandıran bir konuydu.

Uranyum gibi radyoaktif element arayışı yalnızca Curie'lere özgü bir iş değildi elbet. X-ışınları keşfine ve elektriğe dayalı daha nice buluşların ortaya çıkışına "Pandora Kutusu" işlevini görmüş olan Crookes tüpünün mucidi İngiliz araştırmacısı William Crookes de uranyum üzerinde çalışıyordu. Bu elementi incelerken uranyum'dan çok daha radyoaktif bir örnek buldu. Uranyum'un radyoaktif olmadığını oysa uranyum içinde bulunan bu "gayrisaf"lığın çok radyoaktif madde olduğunu öne sürdü. Ve, adını "Uranyum x" koydu. Henri Becquerel de saf hale getirilmiş olan ve çok zayıf radyoaktivite yayan Uranyum'un zamanla kendiliğinden ilk halinden daha güçlü radyoaktivite (ilk günkü gibi değil!) yaydığını saptadı.

Esrarlı, hattâ "esrarengiz" bir şeyler vardı bu radyoaktif maddelerde.

Bunların neler olduğunu anlatmayı sürdüreceğiz ama şimdilik şu kadarını söyleyelim ki bu alanda "sistem kurucu" en önemli ve geniş kapsamlı çalışmayı Curie'ler yapmışlardır. Yaptıkları "Devrim"e gelince: çok radyoaktif elementler bularak bunların enerjisini Rutherford gibi bilginlerin atom çekirdeğini bombardımanında kullanmaları olağanağını sağlayarak dolayısıyla Atom'un çekirdeğindeki Protun'u bulmaları için zemin hazırladılar.

Curie'lerin radyoaktivite alanındaki bir başka önemli buluşları da "Yarı-ömür" hi-kâyesi idi.

Gizlice Tüklenen "Yarı-Ömür"

Çernobil Nükleer Santral kazası sonucu ülkemizi tehdit eden Radyoaktivite dolaşısıyla basınımızda olsun televizyonda olsun radyoaktif maddenin "yarı ömür"ünden çok söz edildi.

1898 yılının Nisan ayından itibaren Curie'ler radyoaktif polonyum elementini keşfettiler. Aynı zamanda şöyle bir durumla da karşılaşmışlardı. Bulundurdıkları belirli miktardaki radyoaktif bu elementten yansı, bir zaman birimi içinde yanlıyordu. Her elementin kendine göre bir yarılanma "periyod"u vardı.

Durup dururken belirli miktardaki bir elementin kendi kendine yarılanması ne demek oluyordu? Alın size bir "esrarlı" nokta daha.

Bütün radyoaktif maddelerde olduğu gibi Uranyum-238'in de parçalanma hızı sabittir. HEMEN NOT ETMEKTE YARAR VAR. Buradaki "PARÇALANMA" uranyumun kendiliğinden, yani doğal olarak PARÇALANMASI'dır. Bir de "İNSAN ELİYLE PARÇALANMA" vardır ki işte Atom Bombası demek ya da Nükleer Santral demek beirli bir element atomunun insan tarafından kurulan aygıtlarla parçalanması demektir. Bizim "PARÇALANMA HIZI" dolayısıyla sözünü ettiğimiz parçalanma "DOĞAL PARÇALANMA"dır.

Demek oluyor ki Radyoaktif Elementlerin kendiliğinden parçalanmaları söz konusudur; ve her bir elementin -daha doğrusu her bir radyoaktif elementin demek gerek, çünkü Elementler Tablosundaki 105 elementten ancak bazıları radyoaktif'tir- bir parçalanma hızı vardır.

Uranyum-238 elementinden 2.000.000 atomu ayırıp bir şişeye koyduğumuzu düşünelim. Şişenin ağzını başka hiç bir elementin atomları girmeyecek şekilde kapatalım ve üzerine etiket yapıştırıp içinde bulunduğumuz yılı yazalım.

Uranyum atomları şişeye koyduğumuz andan itibaren parçalanmaya devam edecek. 4,5 milyar yıl sonunda şişede 1.000.000 tane (yani 1/2 si) atom kalmış olacaktır. Demek ki, 4,5 milyar yıl sonunda Uranyum-238 elementi atomlarının yarısı parçalanmış olacaktır.*

Radyoaktif maddelerin doğal olarak (kendiliğinden) bir parçalanma hızı bulunması, üzerinde yaşadığımız yerkürenin -dünyamızın- yaşını saptamada yararlı olmuştur.

Dünyamızın yaşını radyo-aktivite öğretti

Curie'lerin her radyoaktif elementin bir yarılanma süresi bulunduğunu keşfetmeleri, yaşı öteden beri çok merak edilen yerküremizin yaşının anlaşılmasında büyük katkısı olmuştur.

Hayatın ilk kanıtlarını aramadan önce, yerküremizde hayat olmadığı zamanlardaki şartları bilmeliyiz. Ayrıca, canlıların evrimiyle ilgili olayların dünyamızın yaşıyla olan bağlantılarını öğrenmemiz gereklidir. En son hesaplamalara göre, dünyamız yaklaşık 5.000.000.000 (beş milyar) yaşındadır. Dünyamızın yaşını öğrenmede metodların en güvenlisi olan, dünyada kütleler olduğu zaman, onların içinde bulunan bazı RADYOAKTİF (ışınım yayan) maddelerin yıllar boyunca parçalanarak başka maddeleri meydana getirmesine dayalıdır. Bu maddelerin miktarları ölçülerek kütlelerin ve dolayısıyla yerküremizin yaşını öğrenebiliriz. Birçok püskürük kütleler içerisinde, radyoaktif bir madde olan uranyum-238'in parçalanmasından meydana gelen ve kimyasal bakımdan kararlı bir madde olan kurşun-206 bulunmaktadır.*

Bir cümle yukarıdaki "kimyasal bakımdan kararlı madde" demek, kurşun elementinin kendiliğinden başka bir element olmak üzere parçalanma yetisi bulunmayışı demektir. Oysa Uranyum-238 belirtildiği üzere 4,5 milyar yılda değişerek -radyoaktivite yayarak- sonunda yarılanıp kurşun olmaktadır. Tabiatta bulduğumuz bir püskürük kültede Uranyum ile Kurşun atomlarının miktarına 2:1 oranında rastlanmaktadır.

Bu oran bize RADYOAKTİF SAAT denen yöntemle yerküremizin yaşını kolayca hesaplamamızı sağlar.

Elementlerin Yarı-Ömürleri

Her radyoaktif elementin kendine göre bir zaman birimi içinde parçalanma süresi vardır. Şöyle bir örnek alalım: diyelim ki A adı verilen bir radyoaktif element, yılda ikiye bir oranında parçalanıyor. Aldığımız elementin atom sayısında her 1.000 tane-den 500'ü A atomu olarak kalacaktır. İki yıl sonunda orijinal (yani başlangıçtaki) atom sayısının 250'si kalacaktır. Üç yılın sonunda 125'i A atomu olarak kalacaktır vb. Orijinal (yani başlangıçtaki) atomların yarısının parçalanması için geçen süreye atomun "yarı-ömrü" denir. Demek oluyor ki örneğimizdeki A atomunun yarı ömrü bir yıldır. Her radyoaktif maddenin kendine özgü bir yarı-ömrü vardır ki normal koşullarda değişmemektedir. (Değiştirilebilmesi için dıştan gelebilecek tek etki, atomun çekirdeğini Alfa zerrecikleriyle bombardıman etmektir.)*

Doğada bombardıman yoktur: bir radyoaktif elementin doğal ölçüde yaydığı radyoaktif ışınım başka bir elementi bombardıman etmez. Alfa zerrecikleri yayan bir radyoaktif element kendiliğinden parçalanmış olur.

Doğadan elde ettiği radyoaktif maddelerdeki Alfa zerreciklerini, insanoğlu, laboratuara götürüp bir elementi bir radyoaktif elementin marifetiyle "bombardıman ederek" atomun çekirdeğini parçalamıştır. İşte, 20.nci yüzyılın "Büyük Olgusu" budur. İnsanoğlunun mitolojide Prometeus'dan ışığı çalması gibi 20.nci yüzyılın adetâ bir bilim-kurgu öyküsünü andırır biçimde, insanoğlu, doğadaki radyoaktif maddede bulunan müthiş enerjili Alfa zerreciklerini alıp bir element atomunun çekirdeğini bombalayarak atomun parçalamış ve "müthiş enerji" elde etmiştir. Bu "Müthiş Enerji" hem kötüye kullanılabilir hem de iyiye. Kötüye kullanmak bomba yapıp Hiroşima ve Nagasaki'de olduğu gibi insanları yok etmek için atmak. İyiye kullanmak ise, göreceğimiz gibi, tıpta yararlanmak, bilimsel araştırmalarda yararlanmaktır. Ya da Nükleer Santral yapıp elektrik enerjisi elde etmektir. Çünkü birkaç gram bir elementle -örneğin uranyum- yıllarca bir kentin elektrik enerjisi sağlanmaktadır. Biz, ne yazık ki radyoaktivitenin nimetlerinden yararlanabilecek bilim kuruluşları ve ürünleri yaratamadan külfetlerine Çernobil Nükleer Santral kazası nedeniyle katlandık. Kısacası biz "Radyasyonun kazası"na kaldık.

Atomun insan eliyle parçalanmasından doğan Radyasyon'a karşılık insan bünyesinin yüzbinler hattâ milyonlarca yıldır alışkın olduğu bir "Doğal Radyasyon" vardır. Bu Doğal Radyasyon miktarı zararlı değildir. İnsanoğlunun atomu parçalayıp da bu parçalanma kontrolden çıkınca ve Radyasyon dozajı artınca zararlı olmaya başlar. Atomun doğada kendiliğinden parçalanmasına "Bozunma" denir. Başka bir deyişle radyoaktif bir madde uzun yıllar boyunca ve cinsine göre kısırlı bir şekilde parçalanıyor, başka bir deyişle bozunuyor. Ve, göreceğimiz üzere, başka bir elemente dönüşüyor. Bu değişim için "transmütasyon" deyişi kullanılıyor. Bir elementin başka bir elemente dönüşmesi.

Sözünü ettiğimiz "transmütasyon"u insanoğlu da sağlayabili; şöyle ki doğal radyoaktif elementlerin yaydığı ışınımdaki Alfa Zerreciklerini alıp onlarla bombardıman ettiği elementi parçalar ve başka bir elemente dönüştürebildi.

Atom Çağı ile gelen Radyoaktivite

Atom Çağı'nın gelmesi, insanoğlunu, bu yüzyıla dek tanımadığı bir tehlikeyle karşı karşıya getirdi. Atom çekirdeği kilidinin sökülmesi sel gibi nükleer radyasyon yaydı. Yeryüzünde hayat başladığından bu yana, insanoğlu, muhakkak ki doğal radyoaktivite ile birarada yaşadı. Fakat insanoğlunun doğal radyoaktif maddeleri -örneğin radium- elinde toplaması tehlikeyi büyüttü. Doğada normal olarak radium elementi yerkabuğunda seyrek izler olarak bulunur.*

Yeryüzü kabuğundan olduğu gibi dış uzaydan bize ulaşan Radyasyon'a da hepimiz maruz bulunuyoruz. Vücudunuzun yapısında bile potasyum, radium ve radyoaktif karbon bulunur. İnsanoğlu, yeryüzünde var olduğundan beri radyasyonla birarada yaşamıştır.*

Unutmayalım: insanoğlunun yeryüzünde var oluşundan bu yana birarada yaşadığı Doğal Radyasyon'dur, yani doğada mevcut olduğu kadarıdır. Oysa insanoğlu atom çekirdeğini parçalamakla "kafes"ten tehlikeli radyasyon çıkarmıştır. Kaçırılmıştır demiyoruz, çıkarmıştır. Bu radyasyonu yakalayabilip kaçırılmazsa denetim altında kullanılabilir. Yoksa dünyamız, şimdiye dek görmediği bir felâketle karşılaşır.

Radyoaktifliği güçlü element olan Radium'un zararını gören ilk kişi elbet bu elementi bulan kişilerden biri olacaktır. Nitekim Marie Curie kocasına ait yazdığı bir biyografi kitabında Pierre Curie'nin kendi isteği ile elini 10 saat süreyle bir radium kaynağı yakınına tuttuğunu ve elinin yanık bir hal aldığını anlatır. Sonradan yanık bir yara döndü ve kapanması aylar aldı.* Gerçi bu "Doğal radyasyon" idi ve o tarihlerde (1900'larda) insanoğlu henüz atomu parçalamayı bilmiyordu ama doğal radyasyon kaynağına -hem de konsantre edilmiş miktardaki kaynağına- uzun süre aralıksız kendini terk ederseniz elbet zarar görürsünüz.

Radyasyonun Pierre Curie'ye dıştan gösterdiği etkisine karşılık içten de etkisi olabilir. Marie Curie 67 yaşında öldü. Radyasyona maruz kalanlarda görülen lösemi hastalığından.

Havadaki radyasyon miktarı fazlalığının da kanser hastalığı yaptığı eskiden saptanmıştır. Nitekim 2.ncü Dünya Savaşından önce uranyum madenlerinin bulunduğu Çekoslovakya'nın Schneeberg ve Joachimstahl ocaklarında çalışan işçilerin yüzde 50'sinde akciğer kanseri çıkmıştır. 17 yıl gibi uzun bir süre aradan geçtikten sonra kanser hastalığına yakalananlar olmuştur. Havadaki Radon yoğunluğunun adı geçen bölgede normalin 30 kat fazla olduğu saptanmıştır.

Radyoaktif maddelerden çıkan ışınların gözle saptanamayışı, koku vermeyişi ya da insan ağzının tadını bozmayışı onu "görülmez" kazalardan yapmaktadır.

Sözünü ettiğimiz radyasyon kaynaklı zararlar ve hastalıklar 1950'li yıllardan öncesine aittir. 1950'lerden sonra da insanoğlunun atomu kendi marifetiyle parçalanmasından doğan radyasyon var.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 647

* Foundation of Chemistry - Ernest R.Toon, George L.Ellis sayfa 719

Atomun parçalanmasından meydana gelen "bölünme serpintileri"nden biri insan sağlığı için son derece zararlıdır. Yarı-ömrü 28 yıl olan Strontium-90'dır söz konusu radyoaktif serpinti. Bölünmeden oluşan Strontium-90 izotopu toprağa ve suya düşünce bitkilerce özümseyiyor ve bunlar aracılığıyla da hayvanlara ve dolayısıyla insana geçiyor. Strontium'u özellikle tehlikeli kılan, kalsiyuma olan kimyasal benzerliği nedeniyle kemiklerimize ulaşması ve orada uzun süre kalmasıdır. Kemiklerde mineraller az devridaim imkânına sahiptirler. Başka bir deyişle minerallerin yerini yeni mineraller, yumuşak dokularımızda olduğu kadar, kemikte alamazlar. Kalıcıdırlar. Bu nedenle kemiklerine Strontium-90 alma talihsizliğine uğrayanlar bunu orada hayatları boyunca bulunduracaklardır.*

Gelecek nesillere radyoaktivite nakli

Yıllardır atom bombası denemelerine karşı Batı ülkelerinde yapılan gösteri yürüyüşleri boşuna değildir. Nükleer yakıtlı gemilerin dost ülkeleri ziyaretlerine karşı yapılan gösteriler boşuna değildir. Nükleer başlıklı bomba taşıyıcı uçaklar için "yabancı devlet"lere üs verilmesine karşı yapılan gösteriler boşuna değildir.

Atom bombası denemelerinden ötürü bugüne dek yerküremizin radyasyon miktarına eklenen radyoaktivite çok azdır. Fakat "doğal doz"un azıcık üstüne çıkmak bile kanser tehlikesini artırabileceği gibi genetik zararlar da doğurabilir. Bu arada az da olsa ortalama ömür kısalmasına neden olabilir.

Genetik zarar demek bugün bir radyoaktif maddeden zarar gören kişinin genlerindeki "görülmez" bir zararın gelecek nesillerde ortaya çıkması demektir. Gelecek nesillere "daha güzel bir dünya" bırakalım derken ve bu uğurda bazıları çalışıp bazıları da çaba göstermezken bir de "daha çirkin gelecek nesiller" bırakmamak gerekir. Dünya halkoyunun nükleer tehlikeler konusunda uyanık davranması bir bilgi ve kültür birikimi sonucu bilinçlenmedir. Bazen yabancı kaynaklı haberlerde izlediğimiz türlü çeşitli ölüm kılığı resmedilmiş yüzlerle dolaşan insanların anlatmak istedikleri, dünyanın şimdiye dek tanımadığı kılıklarda ölümün hücrelerde -genlerimizdeki yani kalıtım şifrelerinde- yer edebileceğidir.

Radyoaktif serpintilerin gelecek nesiller için mütasyon -genlerin yapısında değişim- tehlikesi taşıdığını en cerbezisiz araştırmacılar bile kabul etmektedirler.

İnsanoğlunun bir elementi radyoaktif zerreciklerle -alfa zerrecikleriyle- bombardıman etme yüksek tekniğine kavuşup bir elementi başka bir elemente değiştirme yani trans-mütasyon becerisine ulaştığı bir çağda, tehlikeli gen "mütasyon"larına (değişimlerini) da yine aynı silahla neden olursa, dünyayı çirkinleştirirse bundan insanlık kârlı çıkmış sayılmaz. Bu nedenle radyoaktif maddelerin "sınırlı" ve "kontrolü" kullanımı insan refah ve mutluluğunun emrine tahsis edilmeli, zararlı yanları ayıklanmalıdır.

Strontium-90 çevremizde beliren yepyeni bir maddedir. İnsanoğlu Uranyum'u parçalamadan önce yeryüzünde fark edilir bir miktarda mevcut değildir. Oysa, şimdi, Atom Çağı'na girildikten çeyrek yüzyıl sonra dünyamızda yaşayan her insanın kemiklerinde ve elbet bütün omurgalılarda bir miktar Strontium var. Strontium 90 stratosferde de epey miktarda var (nükleer bomba denemeleri yüzünden) ve er ya da geç gelip kemiklerimizdeki yerini alacaktır.*

İnsan iskeletinde strontium birikimi bölgeden bölgeye ve insandan insana değişmektedir. Bazı kişilerde normal miktarın 75 kat fazlasına rastlanmıştır. Çocuklarda Strontium-90'a daha çok rastlanıyor. Çünkü kemiklerin oluşum yıllarında kemiği içeren unsurların devinimi daha fazladır. Sebzelerden alınan Strontium süttten alı nandan daha çok. Bu nedenle süt daha az tehlikeli. İneklerin "süzgeç" sistemi, ye-diği samandaki ya da ottaki Strontium'u azaltıyor.*

En tehlikeli olan 1-30 yıl yarı-ömürlü nüklidlerdir. Kısa ömürlü oldukları için yay-dıkları radyasyon yoğunudur; birçok nesle zararlı olacak kadar da uzun ömürlü sayı-lırlar. 30 yıl yarı-ömürlü olan bir nüklidin etkinliğinin % 99'unu kaybetmesi için iki yüzyıl geçmesi gerekir.*

Uranyum nasıl kurşuna dönüşüyor?

Uranyum 238'in Kurşun 206 durumuna gelineceye dek hangi evrelerden geçtiğini ve bozunma sırasında her bir elementin yarı ömrünün kaç yılı olduğunu gösterir tablo:

Element	Kütle sayısı	Yarı-ömür	Değişim sırasında yaydığı zerrecek
Uranyum	238	4,4 milyar yıl	Alfa
Toryum	234	24,5 gün	Beta
Protaktinyum	234	1,14 dakika	Beta
Uranyum	234	300.000 yıl	Alfa
Toryum	230	80.000 yıl	Alfa
Radium	226	1.590 yıl	Alfa
Radon	222	3,82 gün	Alfa
Polonyum	218	3,05 dakika	Alfa
Kurşun	214	26,8 dakika	Beta
Bizmut	214	19,7 dakika	Beta
Polonyum	214	Saniyenin milyonda biri	Alfa
Kurşun	210	22 yıl	Beta
Bizmut	210	4,9 gün	Beta
Polonyum	210	140 gün	Alfa
Kurşun	206	Kararlı	

Yukarıdaki "Tablo"nun ilk sırasında Uranyum gözüküyor. Bu elementin yarı-öm-rünün de yaklaşık 4,5 milyar yıl olduğu gösteriliyor. Sıra kurşuna gelince yanibaşın-da "Kararlı" gözüküyor.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, sayfa 655

* " " " " " " " " " sayfa 656

* " " " " " " " " " sayfa 651

Şimdi bu "Kararlı"nın ne anlama geldiğini açıklayınca Radyoaktif elementle radyoaktif olmayan element arasındaki önemli fark kolayca anlaşılacak.

Bir elementin "Kararlı" olması demek kendiliğinden başka bir elemente dönüşmemeye kararlı olması demektir. Dikkat edilecek olursa kurşundan önceki elementlerin hiç biri için "Kararlı" denilmemektedir. Çünkü hepsi de kendine özgü bir zaman birimi içinde bozunmaktadır.

Bir de şu var: bir element kararlı ise kendiliğinden radyoaktif değil demektir. Bununla beraber 1936 yılından itibaren İrene Curie (Marie Curie'nin kızı) ve kocası Joliot bir elemente "yapay" radyoaktiflik vermişler ve o elementi "radyoaktif" kılabilmişlerdir.

Böylece yukarıdaki Tablo sayesinde hem "kararlı" element ne demektir onu kolayca anladık hem de Doğal Radyoaktivite'nin yanısıra 1934 yılında İrene-Joliot Curie tarafından keşfedilen bir yöntemle "bir elementin "yapay" radyoaktif kılınabildiğini belirledik.

Bu durumda 1934 yılı kesin ve kalın bir çizgi çekiyor Radyoaktivite sözcüğünün altına: Yapay Radyoaktivite.

Daha önceki bölümlerde gördüğümüz üzere Radyoaktivite sözcüğünü 1898 yılında Marie ve Pierre Curie bilim dünyasına tanıtmışlardı. Kızları ve damatları ise "Yapay" Radyoaktivite adını verebileceğimiz doğada radyoaktif olmayan bir elemente "radyoaktif"lik kazandırmanın sırrına erişmişlerdir. Marie Curie öldüğü yıl kızı İrene önemli keşfini yapmış ve annesine gösterebilmişti. 4 Curie 5 Nobel almıştır. Bu nasıl oluyor diye soracak olursanız Marie Curie bir fizik diğeri kimya dalından olmak üzere iki Nobel ödülü aldı. İlkini kocası ile paylaştı ikincisini de tek başına aldı.

Marie Curie gibi kızı İrene Curie de kocasıyla birlikte Nobel ödülü almışlardır.

Nobel ödülü sahibi fizikçi Emilio Segrè Marie Curie'yi 1931 yılında gördüğünde onu nasıl bulduğunu şöyle anlatıyor: "1931 yılında rastlaştığımızda zayıf ve bitkin görünüyordu. Radyasyon yanıkları nedeniyle sargılar içinde olan elleri sinirli biçimde kıvrılıyordu. Ömrünün sonuna doğru kızı İrene ile damadı Joliot'nun büyük keşiflerine tanık olabilişti. Bu keşif yapay radyoaktivite idi."*

Damatı Frederic Joliot kayınvalidesi Marie Curie'nin ölümünden sonra onun laboratuvarında kullandığı not defterlerini incelediğinde hepsini radyoaktif buldu. Marie Curie kendi yemeğini kendi pişirir ve mutfağında yemek kitapları bulundururdu. Mutfaktaki kitaplarının 50 yıl sonra bile radyoaktif olduğu saptandı. Zaten ölümü de radyasyona başka bir deyişle radyoaktif olan maddelerin yaydığı ışınımına maruz kalanlarda rastlanan lösemi yüzündendi. Kızı da aynı hastalıktan hayatını kaybetti.

* Des rayons X aux quarks sayfa 68

Yakıldıktan sonra da külünde radyoaktivite bulunan ağacın öyküsü...

Ülkemizin radyasyon "şaiBELİ" ürünleri fındık ve çay gibi maddeler halkımızın günlük yiyecek-içecek sorunları arasında olduğundan "balık baştan kokar" sözünü konumuz olan Radyoaktivite'nin daha iyi anlaşılması için "Balık baştan korkar" şeklinde sokarak, halkımız arasında hükümet üyelerimizden örnek alıp bu konuda müt-hiş cesurane davranışlara rastladığımızı itiraf etmeliyim.

"Mikrop bize bir şey yapmaz" diyenlere mi rastlamadık? Radyasyon bize bir şey yapmaz diyene mi rastlamadık? Hattâ televizyonda 1987 yılının Ocak ayındaki bir Gezelim-Görelim programında bir köy kahvesinde, köy kahvesindekilerle röportajı yapan TV görevlisiyle birlikte "Radyasyon şu kadar yılda tesir edermiş, ben o zamana kadar bakalım yaşayacak mıyım?" sözlerine hep birlikte gülünüp geçildiğine de tanık olduk.

Oysa "Benden sonra tufan" diyen eski Kralların sözlerinden daha da tehlikeli olanı sanırım, çağımızda televizyonda bir vatandaşın "Benden sonra tufan" şeklinde mesaj vermesidir. Radyoaktivitenin bugünkü nesle değilse, gelecek nesillere kadar genler -kalıtım- yoluyla uzanabildiğinin bilincine varılmalıdır. Bu bilinci de halkımıza basın-yayın araç-gereçlerinin anlatması gereklidir; bilen bilmeyene anlatmalıdır.

"Gelecek nesillere orman" ya da "Gelecek nesillere tahrip edilmemiş doğa güzellikleri bırakalım" diye nice "1 dakika"lar hazırlanıyor televizyonumuz yöneticilerince "Geleceğe sağlam ve güzel nesil bırakalım" teması işlenerek.

Rastladığım ve Radyoaktivite konusunda ne düşündüklerini sorduğum kişiler arasında yine en makul olan soru şuydu:

- Çayı kaynatsak radyoaktiviteyi yok etmez miyiz?

İnanmanızı isterim, bu soru, henüz gazetelerimizde "çay uzun süre demlenirse zararı azalıyor" şeklinde yabancı uzmanlara dayanarak yazıların yayınlanmasından önce -ve, muhakkak ki bu konuda aylarca ketum davranıp herkes konuştuğundan sonra ancak (çay küçüğün söz büyüğün) konuşan hükümetimizin açıklamalarından çok önceydi.

Çay kaynatılınca radyoaktivitenin kaybolup olamayacağına karar verebilmeniz için dünyaca ünlü Amerikalı bilim yazarı Isaac Asimov'un türkçeye çevirdiği Bilim Rehberi* kitabından bir bölüm aktaracağım.

"Metabolizmanın incelenmesi uğrunda sarfedilen bunca çabaya rağmen bilgiler yine insan ya da hayvan vücuduna dıştan bakar durumdaydı. Vücudun içinde gerçekten neler olup bittiğini anlayabilmek için, metabolizma aşamaları boyunca olaylar zincirini izleyecek bir yöntem bulmak gerekti. Metabolizma aşamaları derken bazı özel moleküllerin vücut içindeki akıbetlerini bulup çıkarma aklı geliyordu.

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 108

Bu yolda öncülük yapanlardan biri Alman bio-kimyacı Franz Knoop'tur. 1904 yılında yağ moleküllerini -üstü etiketlenmiş- yağ moleküllerini köpeklere yedirip bu moleküllerin âkitebitin izlemek istedi. Molekül zincirinin bir ucuna bir benzen halkası takarak etiketlemeyi akıl etti; benzen kullanmayı tercih nedeni, memeli hayvanların benzen halkasını parçalayabilecek enzim'e sahip olmayışındı. Knoop, hayvanın aldığı benzen belirecek benzen halkasının, beraberinde getirdiği cisimden yağ moleküllerinin vücut içinde nasıl parçalandığı konusunda bilgi sağlayabileceği düşüncesindeydi -ve haklı da çıktı. Buradan da Knoop, vücudun, yağ moleküllerinin karbon atomlarını ikiye ikiye parçaladığını anladı.

Knoop böylece biokimya ilk "izsalan"ı kullanmış oluyordu.

1913 yılında Macar kimyacı Georg von Hevesy ve çalışma arkadaşı Alman kimyacı Friedrich Adolf Paneth molekülleri "etiket"lemede yeni bir buluşa yöneldiler: radyoaktif madde (radyoaktif izotop) kullanmak! İşe radyoaktif kurşunla başladılar. Amaçları bir ağacın ne kadar kurşun emdiğini öğrenmekti."*

Şu ana kadar yazdıklarımızı iyi izleyen okurların aklına hemen şu soru gelebilir:

- Peki ama, birkaç sayfa önce, kurşun elementinin kararlı bir element olduğunu yani kendiliğinden radyoaktivite çıkarıp başka bir elemente dönüşmediğini söyleyemiyordunuz!

Evet! Çok doğru! Fakat Uranyum'un kurşun'a bozunmasına dek geçirdiği evreleri gösteren birkaç sayfa önceki URANYUM TABLOSU'na * bakanlar göreceklerdir ki kurşun listesinin sonunda Kurşun-206 olmadan önce 3 sıra yukarıda Kurşun-210 idi. O durumdayken kurşun-210 radyoaktif ve listeye baktığınız takdirde 22 yıllık bir yarı-ömür sahibidir. Kurşun-206 durumuna gelince "Kararlı" olmaktadır; yani radyoaktifliğini kaybetmiş bir kurşun elementi durumuna geçerek "kararlı olmaktadır. Yine tabloda göreceğiniz gibi kurşun-206 olmasının nedeni, bu kurşunun kütle ağırlığının Kurşun-210'dan farklı olmasındandır.

Fakat bunların ikisi de kurşundur. Kimyasal olarak aralarında fark yoktur. Yalnızca radyo-aktivite açısından değişmektedir. Bu nedenle de Kurşun-210 diğerinin "İzotopu"dur denir. İlerki bölümlerde ayrıntılı olarak göreceğiz, İzotop demek "aynı yeri işgal eden" demektir. İngiliz kimyacı Frederick Soddy'nin ünlü atom fizikçisi Rutherford'un laboratuvarında keşfettiği "İzotop" olgusu önemli bir olgudur.

Bunları anlattıktan sonra bize bir vatandaşın "Radyasyonlu çayı iyice kaynatsak kaynama ile zararı yok olup gitmez mi?" sorusuna cevap oluşturacak bir örneği Isaac Asimov'un adını verdiğimiz kitabından aktarmaya devam ediyorum.

"Hevesy ve Paneth ağaçlara radyoaktif kurşun verdiler. Kurşun tuzu çözeltisi şeklinde ağaçların ne miktarda kurşun alacaklarını ölçeceklerdi. Ağaçlara verilen miktar, kimyasal yöntemlerle ölçülemeyecek kadar azdı. Fakat radyoaktif kurşun verince radyoaktivitesinden ölçmek mümkündü. Hevesy ve Paneth, ağaçları "radyoaktivite-etiketli" kurşun tuzu çözeltisiyle beslediler ve belirli aralıklarla ağaçların birini yakarak küllünün radyoaktivitesini ölçtüler. Böylece ağaçların ne miktar kurşun emdiklerini saptayabildiler."*

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 108

* Fundamentals of Physicals Science sayfa 323

Bu örnek iki bakımdan önemlidir. Birincisi radyoaktivitenin ne kadar önemli bilimsel araştırmalarda kullanılabildiği. İkincisi radyoaktivitenin bir ağaç yakılsa da küllerinde hâlâ varlığını sürdürdüğünü göstermesiydi.

Radyoaktif madde yakılmakla değil yarı-ömrünü tüketmekle tükenip yok olur. İşte bu nedenledir ki bilim adamları -başta Curie ve sonra Rutherford olmak üzere- 1900'lardan itibaren radyoaktif elementlerin yarı-ömür sürelerini hesaplamaya koyulmuşlardı. Onların bu çalışmalarının önemi 1986'da Çernobil Nükleer Santrali kazası nedeniyle radyasyon telaşına düşen bizler için hazır bilgi birikimi oluşturmıştır.

Radyoaktif madde sayesinde metabolizmamız inceleniyor

Besin kaynakları arasına radyoaktif-kurşun karıştırılan ağaçların yakıldıktan sonra bile küllerinde radyoaktivite bulunduklarını belirledik.

Daha önce Alman bilgini Knoop'un, yağ molekülünün vücudumuz tarafından nasıl parçalandığını görmek için, köpeğe, mama arasında bir benzen halkası yutturduğunu ve sidiğinden sonucu öğrenmeye çalıştığını anlatmıştık.

Amaç, insan metabolizmasının sırlarını içeriden çözmektir. Kalenin içindeki sırlar merak ediliyordu bilginlerce. Zaten Hevesy ve Paneth'in, ağaçlara, kurşunu, diğer besinler arasında emdirmesi de sonuçta insan metabolizmasının sırlarına ulaşacak bir yöntem bulmayı hedefliyordu.

Benzen halkası ve kurşun, insan vücudunun fizyolojisi için "etiket" olarak kullanılamazdı; çünkü zararlı maddelerdi. Vücudumuzdaki hücrelerin normal kimyasını hemen bozup altüst edebilirler. Vücut metabolizmasında zaten mevcut bulunan atomlardan -örneğin oksijen, nitrojen, karbon, hidrojen, fosfor- birimi "etiket" olarak kullanmak daha doğru olurdu.*

Çok az dozajda bir radyoaktif maddeyi, vücutta izlenecek "etiket" olarak kullanırsak bunun zararı olmaz. Radyoaktif maddenin özelliği, normal -yani radyoaktif olmayan- elementlerden farklı olması dolayısıyla vücudumuzdaki seyrinin kolay izlenebilmesidir. Zaten bunlara "Tracer" denilir ki İngilizce Tracer sözcüğünün anlamı iz bırakan demektir.

Vücudumuzun içine izlenecek "etiket" olarak hafif dozajda radyoaktif madde gönderilmesinde yine Curie ailesinin önemli bir rolüne rastlıyoruz. Daha önce belirttiğimiz gibi Marie Curie'nin kızı İrene Curie kocası Frederic Joliot ile birlikte "yapay radyoaktiviteyi buldular.

İrene Curie ve kocası Frederic Joliot, 1934 yılında, Alfa zerrecikleriyle Alüminyum elementini bombardıman edince bombardıman edilen maddenin radyoaktif olmasını sağlamışlardı.

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 108

1934 yılına kadar bilinen Doğal Radyoaktivite idi. Doğadaki Uranyum gibi Toriyum gibi Radyum gibi elementler kendiliğinden -doğal olarak- alfa zerrecikleri çıkararak bozunuyorlar ve başka elementlere dönüşüyorlardı. 1934 yılından itibaren ise, Curie ailesi, doğadan buldukları Alfa zerrecikleriyle bombardıman ettikleri Alüminyum elementini radyoaktif duruma getirmişlerdi ki Alüminyum aslında -doğada- radyoaktif bir element değildi.

Laboratuarda radyoaktif madde üretilebilmesi üzerine, vücudumuza, izlenecek "etiket" olarak radyoaktif madde salmak mümkündü. İşte, metabolizma araştırmaları için Hevesy bu yöntemden yararlanmayı düşündü.

Hevesy radyoaktif fosfor içeren fosfat kullanarak bitkilerin fosfat emme miktarını ölçebildi. Vücut dokularımızdaki başlıca elementlerden birkaçının (özellikle nitrojen ve oksijen) radyoizotopları ne yazık ki pek işe yaramıyordu; çünkü söz konusu radyo-izotopların yarı-ömürleri yalnızca birkaç dakikalıktı.*

Vücut içinde metabolizma incelemelerini yürütmek için yarı-ömür daha uzun radyo-aktif elementler gerekiyordu. Ama önemli olan vücudumuzda bulunan nitrojen ve oksijen gibi maddelerin seyrini izlemektir ve bu elementlerin radio-izotoplarını kullanmaktır. Başka elementleri vucuda "etiket" olarak sokmak hücrelerimize zarar verebilirdi.

Hemen imdada radyo-izotopların keşfinin yol açtığı başka izotoplar yetişti. Yapılan incelemeler, radyoaktif olmayan elementlerin -örneğin nitrojen, oksijen, hidrojen, karbon- yani "kararlı" maddelerin izotopları bulunduğunu ortaya koydu. Ve vücudumuzdaki nitrojen, oksijen, hidrojen, karbon gibi maddelerin seyrini ve âkibeti adı geçen elementlerin izotopları aracılığıyla incelendi.

Doğal Hidrojen 'zenginleştirerek' Hidrojen 2(Deuteryum) ye dönüştürüldükten sonra 'metoballizma izleyicisi' olarak elimize kıymetli bir unsur geçmiş olur.

Vücuta giren besinlerden hidrojen içeren molekülde Hidrojen-2 "fark göstergesi" işlevini görür. Herhangi bir bileşikte Ağır Hidrojen (Hidrojen-2) in varlığı kütle spektografisi denen bir yöntemle hemen belli olur, çünkü kütle spektografisi ağırlık farkını saptayabilmektedir. Bu sayede 'etkili' Hidrojenin âkibeti vücudumuzda izlenebilir. Nitekim fizyolojik ilk "izsalan" söz konusu Hidrojen olmuştur.*

Hidrojen 2'den sonra kullanılan diğer "izsalanlar"ın vücudumuzun gizlerinin öğrenilmesinde büyük yararları dokunmuştur.

Kolesterol'a ait önemli gizi radyoaktif izsalan çıkardı

İkinci Dünya Savaşı, atom çekirdeğinin parçalanmasına sahne olduğu için, sağış biter bitmez nükleer araştırmalar hız kazandı.

Normal bileşikler, bir nükleer reaktörde nötron bombardımanına tutulunca, radyoaktif izotop olarak elde ediliyorlardı. İkinci Dünya Savaşından sonraki yıllarda, sayısı yüzü aşan radyoaktif izotop elde edilmiş bulunuyordu.

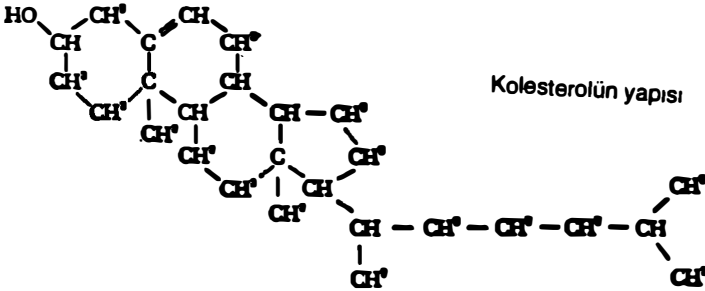
* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 108

Kararlı elementten elde edilen izsalanlara şimdi artık radyoaktif hidrojen (tritium), radio-fosfor (fosfor 32), radio-sülfür (sülfür 35) radio-potasyum (potasyum 42), radio-sodyum, radio-iodin, radio-demir radio-bakır ve hepsinden önemlisi radio-karbon katılmış bulunuyordu.

Hepsinden önemlisi olarak radio-karbonun kabul edilmesine neden, yarı-ömür süresinin 5.000 yıl gibi uzun olmasıdır. Çünkü, daha önce, bazı araştırmaların "radyoaktif etiket"lerin ömrünün kısalığı yüzünden vücutta hemen yok olduğunu ve birkaç dakika içinde değişime uğrayan radyoaktif maddelerin uzun vadeli incelemeye imkan verdiğini belirtmiştik.

Karbon-14 Amerikalı kimyacılar Martin David Kamen ve Sanuel Ruben tarafından 1940 yılında keşfedildi: beklenmedik bir şekilde yarı-ömür uzun bir radio-karbon bulmuşlardı: 5.000 yıllık yarı-ömürlüydü.

Karbon-14 kimyacılar meydan okuyan ve işin içinden çıkmak için ipucu bulamayan bazı sorunları çözüme kavuşturdu. Kolesterol diye bilinen bir maddenin vücutta ne şekilde oluştuğu muammasına bir cevap başlangıcı hazırladı. Yıllar yılı Wieland gibi bilim adamlarınca (Kolesterol üzerine yaptığı çalışmalardan ötürü 1927 Nobel kimya ödülünü almıştır) yapılan zorlu deneylerden sonra Kolesterol'ün formülü aşağıdaki şekilde olduğu gibi belirlendi:*



/ Vücutta fazla kolesterolün damar sertliği (arteriosklerozis) ve safra taşları yaptığı bilinir.

Asıl önemlisi bir grup katı, yağ-benzeri maddeleri içeren 'steroid'ler familyasının prototipi kolesteroldür. Steroidin çekirdeği yukarıdaki formülden gördüğümüz dört halkalı dizimdir. Steroid grubuna giren maddelerin tümünün kolesterol tarafından yapıldığı muhakkak. Ama kolesteröl acaba vücutta nasıl oluşuyor?

İzsalanlar bilim sahnesine çıkıncaya dek biokimyacılar yukarıdaki sorunun yanıtını verecek bilgiye hiç de sahip değillerdi. 1942 yılında David Rittenberg ve Konrad Emil Bloch farelere asetat ionu (iki karbonlu basit bir grup HC_3COO) yedirirken HC_3 grubundaki karbon atomuna deuteriyum (Hidrojen 2) izsalanı taktı. Deuteriyum izsalanı kolesterol molekülünde ortaya çıktı. Moleküle CH_3 grubunun bir parçası olarak alınmıştı.*

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 110

İki karbonlu gruplar (kiasetat ionu bunların bir çeşidi) metabolizmanın bir kesişme noktasında yer işgal ediyor kanısı uyandırıyor. O takdirde, bu gibi gruplar, kolesterol yapımında, malzeme havuzu işlevi görüyor olmalı. Peki ama, acaba molekülü nasıl meydana getiriyorlardı?*

İşte, bu önemli sorunun yanıtı radyoaktif izsalanlar sayesinde verilebilmiştir.

1950 yılında radyoaktif karbon (Karbon 14) keşfedildiğinden (üretilebildiğinden) Bloch eski deneyini tekrarladi. Bu kez asetat ionu ($\text{CH}_3 \text{COO}$) ndaki iki Karbondan her birine ayrı 'etiket' yapıştırdı. CH_3 grubunun karbonunu, kararlı izsalan olan Karbon 13'le etiketledi. COO grubunu ise radyoaktif karbon 14'le etiketledi. Bu bileşiği fareye yedirdikten sonra, farenin kolesterolünü inceledi. Bu incelemeden maksat "etiketlediği" iki karbonu nerede bulacağını öğrenmekti. Bu inceleme çok nazik ve hassas bir kimya sanatçılığı gerektiriyordu.*

Ana konumuz, radyoaktif elementlerin ya da radyoaktivitenin insanlık refahı uğrunda çeşitli kullanım alanları bulup bulmadığını belirlemek olmakla birlikte, hemen şuracıkta ufak bir ayrıntı gibi gözükebilecek bir saptama yapmadan geçemeyeceğim: Bloch ve arkadaşları kolesterol molekülünde "etiket" işlevi gören iki tür karbonun nereden çıkacağını bulabilmek için yıllarca uğraşmışlardır. Sonra da bu çalışmaların ardından kolesterol iyice tanınıp ona göre bir ilaç üretilince bu ilaç fiyatına yılların meşakkatinin eklendiği unutulmamalı. Çünkü araştırmasına girip de yıllar sonra hiç bir sonuç alamamak da var!

Bloch birkaç arkadaşıyla birlikte kolesteroldeki karbon atomlarının kaynağını belirleyebilmek amacıyla üzerinde yıllarca çalıştılar. Beliren görünüm oydu ki, asetat grupları, önce belki de 'skualen' adı verilen bir cisim oluşturunuyordu. Bu cisim vücutta fazla bulunmayan otuz-karbonlu bileşimdi ve söz konusu araştırmadan önce bunun üzerinde duran yoktu. Bloch'un çalışmaları, Kolesterol Yolunda, önemli bir kilometre taşıydı. Blokimyacılar bu noktadan itibaren çalışmalarını yoğunlaştırdılar.*

Bloch kolesterol konusunu yalnızca söz konusu noktaya kadar götürebildiği için 1964 fizyoloji ve tıp ödülünü Lynen'le birlikte kazandı. yolu tamamlamak için başka bilim adamları meşaleyle devraldılar.

Yine radyoaktif karbon (Karbon 14) sayesinde hemoglobinde ve birçok enzimde kilit yapı olan hem'deki profirin halkasının oluşumunu bilim adamları merakla araştırmaktadırlar.* Bilindiği gibi hemoglobin akciğerlerden oksijeni hücrelerimize taşıyan moleküldür.

Şimdi bir de Fotosentez olgusu dolayısıyla, Radyoaktivitenin, insanların yüzüne tembelliklerini nasıl vurduğunu gösterelim! Evet, radyoaktif izsalanlar sayesinde İnsanoğlu şunu öğrenmiştir ki ağaçlara karbondioksit (CO_2) vererek Oksijen (O_2) almak gibi tembelliğe yer yoktur doğada. Nitekim radyoaktif izsalanlar aracılığıyla araştırma yapılmadan önce ağaçların havaya verdikleri oksijenin (O_2) karbondioksitten (CO_2) geldiği kanaati yerleşmişti.

1930'lara dek bilinen şey, ağaçların su ve karbondioksit alıp oksijen verdikleriydi. Kâğıt üzerinde, glikozun, bir aşamalar dizisi sonucunda oluştuğu ve bu aşamalar

* Asimov's Guide to Science cilt 2 sayfa 111

* " " " " " " "sayfa 112

* " " " " " " " "

dan ilkinde karbondioksit (CO_2) teki karbon atomu ile suyun birleştiği (ve CO_2 nin oksijen atomlarını salıverdiği) ve geriye kalan CH_2O (formaldehid) nun glikoza doğru çoğalma yaptığı sanılıyordu. Altı formaldeid molekülü bir glikoz molekülü ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) yapardı.*

Ağacın havaya saldığı Oksijen'in karbondioksitten mi yoksa suyun parçalanmasından mı doğduğu çok önemli bir nokta olsa gerek. Çünkü, ağaç, insanoğlu suyunu temin etmeden, oksijeni karbondioksitten alıp veriyorsa insan emeğine fazla gerek duyulmazdı sulamak için. Yok eğer, ağaçların havaya verdikleri oksijen, suyun (H_2O) Oksijeni ise o takdirde insanoğlu doğayı korumaya, ağaçları sulamaya daha çok dikkat etmeliydi. Hattâ ağaç dikmeye çok özen göstermeliydi. Çünkü doğanın korunmaması, çevre kirliliği, insanın bindiği ağacın dalını -oksijenini- kesmesi gibi bir saflık olurdu.

Havadaki karbondioksiti habire çoğaltarak -havayı kirleterek-bu davranışın karşılığında oksijen almak doğa kanunlarına aykırı gibi gözüküyor: Sen kirllet, ağaç temizlesin havayı!

İzsalanlar -gerek normal elementli izsalanlar ve gerekse radyoaktif elementli izsalanlar- sayesinde yapılan uzun incelemeler ortaya şunu koymuştur: ağacın havaya verdiği Oksijen, sudaki oksijendir! Şimdi bunun bilimsel öyküsüne geçiyoruz.

Bu soruna, 1938 yılında, Kamen ve Ruben yeniden eğildiler. Adı geçen iki bilim adamı, yeşil yaprağın kimyasını incelemeyi izsalanlar aracılığıyla sürdürmeye koyuldular. Oksijenin nadir bulunan izotopu olan Oksijen 18'i izsalan olarak kullandılar ve şöyle bir tabloyla karşılaştılar. Bir ağaca verdikleri suya "etiket" olarak Oksijen-18'i verdiklerinde ağacın havaya saldığı oksijende bu "etiket"e, yani Oksijen-18'e rastladılar. Oysa ağacın aldığı karbondioksitte (CO_2) oksijen 18 "etiket"i takıldığında havada oksijen 18'e rastlanmadı.

Ağaçların havaya saldıkları oksijenin aldıkları sudan mı ya da karbondioksitten mi geliyor oluşunun araştırılması bu noktada bitmedi. Bu kez Ruben ve arkadaşları, radyoaktif karbon izotopu aracılığıyla yani bir radyoaktif izsalanla bitkideki karbon atomlarının nereye gittiğini araştırmaya koyuldular. O tarihlerde (1940-50) elde mevcut radyoaktif karbon şuydu: Karbon-11.

Karbon-11'in yarı-ömrü yalnızca 20 dakika gibi kısabirsüre olduğundan, bu süre, bitkideki karbondioksitin seyrini izlemeye yetmezdi. Bildiğimiz gibi sonradan keşfedilen radyoaktif izsalan Karbon 14'ün yarı-ömrü 5.000 yıl olduğundan bundan bitkilere verip uzun vadeli araştırma yapma olanağı doğmuştu.

Ruben ve Kamen, Karbon-14'ü bulduktan sonra, bu radyoaktif izsalanı, bitkilere verip hiç acele etmeden titizce incelemeler giriştiler.

İkinci Dünya Savaşından sonra da Amerikalı biokimyacı Melvin Calvin önderliğindeki bir grup Ruben ve Kamen'in çalışmalarını bir adım daha ileriye götürerek karbondioksitin glikoza dönüşmeden hangi evrelerden geçtiğini saptayabildiler ve formaldeid görüşünün doğru olmadığını gördüler.

Sonuçta radyoaktif izsalanlar sayesinde şu gerçek oratya çıktı: Güneş enerjisi klorofilin katalizör işlevi sayesinde su molekülünü (H_2O) hidrojene ve oksijene ayırıyor. Buna Yunanca "ışık aracılığıyla ayırma" demek olan "foto-liz" adını verdiler. Yunanca "foto" ışık demektir. Işık yani güneş sayesinde ayırma.*

Su molekülleri parçalandıktan sonra hidrojen atomlarının yarısı ribuloz difosfat evresine girmektedir, oksijen atomlarının yarısı da havaya salınmaktadır.

* Asimov's Guide to Science cilt 2, sayfa 108

Radyoaktif madde ve X-ışını havayı “ion”laştırıyor

Havanın “ion”laşması demek havamızın rahatsız edilip ya da tâciz edilip “elektrik”lenmesi ve elektrik iletmesi demektir. Hava rahatsız edilince, gazlardan meydana gelen havanın moleküllerindeki elektronlardan bazıları sökülüp çevresindeki komşu moleküllere göç eder.

Aslında İon sözcüğü Yunanca “yolcu” demektir. Bundan ötürü Fizik Biliminde İonlaşma diye bir dış etkiyle atomun rahatsız edilip elektronlarının sökülmesine denir

X-ışınları ya da radyoaktif bir maddeden gelen radyasyon bir gaz arasından geçerse -sözünü ettiğimiz gaz hava da olabilir çünkü nefesle içimize çektiğimiz hava da gazlar karışımından oluşur- hava “ion”laşır. Hava bir elektrik kıvılcımının etkisi altında bırakılırsa da “ion”laşma olur. Ve, hava alevler içinde kalırsa da yine “ion”laşma olur.*

Hava molekülleri, sözünü ettiğimiz süreçlerden taciz edildiğinden, rahatsız olduğundan bu moleküllerdeki elektronlardan bazıları sökülmüş olur; böylece serbest kalan ya da “yolcu” kılınan elektronlar gidip çevrelerindeki komşu moleküllere bağlanırlar ve “pozitif” “negatif” iyonlar oluşur.*

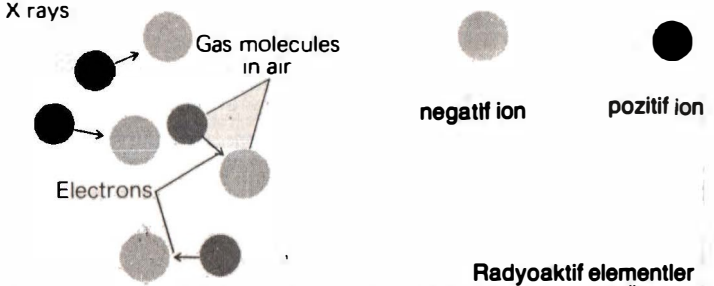
Demek oluyor ki bir maddenin -örneğin havanın, çünkü hava da bir maddedir- birbirine eşit olan “pozitif” ve “negatif” elektrik yüklü bölümleri (bunlar Proton ve Elektron’dur) birbirinden ayrılınca atomdaki elektrostatik denge durumu bozuluyor ve geçici olarak dengesizlik baş gösteriyor. Bu dengesizlik anında veya anlarında atomla (atomun negatif elektrik yüklü zerrecikleri gidip geliyor, yani “yolcu” oluyor) İonlaşıyor. Bu “elektrik”li durum kısa bir süre devam edip durum normale dönüyor.

Normal olarak İon’lar birkaç saniyeden fazla sürmez, çünkü gaz moleküllerinin hareketleri (devinimleri) pozitif ve negatif yüklü İon’ları biraraya getirirler ve elektronlar yerli yerine gider. Elektronlar yerli yerine gidince “İon”laşma (İon fırtınası dileyim) sona erer ve maddenin atomu “nötr”leşir. Bir bakıma “nötr”leşme yani atomun pozitif ve negatif elektrik yüklerinin denge durumuna gelmesi madde dünyasında “barış”ın iadesi gibidir. Çünkü maddenin atomlarını dengede tutan içindeki bu “elektirsel bağ”dır. İşte bu nedenledir ki “Maddenin yapısı ELEKTRİKSEL”dir” denir.

Bunları anlatmakla kitabımızın başında kendimize amaç olarak saptadığımız noktaya ulaşmış bulunuyoruz. Şöyle ki, bir yandan MADDENİN ATOMİK TEORİSİ gereğince maddenin atomlardan oluştuğunu anlatmış oluyoruz; bir yandan da yine kitabımızın konusu olan RADYOAKTİVİTE’nin maddedeki atomları İonlaştırarak “fena halde rahatsız” ettiğini belirtmiş oluyoruz.

* Fundamentals of Physical Science sayfa 204

Radyoaktif maddeden yayılan radyoaktivitenin, maddenin -örneğin havanın- atomlarını ne derece "rahatsız" ettiğini şuradan anlayabiliriz:



gibi X-ışınları da havayı iyonlaştırır. Hava iyonlaşınca havayı oluşturan atomlar NÖTR durumlarını kaybedip negatif ve pozitif elektrik yüklü hale gelirler. Bu etkilenme sona erinceye dek havanın "elektrik"lenmişliği sürer. Radyoaktif zerreciklerin havaya yayılması "ion"laşmaya neden olur.

Alevden de beter şeyler: X-ışınları, Radyoaktif ışınlar

Bir elektrik kıvılcımı hava moleküllerini ya da atomlarını rahatsız edip "ion"laşma yaratabildiğine göre radyoaktivitenin etkisi nice olur?

Şöyle ki radyoaktivite söz konusu "elektrik"li havanın uzun süre devamı demektir. Buna havada bir "Elektrik Yağmuru" denebilir. Zaten hatırlayacağınız gibi, Marie Curie, bir elementin radyoaktivite gücünü havayı "ion"laştırma derecesinden saptamıştı. Bu ölçümü de kocası Pierre Curie'nin buluşu olan Piezoelektrik aygıtıyla yapmıştı.

Bunları anlattıktan sonra Fundamentals of Physical Science adlı kitaptaki şu cümleyi yeniden okuyalım: "X-ışınlarının ya da radyoaktif maddeden -maddeden- çıkan radyasyonun havadan geçmesi havanın ionlaşmasına neden olur."

Radyoaktif serpentinin zerreciklerine karşılık X-ışını bir elektromagnetik dalgadır. Güneş ışığı gibi elektromagnetik bir dalgadır. X-ışınından çıkan ışınlar da radyoaktif maddeden yayılan ışınım da çok yüksek enerjili ışınımlardır. Radyoaktif bir elementin atomu parçalandığında bu parçalanmadan radyoaktif zerrecikler yayıldığı sırada X-ışınına benzeyen Gamma ışınları yayılır. X-ışınlarına benzeyen gamma ışınları X-ışınlarından daha enerjiktir, başka bir deyişle dalga boyu çok daha küçüktür. Zaten dalga boyu küçük demek enerjisi yüksek demektir.

Adı geçen Fundamentals of Physical Science (Fizik Biliminin temel bilgileri) adlı kitabın bir cümlesini daha aktarınca gerek X-ışınlarının gerekse radyoaktif maddeden yayılan radyasyonun ne denli yakıp kavurucu olduğu daha iyi anlaşılacaktır. Adı geçen kitap şöyle diyor: "Havanın ionlaşmasına X-ışınları, radyasyon, elektrik kıvılcımı, hattâ bir alev bile neden olabilir."

* Fundamentals of Physical Science sayfa 204

Kitabın kullandığı "hattâ alev bile" sözcükleri çok önemlidir. Alevler içinde yanan havayı düşünün. Ne korkutucu ve insanı ne denli yakıp kavurucu olan bu alevler için "hattâ alev bile..." diyor.

Demek oluyor ki X-ışınları, radyasyon "alevden dâ beter" şeylerdir.

Radyoaktif maddenin havayı ionlaştırdığını ilk olarak 1896 yılında Henri Becquerel farketmiş olmakla birlikte ne miktar ionlaştırdığını kantitatif (nicel) olarak bulan Marie Curle'dir. Marie Curie radyoaktiviteyi dünyada ilk keşfeden Fransız bilgini Henri Becquerel'in teşvikiyle fiziğin bu alanına girdikten birkaç yıl sonra kocası Pierre Curle ile erkek kardeşi Jacques'in birlikte keşfettikleri piezoelektrik icadı sayesinde radyoaktivitenin havayı -ya da gazları- ionlaştırma miktarını saptayabildi.

Bir atomun ionizasyon enerjisi o atomun elektronlarından birini sökebilmek için gerekli enerji miktarı olup elektronun kendi atomunun kabuğuna bağlılık derecesini ifade eder.

Radyoaktivite olsun, X- ışınlar olsun, çok yüksek enerjili ışınımalar olduklarından hava moleküllerini neden "fena halde rahatsız" edip elektronlarını sökebildiklerini ve havayı bir "Elektrik yağmuru" içinde bıraktıkları anlaşılır.

Fizik Bilimi ile Astronominin kol kola gidişi...

Astronomi biliminin fizik bilimine ne denli yardımcı olduğu ve birini öğrenmenin diğersini de kavramak olduğu görüşünü kanıtlayan bir örnek vereceğim.

1927 yılında Amerikalı astronom Ira Spragu Bwen, spektrografi yöntemiyle çalışarak Kutuptaki Şafak Işıklarının spektrumunda "atomik oksijen" varlığına rastlandı.

"Atomik oksijen"in ne demek olduğunu hemen açıklayalım. Normal olarak oksijen kimya öğrenimimizdeki formüllerden de hatırlayacağımız üzere O_2 yani molekül şeklinde bulunur. İki oksijen atomlu bir molekül şeklinde bulunur. Nitrojen de öyle : N_2 yani iki atomlu bir Nitrojen molekülü. Bu durumda "Atomik Oksijen"in bulunması demek yukarı atmosfer tabakalarında oksijene "tek atom" halinde de rastlanabiliyordu. Şafak Işıklarının tayfı-spektrumu böyle gösteriyordu : tek atomlu oksijen.

Tek atomlu Oksijen'e yalnızca (O) dersek (O_2) diatomik yani iki atomlu adını alır.

Astronom bayan Bowen'un keşfinin önemi şuydu: Yukarı atmosferde hem atomik oksijeni hem atomik nitrojeni güneşin enerjik ışınımı ürettiyordu. Başka bir deyişle güneşin enerjik ışınımı yukarı atmosferde molekülleri bölüyor ve birer atomlu oksijen ürettiyordu.*

Bu sonucun, bizim konumuz açısından önemi yüksek enerjili ışınımın neler yaptığını ortaya koyma noktasında toplanır. Molekülü ayırıp iki atomlu oksijeni birer atomlu duruma getiriyor.

Yüksek ısı derecesi ve enerjik radyasyon, atomları birbirinden ayırmaktan öte iş de görür. Atomlardan elektronları söker ve böylece atomları "ionize" eder. Bu durumda da atomun adı "ion" olur. Durumunu olağan atomdan ayıran "elektrik yük"lü olmasıdır. *

Yeryüzünde insanoğlu atomlara yüksek enerji vererek atomları "ion"laştırıp çeşitli yollarla yararlanırken.Güneş de havanın ya moleküllerini "biri atom"lu duruma ayırarak ya da atomları "ion"laştırarak bazı süreçlere meydan hazırlıyordu.

1931 yılında Sydney Chapman, güneş enerjisinin, gündüz vakti molekülleri biri atomlu duruma getirdiğini geceleri ise enerji azalmasından bu atomların yine molekül haline gelmelerinin gökte parıltı yaptığı fikrini ortaya attı.

Şafak Işıkları (Aurora Borealis) durumundan başka bir olgu olan bir "Air Glow" (Gök Parlaklığı) var.

Bilim adamları "Air Glow"un verdiği ışık toplamının yıldızlarının tümünün verdiği ışıktan bir haylifazla olduğunu hesapladılar. Bu ışık öyle yayılmış durumda ki ancak astronomların çok titiz ışık-toplayıcı gereçleri hesaplayabilirler.*

Bu ışığın kaynağı yıllarca astronomlar için merak konusu oldu. Sonunda Sydney Chapman'ın ortaya attığı fikir doğrulandı.

Chapman'a göre, söz konusu gök parıltısı, gündüzleri güneş enerjisinin, moleküllerden ayırdığı atomların gecelerin yeniden birleşmesinden doğmaktaydı. Birleşirken, atomlar, gündüz güneşin ayırmak için sağladığı enerjiyi gecelerin geri veriyorlardı. Bu nedenle de güneş ışığının çok solgun bir çeşidi ortaya çıkmış oluyordu.*

1950'lerde roketler aracılığıyla yapılan incelemeler Sydney Chapman'ın belirttiğimiz fikrini doğruladılar.

Şafak Işıklarının sırları da "ion"laşma sayesinde çözüldü. Yukarı atmosferde bir "şey"in-bunun şu ya da bu şekilde bir güneş radyasyonu olduğu görüşü ağır basıyordu-atomlara enerji verip onları elektrik yüklü "ion"lara dönüştürdüğü düşünülüyordu. Geceleri, ion'lar elektrik yüklerini ve enerjilerini iade ederken bu enerji iadesi sürecinde söz konusu gizemli Şafak Işıklarını meydana getiriyordu. Bu da bir başka çeşit "Air Glow" gök parıltısıydı.*

Demek oluyor ki güneşin yüksek enerjili radyasyonları Oksijen (O_2) ya da Nitrojen (N_2) moleküllerinin iki atomu birbirinden ayırıyor, sonra güneş çekildiği vakit-daha doğrusu güneş görmedikleri vakit-iki atom biraraya gelip birleşiyorlardı. Birleşirken, gündüz güneşten aldıkları enerjiyi geri verirken ışık yayıyorlardı.

Doğanın bu yaptığını yeryüzünde laboratuvarlarda insanoğlu da denedi. Bu deneyi yapan kişi Irving Langmuir'dir.

Langmuir elektron konularıyla ilgili bir araştırma vesilesiyle iki atomlu Hidrojeni (H_2) iki atomuna ayırıp sonra da birleşmesini sağlamıştır. Ayırırken Langmuir'in verdiği enerjiyi 2 Hidrojen atomu Hidrojen molekülü haline dönüşürken geri vermişlerdirl!

Görüldüğü gibi Astronominin Fizik Bilimi'ne kopya verdiği ya da Fizik Bilimi'nin Astronomiye kopya verdiği haller var. Aynı şekilde Astronom ile Kimya bilimi de aralarında yararlı paslaşmalar yapıyorlar. Buna ait örnekler vermek de mümkündür ama konumuzu dağıtmamakta yarar var.

Güneş ışınlarında varlığından kuşku duyulan X-ışınlarının güneşte gerçekten varolduğu 1954 yılında kanıtlanmıştır. Fakat 1954'e gelmeden 1895 yılında Wilhelm Konrad Röntgen, X-ışınlarını laboratuvarında üretmişti. Hatırlayacağınız gibi Katot ışınlarıyla deneyler yaparken X-ışınlarını keşfetmişti.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 256

Acaba kanser yapıcı -kanserojen-ların ortak noktası ne olabilir?

İnsan makul bir cevap olarak şunu görüyor: bunların tümü genetik mütasyon ya-pabilir; ve kanser de vücut hücrelerinde mütasyonların sonucu olabilir.

X-ışınlarının, bir enzim üretmekle görevli bir "gen"i işleyişini bozduğuna dair bir örnek de var.

Ekmek küfü Neurospora'nın beslenmesindeki bir değişime yol açan bir mütas-yondan X-ışınları sorumlu tutulmuştur. Nitekim Arginine üretmek için gerekli bir en-zimin yapımından yükümlü bir genin işleyişi X-ışınları tarafından bozulmuştur.

Sözünü ettiğimiz ekmek küfü Neurospora'nın genlerinde yüksek enerjili radyas-yonun mütasyona neden olduğu artık saptanmış bulunmaktadır. Peki, ya kimyasal kanserojen maddelere ne demeli? Kimyasal maddelerden bazılarının mütasyona neden olduğu da saptanmıştır. Mütasyona yol açan kimyasal maddelere "mütajen" adı verilir. Her mütajen muhakkak kanserojen değildir.*

Görüldüğü gibi kimyasal maddelerin genler üzerindeki zararı da küçümsenecek gibi değildir. Gerçi X-ışınlarının yaptığı zararı yapmıyor ve onlar gibi kanser yapma olasılığı taşımayanlar var ama, yine de kimyasal maddelerin kullanımı çevre sağlığı açısından büyük önem taşır.

Atom cm.nin 100 milyonda biri kadar bir kürecik ve zerrecikler

Kitabımızın konusu olan Radyasyon ve Radyoaktiviteyi anlatabilmek için ister is-temez ele aldığımız Atom'un boyutundan da söz açmakta yarar var. Böylece insa-noğlunun parçalamak üzere boy hedefi aldığı "Atom"un nemenem küçücük bir şey olduğunu gözümüzün önüne getirmiş olursunuz.

Atomu küreciklerolarak düşünürsek bunların çapı 0,000 000 01 cm. (santimetre-nin 100 milyonda biri) ile 0, 000 000 05 arasındadır.*

Peki, bu verdiğimiz sayı Atom'un çapı. Maddenin bölünemez en küçük zerresi kabul edilen ve 1897 yılına kadar da gerçekten böyle sanılan Atom'un çapı. Ya 1897 yılından sonra? Atom'un Elektron'u keşfedilince ve Elektron zerreciğinin en küçük kütleli atom olanı Hidrojenin kütesinin 1/1837 (1837 kez küçük) olduğu saptanınca, işte, o tarihten itibaren atomun da altında küçüklükte bir boyutu ifade etmek üzere sub-atomic (atom-altı) tanecikleri ya da zerrecikleri deyimi kullanılmaya başlandı.

Her element atomunun -ki Peryodik Cetvelde 105 element var- kütleşi, yani ağır-lığı değişiktir. En hafif kütleli Hidrojendir. Peryodik Cetvelde Hidrojen elementinde başlayarak daha büyük kütlelere doğru çıkarılır.

Biz şimdi ne denli küçük zerreciklerin kitabımızın sayfalarını doldurduğuna dik-katinizi çekmek için şu anda atomların özellikle boyutlarıyla ilgiliyiz. Demistik ki atomların çapı bir santimetrenin 100 milyonda biri kadardır. Bunun ne küçük bir bo-yut olduğunu gözünüzün önüne getiremezseniz de zihninizde beyin jimnastiği ola-rak düşününüz. Atomun parçalandığı vakit enerji yayan bölümü de çekirdeği (nuc-leus) dır. Zaten bu "Nucleus" sözcüğünden doğmuştur Nükleer Enerji deyimi. Nük-leer

* Asimöv's cilt 2, sayfa 242-243

* Chemistry, An Experimantal Science C.Pimentel

Santrallerde nükleer enerji üretilen yerlerdir. Bu santrallerde birkaç yüz gramlık uranyumelementi atomlarındaki çekirdeğin parçalanması sonucu müthiş miktarda enerji çıkmakta ve bu enerji ile saplanan buhar, kömürle sağlanan buhardan çok daha ucuz olduğu için hükümetler Nükleer Santral kurmak eğilimindedirler. Sovyetler Birliği elektrik enerjisinin % 15'ini nükleer santrallerden sağlıyor. Fransa da nükleer enerji üretimini artırıp elektrik tüketiminin % 25'ini nükleer santrallerde sağlamayı hedefliyor. Buna karşılık ilk nükleer santrallerin yapıldığı Amerika'da 100 adet nükleer santral olmakla birlikte yenisini yapmaya cesaret edilemiyor. İsveç de nükleer santral yapımından vaz geçti. Avusturya da vazgeçti. Bu gibi ülkelerde Nükleer Santral yapımı ve nükleer enerji bir seçim konusu olarak tartışılır.

Şu anda sanayileşmiş ülkelerde yanan her 4 ampulden biri Nükleer Enerjiyi kaynaklıdır.

Atomun çapının küçüklüğü ve çekirdeğinin deseniz ondan da 100.000 defa küçük oluşu 19.ncü yüzyıl bilgilerini atomu bir "soyut" fikir ya da "hayalet" gibi düşünmeye zorlamıştır. Kendi alanında büyük usta ve buluş sahibi nice deha Atom'un varlığına inanamamış, bu gerçeği reddetmiştir. Atomun kendi boyunu posunu insanoğluna doğrudan değil dolaylı yollardan göstermesi 200 yıl almıştır.

Yerküremizin Yaşı bilginleri çok ilgilendiriyor

Dünyanın yaşı konusunda bilginlerin ne derece meraklı olduklarını Amerikalı bilim yazarı İsaac Asimov'un şu sözlerinden anlayabiliriz:*

"1890'larda, savaş meydanındakirakip çizgiler çekilmiş gibiydi. Fizikçiler, yerküremizin katılaşmış hale gelişinin üzerinden birkaç milyon yıldan fazla zaman geçmiş olamazdı diye kesin tavır alıyorlardı. Oysa jeologlar ve biyologlar yerküremizin katı hale gelmesinden bu yana geçen zamanın bir milyar yıldan az olmadığını aynı tavırla belirtiyorlardı."

Fizikçiler milyonlarca jeologlar ve biyologlar milyarlarla yıldan söz ediyorlardı. Aradaki fark çok büyüktü. Dünyanın gerçek yaşı acaba kaçtı?

Yerküremizin yaşıyla ilgili bilimsel kanıtlar arayarak ilk ilgilenenler arasında, insanoğlunun korkulu rüyası olan Halley Kuyruklu yıldızını gözleyip sırlarını açıklayan Edmund Halley de vardır. 1715 yılında Edmund Halley, ortaya attığı bir görüşle dünyanın kuruluşunda denizlerin tuz yoğunluğunun bugünkü kadar olamayacağını bu nedenle yıllık ya da yüzyıllık tuz birikimi oranından yeryüzünün yaşının çıkarılabileceği fikrini öne sürdü. Nehirler sürekli olarak denize tuzlar taşıyorlardı; buharlaşma ile deniz suyundan yalnızca tatlı su gittiğinden zamanla tuz birikimi artmış olmalıydı.

Enerjinin Korunumu Kanununu ortaya ilk atanlardan biri olan Alman fizikçisi Helmholtz Güneş Sistemine ait olmamız nedeniyle Güneş'in çekim merkezine doğ

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, sayfa 71

ru düşüş yolu üzerinde büzüştüğünü ortaya atmış ve güneşin çapının onbinde biri oranında büzüşmesinin 2.000 yıllık enerji verebileceğini hesaplamıştı.

Lord Kelvin (İngiliz fizikçisi William Thomson sonradan bilim alanındaki başarılarından ötürü Lord ünvanına kavuşmuştu) eğer yerküremiz ergimiş bir kütleden oluşmuşsa bugünkü soğumuş durumuna 20 milyon yıla gelmiş olabilir iddiasını ortaya atıyordu.

1896 yılında radyoaktivitenin keşfi şunu ortaya koydu: yerküremizdeki uranyum ve diğer radyoaktif madde büyük miktarda enerji salıveriyorlar ve şimdiye dek, bu hep böyle devam etmişti. Ortaya çıkan bu yepyeni unsur Lord Kelvin'in bulgularını geçersiz kılmıştı. Radyoaktif cisimler tarafından sürekli olarak ısı yayıldığını hesaba katmadıktan sonra dünyamızın ne kadar zamanda soğuduğunu nasıl bilebilirdik? Bu yeni unsur nedeniyle ergimiş bir kütleden bugünkü soğukluk durumuna gelinceye dek milyonlarca değil milyarlarca yıl geçmiş olabilirdi.*

Dünyamız bir yandan yüksek ısı dereceli kütle durumundan bugünkü soğumuş haline dönüşürken bir yandan da radyoaktif maddelerin sıcaklık yayması nedeniyle ısıniyordu. Ya da, başka bir deyişle, daha yavaş soğuyordu.

Gariptir, dünyamızı 1896 yılına dek hiç kimsenin bilmediği şekilde radyasyonla ısıtan radyoaktif maddelerdir ki yine dünyamızı yaşını ortaya çıkaracak yöntemi insanoğlunun hizmetine sunmuştu. Bu yöntemle Radyoaktif Saat metodu adı verilmektedir.

Radyoaktivite yerküremizin yaşına dair en güvenilir kanıtı vermişti. Çünkü jeologlara ve jeokimyacılara kayaların yaşını, bulundurdıkları uranyum ve kurşun miktarından öğrenmeyi sağlamıştır. Radyoaktif saate göre bazı kayaların 4 milyar yıllık olduğu belirlenmiştir. Bu hesaba göre yerküremiz 4 milyar 700 milyon yaşındadır.

Nedir bu Radyoaktif Saat? Buna Uranyum elementinin kurşun haline dönüşünceye dek geçirdiği bozunma sürecini gösteren tablo dalyısıyla değinmiştik.

Dünyanın (Yerküremizin) yaşını öğrenmek için başvuru olan hesaplama metodlarından en güvenilir olanı, dünyada kütleler oluştuğu sırada, onların içinde bulunan bazı radyoaktif (ışınım yayan) maddelerin yıllar boyunca parçalanarak başka maddeleri meydana getirmesinden yararlanır. Bu maddelerin miktarları ölçülere kütlelerin ve dolayısıyla yerkürenin yaşı hesaplanır. Bu metoda Radyoaktif Saat metodu adı verilir. Birçok püskürük kütleler içerisinde, radyoaktif bir madde olan uranyum-238'in parçalanmasından meydana gelen ve kimyasal bakımdan kararlı bir madde olan kurşun-206 bulunmaktadır.*

Radyoaktif maddelere sıcaklık, nem, basınç fark etmiyor. Bundan ötürü uranyum-238'in parçalanma hızı sabittir. Bu hız YARILANMA süresi adı verilen zaman birimleri ile ölçülür. Bu sürenin ne olduğunu anlatabilmek için bir örnek verelim.

Elimizde Uranyum-238 var. Bunun 2.000.000 atomunu ayırıp bir şişeye koyalım. Şişenin ağzını başka bir elementin atomları girmeyecek şekilde kapatalım. Şişenin üzerine de yılı yazalım: 1987. Uranyum atomları şişeye koyduğumuz andan itibaren parçalanmaya devam edecek 4,5 milyar yıl sonunda şişede 1.000.000 tane (yani koyduğumuzun yarı sayısında) atom kalmış olacaktır. Demek ki 4,5 milyar yıl so

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 72

nunda, uranyum-238'in atomlarının diğer yarısı parçalanmış olacaktır. Püskürük kütlede uranyum ile kurşun atomlarının miktarı 2:1 oranında bulunursa bu kütlenin yaşını hesaplamakta zorluk çeker miyiz?*

Fosil taşıyan kütlelerdeki hayvanlardan da yerküremizin yaşı çıkartılmaya çalışılabilir ama yeryüzünde hayat olmadan önceki yaşı nasıl öğrenebiliriz? Yerkürümizin hayat başlamadan önceki yaşı Radyoaktif Saatla öğrelebilir.

Fosil taşıyan kütlelerin radyoaktif saat metoduyla incelenmesinden anlaşılmıştır ki yeryüzünde iki milyar yıl öncesine kadar hayat bulunmamaktaydı. Yani hayatın ilk kanıtları en fazla iki milyar yaşındadır. O halde, yeryüzünde izlerine rastladığımız hayat bulunmadan önce, 3 milyar yıl geçmiş olmalıdır. Fosiller yerküre tarihinin belgeleridir.*

Radyoaktif maddelerin parçalanması -doğal olarak, yani doğadaki bozunmasından yayılan enerjinin nereden geldiği bilimin büyük gizlerinden biri olarak kalıyordu. Curie'ler gibi Rutherford da bu enerjiyi ölçtü ve çok yüksek bir değer buldu. Bu durum karşısında Rutherford radyoaktivitenin yerküremize ait termik -ısı- bilançosu kökünden değiştirebileceğini düşündü.*

Yerkürenin termik bilançosunun yeniden gözden geçirilmesi demek, yerkürümüzün ergimiş sıcak bir kütleden bugünkü soğuk durumuna gelinceye dek geçen zamanın uzaması demektir. Çünkü, dünyamız bir yandan soğumuş ama, bir yandan da hiç kimsenin 1896 yılına dek bilmediği gizli kaynaklardan ısınmıştı. Bugünkü soğuk duruma gelmesi için milyarlarca yıl geçmiş olması gerekti.

Bu durumda yani Becquerel'in doğada enerji yayan radyoaktif madde bulunduğunu keşfetmesinden sonra dünyamızın yaşı yeniden hesaplanmaya başlandı.

Yalnızca yılbaşı günleri "dünyamız ne kadar yaşlı?" demekle yetinmemeliyiz.

Halley geçerse, Radyoaktivite gelmese, maşallah, bu konularla toplum olarak ilgilenmemize hep ramak kalacak! Halley geçti halkımızın birkaç günlüğüne o da "devede kulak kabilinden" gözlemlerine davet edildiklerine tanık olduk. Radyoaktivite geldi Nükleer Santrallerin ne olup olmadığı konusu halkoyu tartışmasına bir nebzecek açıldı. Yani yumurta kapıya gelmeden hazırlanma alışkanlığına bir türlü kavuşmuyoruz. Oysa hiç de kötü bir alışkanlık olmasa gerek.

Radyoaktif maddelerin "yarı-ömür" leriyle de almış olabileceğimiz radyoaktivitenin içimizden çıkması için radyoaktif elementin vücudumuzdaki yarılanma hızını merak etmek durumunda kalışımızdan ötürü ilgilenmeye başlamadık mı?

Dünyanın yaşı ile ilgilenmek belki biraz füzuli gibi görünebilir. Hattâ bilim yuvalarımızda bile dünyamızın yaşı ile ilgili çalışmalar yapıyorum diyen biri çıksa o bilim adamımızın çalışmaları kuşkuyla karşılanır, boş işlerle meşgul oluyor damgası vurulur.

Elementlere, kayalara, taşlara "Kozmik boyut çerçevesinde" bakmaya alışmadıkça, böylesi bilimsel çalışmalara olanak hazırlamadıkça, astronomiyi jeolojiyi fizik ve kimyanın bir kamçısı saymadıkça, korkarız, Ay'a çıkacağımıza ay başına çıkıp çıkamayacağımızı hesaplamakla daha çok vakit kaybederiz. Ay'da su, hava var mı diye çağıdaş insanların ortak konularını ağızımızda gevelerken susuz evlerimize lüks otomobillerle bidonda su taşımaya ve ülkeyi tehdit eden kirli havayı görmezlik

* Milli Eğitim Bakanlığı Modern Bioloji sayfa 62

* " " " " " " " "

* Des rayons X aus quarks sayfa 85

ten gelmek için otomobillerin camını kapamaya devam ettikçe refah düzeyinin bilime bağıllığını anlamamayı sürdüreceğiz.

1986 yılındaki Eurovizyon yarışmasına Halley adlı parçayla katılımımız bilime resmi kuruluşlarımızın ne denli önem verdiğini ortaya koyduktan başka bilimin ilerlemediği ülkelerde sanatın da zor ilerleyeceğini göstermesi bakımından güzel bir örnek oluşturur.

4 Mayıs 1986 tarihli Hürriyet Gazetesinde Halley Eurovizyon şarkısı dolayısıyla şunları yazmıştım: * Prof. Süheyl Ünver'in kitabından 1577 yılındaki kuyrukluyıldıza ait 3. ncü Murat Şehnamesindeki tavsifi gözden geçirelim. Bu yazıda, astronom Takyüddittin'in Padişaha şu sözleri yer almıştır: 'Âlemin medârı olan Padişah, güzel meclisin aydınlık olsun. İran'ı fethetmek için sana müjdeler olsun. Böyle semavi bir ateşin zuhuru, burada uğur ve iyilik alâmetidir."

1986 Eurovizyon yarışmasına ülkemizden birincilik kazanarak katılan Halley şarkı sözlerine bakacak olursak 1577 tarihinde Takyüddittin'in Padişah'a söylediklerinden pek farklı olmadığını görürsünüz. 1986 Eurovizyon yarışmasındaki Halley şarkımızın sözleri "Hoşgeldin, bize dostluk ve barış getirdin" içerikli. Yani 410 yılda Halley kuyrukluyıldızı bize yeni bir şey getirmemiş olmalı ki yeni bir söz yok ortalarda.

1577 yılında İstanbul'da bir Rasathane bulunması, bunun yöntemini Takyüddittin gibi bir astronomun üstlenmiş olması çok önemlidir. Çünkü o tarihlerde Batı'da henüz Galileo gökcisimlerini izlemeye koyulmamış, teleskopunu icat etmemişti. Galileo'nun teleskopla gökcisimlerini izlemeye başlaması 1609 yılında başlar. Ondan önce Batı ülkelerinde gözlemevi Tycho Brahe'nin yöntemindeki Danimarka Sarayında vardır. Mikroskopun icadı da 1580'lere rastlar.

Hemen hemen aynı tarihlerde Osmanlı İmparatorluğunda gözlemevi bulunması bir yandan Fatih döneminden beri matematik ve astronomi bilimlerine önem verilmesi geleneğinin bir yandan da Ortadoğu'nun İslam bilgileri arasında astronomiye önem verilmesi geleneğinin sonucudur. Ne var ki Osmanlı İmparatorluğunun elinde bulunan ve bugünkü Beyoğlunda Fransız Konsoloslugu yakınlarında bir yere isabet eden Takyüddittin'in Rasatevi Yeniçeriler tarafından yıktırılır.

Ne yıkılan bir rasathanedir bu, ne de topa tutulup yakılan ilk öğrenim yuvasıdır. Bilindiği gibi sonradan bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesinin nüvesini oluşturan Mühendishane-i Berri-i Hümayun'un kuruluşundan önceki 1739 yılına rastlayan bir Hendesehane de yine Yeniçeriler tarafından yakılıp yıkılmıştı.

Batı'da Maddenin Atomik Teorisi'nin nüvesi, 1650 yılında İngiliz araştırmacı Robert Boyle'un havayı sıkıştırıp hacmini ölçmeye başlaması olgusuna bağlanır. Sıkıştırılınca hacmi daralıp basıncı artan ve hacmi genişletilince kaptaki havanın basıncının azalması maddenin -hava da bir maddedir- moleküllerden meydana geldiğinin ilk bilimsel kuşku tohumunu serpmiştir insan zihnine. Ardından bir kaptaki havanın hacmi daratılınca ısınmasının moleküllerin birbirleriyle daha çok çarpışması na bağlanması Kinetik Teori'yi doğurmuştur.

* Hürriyet Gazetesi, 4 Mayıs 1986 sayfa İnceleme-Araştırma: Reşit Aşçıoğlu

Rus Çarı Petro (Bizim Deli Petro dediğimiz Batılıların Büyük Petro -Peter the Great- dedikleri) mikroskop icadından ötürü öylesine coşmuş, bu icada öyle önem vermiş ki Hollanda'nın Delft kentini şereflendirip mucit Leewonhoek'i ziyaret etmiştir.

Astronomi keşifleri karşısında da aynı coşkuyu duyan Deli Petro Newton'u görmek çin can atmış ve onu Rusya'ya davet etmiştir.

Osmanlı İmparatorluğunda 17.nci yüzyılın başlarından itibaren bilime karşı böyle bir coşku artık duyulmamaya başlamıştır. Batı'daki keşif ve icatlara gözümüzü kapamış kulağımızı tıkamışız; sonra da teori alanındaki çalışmalar, 19.ncu yüzyılın başında, Sanayi Devrimi'nin patlamasına yol açınca bu Devrimin makinaları, araç-gereçleri bizi etkilemiş, ancak bu makinaların etkisiyle sanayileşme yolunu tutmuşa benziyoruz.

1650'lerden itibaren ufak tefek fakat ardı arkası kesilmeyen sistematik çalışmalarla maddenin yapısını çözmeye yönelen Batı toplumları 1897'den itibaren atomdan küçük zerrecikleri keşfedince atom bir "gerçek" olmuş ve 1900'ların başından itibaren atomun insanoğlu tarafından parçalanması hazırlıkları başlamıştır.

Atomdan küçük ilk zerrecik olarak Elektron 1897 yılında İngiliz bilgini J.J. Thomson tarafından keşfedilmiştir. 15 yıl kadar sonra Yeni Zelandalı bilgin Ernest Rutherford da atomun çekirdeğini -Nukleus- bulmuştur. Atomun çekirdeğini bulduktan sonradır ki Nükleer sıfatı atom dünyasının lügatına girmiştir. Çünkü daha önce Atom'un çekirdeği ve çekirdekteki Proton bulunmamıştı. Elektron eksi elektrik yüklü, Proton da artı elektrik yüklü. Demek ki madde atomun eksi ve artı elektrik yüklü zerreciklerinin "Nötr" halinden başka bir şey değildir.

Rutherford doğadaki radyoaktif maddelerin yaydıkları Alfa Zerrecikleriyle atomun çekirdeğini bombardıman edip atomun insanoğlu tarafından parçalanmasına 1919 yılında yol açan bilgidir.

Rutherford doğadaki radyoaktif maddelerle uğraşırken bu maddelerin yaydığı ısı onu Dünyanın Yaşı ile de ilgilenmeye itmiştir. Doğadaki radyoaktif maddelerden çıkan ısı dünyayı çağlar boyunca ısıtmaya devam etmiş olmalı diye düşündü. Bu da yerküremizin ısı bilançosunu değiştirdi.

Termik bilanço yerküremizin yaşını da etkileyeceğinden aklına eski bir tartışma geldi: Dünya ancak birkaç yüz milyon yıl yaşlı olmalı diyen hocası Lord Kelvin'le, dünya birkaç milyar yaşında olmalı diyen jeologlar arasındaki tartışma!

Rutherford bu önemli tartışmayı kesin karara bağlamanın zamanı geldiğine radyoaktivite konusundaki bilgileriyle donanmış olarak karar verdiğinde büyük heyecan duydu ve bir konferansta rastlaştığı Lord Kelvin'le bu konudaki tartışmayı kesin bir çözüme bağlamak istedi.

1900'ların başı bilim çevrelerinde radyoaktivitenin en çok konuşulduğu bir dönemdi. O tarihlerde X-ışınlarının ve Radyoaktivitenin keşfi, çağımızda uzayın fethinin yarattığı heyecana eş coşku yaratmıştı. Radyoaktivite 1896 yılında keşfedilmişti. Fransız bilgini Becquerel, radyoaktiviteyi keşfettikten sonra konuyu Curie'lere açmış ve bu konuda çalışmalarını önermişti. Atom fiziği ufkunda yeni beliren genç bir bilgin de Rutherford idi.

1904 yılında Ruth erford doğadaki radyoaktif maddelerin nasıl kendiliğinden parçalandığını (bozunduğunu) ve yarı-ömür denen sürede radyoaktif elementin ancak yarısının geriye kalıp yarısının da başka elementlere dönüştüğünü saptamıştı.

Yine bu yıllardadır ki radyoaktif maddelerin yaydıkları ısının dünyanın Termik Bilançosunu değiştirmiş olabileceğini etüd etti. Termik Bilanço hesapları sayesinde dünyamızın yaşının neden Lord Kelvin'in dediği gibi birkaç yüz milyon yıllık değil de jeologların dediği gibi birkaç milyar yıllık olduğunu dünyaya açıklamak istemektedir. Bir konferansını Rutherford şöyle anlatıyor:

"Konferans salonuna girenken solan yarı-karanlıktı. Lord Kelvin'in dinleyiciler arasında bulunduğunu fark ettim. Hazırladığım konferansın son bölümünde Dünyanın Yaşından söz etmem gerekiyordu. Onun fikirleriyle benimkilerin çatıştığını biliyordum. Ben konuşurken Lord Kelvin'in acele uyuklamaya koyulduğunu fark ettim. Fakat Dünyanın Yaşı konusuna geldiğimi anlayınca bir zamanlar kartal olan Kelvin'in koltuğunda kımıldadığını, bir gözünü aralayıp bana ters ters baktığını fark ettim. Kelvin'in bu peygamberce tahmini, işte, bu akşamki konferansımızın konusunu oluşturan Radyum elementine aittir! Hayret! İhtiyar kuşun yüzünün birden gençleştiğini saptadım!"*

Ne ilginç bir tarih! Yıl 1904: Londra'da verilen bir Baker Konferansında Dünyanın Yaşı tartışılıyor. Hem de ne tartışma. Kendi alanında bir bilim kralı olan maddenin atomik teorisini de erkenden kavrayan fakat Radyoaktivite olgusunun gerisinde kalan bir Lord Kelvin'in yüz milyon yıllık iddiasına karşı birkaç milyar yıllık bir iddia. Bu iddia 19.ncu yüzyıl boyunca Batı dünyasının fizikçileriyle jeologları ve biyologları arasında epey tartışmalara yol açmıştır. Ve, Radyoaktivite'nin keşfi Dünyanın Yaşı konusundaki tartışmayı çözüme ulaştırmıştı.

Daha Curie'ler zamanından, 20.nci yüzyıla girilmeden doğadaki radyoaktif elementlerin radyasyon yayıp bozunarak ve başka bir elemente dönüşerek- başlangıçtaki yarı-miktarının yok olduğu gözlenmişti.

Rutherford'un sözünü ettiğimiz Baker Konferansının yılı 1904'tür. 1896'dan 1904 yılına dek radyoaktif maddeler üzerinde yapılan araştırmalar radyoaktif maddelerin "yarı-ömür" öyküsü hakkında epey bilgi birikimi oluşturuyor.

Uranyumun 4,5 milyar yıllık yarı-ömürlü bir element olduğu bu nedenle de dünyanın yaşının yaklaşık 4,5 milyar yıl olduğu belirleniyor.

Biz, maalesef, radyoaktif elementlerin yarı-ömür hikâyesiyle yarım yüzyıl geç ilgilenilemeye başladık. O da ülkemizde kurulan nükleer araştırma merkezlerinin çalışmaya başlamalarından sonra.

Bizde Dünyanın Yaşı konulu bir bilimsel konferans bugüne dek yapılmış mıdır acaba? Ne Osmanlı İmparatorluğunda ne de Türkiye Cumhuriyeti tarihinde yapıldığını sanmıyoruz. Bugün bile yapılsa ve halkoyuna basın kanalıyla böyle bir konulu konferans açıklansa, korkarım, halkoyumuz bunu füzuli bulur. Tıpkı bugün Ay'ın yaşının tartışma konusu edilmesinde takınacağımız tavır gibi.

- Dünyanın ya da Ay'ın yaşından bize ne? fikri yaygın olabilir. Fakat Çernobil kazası nedeniyle gördük ki yarım yüzyılı aşkın süredir radyoaktif maddelerle yapılan araştırma ve incelemelerin ortaya koyduğu "yarı-ömür" öyküsü Çernobil nükleer santral kazası nedeniyle hemen işimize yaradı.

"Neden yarım yüzyıl aşkın süredir" diyorum da Radyoaktivitenin keşif yılı olan 1896'dan bu yana geçen süreyi hesaplayarak "yüzyıla yakın bir süre" demiyorum? Çünkü atom çekirdeğinin insanoğlu tarafından parçalanış tarihi 1940'lardadır. İnsanoğlu tarafından değil de radyoaktif elementlerin kendi kendine bölünmesinin anlaşıldığı tarih ise 1900'lardadır.

Çernobil Nükleer Santral kazası bize radyasyon ve radyoaktivite konusunda "Yumurta kapıya geldikten sonra ilgilenme" alışkanlığımızdan kurtulamadığımızı gösterdi. Radyasyon uyarı sistemlerinin kurulması da, fındık konusu da, çay konusu da durumumuzu ortaya koydu.

9 Aralık 1986 tarihli İstanbul gazetelerinde Sovyetler Birliği'ne karşı tazminat davası açacağımız yazılıydı. Bu da gecikmelerimizin başka bir örneğidir. Bilgisizliğimizden ötürü zamanında hiçbir alanda atık davranmadığımız gibi tazminat ta aklımıza ta ne zaman geldi? Oysa daha ilk günlerden havadaki radyasyon şu kadar, yağmurlarla toprağa düşen serpinti bu kadar, radyoaktiviteden atılıp dökülmesi gereken mallar şu kadar, birkaç yıl işlenemeyecek arazi şu kadar, işinden alıkonacak köylü sayısı bu kadar olduğundan hükümetin ödeyeceği tazminat ta bu kadardır diye Sovyetler Birliği'nin önüne faturayı uzatmalıydık. Oysa, hatırlardadır. Çernobil kazasından sonra Başbakanımız sayın Özal bir Moskova gezisi yaptı ve bu konuda ağzını bile açmadı. Açamazdı da; çünkü gerçek durumumuzu saptayacak bilgi birikimi, araç-gereç ve organizasyondan yoksundu. Sonradan toparlandık. Borum pazarı geçip radyasyon bulutları çekip gittikten sonra... Başbakanımız o tarihlerde bir şey diyemedi çünkü yetkili kuruluşlarımız ve Sanayi Bakanı Cahit Aral "hiç bir zarar yok radyasyondan" havası çalıyordu.

Yine 9 Aralık 1986 tarihli gazetelerde Sanayi Bakanı Cahit Aral'ın "Bir mağarada ancak bir mantar yetişir. Bunun yetişmesi de havanın getirdiği bir miktar radyasyon sayesinde olur. İnsan vücudunda radyasyonsuz yaşayamaz. Bunun azı faydalı çoğu zararlıdır" dediğini gördük.

İnsanoğlu yeryüzünde var olduğundan bu yana radyoaktif maddelerden yayılan radyasyonla iç içe yaşamıştır. Bunu acaba açıklamanın malû-u ilan etmenin ne anlamı var? Bunu şimdi mi duymuş ki açıklıyor? Güneşin verdiği ışığa karışan mı var ki doğadan gelen radyasyona karışalım, bunun sözünü edelim? Dünyanın temeli böyle kurulmuş, temelinde radyasyon var ve temelli var olan bu radyasyon hava, su, güneş ışığı gibi vazgeçilmezdir. Bunun tekeli ya da dağıtımı hükümetlere ait olmadığı gibi dozajı da iktidardan iktidara değişmez. Lütfen doğal radyasyonu zikretmesinler. Madalyonun diğer yüzünü gösterversinler.

Bakın, bu konuda ünlü bir Amerikan ders kitabı ne diyor? Nasıl ki hemen her zaman soğuklarmaruz kalırsanız doğadan gelen radyasyona da öylesine maruz durumdasınız. Her ne kadar bir kaya parçası size doğru aksırmazsa da radyasyon yayar. Tıpkı ayaklarınızın altındaki toprak gibi.*

Yukanda bir alıntı yaptığımız Foundations of Chemistry kitabının 1973 tarihli sayısında ABD vatandaşı bir kişinin yılda ne kadar radyasyona maruz kaldığı da hesaplanmış olarak belirtiliyor. Söz konusu olan istatistikler elbet “doğal radyasyon”la ilgili. Yani, insanoğlunun yeryüzünde var oluşundan bu yana doğa ile kucak kucağa yaşaması gibi radyasyona maruz kalması halidir. İnsanoğlunun 1930’lardan itibaren “Atom”dan küçük zerreciklerin sırnı öğrenip bu zerreciklerden bazılarıyla atom çekirdeğini bombardıman etmesi, atom çekirdeğini parçalaması, onu hem muazzam miktarda, hem de dikkat edilmediği takdirde müthiş tehlikeli miktarda enerji ile karşı karşıya bıraktı.

Kayalardan ve ayağınızın altındaki topraktan bir Amerikalı vatandaş olarak yılda 0,1 Röntgen miktarda radyasyon alıyorsunuz. Doğal radyasyon miktarı yaşadığınız yere göre az çok değişik miktarları bulabilir. Eğer ahşap ev yerine taş yapı bir evde yaşarsanız yılda alacağınız radyasyon miktarı 0,01 yerine 0,04 olacaktır. Ahşap ev bu açıdan daha avantajlıdır. Deniz seviyesinden yukarı yükseldikçe radyasyon miktarı artar. 2 kilometre yükseklikte maruz kaldığınız radyasyon oranı deniz seviyesinden yüzde 50 fazladır. Öte yandan, insanlardan aldığımız radyasyon da vardır. Ortalama olarak her kişi yılda diğer insanlardan VE ÖZELLİKLE KALABALIKTA 2 miliröntgen radyasyon alır. X-ışınlarından da yılda aldığımız radyasyon miktarı 0,1 röntgendir.*

Yukarıda verdiğimiz sayılar ABD’nde bir vatandaşın maruz kaldığı yıllık doğal radyasyon miktarıdır.

Acaba bir Türk insanı radyasyona ne derece maruz? Kastettiğimiz Çernobil Nükleer kazası dolayısıyla yayılmış olan değil elbet. Doğal radyasyon! Acaba Türk insanının, üzerinde yaşadığı topraklar, yaşamak zorunda olduğu konutlar, büyük kentlerde yaşamını sürdürmek zorunda kaldığı büyük kalabalıklarda maruz kaldığı radyoaktivite miktarı nedir? Bir istatistik var mı? Ülkemizin atom enerjisi kuruluşları ya da komisyonlarının ortaya koyabileceği başka radyasyon kaynakları hakkında acaba bir istatistikler var mı?

Bu konuda araştırma yapanların ifadelerine göre Çernobil Nükleer Santral kazasından sonra Karadeniz bölgesiyle ülkemizin Orta Anadolu dahil diğer bölgelerinde radyasyon saptamaları yapılırken önce telaşa düşülmüş fakat sonradan bunun doğal radyasyon olduğu anlaşılmıştır. Böylece Çernobil Nükleer Santral kazası dolayısıyla tarama yapılırken hangi bölgelerimizde doğal radyasyon mevcut olduğu öğrenilmeye başlanmıştır. Bu uranyum gibi kıymetli radyoaktif elementlerin varlığına işaret sayılabilir. Çünkü daha önce Gökova Termik Santrali dolayısıyla doğanın korunmasından yana fikirleri savunmak üzere yaptığımız araştırmalar sırasında kulağımıza gelenlere göre, yıllarca düşük tenörlü kömüre Romanya iyi bedel ödüyor diye ihraç edilen kömürlerimizde uranyum gibi değerli radyoaktif maddeler bulunduğuşöylentisi kulaktan kulağa yayılıyordu.

Bu iddia doğru olabilir de olmayabilir de; fakat şurası muhakkak ki bilgisizlikten ötürü “memleketten neler gidebilir” ve kimsenin ruhu duymaz. Bu açıdan ülkemize yalnızca Çernobil Nükleer Santral kazası dolayısıyla gelen radyasyonla değil ülkemizden gitmiş olabilecek ya da giden radyoaktif maddelere de çok dikkat etmeliyiz!

* Foundation of Chemistry sayfa 720

"Memleket değerlerinin elden gitmesi" bu çeşit değerli kaynakların kaçırılmasıyla da olur. Yalnızca kaçaktarihi eserlerle meşgul olmak yetmez. Tarihimizi değiştirebilecek ileriye ait kaynaklarımızı da dört elle ve dört gözle korumalıyız.

Eğer Dünya'nın yaşı ile vakt-ü zamanında ilgilenmiş olsaydık, 1 gram Uranyum'un 4,5 milyar yılda yarım (0,5) gram indiğini ve 4,5 milyar yıl sonra bu yok olan bölümün daha önce tablosunda gösterdiğimiz üzere kurşun-206 oluncaya dek hangi "geçici" elementlere dönüştüğünü araştırırsaydık, toplumumuz "yan-ömür" kavramı ve deyimi karşısında şaşırıp kalmazdı. Bu gibi önemli deyim ve kavramlar nesilden nesile intikal eder. Halkoyunun haberdar olması açısından bu konuda 2-3 nesil gerl sayılırız. Bu nedenledir ki 1987 yılı şubatının ilk günlerinde Almanyanın Bavyera eyaletinde radyasyonlu süttozu taşıyan bir treni halk hemen haber alabiliyor ve ona göre uyanık davranıyor. Bizde bu konuların yalnızca bir avuç bilim adamı tarafından bilinmesi tehlike anında "Halk diyeceklerimizi anlayamaz, bir şey kavrayamaz, paniğe kapılır" zihniyetine yol açar. Bilginin "demokratik" leştirilmesi gerekir. MADDE-NİN ATOMİK TEORİSİ'nin DEMOKRATİK yaygınlığa kavuşması gerekir. Aksi halde ancak hayatımız tehdit edildince radyoaktif elementin yan-ömrü nedir vücudumuzdan nasıl atabiliriz diye merak duyarız ve paniğe kapılmaktan kurtulamayız.

Bugün Ay'ın yaşı da bilimsel çevrelerde büyük merak konusudur. Ay'da bulunup getirilen taşların da 4,6 milyar yıllık olduğu olduğu hesaplandı. Böylece Ay'la Yerküreminin oluşumunda bir benzerlik arıyor. Benzerlik Aranıyor! Gezegenimiz, diğer gezegenler, Ay gibi gök cisimleri arasındaki benzerlik bulmacasının; Evren'in oluşum ve hayatın başlangıcı bulmacasının çözümüne yarayacak. Bu bulmacanın çözümü için uğraşılırken hayatın, bugün yaşadığımız hayatın bile sırları oralarından çıkıyor.

Halley Kuyruklu Yıldızı ile bu kadar ilgileniş ve kuyruğunun çok yakınlara uzay aracı gönderilmesi için harcanan paralar boşuna değil. Hep Evren'in ve Yaşamın sırlarını bulmaya yönelik. O nihai sır bulunmasa da bu arada -ara sırlar- bulunuyor ve yürüyüşündeki hayatımızı güzelleştiriyor.

Uzay'ın boşlukları, insan hayatının başlangıcı bakımından büyük sırlar vermeye hazırlanıyor gibi. Bunu ilerlemiş ülkelerin bilim adamları tarafından yapılan astronomi, fizik, kimya, biokimya, bioloji, jeoloji incelemelerinden sezinlemek mümkün. Biz de katılalım bu Kervan'a...

İtiraf etmekte yarar var. Bu Kervan'a katılmanın Aflabesini bellemeyi okumaya geçmek istiyoruz ama, kanaatimizce, alfabeti olan Elektrik, Elektronik, Astronomi, Biokimya, Genetik alanlarında geriyiz. Tâbir caizse biz ilerlemiş ülkelerin içine girdikleri çağa kıyasla "Altın ve Kürk Çağı"nı yaşıyoruz. Şöyle ki bizim için hâlâ Altın'dan daha önemli maden yok yeryüzünde. Oysa adamlar bir lityum elementini alıp uzay araçlarında hidrojenle yakarak yakıt diye kullanıyorlar; bir titanyum elementini alıyorlar yüksek ısı derecelerine dayandığı için uzay araçlarını bununla hazırlıyorlar. Adamlar, Bor elementini kumla karıştırıp transistör yongası yapıyorlar. Biz, hâlâ "Altın Devri"ndeyiz. Varsa yoksa "Altın". Hep bununla meşgulüz. Hep bunun borsasına takmışız aklımızı. Bu çağı, ancak bilgimizi arttırmak ve bu bilgiyi topluma aktarmakla aşıabiliriz.

"Altın Çağı"nın yanısıra "Kürk Çağı" dedik. O da nesi? O da Kutuplarla ilgilenişimizin belki tek bağı.

1 Temmuz 1957 günü "Uluslararası Jeofizik Yılı" ilân edilmişti. Bunun ne olduğunu halkoyumuzun bilmesine imkân yok. Çünkü o tarihli gazeteleri açanlar, bu haberleri yazı işleri müdürlüğünü Nihat Subaşı'nın yaptığı Ankara'da yayınlanan yalnızca Ulus Gazetesi tarafından kocaman manşet olarak -ve elbet birinci sayfada-verildiğini göreceklerdir. Diğer gazetelerimiz ya ufacık haber olarak vermişler ya da "halk ilgilenmez" ya da "halkoyunu ilgilendirmez" gerekçesiyle Uluslararası Jeofizik Yılı'nı habersiz geçiştirmişlerdir.

1 Temmuz 1957 yılından 30 yıl önce Güney Kutbu (Antarktika)'nda başta ABD ve Sovyetler Birliği ve diğer 10 küçük-büyük ve bilimsel araştırmaya meraklı ülke işbirliğine girişmişlerdir. Bu arada Merih gezegeninin beyaz takkelerinin -Kutuplar-güney kutbu soğu ile aynı olması nedeniyle arada benzerlik var mı yok mu diye araştırma yapan Amerikan bilim adamları hayatlarını bile kaybedecek araştırmalara giriştiler. Ama "Bir gün Merih'e gideceğiz diyorsa Amerikalılar" bunda elbet Antarktika'daki çalışmaların da katkısı olacaktır. Yeryüzü ile Uzay arasında evrenin oluşumu açısından gizli bağlar vardır. Bunu araştıranlar kazanıyorlar ve kazanacaklar. Astronomisiz fizik olmaz, fiziksiz astromomi olmaz.

Televizyon dizilerimiz arasında TV/2 de 1987 başlannda gösterilen kitabı Türkçe'ye tarafımdan çevrilen COSMOS'da birkaç sayfadır anlatmaya çalıştığım konulara ait sırlar var.

Televizyon dizileri arasında 1986 yılında Antarktika'nın fethi için İngiltere ile Norveç'in nasıl kıyasıya çalıştıklarını ve sonuçta Norveç'li Amundsen'in İngiliz Scott'tan önce Güney Kutbuna ülkesinin bayrağını gözyaşları arasında diktiğini anımsayacakınız.

Amundsen'in 1911 yılındaki bilimsel seferinden önce, 19.ncu yüzyıl kutupların "Kürk Cenneti" olmuştu kürk tüccarları ve kürk giyenleri için. O zamandan bu yana dünya değişti... "Altın ve Kürk Çağı" geride kaldı! Bunların yanına yenileri eklendi: Elektronik ve Atom Çağı!

Atom Varsayımını “Gerçek” mertebesine ulaştıran ELEKTRİK

Elektrikle deney üstüne deneyler sürdürülmesi maddenin atomik yapısını, başka bir deyişle atomlardan meydana gelmiş olduğunu gerçek mertebesine ulaştırdı. Maddenin atomlardan meydana geldiği varsayımının gerçek mertebesine ulaştığı tarihi yıl 1897’dir.

Bu büyük gerçek, elbet “pat” diye ortaya çıkmış değildir.

19.ncu yüzyıl bilginlerinin çoğu, elementlerin atomlardan oluştuğu fikrini kabul etmekle birlikte atomun kendisi hakkında hemen hemen hiç bir şey bilmiyorlardı.*

Bilginlerin yüz yıl süreyle “atom peşinde” nice araştırmalarla uğraştıklarını, ne büyük çabalar harcadıklarını bundan önceki Maddenin Atomik yapısı için “Gazlara Saldırı” başlığı altında incelemiştik. Maddenin moleküllerden ibaret olduğunu, hidrojen gibi iki atomlu moleküllerin iki atomlu oksijenle yüksek ısı derecelerinde kimyasal reaksiyona girince, oksijenin iki atomundan biriyle birleşerek bir su molekülü oluşturduğunu gözlemişlerdi. Böylece, demek ki, moleküller atomlardan meydana geliyor ve atomlar birleşerek moleküller oluşturuyorlar diye doğru sonuçlara varmışlardı. Fakat, “atomun içinde, ne var?” sorusunu cevaplandıramamışlardı. Atomun içine bilimsel yolculuğu başlatamamışlardı. “Moleküller atomlara ayrılıyor” ya da “Atomlar birleşiyorlar ve molekülleri oluşturuyorlar” doğru sonucuna varmışlardı. 1897 yılı ise “Atomun içinde ne var?” sorusuna cevap verilebilen bir yıldı, ve bu cevap elektrikle ilgili deneyler yapılırken bulunabildi. Bu da bize “Elektrik konusu”nun büyük önemini ortaya koymaya yeterlidir. Elektrik Enerjisinin büyük mucizesi olarak kabul edilen “Elektrik ampulündeki ışık” asıl Elektrik Mucizesinin küçük bir parçasıdır.

Daha önce Wilhelm Röntgen’in, X-ışınlarını, Crookes Tüpü adı verilen, içinin havası boşaltılmış camdan bir vakum tüpüne elektrik akımı vererek yaptığı deneyler sırasında keşfettiğini anlatmıştık. Aynı çeşit Vakum Tüplerine yüksek voltajlı elektrik akımı veren İngiliz bilginini J.J. Thomson da benzer deneyler sırasında Atom’dan da küçük zerrecik saptadı. Böylece “Demek, Atom’dan da küçük zerrecik var!”miş fikri yaygınlık kazandı. “Parçalanamaz” ve “Bundan küçüğü olamaz” sanılan Atom’dan daha küçük zerrecik bulunabileceği fikri Fizik Biliminde bir Devrim yarattı.

J.J. Thomson’un, ileride ELEKTRONİK BÖLÜMÜ’nde anlatacağımız ELEKTRON’u keşfetmesi, iki gerçeği birden ortaya çıkarmış oldu.

1- Maddenin en küçük ve bölünemez sanılan zerreciği Atom’dan daha küçük zerrecik de vardır. Buna “Elektron” adı verildi.

2- Atom’dan küçük bir zerrecik bulunduğuna göre, 100 yıl süreyle yani 19.ncu yüzyıl boyunca aranan Atom’un “gerçek”liği ortaya çıktı.

Thomson'un bu bulusunun önemini Fundamentals of Physical Science kitabı şöyle dile getiriyor: "J.J. Thomson'un katot ışınlarıyla ilgili çalışmaları MODERN FİZİK dediğimiz "o olağanüstü bilimsel gelişme"yi başlattı."

Demek oluyor ki MODERN FİZİK İngiliz bilgini J.J. Thomson'un ELEKTRON keşfiyle başlamıştır.

İngiliz bilgini Joseph John Thomson, yaptığı elektrik deneyleri sayesinde, daha açık bir deyimle Crookes tüplerinin Katot Işınları üzerine sürdürdüğü deneyler sayesinde, dünyadaki en hafif element olarak bilinen Hidrojen'in atomundan 1837 kez daha hafif bir zerreciğin varlığını saptamıştı.

Bilindiği gibi, Crookes Tüpü'nün özelliği, içinin havası boşaltılmış bir cam tüp olmasıdır. Bugünkü uzun flöresan lambalara benzer. İki ucuna yerleştirilmiş biri negatif diğeri pozitif elektrik yüklerinin verildiği elektrodları vardır. Negatif elektroda Katod adı verilir. Pozitif elektroda ise Anot adı verilir. Tüpe yüksek voltajlı elektrik akımı verilince tüpün içinde Anot bölgesinde bir ısıltı meydana gelir. Bu ısıltı ya da parıltınegatif kutuptaki Katod'dan çıkıp gelen ışınlar yarattığı için Katod Işın'ları adı verilir. Katod'daki elektrodan çıkan negatif yük belirttiğimiz Hava Boşluğu (Vakum)nu aşarak Anot bölgesine ulaşır o bölgeyi ısıltadırlar. Anot bölgesindeki bu ısıltının Katod'dan çıkan "Elektron"ların -yani negatif elektrik yükleri- Anot bölgesine hızla çarpmasından ileri geldiğini ileride ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde yeniden ele alacağız.

Elektron sözcüğünün türkçe karşılığı "Kehribar"dır. Atom'da çok küçük bir zerreciğin, yani en küçük zerrecik sanılan atomda, ondan da 1837 kez küçük bir zerreciğin keşfedilmesi üzerine, bu zerreciğe başka herhangi bir isim de verilebilirdi. Örneğin, bu zerreciği bizden bir bilgin keşfetmiş olsaydı belki "Kehribar" adını verebilirdi.

Elektron adı, tarihte ilk kez, bir kehribar çubuğu, hayvan postekisine sürüp sürüp, çubuğun kağıt ve saman parçalarını keline çekme özelliği kazanması, yani "Elektrik"lenmesi yetisi edinmesi deneyini yapan Yunan Filozofu Thales onuruna verilmiştir. M.Ö. 550 yıllarında Yunan filozofu ve matematikçisi Thales, kehribar (Elektron) bir çubuğu kuru hayvan postekisine sürme ve "elektrik"lenen çubukla küçük saman ve hafif tüy parçalarını çekme deneyini yapmıştır. M.Ö. 6.ncı yüzyıldan itibaren 2000 yıl süreyle uyuyakalan bu fikir, 1600 yıllarında yeniden bilim tarihi sahnesine çıkmış ve "Elektrik" deneylerinin başlamasına neden olmuştur... Zaten elektrik de Yunanca Elektron sözcüğünden türetilmiştir. İngilizce Electricity olsun. Fransızca Electricite olsun sözcük olarak "Elektriklenmişlik" anlamı taşır. Türkçemizde kullandığımız "Elektrik" sözcüğü ise "Electricity"nin tam karşılığı değildir, bir sıfattır.

20.nci yüzyılda Elektronik de 17.nci yüzyılda deneylerine başlanan Elektrik de aynı "Elektron" (kehlbar) sözcüğünden gelir.

Elektrikten nasıl Elektronik doğduğunu göreceğiz. Elektrik bilinmeden Elektronik bilinmez. Atom'un iç yapısı bilinmeden de Radyoaktivite ve Radyasyon bilinmez. Ya da 1986 yılındaki Çernobil Nükleer Santral kazasının önemi anlaşılamaz.

Elektron'un keşfinden önce Elektrik icat edilmek gerekti.

Yukarıdaki başlıkta neden ayrı ayrı "keşif" ve "icat" sözcüklerini kullandık da her ikisi için de aynı sözcükleri kullanmadık? Bunun nedenini şöyle anlatalım: Elektron, maddenin içinde, yani atomda vardı ve "hazır" durumda keşfedilmeyi bekliyordu. Bu keşif de 1897 yılında oldu ve Elektron 20.nci yüzyıla adım atılırken ortaya çıkarıldı. Elektrik ise, işin içine önce, elektrostatik kıvılcım makinalarının, sonra Volta Pili-de kimyasal reaksiyonların, sonra da mıknatısın girdiği çeşitli unsurların bir araya getirilmesi ve ADETA "yok"tan "var" edilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Elektriğin icadına ait olgular dizisini ve gelişimini incelerken nasıl "yok"tan "var" edildiğine tanık olacağız.

Milattan 550 yıl önce Thales'in deneyini tekrarlayacak olursak nice unsurların bir araya getirilmesinin gerekli olduğunu anlarız. Thales, bir kehribar çubuğu, hayvan postekisinin kuru tüylerine sürmüştür, ve sürüttüğü bu kehribar çubuğun, saman parçalarını ve kuş tüylerini falan çekme yetisi kazandığını fark etmiştir. Kehribar çubuğa bu yetiyi kazandırmak için hangi unsurlar araya girmiştir? Çubuğun kehribardan olması gerekiyordu, bunun posteki kürküne sürülmesi gerekiyordu. Sonra da kehribar çubuğun bir cismi -saman kuş tüyü, kâğıt parçaları- çekme özelliği kazandığını fark etmek gerekirdi.

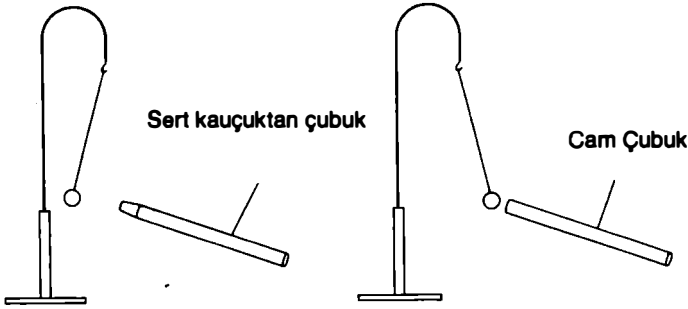
Neden kehribar da başka bir cisimden yapılmış çubuk değil? Çünkü kehribar, posteki kılıyla uyuşuyordu elektriklenebilmek için, aradan 2000 yıl geçtikten sonra, camdan bir çubuğun ipek kumaşa sürülünce "elektrik"lendiğini anladı insanoğlu. Cam çubuğu, ipek kumaşa sürülünce cam çubuk artı elektrik işaretine kavuşuyordu, çünkü camın elektronlarını ipek alıyordu. Böylece, cam, elektronlarını ipeğe verdiğinden negatif elektrik yükü vermiş olarak kendi pozitif elektrik yüklü kalıyordu. Kehribar ise posteki kürküne sürülünce eksi elektrik işareti kazanıyordu. Çünkü, kehribar, postekiden elektron çekme özelliğine sahip bir maddeden yapıldı. Maddenin yapısı önemliydi.

Kehribar ya da kauçuk çubuğu postekiye sürtünce...

Bir cismin nasıl "elektrik"lendiğini ve edindiği bu elektrik yetisiyle başka bir cismi nasıl etkilediğini anlatmak için bir iki deneye girişelim. Çok basit gibi görünen bu birkaç deney Elektrik konusunun anlaşılmasında temel taşı oluşturur.

Önce hafif ve küçücük bir saman yumağını, bir iple, şekilde gördüğünüz kanca-
dan sallandıralım.

İple asılı durumdaki saman yumağına, postekiye sürtüle, sürtüle "elektrik"lenmiş-
kehribar çubuğu dokunduralım. Posteki tüylerine sürtüldükçe postekiden elektron
alan yani eksi (—) işaretle yüklenen kehribar çubuk, saman yumağına dokundurur-
lunca, elektronlar yumağa sıçradığından eksi işaretli yük kazanan yumak ve eksi
işaretli, çubuk birbirini iter. Bu durumda, kehribar çubuk artık dokunmadan da, sırf
yumağa yaklaştırılırsa bile bu ikisi birbirini iter; birbirlerini çekmezler.



Şimdi, bir başka saman yumağı ile bir deney yapalım. Yine elektrikle ilgili bu de-
neyde cam çubuk kullanalım. Cam çubuğu, ipek kumaşa sürtersek, ipek kumaş
cam çubuktan elektron aldığından cam çubuk artı (+) elektrik işaretli kalır. İlk de-
neydeki gibi bu ikinci deneyde de cam çubuğu saman yumağına dokundurursak,
çubuktan yumağa, artı işaretli elektrik yükleri geçeceğinden çubukla saman yu-
mak birbirini iter.

Fakat, cam çubuğu, ilk deneydeki saman yumağına yaklaştırsak, eksi işaretli
yumukla artı işaretli cam çubuk birbirini çekerler. Demek oluyor ki, eksi ve artı işa-
retli elektrik yükü kazanmış cisimler birbirini çeker; benzer işaretli elektrik yükü ka-
zanmış cisimler birbirini iter.

Kehribar çubuğun nasıl "elektrik"lendiğini anlatmıştık. Bir postekinin tüylerine
sürtülüyordu. Cam çubuk ise bir ipek kumaşa sürtülüüyordu. Kehribar çubuk kürk-
ten elektron kapıp aldığı bu elektronlar nedeniyle negatif (—) elektrik yükü kazan-
mıştır. Cam çubuk ise ipek kumaşa sürtülünce ipek kumaş camdan elektron kapdığı
için cam çubuk artı (+) elektrik yükü ile kalmıştır. Böylece birbirinin zıddı elektrik
yüklerine sahip KEHRIBAR ÇUBUK VE CAM ÇUBUK BİRBİRİNİ ÇEKER.

Bu alandaki deneyler çoğaldıkça, birbirine sürtülen cisimlerin, mıknatısın özelliklerinden fazla farklı olmayan özellikler gösterdikleri ortaya çıktı. Aradaki fark, mıknatısın çekme ve itme özelliğinin daha güçlü olması, sürtülen cisimlerinin çekme ve itme özelliğinin ise daha az güçlü olmasındaydı.*

Hepimizin bildiği gibi, mıknatısların pozitif (+) ve negatif (—) kutupları vardır. Bu iki kutup birbirine yaklaştırılınca birbirlerini çekerler. Oysa, iki pozitif ya da iki negatif kutup birbirini çekmez, iter. Çünkü benzer işaretliler birbirini iterler.

Anlattığımız "elektrik" deneylerinde de durum aynıydı. Bunu kanıtlamak için, bilginler, şu deneylere girişmişlerdir:

1- İki kehribar çubuğu alıp ikisini de ayrı ayrı posteki yünlerine sürttüler ve iki kehribar çubuğun birbirini ittiğini gördüler. Çünkü her iki kehribar çubuk da negatif (—) elektrik yüklü edinmişlerdi.

2- İki cam çubuğu alıp ikisini de ayrı ayrı ipek kumaşlara sürttüler, sonra iki cam çubuğun birbirini ittiğini saptadılar. Çünkü her iki cam çubuk ipek kumaşa elektronlarından vermişti ve böylece her ikisi de pozitif (+) elektrik yüklü kalmıştı.

3- Yukarıdaki deneylerden hemen sonra negatif elektrik yüklü kehribar çubukla pozitif elektrik yüklü cam çubuk yaklaştırılınca ne olur? Hemen birbirini çekerler çünkü biri negatif (—) diğeri (+) pozitif elektrik yüklüdür.

1733 yılındaki bu deneylerden sonra, Du Fay, şu sonuca varıyor: iki çeşit elektrik vardır. Bunlardan bir çeşidi "kehribar"sıdır, diğeri de "cam"sıdır.*

Du Fay'ın böyle bir sınıflandırma yapmasının nedeni, o tarihlerde henüz artı (+) ve eksi (—) işaret yüklü elektrik kavramının bilinmemesidir. Onun yerine "kehribar"sı ve "cam"sı elektrik çeşitleri vardır.

Du Fay'ın kehribarsı ve camısı diye sınıflandırdığı elektrik yüklerini Amerikalı bilgin (aynı zamanda devlet adamıydı) Benjamin Franklin artı (+) ve eksi (—) işaretli elektrik yükleri olarak "negatif" ve "pozitif" diye niteledi.*

Franklin'e göre eksi (—) işaret yüklü bir "elektriklenmiş" çubuk artı (+) işaretli yüklü bir "elektriklenmiş" çubukla temas ettirilince, elektrik akışkan, artı'dan eksi'ye doğru akar. Ta ki nötr bir denge kuruluncaya dek. 18'nci yüzyılın ortalarında Du Fay ve Benjamin Franklin, elektrik üzerine sözünü ettiğimiz deneyleri yapıp fikirlerini açıklarken "elektrik" in bir "akışkan" olduğu sanısı yaygındı. Akan su gibi elektriğin de aktığı sanılırdı.

Benjamin Franklin'in "Akışkan" diye nitelediği şeyi bugün "elektron" olarak niteleyince Franklin'in tahminin temelde yanlış olmadığına hükmedebiliriz. Bir de şu var: elektronlar Franklin'in sandığı gibi cam çubuktan kehribar çubuğa doğru değil. Kehribar çubuktan cam çubuğa doğru akar.*

* Time-Life Pocket Books, Energy sayfa 110-111

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 554

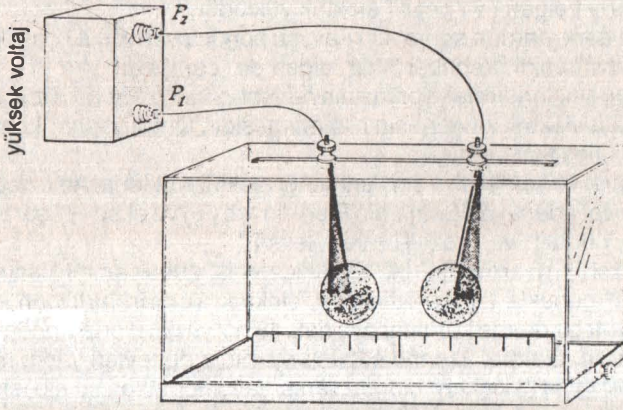
* " " " " " " " " " " " "

* Fundamentals of Physical Science sayfa 18

Elektrik yüklerinin bir telde yürütülmesi

Deneylerimiz şunu gösteriyor ki elektrik yükleri bir yerden bir yere hareket ettirilebiliyorlar. Nitekim, posteki yününe sürtüldüğü için "elektriklenen kehribar çubuk" yükünün bir kısmı yumağa geçti. Şimdi de elektrik yükü verilmiş bir metal küreye 20-25 cm. uzunluğunda bir bakır tel bağlayarak bu bakır teli de bir elektroskopa bağlayalım. Elektroskop iki altın yapraktan meydana gelmiştir.*

Şekildeki metal küreye bir kehribar çubuktan elektrik yükü verirse bu yük, bakır tel tarafından iletilerek elektroskopun iki yaprağı birbirini iter. Çünkü, metal küreye negatif elektrik yükü verilmiştir: bu yük, iletken olan bakır telin elektronlarının hareketi ile elektroskopa ulaştırılmıştır ve elektroskopun her iki altın yaprağına negatif (—) elektrik yükü ulaştığından benzer yükler birbirini itmektedir.



Elektroskopla metal küre arasına konan bakır gibi iletken maddelerin elektrik yüklerini nakletmesine karşılık cam gibi yalıtkan cisimler elektrik yükü nakletmezler. Zaten, bu nedenle, cam gibi maddelere yalıtkan ve bakır, demir gibi maddelere iletken adı verilir.

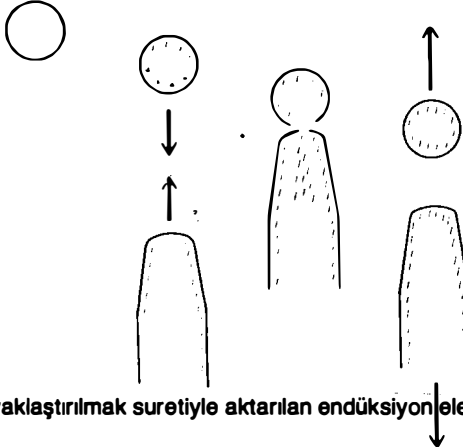
Elektroskopun, altından olan, yapraklarının birbirinden uzaklaşma mesafesi metal küreye verilen elektrik yükünün büyüklüğüne göre değişir. Verilen elektrik yükü büyükse yapraklar birbirinden çok uzaklaşır. Verilen elektrik yükü hafifse altın yapraklar az ayrılır. Metal küreye verilecek elektrik yükü negatif elektrik (—) yüklü kehribar çubuktan olabileceği gibi pozitif elektrik (+) yüklü cam çubuktan da olabilir. Her iki durumda da verilen ve bakır iletkeninden geçen elektrik yükü aynı işaretli olduklarından benzer işaretli elektrik yükleri birbirini iteceğinden elektroskopun altın yaprakları birbirini iterek ayrı yönlerde doğru uzaklaşırlar.

Posteki tüylerine sürtülen kehribarın negatif (—) elektrik yükü kazanmasından söz açtık. Ve, ipek kumaşa sürtülen cam çubuğun pozitif (+) elektrik yüklü kalışından söz açtık. Peki, sürtülen postekinin durumu ile ipek kumaşın durumu ne oldu? Kehribar çubuğa elektron verdiği için artı (+) elektrik yüklü kalan posteki eksi (—) elektrik yüklü saman yumağı yakınına tutulursa birbirini çekerler. Aynı nedenle sürtüldüğü zaman cam çubuktan elektron aldığı için eksi (—) elektrik yüklü duruma geçen ipek bez artı (+) elektrik yüklü bir saman yumağına yaklaştırılırsa birbirini çekerler.

Dokunmadan, endükleme ile elektrik yükü vermek

Şu ana dek yukarıda anlattıklarımız, postekiye sürtülerek eksi (—) elektrik yüklenen kehribar çubuğun, saman yumağına dokundurulması suretiyle elektrik yükü vermesi söz konusuydu. Bir de dokundurmadan yani endüksiyon yoluyla -endükleme ile- elektrik yükü verilebilir. Yukarıdaki kehribar çubuk ve cam çubuk örneklerini anımsayalım. Bu kez gerek kehribar gerekse cam çubuğun saman topuna dokundurulması değil, yalnızca yakınlaştırılması söz konusudur.

Posteki tüylerinden eksi elektrik yükü kazanmış kehribar çubuk saman yumağına değdirilecekmiş gibi yakınlaştırılır da dokundurulmazsa şöyle bir durum ortaya çıkar: kehribar çubuktaki eksi elektrik yükü -ki, bu aslında, kehribar çubuğun postekiden elektronlar edinmiş olmasından ibarettir- saman yumağının kendi elektronlarını uzağa iter. Çünkü, elektronlar, maddedeki eksi (—) yüklü zerreciklerdir. Elektron elektronu ittiğinden kehribar çubuğun edindiği fazla elektronlar, saman yumağının kendi elektronlarını uzak uca iter ve saman yumağının kehribar çubuğa yakın kısmında kalan artı (+) yükler ile kehribar çubuğun elektronları, yani eksi (—) yükleri birbirini çeker. Ve kehribar çubuk ile saman yumağı endüksiyon yolu ile birbirine yaklaşmış olurlar. Cam çubuk örneği için de aynı durum söz konusudur. Cam çubuk da endikasyon kuralları greeğince saman yumağı ile birbirini çeker duruma gelebilirler.



Dokunmadan yaklaşılmak suretiyle aktarılan endüksiyon elektrik

Maddeyi Maddeye sürterek Elektrik Kivılcımı üreten makinalar: ELEKTROSTATİK MAKİNA

Kehribar çubuğu hayvan derisi kıllarına ya da yüne sürtünce çubuğun "elektrik"lenip kâğıt, saman gibi hafif cisimleri çekme özelliği kazanışını görmüştük.

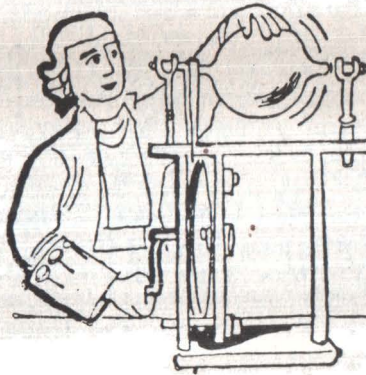
Bir maddeyi bir maddeye sürterek "elektrik"leme elde edilmesini, insanoğlu, daha büyük yüzeyli cisimlerle sağlama yolunu tuttu. Nitekim, 17.nci yüzyılın ortalarında, o dönemin büyük dehası sayılacak kadar başkaca önemli buluşları olan Alman araştırmacı Otto von Guericke, küçük bir kavun ya da karpuz çapında kükürten bir küre imal etti. O tarihlerde "hazır" kükürt küreler bulunmadığı için, kendisi, bir cam kapta döktürmüştü. Yuvarlak kükürt küreyi eliyle sürttükçe küreden kıvılcımlar çıktı! "Elektrik" üreten ilk makınayı Almanya'da Otto von Guericke 1663 yılında yapmıştı. Eksen olarak kullandığı bir demir sapla kükürt topu döndürüp diğer elini de topa sürttükçe toptan "elektrik kıvılcımları" yayılıyordu.*

Daha sonraki yıllarda Otto von Guericke'den esinlenen diğer bilim adamları kükürt top yerine camdan top yapmışlardı. Camdan topla sürdürülen deneylere geçmeden Otto von Guericke'nin deneyi için "uygun" madde olarak neden "kükürt"ü seçtiğini belirtmekte yarar var sanırız.

Ortaçağ boyunca maddenin yapısı üzerinde ayrıntılı çalışmalara girişen ve birkaç elementi de keşfeden İlm-i Simyacılar kükürt'ü "Alev çıkaran madde" olarak nitelemişlerdi.

Otto von Guericke'nin deneylerinde kullandığı küre olarak kükürtü seçmesinde daha önceki yüzyıllardan aktarılan bu bilginin rolü olabilir.

Guericke'den yarım yüzyıl kadar sonra İngiliz araştırmacısı Francis Hawksbee, kükürt küre yerine cam küre kullandı.



Cam küreli ilk elektrostatik makina

1709 yılında Hawksbee, kükürt küre yerine camdan bir silindir yaptı ve bu silindiri eksenî etrafında hızla döndürdü. O da eliyle sürtüyordu dönen silindiri. Guericke'den daha net ve daha uzun kıvılcımlar sağladı.*

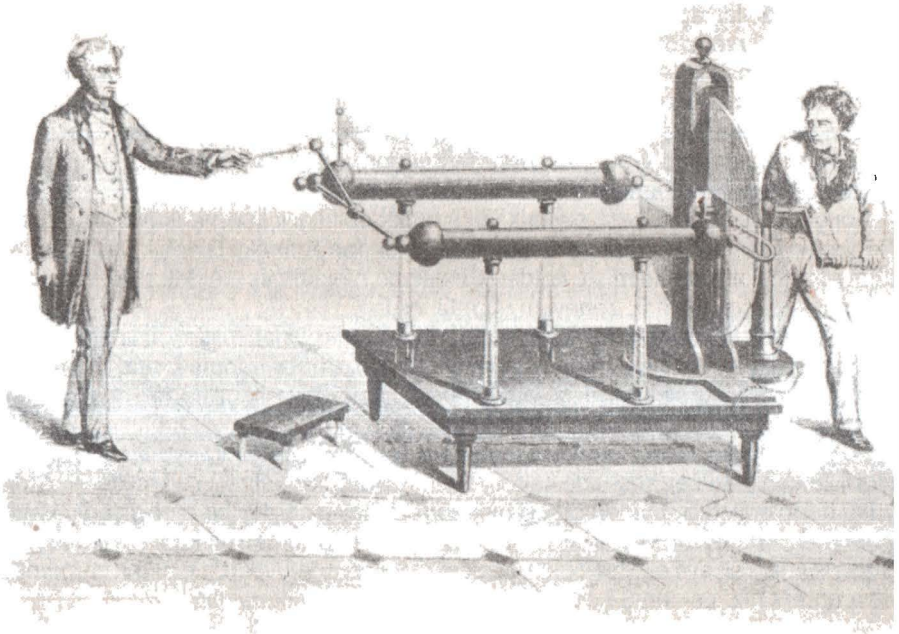
Hawksbee, hızla döndürülen cam küreyi eliyle sürttüğçe cam küre elektrik kıvılcımlarıyla dolup taşıyordu. Bu elektrik kıvılcımlarının yanbaşında Hawksbee büyük harfli yazıları okuyabilecek kadar ırga kavuşmuştu.*

Bu arada kehribar çubuğun hayran derisi kıllarına sürtülmesinden elde edilen elektrikleymeye ilişik kuralları uygulayarak kıvılcım elde etmeye çalışan bilginler de vardı.

Elektrik kıvılcımları üretmeye çalışan bilginlerden biri, gemi çarkına benzer bir çark yapmış ve çarkın kanat uçlarını birer kehribar dille donatmıştı. Döndürdüğü çarkın kanatlarına değecek gibi bir kediyi uygun bir yere oturmuştu, ve, kanatlar döndürölüp uçlarındaki kehribar dilleri kedinin tüylerine değdikçe tüylerden elektrik kıvılcımları çıkıyordu. Bu makina da elektrik üretiyordu ama, fazla pratik bir aygıt sayılmazdı.*

Elektrik kıvılcımı üreten ve Elektrostatik Makinalar adı verilen anlattığımız aygıtlar 18.ncü yüzyıl boyunca giderek geliştirildi.

Elektrostatik Makinaları geliştiren araştırmacılarından biri de İngiliz bilginî Ramsden'dir. Ramsden, deney yapan kişînin, dönen küreye elini sürteceğı yerde madenî yastıklar kullanılmasııı akıl etti. Sabit duran madenî yastıklara sürten hemen hemen bir metre çapındaki bir cam disk döndürölüyordu. Sürtünmeden doğan elektrik yükleri cam disk üzerinde birikiyor buradan da elektrik yükleri tarak dişleri gibi yerleştirilmiş madenî ince uçlar tarafından toplanıyordu.



Elektrostatik Makina

Toplanan bu "elektrik yükleri" ne yapılacaktır?

İşte, insanoğlu, 1745 yılından itibaren söz konusu Elektrostatik Makinalar sayesinde ürettiği "Elektrik Yükleri"ni depolamanın bir yolunu da buldu. Bu ise, ilerki sayfalarda Leiden Şişesi olarak anlatacağımız dünyanın ilk kondansatörü'dür. Leiden Şişesi'nde "konserve" eder gibi toplanan "Elektrik Yükleri" bilim adamları için deneyler sırasında kullanabilecekleri "hazır" elektrik kaynağı oluyordu. Leiden kondansatöründeki elektrik yükleri boşaltımı bazı elektrik deneylerini mümkün kılıyordu. nitekim Amerikalı bilgin Benjamin Franklin 1750'lerde Avrupa'dan aldığı Leiden Şişelerinin elektrik yükleri boşaltımı sayesinde ki ABD'nde ilk elektrik deneylerini yapabilmıştır. Yoksa, o tarihlerde, Amerika'da (Zaten ABD o zamanlar henüz kuruluş halindeydi) henüz ne elektrik deneyleri vardı ne de elektrik kıvılcımları!

Elektrostatik Makinalar hem bir yandan birçok Avrupa ülkesinde imal ediliyor hem de bir yandan daha büyüğü yapılıyordu. Wimshurst adını taşıyan Elektrostatik Makinalarla, uzunluğu, bazen birbuçubuk metreyi bulan kıvılcımlar sağlanıyordu.

Elektrik kıvılcımları ilk kondansörde toplanıyor

Yukarıda anlattığımız biçimde üretilen elektrik yüklerinin bir yerde toplanmasını akıl eden insanoğlu 1745 yılında ilk kondansörü yaptı.

Araştırmacılar, eğer bir iletken, elektrik yükü kaybindan, camla yalıtılmaksuretiyle kurtarılabilirse, elektrik yüklerinin biriktirilebileceği kanısına vardılar. Bu hedefe yönelik çalışmaların en önemlisi "Leiden Şişesi" diye bilinen kondansatördür. Hollanda'daki Leiden kenti Üniversitesi öğretmenlerinden Peter von Musschenborek tarafından icat edildiği için bilim tarihine "Leiden Şişesi" olarak geçmiştir. Oysa önce, Alman araştırmacı Georg von Kleis tarafından yapılmış ve kullanıma sunulmuştu ama gün ışığına çıkmamıştı.

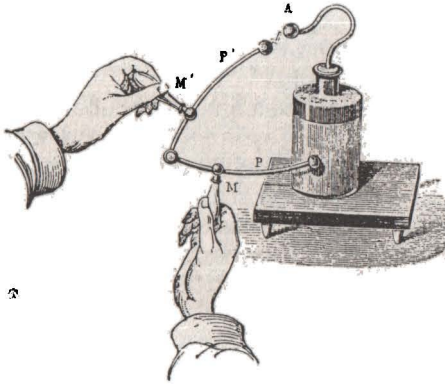
Adı geçen Leiden Şişesi, elektrik yükü biriktirebildiği için Amerikalı bilim adamı Benjamin Franklin bu "Elektrik Konserve"yi şışeden Amerika Birleşik Devletlerine ithal etmek zorunda kalmıştı. Leiden Şişesinde biriktirilmiş elektrik yüklerinin boşaltımıyla birçok elektrik deneyleri yapabilmıştır.

Ne var ki bir kondansatöre biriktirilebilecek elektrik yükleri miktarı sınırlıydı, ve bir iki deneyden sonra kısa zamanda boşalınca, deney yapma olanağı ortadan kalkıyordu. Sürekli elektrik akışı sağlayacak bir icat 1800 yılında İtalyan bilgini Alessandro Volta'nın icat ettiği Volta Piliyle mümkün olacaktı.

Leiden Şişesi bugün "kondansör" ya da "kapasitör" dediğimiz aygıtların ilk örneğidir. İletken iki yüzey arasında kalan yalıtılmış bir küçük kalınlığa bir miktar elektrik yükü depo edilebilir. Leiden Şişesi bir yaprak kalayın sardığı bir cam şışedir. Cam şişenin ağzındaki mantar bir kapağa geçirilmiş pirinç koldan elektrik yükleri verilir. Elektrik yüklü şışeye elinizle dokunacak olsanız epey kuvvetli bir elektrik çarpmasına uğrarsınız. Leiden Şişesi bir elektrik kıvılcımı da çıkarabilir.

Bir cisme verilen elektrik yükü ne denli büyük olursa bu yükün kaçma eğilimi de o denli büyük olur.

Elektronların en çok depo edildiği aşırı elektrik yüklü bölgeden (negatif kutup) elektronları en az elektronlu bölgeye (pozitif kutup) iten kuvvete "Elektromotiv kuvvet" (EMF) ya da "Elektrik potansiyeli" adı verilir.



İlk Kondansatörlerden

Sözünü ettiğimiz EMF (Electromotive Force) e ileride Volta Pili dolayısıyla rastlayacağız. Çünkü elektrik potansiyeli, yani elektronları itiş kuvveti birimi "Volt"tur. Bu isim dünyada ilk pili yapan Volta onuruna verilmiştir.

Şu ana dek, sözünü ettiğimiz elektrik yükleri, bir cismin üzerine yüklenmiş ve biriktirilmiş durumda bulunmaktadır. Durmakta olan elektrik yükü olduğundan, buna "Statik" elektrik denir. Daha açık bir deyişle "hareket halinde olan", ya da "akış halinde olan" elektrik yükleri değildir bu elektrik yükleri. Statik yani durgundurlar. Bir cisim üzerine yerleştirilip biriktirilirler. İstenildiği zaman boşaltımla alınıp kullanılırlar. Fakat "akan" "akış halinde" bir elektrik akımı yoktur.

"Elektrik akımı" ya da "elektrik yükü akışı" ancak Volta Pili'nin icadıyla 1800 yılından itibaren mümkün olmuştur. Şimdi sıra elektrik yüklerinin "sürekli akışı" demek olan elektrik akımına geldi.

Maddeyi Maddeye sürterek Elektrik üretme zahmetine paydos: KİMYASAL ELEKTRİK

Gerek Elektrostatik Makinalar gerek Kehribar ya da Cam Çubukları bir cisme sürterek "Elektrik"lenme elde etmek, anlaşılacağı üzere, zahmetli işlerdi.

Söz konusu "ilkel" ve zahmetli yöntemler 1800'lerden itibaren Elektrik üretme işi ni zahmetsiz yöntemlere dönüşüyor. Bu nasıl oluyor? Madde ile Madde'yi -örneğin bakır elementi ile çinko elementini- biraraya getirip ve biraraya getirilen bu "metal çift"lerine -örneğin bakır elementi ile gümüş elementi de olabilir- bir "ŞEYLER" yapmaktı. Evet "bir şeyler" yapmaktı!

Ama neydi acaba bu "bir şey"?

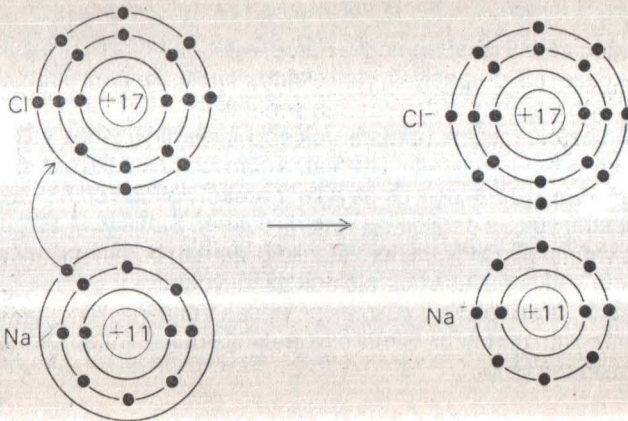
Volta'nın dünya üzerinde yaptığı ilk Pil'in sırrı, işte bu "bir şey"deydi!

Volta, söz konusu "bir şey"i yapmayı başarmıştı ve kestiği bakır ve çinko metal disklerini üst üste dizmişti. Dizmişti ama, her bir bakır-çinko çifti arasına, tuzlu suya batırılmış birer nemli çuha yerleştirmişti.

Tuzlu suya batırılmış nemli çuha rondelalarını Volta acaba neden yerleştirmişti?

Volta'nın 1800 yılında akıl ettiği bu "bir şey"in sırrı ta 1884 yılında anlaşılacaktı. O da tam olarak değil! Çünkü tuzun (NaCl bileşiği) suda çözülünce, NaCl 'nin yapısı gereği, bir Na ve bir Cl atomuna değil, ve fakat bir Na ve bir Cl "İYON"una ayrıldığı iş-veçli bilgin Arrhenius tarafından bir doktora tezi olarak ortaya atılmıştı. 1884 yılında Upsala Üniversitesi Profesörler heyeti "Bu da ne demek?" diye Arrhenius'a az daha doktorluk payesi vermiyorlardı. Ve, ne demek istediğini anlamadıkları için de orta derece ile "doktor"luk payesi verdiler Arrhenius'a.

Arrhenius'un demek istediği şeydu: Na atomu ile Cl atomunun NaCl (sofra tuzu) bileşiği hali, Na'nın atomundaki bir Elektron'u Cl'ye vermesi sayesinde sürdürülmektedir. Böylece Na bir Elektronundan yoksun kalınca pozitif Na (Na^+) kalıyor. Cl ise bir fazla Elektron sahibi olunca negatif Cl (Cl^-) kalıyor. Böylece pozitif-negatif yükler birbirini çektiğinden Na ve Cl bir birleşik durumunda bulunuyorlar.



Bunun anlamı şu: NaCl bileşiği suya atılınca, ayrılan Na ve Cl atomları "ELEKTRİK YÜKLÜ" durumda bulunuyorlar. Yani her bir Na ve her bir Cl atomu birer NÖTR atom değildir. NÖTR değil ELEKTRİK YÜKLÜ'dürler. Çünkü, anlattığımız üzere, Na pozitif (Na⁺) Cl negatif (Cl⁻) dir. İkisinin birleşip bileşik (NaCl) halde tuz olarak kalmaları belirttiğimiz İONİK bağdan ötürüydü.

Peki, bunu bilmenin ne yararı var? Bunun yanıtını birkaç kaynaktan verelim.

Dünyanın ilk Pili'ni yapan Volta'nın Pili'ni şekil olarak gösteren Guide to Science kitabında İsaac Asimov, üst üste yerleştirilmiş bakır-çinko metal çiftlerini birer "hücre" olarak niteledikten sonra şöyle diyor: temas halindeki iki ayrı yapıda metalin temasından doğan ELEKTRON AKIŞI'nı bir hücreden diğerine ileten, söz konusu hücreler arasına yerleştirilmiş olan tuzla batırılmış nemli çuhadır!

Demek oluyorki, Arrhenius'un "suda çözülünce NaCl'nin atomları, birer "Elektrik yüklü atomlardır" demesinin sırrı bundandır. Çünkü, çözülen NaCl bileşiği birer NÖTR Na ve Cl atomları olmuyorlar ve fakat bir "Elektrik yüklü" Na⁺ ve Cl⁻ atomları durumunda bulunuyorlar. Ve, işte, bu "İONİK BAĞ" özelliğidir ki suda çözülmüş tuzla bir "iletken" durumuna getiriyor.

L'Aventure de l'Electricité (Elektriğin Serüveni) adlı kitabın yazarı Ringuet, dünyada ilk pili yapan Volta için şöyle diyor: "Volta, ilk Pili icat ettiğinde bu işin teorik yanını bilmiyordu, ampirik çalışmalar yapıyordu. Elektrik akımı üretim olgusunun temelinde yatan şeyin metallerle tuzlu su arasındaki kimyasal etkileşim olduğunu fark edememişti. Yalnızca bakır ve çinko metallerinin birbiriyle temas etmesinden elektrik akımı doğabildiğini sanacaktı Volta ölümüne dek. Bu konudaki aydınlanmalarlık yıllarda olacaktır."

Bütün bunları anlatmamızın nedeni Elektrik yüklü bir atomu İON" denildiğini vurgulamak içindir. Bir Atom ELEKTRİK YÜKLÜ oldu mu buna İON denir.

Peki bu farkı bilmenin ne önemi var? Radyoaktivitenin yayıldığı yerlerde, hava yani atmosferi oluşturan gaz atomları "İON"laşır ve ELEKTRİK YÜKLÜ hale gelirler. Bu da tehlikeyi ortaya koyar: havamızı oluşturan gaz atomları elektrik yüklü birer "İON" olurlar! Tehlike -yani radyoaktivite geçince- yeniden NÖTR atom durumuna gelirler. Ve, havamız normalleşir! Anlatabildik mi acaba "İON"laşmanın önemini?

Demistik ki "Maddeyi maddeye sürtme zahmetinden kurtularak elektrik akımı sağlamanın bir yolunu Volta bulmuştur". Nasıl bulmuş? Farkında olmayarak "bir şey" akıl ederek! Neymiş bulduğu şey! Bakır-çinko rondela çiftleri arasına tuzlu suya batırılmış nemli bir çuha koymak. Ne yapıyormuş tuzlu su? İletkenlik!

Suda erimiş tuzlu su "iletkenlik" işlevi yapmasa pilin metal rondela çiftleri arasındaki elektron akışı "iletilemeyecek" ve ELEKTRON AKIŞI olmayacak. Elektron akışı olmayınca ELEKTRİK AKIMI doğmayacak! Yani, dünyadaki ilk sürekli akımı veren Volta Pili olmayacaktı!

Şimdi "ELEKTRİK AKIMI" doğdu, VOLTA PİLİ İCAT edildi. Bundan sonra ne yapıldı? Elektrik akımı üreten eldeki bu VOLTA PİLİ'nden suya elektrik akımı verilerek ELEKTROLİZ olgusu PRÖMİYERİ Humphry Davy tarafından 1803'de yapılmıştır.

Humphry Davy, sıkı sıkıya bağlı moleküllerin atomlarını birbirinden ayırmak için ELEKTRİK AKIMI kullanmıştır. Ve, bu sayede 1807 ve 1808 yıllarında kalsiyum, strontium, baryum, magnezyum, potasyum ve sodyum gibi metaller elde etmiştir.*

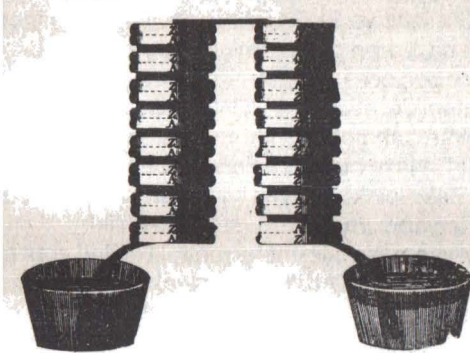
Volta Pili'nin icadı, Humphry Davy'nin, Volta Pili kullanarak ilk elektrolizleri yapmasına meydan verdikten sonra sahneye Faraday giriyor.

* Asimov's Guide to Science E Yayınları sayfa 559

Faraday'ın hemen sahneye girmesi yalnızca Davy'nin laboratuvar asistanı olmasından değil ELEKTROLİZ olgusu üzerinde çok çalışmalar yapmasındandır. O kadar ki negatif yüklü elektroda KATOD; pozitif yüklü elektroda ANOD adlarını veren Faraday olduğu gibi "İON" adını da o ortaya atmıştır. Çünkü suda çözünmüş cisimlerin elektrodalarda toplanması için Volta Pili'nden verilen elektrik akımının çözeltideki cisimleri "ELEKTRİK YÜK"lü hale getiriyor olmaları gerekir diye düşünmüştür. Ve, bu düşüncesinde elbet haklıydı da. Ancak Arrhenius'dan farkı şudur: Faraday NaCl (tuz) gibi İONİK çözeltilerde, Na ve Cl'nin, verilen elektrik akımı dolayısıyla birer "İON" durumuna geçtiğini sanmıştır. Oysa Arrhenius'un bugün de artık doğruluğu kabul edilen görüşü uyarınca Na ve Cl suda eridikleri anda zaten birer atom değil, ancak birer "ION"durlar. Yani "Elektrik yük"lü birer atom durumundaydılar zaten. Suda birer Na ve Cl değildirler: birer Na^+ ve Cl^- dirler.

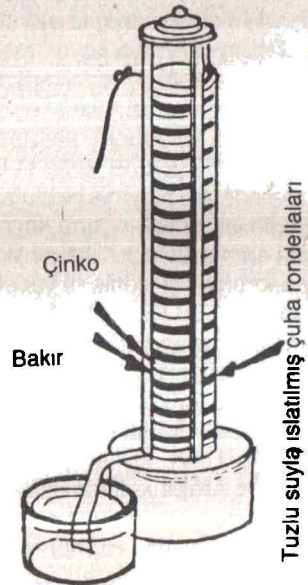
Bunun, sonuç olarak, bir farkı olmayabilir, fakat "NEDEN" olarak farkı önemli. Şöyle ki elektrik akımı verildiği için bir maddenin elektrik yükü kazanması başka, zaten kendiliğinden elektrik yüklü olması başkadır.

MADDENİN ATOMİK TEORİSİ bakımından çok önem taşır; çünkü, Arrhenius, maddenin "Elektrik Yük"lü zerreciklerden yapıldığını fark etmiştir. Maddenin yapısını bilmek de MADDENİN ATOMİK TEORİSİ yolunda önemli bir kilometre taşıdır. Yoksa Faraday de, Arrhenius gibi "İON"u, elektrik yüklü bir atom olarak tanımlamıştı. Fakat Faraday bir maddeye elektrik akımı verildikten sonra o madde atomunun "İON"laştığını sanırken Arrhenius "Hayır, maddenin kendisi zaten elektrik zerreciklerinden oluşuyor" görüşünü ortaya atabilmiştir. Çünkü Na bir elektronunu Cl'ye vererek NaCl bileşiğini oluşturabiliyorsa bunun anlamı atomda "ELEKTRON" diye bir zerrecik var demektir. 1884 yılında Arrhenius bu zerreciğe ELEKTRON diymemiştir ELEKTRON 1897 yılında ileride göreceğimiz gibi İngiliz bilgini J.J.



ÜST ÜSTE KONMUŞ ELEKTRİK

"Voltaik pil" denilen Volta'nın batar-
yası, tuzlu su emmiş mukavvalar a-
rasına konmuş çinko ve gümüş levha-
larından ibaretti. Levhaların üst uçla-
rı birbirleriyle birleştirilince, elek-
trik akımı meydana geliyordu.



Volta's battery.

Thomson tarafından kesin olarak keşfedilecek ve adı konacaktır.

August Arrhenius İON'ların elektrik yüklü atomlar olduğunu ortaya atan ilk bilimdir. Bazı çözeltilerin elektrik akımı geçirmesi durumunu izah edebilmek için bu fikre sarılmaktan başka çare yoktu. O tarihlerde Atom'un elektrik yüklü zerrecikleri henüz keşfedilmemişti ve 'elektrik yüklü atom' fikri gülünç geliyordu.

Sodyum (Na) elementi atomlarının dış kabuğu tek elektron'ludur. Sodyum atomunun dış kabuğunda bir tek Elektron bulunmasına karşılık Klor (Cl) atomunun dış kabuğu 7 Elektron'ludur. Elementlerin dış kabuğu hep 8 Elektronlu olma eğilimi ve iştahındadırlar. Bu nedenle Sodyum ile Klor bileşip Sodyum Klorür (NaCl) bileşiğini oluştururlar. Bu iki elementin biraraya gelmesi NÖTR durumda bir tuz molekülü (sofra tuzu) meydana getirmiş olur. Fakat, bu ikisinin bir bileşik durumunda kalabilmesi Na'nın bir elektronunu Cl'ye vermesinden ötürü pozitif yüklü bulunmasından; ve Cl'nin bir elektronu Na'dan kapmasından ötürü fazla elektron yüzünden negatif yüklü bulunmasındandır. Bu zıt elektrik yükleri sayesinde bileşik (NaCl) halini sürdürüyorlar, birbirini çekerek.

Bu durumda NÖTR molekül oluşturan NaCl suya girince çözümleri nedeniyle ayrılırlar ve Na^+ belirttiğimiz nedenden türü, yani elektronunu kaybettiği için pozitif yüklü kalmış durumdadır; Cl^- ise fazladan elektron sahibi olduğu için negatif yüklü durumdadır.

Bir atom normal olarak NÖTR durumdadır. Fakat, eğer, atomdan bir elektron alınırsa NÖTR'lüğü bozulur ve "POZİTİF İON" olur. Atoma bir elektron katılırsa NÖTR'Lüğü bozulur ve "NEGATİF İON" olur.

İşte, tuz (sofra tuzumuz) suya girince çözülür ve suda Na pozitif (Na^+) Cl (Cl^-) negatif elektrik işaretli olarak bulunur. Eğer bu çözeltiliye elektrik akımı verilirse Na^+ negatif elektrodta gider, Cl^- pozitif elektrodta: ters işaretli elektrodlara!

Normal olarak, "İON"laşma, bir elementin atomundan bir elektron sökülerek ya da bir element atomunu fazladan elektrona kavuşturarak "POZİTİF ya da NEGATİF ELEKTRİK YÜKLÜ ATOM" halini almasıdır. Bu durum, elbet geçici bir durumdur. Zaten "İON" gezgin demektir. Yani geçicilik ifade eder. Atomdaki bir "geçici" durumdur. Sofra tuzu NaCl ise ilginç bir durumdur ve Na ile Cl atomları çözeltilde elektrik akımını henüz yemeden de birer "İON" durumundadırlar. Ve, biri negatif diğeri pozitif İON olduklarından bileşik durumunu (NaCl sofratuzu) sürdürebilirler. Suya girince, daha elektrik akımı verilmeden, çözülünce zaten "İON"durlar.

Elektrik yükleri üretmede sürekli kaynak: PİL!

Elektroskop örneğinde görmüştük: eksi (—) elektrik yüklü kehribar çubuktan bir metal küreye elektrik yükü verdik ve bu elektrik yükü bir bakır iletken aracılığıyla elektroskopun altın yapraklarına ulaşmıştı.

Bu deneyi tekrarlamak için her seferinde kehribar çubuğu posteki yününe sürte

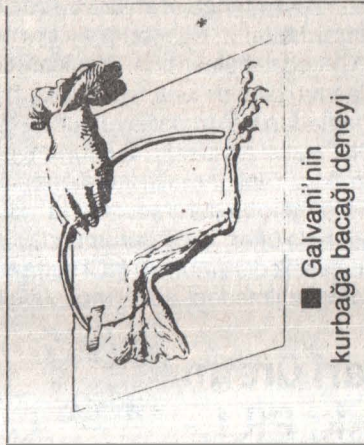
ceksiniz ve kehribar çubuğun yüklendiği elektronları ya da eksi (—) elektrik yüklerini metal küreye vereceksiniz. Peki, her seferinde kehribar çubuğu sürtmektense ya da elektrostatik makinaların kocaman disklerini çevirmektense sürekli bir elektron kaynağı bulamaz mıyız? İşte, böyle bir sürekli elektron kaynağı ihtiyacıdır ki Volta Pili'ni doğurmuştur.

Fizik biliminde Volta Pili'nin yeni bir çıkış açması sürekli elektrik yükü akışı sağlamasındandır. Elektrik yüklerinin sürekli akışı- ya da, buna maddedeki elektronların sürekli harekete geçirilmesi diyebiliriz- ELEKTRİK AKIMI denen mucizevi olguyu yaratmıştır.

Şimdi, Volta Pili'nin nasıl olduğunu görelim.

Volta Pili, İtalyan bilgini Alessandro Volta ile yine İtalyan bilgini Luigi Galvani arasında “Elektrik” konusunda çıkan ve 15 yıl süren bir tartışmadan doğmuştur. Bu, bir bakıma Bologna ve Pavia Üniversitelerinin uluslararası platformda izlenen bir maraton bilimsel çekişmesi olmuştur.

Bir hekim olan Luigi Galvani kurbağalar üzerinde incelemeler yapmaktadır. Kurbağalardan birini neşteriyle kesip biçerken derisini yüzdüğü bir kurbağanın ayağı ile sinir sistemi arasına yerleştirdiği bakır bir tele neşteri değince kurbağanın seyirdiğini görür. Bu durum karşısında, Galvani, seyirmenin “elektrik”sel olduğunu söyler ve bir “hayvansal elektrik” deyimini ortaya atar. Buna göre hayvan vücudunda “elektrik gücü” olduğundan kurbağa seyirmiştir.



Volta ise “elektiriksel titreşme”nin iki metalin birbirine değmesinden ileri geldiğini söyler. Volta'ya göre “elektrik”lenme fizikseldir, biyolojik kaynaklı değildir. Volta'ya göre birbirinden farklı yapıda iki metalin, yani bakırla çeliğin (neşter çeliklidir) kurbağanın kaslarındaki sıvı içinde temasa geçmesi “elektrik”sel bir seyirme yapmıştır.

Volta biri bakır diğeri çinkodan olmak üzere iki yayı, kurbağanın sinir sistemi ile bacağı arasında yerleştirdiğinde iki ayrı metalin temas etmesiyle kurbağada yine seyirme saptadı. Volta, bunun, iki ayrı element olan bakırla çinkonun kurbağa kaslarındaki sıvı aracılığıyla temas etmesinin seyirmeyi doğurduğunda inanıyordu.

Yalnızca tek çeşit bir elementten -örneğin bakırdan- yaptığı bir yayı Volt: kurbağanın kocası ile sinir sistemi arasında yine yerleştirip evinin balkonuna astı. Hava fırtınalı ve nemliydi. Bazen yağmur da yağıyordu. Balkona astığı ölü kurbağa rüzgarda sallandıkça balkonun demir parmaklıklarına değiyordu. Ve, her değmesinde kurbağa seyriyordu. Volta, bakır yayın demirle temas edip havadaki nemin de kurbağa vücudundaki sıvının nemine eş bir nem yaptığı için bir kimyasal reaksiyonun yer aldığını söylüyordu. Farklı iki metal nem içinde temas edince "elektrik"lenme oluyordu.

Bundan önceki bölümde elektrik potansiyeli denen şeyin bir maddedeki elektronları itme gücünden ibaret olduğunu belirtmiştik. O tarihlerde yani 1800'lerde henüz ELEKTRON nedir bilinmemektedir. Volta'nın bu konuda söyleyebildiği, birbirinden farklı iki metalde potansiyel farkı bulunduğu ve elektrik akımının bu iki metal arasındaki potansiyel farkından doğduğu noktasında toplanmaktadır.

Volta'nın bu konudaki dehası, birbirinden farklı iki metali, birbirine, kurbağa dokularındaki sıvının yerini tutacak bir tuzlu su içinde temasa geçirmesidir. Çünkü, bu tuzlu su çözeltisini akıl etmeseydi sadece iki ayrı metalin birbiriyle temasa geçirilmesi - aralarında potansiyel farkı bulunduğu kesin olmasına rağmen- ELEKTRİK AKIMI üretilmezdi. Çünkü, tuzlu su yani çözelti halindeki NaCl (bildiğimiz ve yediğimiz sofrata tuzu) "İon"laştığı için "İletkenlik" yapabilmektedir.

"İon"laşma nedir?

"İon"laşma bir maddedeki atomun nötr durumdan elektriklenmiş duruma dönüştürülmesidir.

Yunanca "İon"un anlamı "Gezgin, seyyar" dir. Su içine atılan sofrata tuzu, şöyle bir değişime uğrar: katı haldeyken sodyum klorür (NaCl) bileşimi olan sofrata tuzu, suya bırakıldığında sodyum ve klor atomları birer İON halinde serbest olurlar. Birer İON olmaları, atomlarının, bir elektron kaybı ya da bir elektron kazancı nedeniyle "elektrik yük"lü bulunmalarındandır. Bunun anlamı da her bir sodyum ve her bir klor atomunun "Nötr" durumdan çıkmasıdır.

Bugün biliyoruz ki -daha doğrusu atomda ELEKTRON zerreciğinin var olduğunun öğrenildiği 1897 yılından beri biliyoruz ki- maddenin her bir atomu içindeki ELEKTRON-PROTON (ya da eksi elektrik yükü ve artı elektrik yükü) dengesi sayesinde madde dengededir "NÖTR" durumdadır. Bir maddenin atomundan elektron sökülür ya da elektron verilirse atom "Nötr" durumdan çıkar ve bir "İON" olur, yani elektrik yüklü atom halini alır.

NaCl bileşiği olan ve bir atom Sodyum (Na) ve bir atom Klor (Cl)den oluşan sofrata tuzunun suya atılıp çözülmesiyle saldığı İon'lar o bileşiği oluşturan elementlerin atomlarından başka bir şey değildir; ama eksilmiş ya da kazanılmış elektron durumuna göre "elektrik yükleri edinmiş" atomlardır.

Bir atom eğer bir ya da birden fazla elektron kaybederse pozitif yüklü olur; eğer bir atom kendine bir ya da daha fazla elektron ediniirse negatif yüklü olur.

Sofra tuzu bir bileşiktir. Sodyum ve Klor atomundan oluşan NaCl (Sodyum Klorür) bileşiktir. Suda çözülünce, NaCl bileşiğini oluşturan her bir Na ve Cl atomu, belirttiğimiz elektron veriş ve alışı nedeniyle birer "İyon"dur. Ve, sudabirer "elektriklenmiş" olma durumuna geçmeleri birçok işe yarar.

Acaba Volta birbirinden farklı iki metali neden kovalara doldurduğu tuzlu su aracılığıyla temasa geçiriyordu? Ya da dünya tarihinde yapılan ilk pilde her bir bakır-çinko disket çifti arasına neden tuzlu su çuhası yer almıştı?

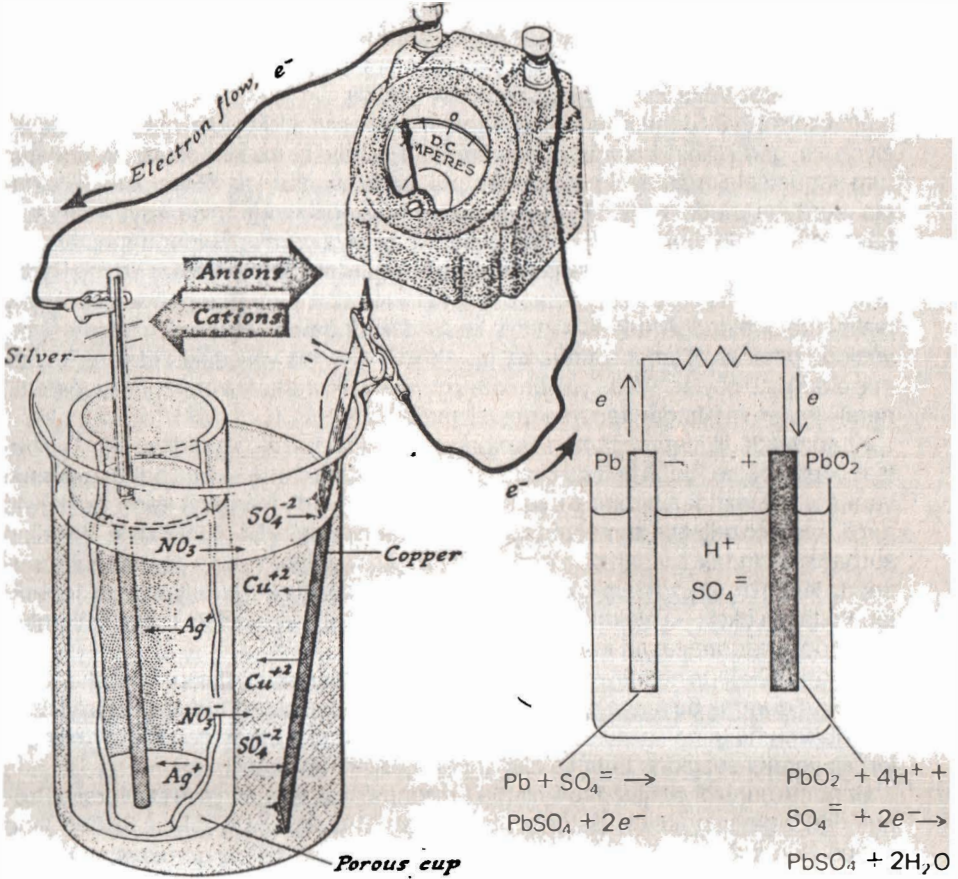
Volta tuz (NaCl) bileşiğinin Na ve Cl atomlarının suda elektrik yüklü birer İON durumunda serbest kaldıklarını ve "elektrik iletme" işlevi yapacaklarını teorik açıdan belki bilmiyordu. Fakat deneylerle ampirik olarak böyle bir düzenek kurmuştu. 1800 yılında henüz elektron bilinmiyordu. Fakat bir dizil metali deneyerek aralarında potansiyel farkı bulunan çiftleri saptarken tuzlu suya batırarak temasa geçirmiştir. Tuzlu suda bir şeyler olduğunu sezmese 1800 yılında yaptığı ilk pilin elemanları olan bakır ve çinko disketlerini yüzyüze koyup bir minare gibi dizen her bakır ve çinko disket çifti, tuzlu suya batırılmış birer çuha yerleştirmezdi.

Bu konuda, bakın, Asimov ne diyor? "1800 yılında İtalyan fizikçisi Alessandro Volta birbiriyle uyusablen farklı ikişer metal dizilerini denerken bunları kurbağa kaslarındaki sıvı aracılığıyla değil, basit çözeltilerle temasa geçirdi. Bir dizi metali ikişer ikişer denerken bu metal çiftlerini birbiriyle kovalara doldurduğu tuzlu suyla temasa geçirdi. Volta deneyler sırasında büyük miktarda suyun yere dökülmesini önlemek için küçük küçük bakır ve çinko disketler kesti ve bir ondan bir bundan olmak üzere ikişer ikişer dizdiği bakır ve çinko disket çiftleri arasına tuzlu suya batırılmış yuvarlak çuha rondelalar yerleştirdi. Bu duruma Volta Pili denen şey, çinko, bakır ve nemli çuha bezi şeklinde sıralanmıştı. Üstüste dizilendisketlerin en altındaki çinko disket, en üstteki bakır disketle bir iletken tel aracılığıyla bağlanınca sürekli elektrik akımı geçirilebiliyordu.*

Volta 1800 yılında üstüste dizdiği bakır ve çinko levhali ve tuzlu su emdirilmiş pili yapmadan önce, biri bakır diğeri çinkodan iki çubuğu, bir asit çözeltisine örneğin sofratuzu çözeltisine batırarak kimyasal reaksiyon elde etti. Şöyle ki, çözeltide, asit, çinkoyle tepkimeye girerek elektron verir. Elektron veriş çinkoyu elektron fazlasına kavuşturduğundan, az sonra, çinko yeni elektronlar gelmesini reddeder, elektronları iter. Bu geri itiş, asitin çinko üzerindeki etkisini durdurur. Bu arada, asitli çözelti, bakırdan elektronlar alarak çinkoya verdiği elektronları bunlarla dengeler. Böylece, bakır, elektron kaybetedek, pozitif yüklü hale gelir. Bakırın artı işaretli yükü ile çinkonun eksi işaretli yükü, çinkodan bakıra doğru olmak üzere, elektron sevk yolunu kurmaya hazırdır artık. Çinko ile bakır arasında bir devre kurmak, söz konusu elektron sevkini sağlar.

* Aşimov's Guide to Science E Yayınları sayfa 559

Elektron akışının elektrik akımı demek olduğunu biliyoruz. Böylece plin çinko çubuğu bakır çubuğu ve asit çözeltisi bitmedikçe elektrik akımı da sürer.



Bir Elektro-kimyasal hücrenin çalışma yöntemi

Otomobillerin akümülatöründe kurşun (Pb) ve kurşundioksit (PbO_2) şeklinde görüldüğü gibi sülfürikasit (H_2SO_4) çözeltisine batılır. Sülfürik asit H^{+} ve SO_4^{-} iyonlarına ayrışır. Akü çalıştırılınca, elektronlar kurşun elektrodan, yani çubuktan ayrılırlar ve böylece Pb artı (+) iyonları oluşup çözeltideki eksi (−) SO_4 iyonlarıyla birleşerek kurşun sülfat PbSO_4 meydana gelir ki bu da çözünmez. Anlattığımız bu

kimyasal reaksiyon kurşun (Pb) elektrodunda meydana gelmektedir. Kurşun dioksitli (PbO_2) diğer elektrodta ise H^+ iyonları, SO_4 iyonları ve telden gelen elektronlar kurşun sülfat ($PbSO_4$) ve su H_2O verir. Böylece aküden cereyan çekerken kurşun sülfat ($PbSO_4$) her iki elektrodta depolanır.

Aküden cereyan (elektrik akımı) çekince çözeltideki H^+ ve SO_4^{2-} iyonları elbet azalır ve bu sırada elektrodlardaki (çubuklardaki) Pb (kurşun) ve PbO_2 (kurşun dioksit) giderek kurşun sülfata ($PbSO_4$) dönüşür. Bir süre sonra, kimyasal reaksiyonun malzemesi olan H_2SO_4 ve Pb ile PbO_2 yeterince kalmadığından akü ölür. Aküyü yeniden şarj etmek için ters yönde elektrik akımı verilir vb.

Akümülatör Volta Pili'nin geliştirilmiş bir şeklidir.

Volta'nın büyük dehası kurbağanın kaslarındaki sıvının iki metal arasındaki reaksiyon için gerekliliğini anlamış olmasıdır. Bu o kadar önemli bir noktadır ki kitabının tüm konusu elektriğe ayrılmış olan Ringuet'in L'Aventure de l'Electricite (Elektriğin Serüveni)sinde Volta'nın yaptığı deneylerde kullandığı tuzlu suyun önemini kavramış olduğunu ve bu sonuca sinaya sinaya varmış bulunduğunu söyler. Buna karşılık ABD'nde yayınlanan çağdaş kitaplardan Electronics for Young People kitabında Volta'nın bu sırrı, yani kurbağanın iki kalça kemiği kasına geçirilmiş yay biçiminde birbirinden farklı iki metalin kaslardaki doğal sıvıyla teması geçmesi sayesinde potansiyel farkını ortaya koyup elektrik akımına yol açtıkları sırrını, kavramış olduğunu söyler: "Volta'ya göre durum şuydu; iki metal kurbağanın ayağındaki nemli iletken tarafından temasa geçiriliyordu."*

Kitabımızda fikirlerine zaman zaman yer verdiğimiz ünlü Amerikalı bilim yazarı Isaac Asimov ise "Volta bakırla çinko gibi elektrik akımı verme ya da potansiyel farkı yaratma bakımından birbirine uygun metal çiftlerini artık kurbağa kasi aracılığıyla değil basit çözeltilerle temasa geçiriyordu" demektedir. Bu cümlesiyle Volta'nın kurbağa kasındaki sıvıdan esinlenerek tuzlu su gibi asitlere geçip geçmediği konusunda kesin bir şey söylemiyor. Ancak şu kadarını ekleyelim ki İtalyan ansiklopedileri Volta'nın eksi ($-$) elektrik yükü ile artı ($+$) elektrik yükü farkını metal iletkenleri diline dokundurarak ayırt edebildiğini yazıyorlar.

Elektrik yükünün negatif mi pozitif mi olduğunu anlamak için bir metal iletkeni diline dokundurarak bulmaya çabalayacak kadar kendini bu işe adanmış Volta'ya iletken durumuna geçen tuzlu suyun "iletkenlik" durumunu tattan değilse bile deneylerinin verdiği sezgiden bulmuş olabileceği şansını tanıyabiliriz.

Sonuçta şunu diyebiliriz 1884 yılında Arrhenius'un ortaya attığı ve Üniversite Profesörleri heyetinin gülünç bulduğu, bugün ise MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ne uygunlukta doğru görülen bir fikri Volta 1800 yılında bir "deney gereksinimini" olarak pratik yoldan bulmuştur.

Arrhenius ne demişti? Tuz ($NaCl$) suya girdiği anda Na ve Cl atomları birer ION^{+} dur, yani Na^{+} ve Cl^{-} dir. Pozitif ve negatif elektrik yükliüdürler.

Volta ne yaptı? Tuzlu suyun bu "elektrik" yüklü durumundan yararlanarak Bakır-Çinko disk çiftlerinden birbirine elektrik iletilmesini sağladı.

İON'lar nereden karşımıza çıktılar?

"İon"ları bilmenin ne işe yaradığına ait birkaç örnek verirsek, nereden karşımıza çıktıkları daha iyi anlaşılacaktır.

Bir bakır tel ya da platin tel gibi katı maddelerde elektrik akımının nasıl iletildiğini biliyoruz. Akım verilen iletken telin atomlarındaki elektronların harekete-geçirilmesiyle elektrik akımı, iletkenin atomlarındaki elektronların "deplasman" yapmalarına neden olur. Bu deplasmanı yani bir yerden başka bir yere hareket ELEKTRONLAR'ı kılmıdır. Elektron kılmıdayışı ve akışı elektrik akışı meydana getirir.

Katılarda bu şekilde iletilen elektrik akımı sıvılardan ve gazlardan nasıl geçecek? Önce sıvılara bakalım, sonra da gazlara.

Elektrik Akımı'nın sıvılardan ve gazlardan iletimi, metallerdeki özelliğe benze-meyen yollardan olur. Elektrik akımı hareket eden ELEKTRON'lardan değil, hareket eden İON'lardan ibarettir.*

Yukarıdaki gerçeği ve "İON"un elektrik yüklü ATOM olduğunu bilmenin ne işe yaradığına dair vereceğimiz birkaç örneğe geldi sıra.

Metal alüminyum elde etmek insanoğlunu çok zorlamıştır. Maden cehveri olarak yeryüzünde bol olmasına rağmen, elde edilmesindeki zorluk ancak "İON"ların bilinmesiyle mümkün olmuştur.

Alüminyum, metaller arasında en bol olanıdır. Fakat çıkarılması da çok zordur. 1866 yılında ABD'nin Oberlin Kolejindeki bir profesörün, alüminyum metali elde etmenin ucuz bir yöntemini bulacak kimsenin müthiş zengin olacağı yolundaki sözlerini unutmayan öğrencisi Charles Martin Hall, bu yolda şansını denemek istedi. Martin Hall, erimiş durumdaki bir metale elektrik akımı verildiğinde, akımın, metal "İon"larını ayırarak Katod'da toplayacağı yolundaki Humphry Davy'nin çok eski bir kuralını (Biliyorsunuz Davy suya elektrik akımı vererek dünyada ilk Elektroliz'i gerçekleştiren kişi olup daha sonra metal potasyum, magnezyum, kalsiyum vb. elde etmiştir) uygulamayı akıl etti. Alüminyum'u çözecek bir malzeme peşinde koşan Martin Hall, yalnız Grönland'da bol miktarda bulunan kriyolit maddesini keşfetti. Alüminyum oksidi kriyolit ile çözen Hall bu karışımdan elektrik akımı geçirdi.*

Derslerde hem hocasının sözlerine dikkat etmesi hem de dünyada ilk elektrolizi gerçekleştiren eski bir hocanın -Humphry Davy- bulgularına önem vermesi acaba Charles Martin Hall'e ne kazandırdı?

Evet, Katod'da saf alüminyum toplanmıştı! Martin Hall'ün elde ettiği ve koştura koştura hocasına götürdüğü alüminyum külçeleri bugün de Aluminum Company of America firmasının gösteri salonlarında bir hazine gibi saklanıyor.*

Toprak altında bulunan tuzlu sulardan metal sodyum elde etmek istediğimizi düşünelim. Ne yapılır? NaCl yani tuzlu suya elektrik akımı vererek Na ve Cl İon'larının elektrodalarda metal sodyum ile klor gazı olarak toplanması sağlanır.

Bu konuda birçok deneyler yapan Faraday ne kadar elektrik akımı kaç saat verilirse ne kadar metal sodyum ve klor gazı elde edilebileceğini hesaplamıştır.

Bir örnek olarak şunu söyleyelim: erimiş durumdaki NaCl'e 10 amperlik elektrik akımı verilirse 8,58 gram sodyum elde edilir.

* Fundamentals of Physicals Science sayfa 455

* Asimov's Guide to Science E Yayınları sayfa 393

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi çözeltilerde elektrik akımı "İON"lar, yani "elektrik yüklü atom"lar aracılığıyla geçiyor. Nasıl ki katı maddelere -örneğin bir iletken tele- verilen elektrik akımı metaldeki ELEKTRON'ların harekete geçip akım üretmesine neden oluyorsa sıvı maddelerde de verilen elektrik akımı "İon"lar aracılığıyla iletilebiliyorlar.

Elektrolizin dünya bilim tarihinde ilk uygulandığı madde su (H_2O) dur.

Elektroliz bir bileşiğin moleküllerini elektrik akımı enerjisiyle atomlarına ayırmak demek olduğundan, Humphry Davy, 1803 yılında suya uyguladığı elektroliz sonucunda elektrodların birinde Hidrojen gazının diğerinde de Oksijen gazının toplanmasını sağlamışlardı. Böylece bir su molekülü (H_2O)nun iki Hidrojen atomu ile bir Oksijen atomundan oluştuğunu saptadı.

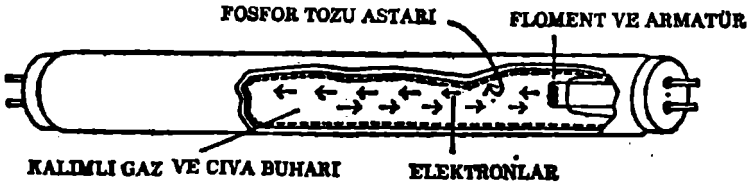
Peki, gazlara elektrik akımı verildiğinde ne oluyor? Gazlar da elektrik akımını "İON"laşma yoluyla iletiyorlar.

Flöresan dediğimiz elektrik ampullerin içinde, basıncı düşürülmüş gazlar vardır. Bunlara Neon lambaları da deniyor.

Uzun can tüpün iki ucundaki elektrodlardan verilen akımı tüpün içine Elektron'ların yayılmasına neden olur. Bu elektronlar gaz atomlarıyla çarpışırlar.

Bu çarpışmalar, gazın atomlarının yapısında birazcık değişikliğe neden oluyolar. İşte, buna, gazların İON'laşması deniyor.*

İleride, ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde ayrıntılarıyla göreceğimiz gibi negatif elektrik yüklü zerrecikler olan ELEKTRON'lar gaz atomlarını "elektrik yüklü atomlar" yani İON haline getirdiklerinden gazların negatif yüklü atomları pozitif elektroda doğru gidiyor, pozitif yüklü atomları da negatif elektroda doğru gidiyor. Böylece Neon Tüpü'nün içindeki gazlarda bir oraya-bir buraya gidip gelme başlıyor.



Flöresan lamba. Flamentden elektron boşalımı tüpteki civa buharını tahrik eder ve morötesi ışın yayar. Morötesi ışın fostoru ışıldaır

Tüpün içinde bir hızlı gidiş-geliş olur. Gözümüzün algıladığı ışık ise, İONİZE olmuş atomların elektronlarla yeniden biraraya gelmesi sonucu söz konusu gaz atomlarının dengeye girmesinden kaynaklanır.*

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet, Flammarion Yayınları sayfa 162

İon'lar ve Elektron'lar

Tüm madde "Elektron"a sahiptir, fakat madde genelde elektriksel açıdan "Nötr"dür.*

Yukarıya Fundamentals of Physical Science adlı kitabın MADDENİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ başlıklı bölümünden aktardığımız bu ilk satırının ne demek istediğini bundan sonraki bölümleri kavramada anahtar oluşturması açısından açıklayalım.

"Tüm madde Elektron'a sahiptir" diyor. Evet, katı olsun, sıvı olsun, gaz olsun tüm madde, yani maddenin tüm atomları Elektron'a sahiptir. Bu büyük gerçek 1897 yılından itibaren ancak bilinmektedir. Maddenin tüm atomlarının "Elektron"a sahip olmasını bugün için artık doğal bilgi olarak kabul ediyoruz. Çünkü 1897'den itibaren, maddenin oluştuğu atomların her birinde negatif elektrik yüklü Elektron'lar bulunduğunu biliyoruz. Negatif elektrik yüklü Elektron bulundurmasına rağmen maddenin "Nötr" olması, yani dengede bulunması nasıl izah edilir? Demek oluyor ki söz konusu Elektron'lara karşılık her atomda pozitif yüklü bir bölüm de bulunmalı varsayımından yola çıkılmış ve bunun böyle olduğu 1911'lerden itibaren Rutherford'un atomun çekirdeğinde (Nucleus'unda) pozitif elektrik yüklü Proton'u bulması üzerine anlaşılmıştır.

Fundamentals of Physical Science kitabındaki MADDENİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ bölümünün ilk satırındaki "Tüm madde elektrona sahiptir, fakat madde genelde elektriksel açıdan nötr durumdadır" cümlesinin anlamı şimdi ortaya daha belirgin biçimde çıkacaktır. Bu cümlede "Madde çoğu zaman nötr durumdadır" deniyor. Bu ne demek? Neden "çoğu zaman" nötr?

Maddenin "Nötr"lüğünü bozabiliriz. Neden bozarız? Maddedeki Elektron'ları harekete geçirip onları çalıştırmak istediğimiz zaman.

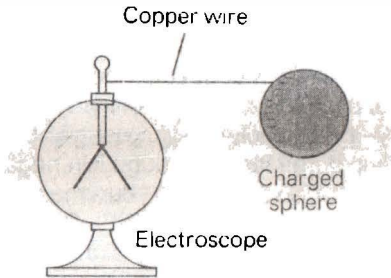
Diyelim ki bir deney sırasında bir platin teli akkor haline getirmek için bir Volta Pili'nden elektrik akımı veriyoruz. Pilden verdiğimiz elektrik akımı platin telin "Elektron"larını iterek harekete geçirir. Bu hareket ya da "Elektron akışı"dır ki elektrik akımı denen hepimizin bildiği olguyu yaratır.

Elektron'ları anlattığımız biçimde ve nedenlerden ötürü harekete geçirdiğimizde maddenin "Nötr" durumunu kısa bir süre için -deneyin ya da bir işin devam etmesini istediğimiz süre boyunca- bozmuş oluruz. Bu "denge bozulması" sırasında Elektronlar kendi atomlarındaki durumları bozulduğu için negatif elektrik yüklü zerreçikler olarak iş görürler, iş bittikten sonra "nötr" duruma geçerler. İşte, bu nedenledir ki adı geçen kitabın MADDENİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ bölümünün birinci satırında "Tüm madde Elektron'a sahiptir, fakat madde çoğu zaman elektriksel açıdan "nötr" durumundadır demektir.

Madde, daha doğrusu maddenin her bir atomu "Nötr" durumdadır, çünkü, atomdaki negatif elektrik yüklü Elektron'la pozitif elektrik yüklü Proton'un birbiri üzerindeki elektriksel çekme gücüdür ki maddeyi birarada tutmaktadır. Bu "nötr"lük dengesi, bir süre için elektronların harekete geçirilmesiyle bozulur, gerekli elektrik akımı maddenin söz konusu denge bozuluşu sayesinde sağlanır ve ardından madde yine "Nötr" duruma gelir.

Bu söylediklerimizi tam olarak anlamak için, kehribar çubuğun, posteki yününe sürtüldüğü deneye dönelim. Kehribar çubuk posteki yününe sürtülünce yünden "Elektron" alır. Yünden elektron alarak "elektrik"lendiği içindir ki "nötr" durumdaki saman yumağına dokundurulunca saman yumağına sıçrayan Elektron'lar hem çubuğun hem de yumağın negatif elektrik yükler almaları nedeniyle birbirini iterler. Eksi elektrik yükleri -yani elektronlar- edinmiş söz konusu yumağa, hemen ipek kumaşa sürtülmüş bir cam çubuk yaklaştırsak, cam çubuk, yumağı kendine çeker. Çünkü ipek kumaşa sürtmekle cam çubuk ipeğe Elektron vermişti ve bu veriş yüzünden kendi pozitif elektrik yüklü duruma gelmişti. Pozitif olunca da, az önce kehribar çubuktan birkaç elektron sıçrayarak negatif elektrik yüklü duruma geçirilmiş olan yumak çubuğa yaklaşır. Birbirine zıt elektrik yüklü -negatif ve pozitif elektrik yüklü- cisimler birbirini çeker. Aynı işaretli elektrik yüküne sahip cisimler ise birbirini iterler.

Katı bir madde örneğin bakır bir iletken Elektron açısından anlatılmak istenirse, şöyle tanımlanabilir: elektronları hareket etmeğe eğilimli ve serbest olan bir cisimdir. Yine Elektron unsuru açısından bir yalıtkanı anlatmak istersek şöyle tanımlayabiliriz: elektronları, atomlarına sıkı sıkıya bağlı ve hareket etmeğe eğilimli olmayan bir cisimdir. Negatif elektrik yükü verilmiş -bir kehribar çubuktan verilebileceği gibi sürekli akım için bir Volta Pili'nden de verilebilir- bir metal küre ile bir elektroskop arasına bakır tel yerleştirilirse, telde oynamaya eğilimli elektronlar negatif elektrik yükleri tarafından itildiği için, elektroskopa yönelirler ve elektroskopun altın yapraklarına kadar giderek negatif elektrik yükü verirler. Her iki altın yaprağı negatif elektrik yüklenen elektroskop yapraklarının benzer elektrik işaretleri birbirini ittiğinden, araları açılır. Olan şudur diyebiliriz: Metal küreye aktarılan elektron fazlaları iletken bakır telin bir ucuna birikirler ve telin harekete eğilimli elektron'larını önlerine katarak iterler. Böylece telin öbür ucuna yığılan elektronlardan bir kısmı adetâ elektroskopa taşar. Eğer bakır tel yerine ipekten bir iplik kullanılsaydı, ipek ipliğin elek



Elektroskop ve iğne biçimindeki altın levhaları. Elektrik yükü verilen küre. Elektrik akımı bir "elektronlar deplasmanı"ndan başka bir şey değildir.

tronları, pilden gelen negatif elektrik yüküne yani elektronlara rağmen, itilmeye boyun eğmezlerdi, çünkü, ipeğin atomlarındaki Elektron'lar atoma öylesine sıkı sıkıya bağlıdır ki hiç kılmıdamazlar.*

Bu da bize maddenin yapısının önemini gösteriyor. Yani bakırda olduğu gibi maddenin atomlarındaki elektronlar, eğer atomlarını terketmeğe eğilimlilerse bu "huyuları" nedeniyle "iletken" dirler. İpek gibi maddenin atomlarındaki elektronların "huyu" atomlarını terke eğilimli değillerse bu gibi maddelere de "yalıtkan" denir. Bütün mesele bir pilden ya da başka bir kaynaktan -örneğin bir hidroelektrik santral jeneratöründen -negatif elektrik yükü verildiğinde, bir maddenin- örneğin bakır telin elektronlarını kolaylıkla harekete geçirip akım iletmesi ya da iyi iletken olmayan porselen gibi bir maddenin akımı iletmemesinden doğar. Porselen ve cam gibi maddelerin elektronları kendilerine elektrik akımı verilse de, atomlarından ayrılmaya kolay kolay razı olmadıklarından bunlar "yalıtkan" sınıfına girer.

Elektronlar, bir metal boyunca kendilerine verilen negatif elektrik yüklerinin itmesi nedeniyle ya öte tarafa doğru harekete geçerler ya da kendilerine verilen pozitif yüklü elektrik akımı çekişi nedeniyle beri tarafa doğru harekete geçerler. Her iki durumda da yani elektronlara negatif yüklü ya da pozitif yüklü akım verilse de, önemli olan Elektronların ha bu tarafa ha öbür tarafa doğru "harekete geçirilmesi" dir ve bu hareket sayesinde elektrik akımına bir iş yaptırılmasıdır.

Elektrik akımına iş yaptırılması bir ampulü yakmak şeklinde olabileceği gibi bir elektrik sobasının ızgaralarını kızdırmak şeklinde de olabilir. Ya da bir elektrik motorunu çalıştırmak şeklinde olabilir. Tüm bu işleri yapan "Elektron"lardır. Maddedeki Atom'ların Elektron'ları! Bu durumda MADDENİN ATOMİK YAPISINI anlamanın, onun ELEKTRİKSEL YAPISININ anlaşılmasından geçtiği açıktır. Maddenin atomlarını birarada tutan atomların denge durumundaki negatif ve pozitif elektrik yükleridir. Bunların negatif yüklü olanlarına ELEKTRON pozitif yüklü olanlarına PROTON deniyor.

Biz, elektrik akımı verilen bir katı madde -örneğin bakır tel- deki ELEKTRON AKI-ŞI'nı inceledik ama elektrik akımı verilen madde sıvı ya da gaz ise durum acaba nedir? Şimdi onu göreceğiz.

Radyoaktivite'nin Havayı "İON"laştırması

Şu ana dek elektrik akımının katı maddeden -örneğin bakır tel gibi- geçişinde Elektronların rolünü inceledik. Peki, elektrik akımı sıvıdan ya da asıl konumuz olan GAZ'dan (Hava da gazların karışımından ibarettir) nasıl geçiyor?

"İon"laşma olgusunu, kitabımızın asıl konusu olan RAYOAKTİVİTE'nin havayı nasıl etkilediğini kavramak amacıyla inceledik. Radyoaktivite havayı "ion"laştırmak suretiyle etkilemektedir. Zaten daha önceki bölümlerde radyoaktivite olgusunu ilk olarak 1896 yılında keşfeden Henri Becquerel'in "radyoaktivite havayı iyonize ediyor" sözünü aktarmıştık. Ayrıca Marie Curie ile Pierre Curie'nin radyoaktif maddelerin havayı ne derece "ionize" ettiğini ölçebildiğini de belirtmiştik.

Eğer biz "ion"laşmanın ne olduğunu anlatmak için çaba harcamasaydık radyoaktivitenin havayı nasıl "ion"laştırdığını anlayamazdık.

Bunu anlamak için her şeyden önce, radyoaktif cisimlerin atmosfere yüksek enerjili Alfa Zerreçikleri gibi zerreçikler yaydığını ve bunların da atmosferi "elek

trik"lediğini bilmemiz gerekiyor. İkinci olarak da yüksek enerjili Alfa Zerrecikleri ile Gamma Işınlarnının ve X-ışınlarının havayı "elektrik"lemesinin hava atomlarının "lon"laştırılması yüzünden olduğunu bilmeliyiz. Bu her iki süreci bildiğimiz için kitabımızın konusuna götüren bilgi yolu üzerinde ilerlemeye devam edebiliriz.

Radyoaktif maddenin havayı ionlaştırması ve tehlikeli olması konusunu ELEKTRONİK bölümünden sonra DÖRDÜNCÜ ANA BÖLÜM OLARAK ele alacağız. Üçüncü ana bölüm olan Elektronik kısmında ise Elektron'ların binbir çeşit hizmete koşmalarını, elektronik araç-gereçlerde hizmet edişini göreceğiz.

Maddedeki atomların negatif elektrik yüklü zerrecikleri olan ELEKTRON'ların elektronik gereçlerde hizmet görmesini inceledikten sonra atomun pozitif elektrik yüklü PROTON bölümüne geçeceğiz ki ATOM'un PARÇALANMASI konusuna geçebilelim.

Elektrik akımının sıvılardan ve gazlardan geçirilmesi katı maddeden geçirilmesine kıyasla daha karmaşıktır. Çoğu sıvılardan ve gazlardan elektrik akımı bir ELEKTRON AKIŞI olarak geçmez; fakat adına İON denen elektrik yüklü ATOMLAR olarak geçer. Bir atom eğer bir ya da birden çok elektron kaybederse bir Pozitif elektrik yüklü İon olur; eğer bir, ya da birden çok elektron kazanırsa bir Negatif elektrik yüklü İon olur.*

Yukarıdaki cümlede belirtilen durum, sıvılar ve gazlar için söz konusudur. Hava da gazlar karışımından -Oksijen, Nitrojen ve az miktarda nadir gazlar- ibaret olduğundan, elektrik akımının havadaki etkisi de gazlar üzerindeki etkisinin aynıdır. Bu durumda eğer radyoaktif bir cisim, taşıdığı yüksek enerjili zerrecikler nedeniyle, havadan geçerse havayı "lon"laştırmak suretiyle etkiler. Bir başka deyişle hava moleküllerini ya da atomlarını "elektrik"ler.

Havanın "ion"laşması nasıl oluyor?

"lon"laşma süreci çeşitli yollardan olabilir. Hava gibi herhangi bir gazdan X-ışınlarının motörtesi ışık ya da radyoaktif bir maddenin yaydığı radyasyonun, bir elektrik kıvılcımının, hattâ bir alevin geçmesi ile "lon"laşmaya neden olur. Bu sözünü ettiğimiz süreçlerden etkilenen hava moleküllerinden elektronlar ayrılmak zorunda kalır. Bu zor karşısında ayrılan elektronlar, çevredeki atomlara ya da moleküllere katılırlar. Bu yüzden hem negatif yüklü İonlar hem de pozitif yüklü İonlar meydana gelir.*

Yukarıya aktardığımız cümlede ionlaşmaya yolaçan nedenler "X-ışınları morötesi ışık ve radyoaktif bir maddenin yaydığı radyasyon, elektrik kıvılcımı" olarak sıralanırken havadan bir alevin geçmesi şikkına "hattâ" sözcüğünün eklenmesi dikkatinizi çekmiştir. Diğer ihtimaller havayı ne derece rahatsız ediyorlar, ne derece ionlaşmaya neden oluyorlar ki alev bile havayı "rahatsız" edici unsurlar arasında son sırayı alıyor. Bu sıralamadan da havanın "ion"laşmasının ne derece tehlikeli olduğunu anlamalıyız.

* Fundamentals of Physical Science sayfa 204

İonlaşmaya neden olan aleve kıyasla bir önceki sırada yer alan elektrik kıvılcımının havayı iyonlaştırması da radyoaktivitenin yanında önemsiz kalır. Çünkü radyoaktif maddeden çıkan radyasyonun atmosferden geçmesi bu radyasyonun yüksek enerjili elektrikleme demek olması nedeniyle tehlike çok daha büyüktür. Radyoaktif maddeden yayılan radyasyon havayı ve teneffüs ettiğimiz havamızı adetâ "elektrik yağmuru"na tutmaktadır. Benzetme yerindeyse "havada elektrik kontağı" patlak vermesidir.

Normal olarak iyonlar birkaç saniyeden daha fazla dayanıklı değildirler, çünkü, gaz moleküllerinin devinimleri birbirinin zıddı elektrik yükü taşıyan iyonları biraraya getirir ve böylece elektronlar yeni baştan yerlerini alarak "Nötr" moleküller ya da atomlar oluştururlar.

Elektrik akımı bir gazdan -ve havadan- ancak iyonlar var olduğu sürece geçebilirler. Artı ya da eksi elektrik yüklü atomlardan başka bir şey olmayan iyonlar yok olunca gaz -hava- yeniden yalıtkan duruma geçer.*

Bundan da radyoaktif maddenin yaydığı radyasyonun ne denli tehlikeli olduğu kendiliğinden anlaşılır. Yüksek enerjili radyasyon, gazın -havanın- moleküllerinde ki elektronları söküp çıkardığından elektronu sökülen atom birden artı elektrik yüklü iyon oluveriyor, ve, sökülen elektronların gittiği hava atomları da birden eksi elektrik yüklü iyon oluveriyorlar. Bu kaybedilmiş ve kazanılmış elektronlar yerlerine dönünceye dek gaz -hava- iletken bir madde haline geliyor ve elektrik akımı geçiriyor.

Tüm bu olguları bugün izah edebilmemiz 1897 yılında J.J. Thomson adlı İngiliz bilginin ELEKTRON'un varlığını keşfetmesi sayesinde. Maddeyi oluşturan atomlarda ELEKTRON zerreciği bulunduğunu kanıtlamakla maddenin yapısını kavramak imkan dahiline girmiş ve MADDENİN ATOMİK TEORİSİ güç kazanmıştır. Bilindiği gibi maddenin atomik yapısına ait teori 1800'lerin başından itibaren İngiliz bilgini Dalton'dan bu yana, isimlerini verdiğimiz birçok bilginin katkılarıyla 19.ncu yüzyıl boyunca işlenegelmiştir.

Elektronların yüksek enerjili radyasyonca nasıl söküldüğünü anlayabilmemiz için astronomi alanından bazı açıklamalar getirmekte yarar vardır.

Bu arada şunu da belirtmekte yarar var: sayfalardır süren açıklamalar sırasında "bir ya da birden fazla elektron"un sökülmesinden söz etmemizin nedeni her elementin kendine göre bir Elektron miktarına -örneğin 3 Elektron'lu, 4 Elektron'lu, 92 Elektron'lu gibi- sahip olmasındandır. Hidrojen tek bir Elektron'lu element olup Uranyum 92 Elektron'ludur. Doğaldır ki bu atomların negatif elektrik yüklerini karşılamak ve dengelemek üzere aynı miktarda pozitif elektrik yüklü proton var.

Şimdi, gelelim, iyonlaşma olgusunu astronomiye göz atarak açıklamaya...

Yerküremizi bir zarf gibi saran Atmosferin hangi gazlardan oluştuğunu -oksijen nitrojen ve diğer bazı gazlar- 18 ve 19.ncu yüzyıl boyunca süren çabalar sonucunda saptayan bilim adamlarını 20.nci yüzyılda izleyen diğer bilim adamları atmosferin daha yüksek katlarındaki gazları incelemek istediler.

* Fundamentals of Physical Science sayfa 205

Atmosferin üzerindeki katlarda, bilinenlerden değişik gazların var olması gerektiğine dair kuşku, gökte Ay görülmediği gecelerde de bir "Gök Parıltısı" (Air Glow) fark edilmesiyle beslenmeye başladı.

1927 yılında Amerikalı astronom bayan İra Sprague Bowen, spektroskopide bilinen normal oksijene benzemeyen bir oksijenin varlığını saptıyor gökte. Bilinen Oksijen iki atomlu bir molekülden ibaret bulunduğu için O_2 olarak ifade edilir. Atmosferimizdeki bu O_2 nin iki oksijen atomundan meydana gelmiş bir O_2 molekülü olmasına karşılık yukarı atmosfer tabakalarında tek atom halinde oksijen gazına (O) rastlanıyordu. Bu nedemek oluyordu?

Bunun öyküsü güneşten gelen Radyasyonla ilişkili.

Güneşten yerküremize yönelen ışınlardaki yüksek enerjili radyasyon O_2 ve N_2 (nitrojen molekülü) moleküllerini iki atoma ayırıyor. Böylece güneşin radyasyonu iki atomlu molekülü iki atomuna ayırıyordu.

1931 yılında Sydney Chapman "Gök Parıltısı"nın sırrına şu açıklamayı getirdi: gündüz, güneşin enerjisi tarafından iki atoma ayrılan Oksijen ve Nitrojen molekülleri, geceleyin yeniden biraraya geliyorlar ve gündüz bölünmek için aldıkları enerjinin bir kısmını geceleyin biraraya gelirken geri veriyorlar. Bu açıdan değerlendirme yapınca, geceleyin gökte görülen aydınlık, güneş ışığının geceleyin çok hafif dozajda iadesinden başka bir şey değildir diyebiliriz.*

Biz astronomiden bu örneği radyoaktif zerreciklerin yüksek enerjisinin, hava moleküllerine yapabileceği etkiyi göstermek açısından dile getirdik.

Bilim adamları yukarı atmosfer tabakalarında oksijen molekülü O_2 ve Nitrojen molekülü N_2 'yi atomlarına ayıracak kadar güçlü güneş enerjisinin yeryüzüne gelmeye fırsat bulamayışına şükrediyorlar.

Yeryüzünde yaşayan bizler şanslı sayılırız; çünkü yukarı atmosfer tabakalarındaki güneşin güçlü radyasyonu yerküremizi saran atmosfer tabakasıyla bir miktar soğurularak süzülükten sonra bizlere ulaşır.*

İnsanoğlunun uzaya açılmasıyla 1930'lardaki bu açıklamalar roket deneyleriyle onaylanmıştır.

1950'lerin roket deneyleri, geceleyin fark edilen Gök Parıltısı'nın Atomik Oksijen olgusunun, iki atomlu oksijen molekülünün, gündüz, atomlarına yani iki atoma ayrılması ve geceleyin iki atomun yeniden bir oksijen molekülü (O_2) haline dönüşmesi nedeniyle göğün 100 km.lik yükseltilerinde rastlandığını göstermiştir.*

İki atomlu Nitrojen molekülü N_2 nin de gündüzleri iki atoma ayrıldığını ve geceleyin iki atomun biraraya gelip bir molekül durumuna dönüştüğünden söz etmiştik. Nitrojen gazı molekülünün, gündüz, güneş enerjisinin etkisiyle iki atoma ayrılıp, geceleyin güneş enerjisi etkisi gidince iki atomun birleşip bir molekül N_2 oluşturmalarına roket deneyleriyle göğün yaklaşık 150 km.lik yükseltilerinde rastlanmıştır.

Oksijen moleküllerine kıyasla Nitrojen moleküllerinin atomları birbirine daha sıkıca bağlı olduklarından Atomik Nitrojen durumuna daha az oranda rastlanmıştır. Atomik Nitrojenin çıkardığı kırmızı ışığın en yoğun haline göğün 150 km. yüksekliklerinde rastlandı.*

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, Türkçesi: Reşit Aşçıoğlu sayfa 253

* " " " " " " " " " " " " sayfa 254

* " " " " " " " " " " " " sayfa 256

Güneşin, sözünü ettiğimiz yüksek enerjili radyasyonu, iki atomlu Oksijen (O_2) molekülünü iki atoma ayırıyor, sonra da geceleyin güneş enerjisi çekilince O_2 ya da N_2 (Nitrojen)in iki atomu biraraya gelip molekülü oluşturuyor.

Bu süreci anlatmamızdaki neden "ion"laşmayı daha iyi kavramaktır. Oysa iki atomun bir molekül, bir molekülün iki atoma dönüşmesinde "ion"laşma diye bir durum yok. Bir atomun "ion"laşması için atomdaki Elektronların sökülmesi gerek. Bu neyle sökülüyor? Çiviyle değil elbet! Yine yüksek enerjili radyasyon ile!

Yüksek ısı dereceli yüksek enerjili radyasyon, molekülü, atomlarına ayırmak ya da atomları düzenlemelere sokmaktan öte işler de görür. Elektron'ları atomlardan söküp onları "ion"laştırır da.*

Bunu söyledikten sonra Isaac Asimov, kitabında, şunu da ekliyor: "İşte, bu durumda, yani atomdan elektronlar sökülünce atom artık ION olur ve normal atomdan farkı elektrik yüklü hale gelmesidir."*

Demek oluyor ki bizim sivilardaki ve çözümlerdeki "ion"laşmayı anlattıklarımızdan sonra havavanın "ion"laşması konusunda bu aktardıklarımız "ion"laşmanın ne olduğunu belirgin bir hale getirmiş oluyor.

Bir Atom'un elektronu sökülürse -ki bu güneş enerjisi ile de oluyor, - o atomelektrik yüklü hale gelir.

Çernobil Nükleer Santral kazasından sonra atmosfere yayılan yüksek enerjili radyoaktif zerrecikler, biraz önce anlattığımız yüksek enerjiyi güneşradyasyonuna benzer. Böylece radyoaktif maddelerin yaydığı yüksek enerjili radyasyonun ne denli tehlikeli olduğu meydana çıkar: havamızı elektrikler!

Bir Atom'un çekirdeği, yani NUCLEUS'ü (Nükleer çekirdeksel demektir) parçalandı mıydı yayılan Alfa zerrecikleri yayılır. Bu parçalanmada Beta zerrecikleri adı verilen ELEKTRONLAR da yayılır. Ayrıca zerrecik olmayan fakat elektromagnetik dalga olan Gamma Işınları da yayılır. Alfa zerrecikleri, Elektron'lardan çok daha "kütle"li olduklarından (Proton'un kütlesi Elektron'dan 7.000 kat fazladır), yollarına çıkan atomları imha edici etki yapar. Atmosfer atomları için son derece imha edici etkiyapan Alfa zerrecikleri muhakkak ki insan organizması için de Beta zerreciklerinden (Elektron'lardan) çok daha zararlıdır. Televizyonların elektron tabancalarının söz konusu olan Beta zerrecikleridir. Beta zerrecikleri o denli tehlikeli değildir. Çünkü atomun parçalanmasından yayılan Elektronlar televizyon tüpünde elektriklerle harekete geçirilen ELEKTRON'lardan 1.000 defa daha enerjilidir.

* Asimov's Guide to Science - É Yayınları sayfa 256

* " " " " " " "

“İon” nun bilinmesi “Elektron” un anlaşılmasını kolaylaştırdı

“İon” un ne olduğu, ancak 1884 yılında İsveçli bilgin Arrhenius’un ortaya attığı fikirlerle anlaşıldı, demiştik. Fakat daha 1834’lerde Faraday yaptığı Elektroliz (elektrik akımı vererek çözeltideki cisimleri ayrıştırmak) yoluyla birçok bileşiği atomlarına ayırmıştı. Şöyle ki bir bileşik olan suyu (H_2O) elektroliz yoluyla bir elektrodta Oksijen gazı diğer elektrodta da Hidrojen gazı toplamak suretiyle 1800’lerden itibaren ayrıştırabiliyorlardı. Bu ayrıştırmayı ilk yapan İngiliz bilgini Humphrey Davy’dır ve Volta Pili 1800 yılında icat edildikten birkaç yıl sonra hemen suyun elektrolizini yapmayı akıl etmiştir.

Ne kadar elektrik akımı verilirse bileşiğin ne kadarlık miktan elektrodlarda ayrışması durumunda toplanıyor diye Elektroliz kanunlarını bulan Michael Faraday’dır.

Faraday’ın Arrhenius’dan geri kalmış yanı NaCl gibi bileşiklerin suya girip çözelti haline gelmeleriyle “İon” halini almalarını bilmeyişidir. Faraday elektrik akımı verildikten sonra elektriğin NaCl gibi bileşiklerdeki elementlerin atomlarını “elektrik” yüklü kıldığını sanıyordu. Yoksa elektrik yüklü bir atomun “ION” olduğunu biliyordu. Faraday, çözeltiyeye elektrik akımı verilince elektrik akımının bileşikteki element atomlarını “elektrik yüklü” kıldığını ve bunun etkisiyle iki ayrı işaretli “İon”ların ters işaretli elektrodlara gidip toplandığını Arrhenius ise NaCl gibi bir bileşikli atomların suya girmesiyle “İon” halini aldığını biliyordu. Bu, MADDENİN ATOMİK YAPISINI bilmek açısından çok önemli olmakla birlikte “İon” un ne iş gördüğünü pratik bakımdan bilme açısından fazla fark etmezdi. İşte, “İon” un ne olduğu pratik bakımdan Faraday daha 1834’lerden beri biliyordu.

Bu pratik bilgi ne işe yaradı?

1897 yılında J.J. Thomson’un “vakum” lu bir tüp içinde “elektrik yüklü zerrecikler” e rastladığında “Bu zerrecikler İon olamaz” demesine yaramıştır.* “İon olamaz” dı çünkü Thomson şöyle dedi: “1897 yılında negatif elektrik yüklü zerrecikler olarak bilinen biricik zerrecikler Atom’ların İON’larıydı. atod tüpündeki katod ışınlarında rastlanan zerrecikler ise birer İon kütlesi olamazdı. Çünkü, elektromagnetik alan içinde öylesine çok saptınlabiliyorlardı ki son derece küçük bir zerrecik olmalıydı. En hafif atom olan Hidrojen atomu “İON” unun elektrik yükü Faraday zamanından beri bilindiğinden, mukayese yoluyla “Elektron” un elektrik yükünü anlamak hemen mümkün olmuştur. Ve, bu vesileyle, elektronun kütlesi de kesin biçimde hidrojen atomu kütlesinin 1837’de biri- saptanmıştır.

Böylece 1897 yılına dek bilim tarihinde sırrını “bölünmez” olarak saklamayı başaran Atom (zaten ATOM Yunanca ‘bölünmez’ demektir) un içinde “ELE TRON” diye bir zerrecik bulunduğu ortaya çıktı. Artık kale fethedilmiştil MADDENİN ATO

* Asimov’s Guide to Science - E Yayınları sayfa 343

MİK varsayımını Dalton'un 1800'lerde ortaya atmasından ve adlarını verdiğimiz bilim adamlarının 19.ncu yüzyıl boyunca varlığını kanıtlamak için kahramanca çaba harcamalarından sonra, Atom'un, Elektron adı verilen bir zerreciğinin keşfedilmesi "Atomun varlığı"nı da kanıtlıyordu. Kalenin fethi Elektron yoluyla olmuştu ama, bilim adamları şimdi artık, Atom'un Çekirdeği (Nucleus) ne saldırıya hazırlanıyorlardı. Bu öykü yani Atomun Çekirdeğindeki Proton'un bulunması ve parçalanması 20.nci yüzyılın öyküsü olacaktır: Atom parçalanacak ve insanoğlu Atom Çekirdeği'nin parçalanışından müthiş miktarlarda enerji elde etmenin yolunu bulacaktı. Bu enerji, nükleer santrallarda yararlı; atom bombalarında zararlı olacaktı. Çernobil Nükleer Santral kazası gibi kazalarda da "habersiz bomba" gibi dünyanın başına büyük tehlikeler, zarar ve ziyan doğuracaktı..

Atomda ELEKTRON gibi bir zerreciğin varlığını keşfeden İngiliz bilgin J.J. Thomson'un deneylerinde kullandığı Katod Tüpü'nü anlamak için önce elektrik akımının, bir elektrik ampulüne "ışık" olarak hapsedilişini anlatmalıyız. Işık ampulünü anlattıktan sonradır ki içinin havası iyice boşaltılmış ve cam tüpten başka bir şey olmayan Katod Tüpü'nü ve içinde olup bitenleri anlayabilir ve ELEKTRON'un keşfini havrayabiliriz..

İşıldayan tellin ampule hapsi

1820 yılında Danimarkalı bilgin Oersted, pilden bir platin tele akım verince tellin akkor haline geldiğini görür.

Elektrik ampulü ancak 1880 yılında gerçekleşmiştir. O tarihe dek insanoğlu'nun geceleri gazyağı lambasıyla aydınlanmıştı. O tarhlarda güneş ışığına karşılık geceleri aydınlatan güçlü ışık yoktu. Bu yüzden olacak, Edison'un 1880'lerde icat ettiği ampulün, geceleri, gündüz gibi aydınlatması üzerine buna "Suni ışık" adı verildi. Doğal ışık güneş ışığıydı; bunun taklidi olan suni -yapay- ışık ise Edison'un ampulüne gecelerimizi aydınlatan ışıktı.

Oersted'in elektrik akımı verdiği platin tellin akkor haline gelişini anlatmamız, elektrik ampulünde bugün kullandığımız tellerin de aynı şekilde akkor haline gelecek aydınlatmasından ötürüdür.

Elektrik ampulünün icadı, cam ampulün içindeki havanın boşaltılması becerisine bağlıydı. Ampulün içinde hava bulunursa oksitlenme nedeniyle teller hemen yanar ve kopar.

Bir iletken tellin ulaşabileceği sıcaklık derecesi, bu tellin yapıldığı metalin direncine bağlıdır. Direnci fazla olursa sıcaklığı artar, sıcaklık arttıkça da tellin akkor haline gelip ışık verme gücü çoğalır.

Ampulün yapılıp içine ışığın hapsedilmesi 1880 yılında mümkün olmuştur. Elektrik ampulü Edison adıyla özdeşleşmiştir ama İngiliz kimyacı Sir Joseph Swan elektrik ampulünü 1879 yılında gerçekleştirmişti. Tanıtımında öne geçen Edison bu alanın 1 no.lu adamı olmuştur.

Joseph Swan, içinin havası boşaltılmış ampule, uçları sa kıvrımları biçimine sokulmuş kömür tel yerleştirmişti. Edison ise hem tel biçimine sokulmuş kömür kulandı hem de kömürleştirilmiş pamuk ipliği kullandı. Sonunda bambu tahtasını kömürleştirip incecik tel haline getirdi ve bunun dayanıklı olduğunu gördü.

Günümüzde binlerce ısı derecesine dayanıklı Tungsten metalinden yapılan tel kullanılmaktadır elektrik ampullerinde. Fazla ısı telin iyi aydınlatmasını sağlarken tellin çabuk bozulmasına da neden olabilir. Oysa Tungsten'in ısıya dayanıklı olması ampullerde kullanılan önemli metal haline getirmiştir.

Elektrik akımının ampul içinde ışık haline gelmesi, elektrikten çeşitli yollardan yararlanmanın yalnızca bir yoludur. Ne var ki aydınlanma olanağını verdiği için "Elektrik" denilince akla ilk gelen elektrik ışığı oluyor. Oysa elektriğin enerji kaynağı olarak motorlarda, fabrikalarda, asansörlerde ve daha binbir yerde kullanım alanı bulunmasına rağmen bu alanlar "aydınlanma"dan sonraki sıralarda hatırlanmış oluyor.

Katod Tüpü'nün Elektrik Ampulü'nden farkı

Aslında, içinin havası boşaltılmış bir cam balon olmalarından öte fazla bir benzerlik olduğu iddia edilemez. Katod Tüpü ile kullandığımız normal Elektrik Ampulü arasında. Ne var ki Crookes Tüpü'nün (Crookes imal edip ilk deneyleri yaptığı için Katod Tüpü'nün bir diğer adı da Crookes Tüpü'dür) anlaşılması açısından böyle bir benzetmeye gitmenin yararı vardır.

Bir cam ampulün havasını boşaltmak ayrı bir tekniktir, ve, insanoğlu bu tekniğe kolaylaşmamıştır. Nitekim elektrik alanında akla gelebilecek hert türlü deneye giren Michael Faraday belki de sırf ampul havasının tam boşaltılamayışı yüzünden "Elektron"u keşfedememiştir.

Faraday, elektrik alanında akla gelebilecek birçok deney arasında "boşluk"tan -hava boşluğu- elektrik akımı geçirmeyi de denemişti. Ne var ki arzu edildiği kadar tam bir "boşluk" sağlayamamıştı.*

Katod tüpü dediğimiz ve bugünkü bir flöresan lamba uzunluğunda bir lambayı andıran Crookes tüpünün, bir ucunda negatif elektrik yükünün verildiği elektrod (Katod) diğer ucunda da pozitif yükün verildiği elektrod (Anod) vardır. Bu iki ismi yani Katod ve Anod isimlerini Faraday elektroliz kanunlarını saptarken koymuştu. Suyun elektrolizi ya da diğer özellilerin elektrolizi sırasında negatif elektrik yüklü "ion"ların gidip toplandığı elektroda anod adını vermiş; pozitif "ion"ların gidip toplandığı elektroda ise katod adını vermişti.

Crookes Tüpü yapıldığında cam tüpün bir ucuna takılı elektroda Katod diğer ucu-na takılı elektroda da Anod adı verilmişti. Bu nedenle Crookes Tüpü hakkında bil-memiz gereken ana unsurlar, içinin havasının hemen hemen tamamen boşaltılmış olduğu -hemen hemen tamamen dememizin nedeni yüzde 100 bir boşluğun elde edilmesi olanaksızlığıdır- cam tüpe yüksek voltajlı elektrik yükü boşaltımı yapıldığı negatif akım elektroduna Katod denildiği, ve pozitif elektrik elektrodunun ise Anod adını aldığıdır.

Katod ve Anod anlatımı üzerinde fazlaca durmamızın nedeni, Atom'un "Elektron" zerreciğinin Crookes ya da Katod tüpü sayesinde keşfedilmesidir. Crookes tüpüne verilen yüksek voltajlı elektrik akımının yol açtığı olgular "Elektron"un keşfini sağlamıştır.

Faraday'ın 1830'larda, içinin havası iyice boşaltılmamış bir "yarıboşluk"tan elektrik akımı geçirme denemesi yaptığını söylemiştik. Ne var ki önemli sayılabacak bir bilimsel sonuç elde edememişti.

"Fakat, 1854 yılında, adı Heinrich Geissler olan bir Alman cam işçisi, iki ucuna, içten geçirilmiş birer metal elektrod (metal levhadır elektrod) yerleştirilmesini başardı ve içinin havası alınmış bir cam tüp imal edebildi. Araştırmacılar, Geissler tüpüne elektrik boşalımı yaptıklarında, negatif elektrik yüklü Katod'un karşısındaki Anod duvarında -cam duvarında- bir yeşil parıltı oluştuğunu gördüler. Alman fizikçisi Eugen Goldstein 1876 yılında yaptığı bir açıklamayla bu yeşil parıltıya Faraday'ın Katod adını verdiği negatif elektrik kütlesinden çıkan bir radyasyonun neden olduğu fikrini ortaya attı. Goldstein, bu radyasyon için 'Katod Işınları' deyimini kullandı."

Katod Tüpü (ya da Crookes Tüpü) Atom'un Elektron zerreciğinin J.J. Thomson tarafından 1897 yılında keşfine kadar fizikçilerin en çok deney yaptıkları bir aygıt halini aldı. Zaten, hatırlayacağınız üzere, Wilhelm Röntgen de ünlü X-ışınlarını bir Katod Tüpü ile deneyler yaparken keşfetmişti. Katod Tüpündeki "Katod Işınları"nın ne olduğu araştırılırken ortaya neler çıktı? Röntgen'in X-ışınları Becquerel'in radyoaktivite olgusu ve Thomson'un Elektron'u. Fizikte Devrim yaratan ve Modern Fizik başlatan bu üç olgunun üçü de Katod Tüpü doğumudur.

Katod Tüpü'nde doğan X-ışını ve Elektron

X-ışınları konusunda 1.ncl bölümde yeterince söz etmiştik. X-ışınının hem Katod Tüpü deneyleri sırasında doğduğunu hem de yüksek enerjili ışın oluşundan ötürü, insan sağlığına zararlarını söz açmıştık. Şimdi de Modern Fiziği başlatan ELEKTRON'un keşfine geldi sıra.

Katod Tüpü'ne verilen elektrik akımının hava boşluğundan geçerken katod'dan kaynaklanan bir "çeşit" radyasyonun tüpün diğer ucundaki Anod bölgesindeki cam duvarda bir yeşil parıltı meydana getirdiğini anlatmıştık.

Katod ışınları acaba bir çeşit elektromagnetik radyasyon muydu? Goldstein bu soruya evet yanıtı verenlerden yanaydı; fakat İngiliz fizikçisi William Crookes ve yandaşları yukarıdaki soruya "hayır" yanıtı veriyorlardı."

* Asimov's Guide to Science -E Yayınları sayfa 341-342

"Katod ışınları acaba elektromagnetik radyasyon mu?" sorusuna "Evet" ya da "Hayır" yanıtı vermek ne ifade ederdi? şimdi de bu sorunun yanıtına geçelim.

Eğer elektromagnetik radyasyon ise tıpkı güneş ışınları gibi herhangi bir miktarda gücüyle yaratılan bir magnetik alandan geçerken sapıtılamazlardı. Oysa "Hayır" yanıtı verenler haklıysa, Katod ışınları bir magnetik alandan geçerken miktarda gücüne göre yollardan sapıtılabilirlerdi.

Peki, Katod ışınları'nın miktarda gücüyle yolundan sapıtılmaları ne ifade ederdi? Işınlara birer elektrik yüklü zerrecikler olduğunu!

Peki, ya bu durum ne demekti? Katod ışınları'nın, başka bir deyişle elektrik akımının "Elektron"ların hareket ettirilmesinden doğduğu ve elektrik akımının "Elektron" adı verilen zerreciklerden ibaret bulunduğuydu.

Fizikçiler, elektrik akımının, zerrecikler tarafından taşındığını zaten tahmin etmekteydiler, ve böylece Katod ışını zerreciklerinin, elektrik zerreciklerinin en küçük tanecikleri oldukları kabul edildi.

1850-1900 yılları arasında ülkemizde böyle bir tartışma çıkıp çıkmadığını bilmek çok yararlı olur.

Deneylerin en ilginç olanı: Katod Tüpünde

Fizik deneyleri kataloğunda, Katod ışınlarının doğuşuna neden olan deney kadar ilginç pek azdır.*

Daha önce nasıl yapıldığını anlattığımız Katod Tüpü'ne bir hava boşaltma pompası takılır. Deney yapılan odanın perdeleri kapanır ve oda karanlık olur. Cam tüpün iç bölümüne yerleştirilmiş bulunan elektrodlardan (bunlar iletken metal levhalardan ibarettir) birine pozitif diğerine de negatif kuvvetlerle elektrik yükü verilir. (Bildığımız üzere negatif yükü verilen elektrod katod adını alır, diğeri de Anod adını) Henüz cam tüpün içinde epey hava bulunduğu için elektrik boşalımı Katod ile Anod arasında kıvılcım sıçrayışını sağlayamaz ve her iki uçta solgun bir parıltı vardır. Hava boşaltma pompası çalıştırılmaya başlar ve cam tüp içindeki hava basıncı yavaş yavaş azaltılır. Hava basıncı azalınca metal levhalar yani iki uçtaki elektrodlar arasında parlak kıvılcım sıçraması olur. Uzun, geniş ve yaygın bir hal alan kıvılcım, havanın boşaltılıp hava basıncının iyice azaltılmasından sonra tüm tüpü kaplayan titrek bir mor renge bürünür. Tüpten pompayla hava çekile çekile normal atmosfer basıncının binde birine indirilince morumsu uzun ışık sütunu bir ucun yakınlarından kopar, buradan kararma genişler ve kısa zamanda tüp yine görülemez olur. Bu arada tüpteki hava daha da boşaltılarak normal atmosfer basıncının binde birinden de aşağı düşürülür. Nihayet, şimdi artık negatif yüklü elektrodun -Katod'un- karşısındaki cam kenarlarında yeşilimsi bir parıltı belirir. Önceleri hafif olan bu parıltı genişler, artar ve camın tümü yeşil ışıltı kazanır. Tüpün içi karartılı olmakla birlikte camın kazandığı yeşil ışıltı, tüpün, görülmez ve bir zamanlar esrarengiz olan (nedeni bilinmediği için) KATOD IŞINLARI ile dolu olduğunu gösterir.*

* Fundamentals of Physical Science sayfa 200

İçinin havası iyice boşaltılabilen (mutlak boşluğa yakın) cam tüplerin yapılabil-meye başlandığı 1870'lerden itibaren Katod Tüpü'ne elektrik boşalımı yapılarak bu tür deneyler sürdürülmüş ve bu ışınların gerçek yapısı tartışmalara konu olmuştur.

Katod Tüpü camının kazandığı yeşil ışıltının sırrı, 1897 yılında J.J. Thomson tara-fından açıklanabilmıştır.

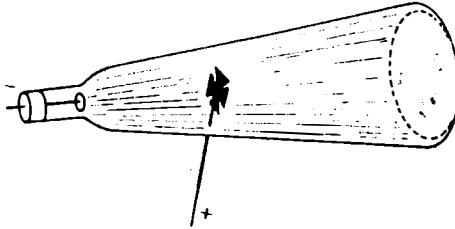
Katod Işınları'nın gerçek yapısıyla özelliklerinin keşfi, birçok Avrupa'lı ve Ameri-kalı araştırmacıya borçlu olduğumuzu gösterir. Fakat, tüm bu Avrupalı ve Amerikalı bilginler arasında bir ismin özel bir yeri vardır: İngiliz fizikçisi J.J. Thomson. Thom-son'un Katod Işınları ile ilgili çalışmaları MODERN FİZİK dediğimiz o olağanüstü bil-misel gelişmeyi başlatmıştır.*

Havası boşaltılmış cam tüpün iki ucundaki metal levhalara elektrod adı verilir. Elektrod deyimi, birbirine zıt elektrik yüklerinin verildiği herhangi bir metal çifti için kullanılır. Negatif elektrik yükü verilen elektrod KATOD, pozitif elektrik yüklü elek-troda ANOD adı verilir. KATOD IŞINLARI denilmesinin nedeni de, ışınların, negatif elektrik yüklü metal levhadan belirlip çıkmasından ötürüdür.*

Peki, bu ışınların katoddan kaynaklandığı nasıl kanıtlanabilir?

Negatif elektrodun önüne saydam olmayan bir cisim (şekildeki gibi) koyarak ışın-ların katod tarafından geldiğini kanıtlayabiliriz. Nitekim, I tüpün uzak ucundaki yeşil-imsi parlaklıkta yerleştirdiğimiz cismin gölgesini görürüz. Bu durum, bize, katod yö-nünden gelen ışınların "engel"lendiğini ortaya koymaktadır.*

Katod tüpündeki parlaklığa neden olan ışınların Katoddan kaynaklandığı böylece saptanmış oldu ama, bu ışınların, bildiğimiz olağan ışık benzeri bir ışık mı oluştu-ruğu yoksa elektrik yüklü tanecikler mi olduğunu henüz kanıtlamamıştı.



Katod ışınlarının ne olup ne olmadığı sorusunu çözüme kavuşturmak için giri-şilen deneyler esrarengiz ışınların birçok özelliğini ortaya koydu. Her şeyden önce bu ışınların etkisi altında yalnızca camın değil daha birçok cismin hafifçe parladığı ya da floresanlaştığı görüldü. Işınların yolu üzerindeki engellerin belirgin gölgelere

* Fundamentals of Physical sayfa 200

* " " " " " " "

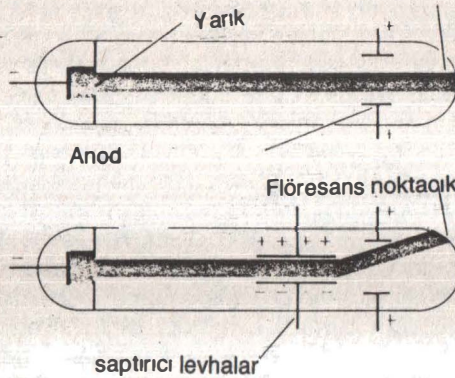
* " " " " "

neden oluşu, ışınların düz bir hat üzerinden gittiklerini anlatır. Işığın içbükey bir aynayla bir nokta üzerinde toplanması gibi içbükey yüzeyli bir katod kullanınca da söz konusu ışınlar, bir nokta üstüne odaklanabiliyordu. Işınların toplanabildiği bir hedefe konan platin, kızıllaşmış bir sıcaklığa erişiyordu. Bu da ışınların epey enerji taşıdığını gösteriyordu. Tüm bu özellikler hem ışınları elektrik yüklü zerrecikler (tanecikler) kabul etmemize yol açıyor hem de olağan ışığa benzer bir ışık kabul etmemizi gerektiriyordu.*

Bu nedenle Katod Işınları'nın yapısını anlamak üzere deneyler sürdürüldü

Sürdürülen deneyler "tanecikli" varsayımı kuvvet kazandırıyor. Katod Işınları'nın elektrik yükü taşıdıklarını gösteren deneyler ikna ediciydi. Bunun en sağlam yolu, kenarlarına da ayrıca bir çift metal geçirilmiş camtüplerde deneyler yapmaktı. Böylece, katod ışınları ayrıca yerleştirilen bu metal çiftin arasından geçecekti. Bu levhalara, birbirine zıt işaretli elektrik yükü verince, katod ışınlarının neden olduğu yeşil parlaklık tütün katod karşısına düşen bölgesinden yana doğru itilir. Sanki kırılmış gibi.

Kırılmanın yönü, ışınların, negatif yük tarafından itildiğini ve pozitif yük tarafından çekildiğini gösteriyor. Başka bir deyişle Katod Işınları'nın kendilerinin negatif yüklü olduğunu ortaya koyuyor. Bildiğimiz ışık gibi herhangi bir ışığın elektrik yükü taşıdığı hiç bir zaman saptanamamıştır, bu nedenle de, katod ışınlarının hareket eden tanecikler -zerrecikler- olduğu kanıtlanmış oldu. Her biri küçücük bir negatif elektrik yükü taşıyan bu taneciklere ELEKTRON denir.*



Elektron'ları Çalıştıran Bilim ELEKTRONİK

ELEKTRONİK, elektronları çalıştırma sanatıdır.

Elektron'u nereden bulup çalıştırmalı?

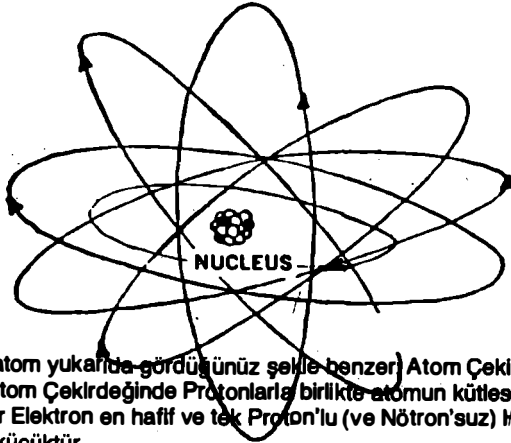
Bundan önceki Bölümde ELEKTRON'un nerede bulunduğunu gördük... Havası tamamen -ya da tamama yakın- boşaltılmış bir cam tüpün içinde.

Nasıl bulduk?

Bir elektroduna - Katod-negatif elektrik yükü verilen, diğer uçtaki elektroduna - Anod- pozitif elektrik yükü verilen bir cam tüpte, hava basıncı da normal atmosfer basıncının binde birine kadar indirilince, Katod'dan kaynaklanan ışınların "Zerrecikler" olduğu anlaşıldı. Bunlar negatif elektrik yüklü "Zerrecik"lerdi, ve, adlarına "Elektron" denildi.

İnsanoğlunun Atomdaki "Elektron"ları, adına Çekirdek denen Güneş'lerinden söküp ayırmalarını öğrenmesi için binlerce yıl geçti.

Madde denen şey -örneğin bakır, demir, altın, hidrojen, oksijen- Elektron ve Proton gibi zerrecikleri içeren atomlardan meydana gelmiştir. Atom'u oluşturan zerrecikler de işte bu Elektron ve Proton'lardır.



Bir Atom Modeli - Bir atom yukarıda gördüğünüz şekle benzer) Atom Çekirdeği. Çevrede dolanan Elektronlar. Atom Çekirdeğinde Protonlarla birlikte atomun kütlesini oluşturan Nötronlar da vardır. Bir Elektron en hafif ve tek Proton'lu (ve Nötron'suz) Hidrojen Atomu kütlesinden 1837 kez küçüktür.

Güneş'in çekim gücü, gezegenleri, yerli yerinde öylesine emin biçimde birarada tutar ki bunları birbirinden ayırmayı hayal bile edemeyiz. Adına ÇEKİRDEK denen Güneş'ten Elektron'ları ayırmayı ise insanoğlu uzun çabalardan sonra başarmıştır. Elektron'lar, sürekli hareket halinde olan elektrik tanecikleridir.*

Peki, sözünü ettiğimiz tanecikleri yani Elektronları görmek mümkün müdür? 100.000.000 adet atom yanyana gelince ancak 1 cm. genişliğinde olur. Demek oluyor ki bunların varlığı, görme yoluyla değil, başka yollardan kanıtlanabilir.

İnsanoğlu yüzlerce yıl süren çabalardan sonra MADDE'yi oluşturan ve "bölünmez en küçük parçası" sandığı ATOM'dan da küçük zerrecik bulunduğunu KATOD Tüpü sayesinde öğrendi.

Önce CROOKES tüpü adı verilen sonradan KATOD TÜPÜ denen ve yapısıyla niteliklerini anlattığımız tüpte, Katod elektrodundan kaynaklanan ışınları, J.J. Thomson, 1897 yılında mıknatıs tutarak -ya da elektrik alanından geçirerek- saptırabilince üç önemli sonuç çıkardı:

1- Işınlar mıknatısla ya da elektrik gücüyle saptırılabildiğine göre bildiğimiz ışık değildir, çünkü ışığı örneğin güneş ışığını mıknatıs gücü ya da elektrik gücü saptırmaz. Katod'dan çıkan ışınları, yani Katod Işın'larını mıknatıs ya da elektrik alanı kendine çekebildiğine ve yolunu saptırılabildiğine göre Katod Işın'ları "elektrik yüklü tanecikler"dir. Bunlara bulunan isim ELEKTRON'dur.

2- Katod Işın'larına mıknatıs tutulduğunda ya da biri negatif diğer pozitif elektrik yüklü bir alandan geçirildiğinde bu ışınlar saptırılabildiğine ve negatif yüklü elektrik tarafından itildiğine göre, demek ki, Katod Işın'ları negatif elektrik yüklü "Zerrecikler"dir.

3- Katod ışınları bir elektrik alanından geçirilince yolundan öylesine büyük oranda sapıyor ki bunun kütlesi çok küçük olmalıdır. Nitekim yapılan hesaplar en küçük atom olan Hidrojen atomuna kıyasla Katod Işınlarındaki "Zerrecik"lerin -ELEKTRON- 1837 kez daha hafif oldukları saptandı. 1987'den çok önceki yıllarda hidrojen "İon"unun elektrik yükü ölçülmüş olduğundan Elektron'un yükünü kıyaslamak yoluyla saptamak mümkün oldu.

Yukarıdaki 3 sonuçtan anlaşılmıştı ki MADDE'yi oluşturan ve daha küçük parçası olamaz sanılan ATOM'dan da küçük zerrecik vardı. Bu zerreciğe ya da taneciğe ELEKTRON adı verildi.

Katod Tüpündeki deneylerle ELEKTRON'u bulan ve kütlesinin en hafif atom olan Hidrojen atomundan 1837 kez hafif olduğunu saptayan İngiliz bilgini J.J. Thomson, negatif elektrik yüklü bu taneciğe karşılık "muhakkak" bir de pozitif elektrik yüklü bir tanecik bulunmalıdır diye düşündü. Böylece maddenin en küçük zerreciğinin ATOM değil, atomdan da küçük zerreciklerin olduğu kanısı yaygınlık kazandı. Ve, kitabımızın dördüncü bölümünü oluşturan ATOM ÇEKİRDEĞİ (Nucleus) ve atom çekirdeğindeki pozitif elektrik yüklü PROTON araştırılmaya başlandı. Bu araştırmalar sırasında ki ATOM ÇEKİRDEĞİ (Nucleus) parçalandı ve insanoğlu ATOM ENERJİSİ'ni keşfetti.

Fakat, biz ATOM ENERJİSİ ya da NÜKLEER ENERJİ konusuna geçmeden, Atom'un çok küçük kütleli ve çekirdektən uzak dış bölgelerde dolanan ELEKTRON'ları ve ELEKTRONİK ENERJİ'yi inceleyeceğiz şimdi.

Elektron enerjisinin incelenmesi, zaten ELEKTRONİK dediğimiz bilimden başka bir şey değildir.

Tüm Elektronik Bilimi, bir atomdaki pozitif elektrik yüklü bir çekirdeğin kendini dengede tutacak -balanse edecek- kadar negatif elektrik yüklü elektronları çekme çabasını incelemeye dayanır."

Her elementte, örneğin bakırda, altında, demirde, civada, hidrojen, helyumda değişik sayıda ELEKTRON vardır. Zaten bir elementi diğerinden ayırt eden de o elementi oluşturan atomdaki ELEKTRON SAYISI'dır. Söz konusu elektron sayısı kadar da -yani negatif elektrik yüklü elektron kadar da- pozitif elektrik yüklü PROTON bulunması gerekir.

Maddeyi oluşturan atomlarda birbirine eş sayıda ve güçte elektrik yükü olmasa ve atomdaki Elektron sayısı ile Proton sayısı denk olmasa ne olur?

Eğer atomun çekirdeği sürekli olarak çevresindeki elektronlarını kendine çekecek olmasa dünyadaki her şey paramparça ve un-ufak olurdu.*

ELEKTRON denen şey, ortasında atom çekirdeğinin ve PROTON'ların bulunduğu ATOM'un dış bölgelerinde dolanan negatif elektrik yüklü zerreciklerdir. Bir başka deyişle, sürekli hareket halinde olan negatif elektrik yüklü tanecikleridir.

Eğer elektronları görebilseydik, yerküremizin ve diğer gezegenlerin Güneş çevresinde dolanmaları gibi elektronların da kendi Güneş'leri olan ÇEKİRDEK'leri (Nucleus) çevresinde dolandıklarına tanık olurduk. Güneş'in çekim gücü, kendi gezegenlerini öylesine emin biçimde kendine çeker durumda bulundurmaktadır ki bu gezegenleri Güneş'ten ayırmayı hayal bile edemeyiz.*

Atom'un "Güneş"i olarak nitelenen Çekirdeği çevresinde dolanan ELEKTRONLAR -gezegen benzeri- acaba çekirdekten sökülüp uzaklaştırılabilirler mi? İşte ELEKTRONİK bilimi, atomun çekirdeği çevresinde dolanan ELEKTRON'ları söküp uzaklaştırma bilgisine insanoğlunun 1897 yılından itibaren erişmesiyle başlamıştır. Bunun nasıl olduğunu göreceğiz.

Pozitif elektrik yüklü PROTON'un Atom'un çekirdeğinde bulunduğunu söylemiştik. ELEKTRON ise çekirdekten uzaktır. Buna bir örnek vermek gerekirse, şu anda, bu yazıları okuduğunuz kitap sayfası boyutunu bir Atom'un Çekirdeği olarak kabul etsek, Elektron'ların çekirdek çevresinde çizdikleri yörüngenin yaklaşık 500 metre çapında olduğunu düşünebilirsiniz.

Çekirdekteki tanecikler arasındaki çekim gücü (Elektron çekirdeğe dahil değildir) gök cisimlerinin çekim gücüne kıyasla bir milyon kez fazladır.*

Bu da bize kitabımızın Dördüncü Bölümünü oluşturacak olan Atom Çekirdeğinin parçalanmasıyla ortaya çıkan müthiş enerjinin, sözünü ettiğimiz atom çekirdeğindeki çekim gücünün-gök cisimlerini birbirine çeken güçten milyon kez fazla- sökülmesinden ileri geldiğini ortaya koymaktadır.

Bir atomun hemen hemen tüm ağırlığı -kütlesi- atom çekirdeğindedir. Atom çekirdeğinin kütleli olmasına karşılık Elektronlar çok hafiftir. Bu da bize kitabımızın şimdiye kadarki bölümünde elektrikle ilgili deneylerde hep "ELEKTRON"la deney yapmamızın sırrını ortaya koymaktadır. Kehribar çubuğu yüne sürdüğümüzde kehrbar çubuğun yünden ELEKTRON aldığını gördük. Sonra da bu elektronları bir metal küreye ve oradan da iletken bakıra verip Elektroskopun altın levhalarını kıpırdattık. Ya da kehrbar çubuktaki elektronlar aracılığı ile küçücük saman yumağını yerinden oynattık. Neden hep "Elektron"larla yaptık bu deneyleri? Bu sorunun yanıtını verme zamanı geldi. Zamanı geldi diyoruz, çünkü, artık PROTON'un ELEKTRON'dan 1840 kez daha ağır olan ÇEKİRDEK'te bulunduğunu biliyoruz. Bu nedenle Atom'dan ELEKTRON'u söküp çekmek muhakkak ki PROTON'u çekmeye kıyasla çok daha kolaydır. Çünkü ELEKTRON'un kütlesi hesaba katılmayacak, yok denecek kadar küçüktür ve dolayısıyla hafiftir.

* Electronics For Young People - Jeanne Bendick sayfa 8

* " " " " " " " " " "

* " " " " " " " " " "

Katod Tüpü deneylerini anımsayacak olursak bu deneylerde tüpün katod ucundaki metalden ELEKTRON sökülüyordu. Bunun nedenini şöyle açıklayalım: "Katod Tüpü deneylerinde ELEKTRON'ları serbest kılma işlemi gibi atomun pozitif elektrik yüklü zerreciklerini de serbest kılmak mümkündür. Ne var ki atomun pozitif elektrik yüklü zerrecikleri birbirine öylesine daha sıkı sıkıya bağlıdılar ki onlarla deneylere girişmek çok daha zordur."*

Bu anlattıklarımızdan ortaya şöyle bir ATOM TABLOSU çıkıyor: Atom, çevresinde çok küçük kütleli ve negatif elektrik yüklü zerrecikler bulunan ve ortasında da bu hafif zerrecikleri kendine çeken 1840 kez daha (elektron'dan daha) kütleli pozitif elektrik yüklü zerreciklerden ibarettir.

Aaal Demek, Atom eksi ve artı yüklü taneciklerden ibaret!

Bu da şu demek: madde, elektriksel taneciklerden ibaret!

Bu da bize MADDENİN ATOMİK yapısını araştırırken MADDENİN ELEKTRİKSEL YAPISI'nı ortaya çıkardı demektir.

Maddeden ELEKTRONİK ALIP MADDEYE ELEKTRONİK VERMEYİ bilmekten ibaret olan ELEKTRONİK BİLİMİ'ne geçebiliriz artık. Tüm bunlara olanak sağlayan şeyin Katod Tüpü olduğunu ve buna emeği geçen kişilerin epey kabark sayıya ulaştığını unutmada...

Masa Lambasının Elektronları ve Bilgisayar Lambasının Elektronları

ELEKTRONİK için "Elektron'ları çalıştırma bilimi" demiştik.

Eğer, elinizde bulunan bu kitabı masanızdaki elektrik lambasının ışığı altında okuyorsanız, bu, insanoğlunun ELEKTRON'ları çalıştırmayı öğrenmesi sayesinde. İlginc bir noktaya işaret edelim: İnsanoğlu ELEKTRON'un ne olduğunu bilmeden onu çalıştırmaya başlamış, ne olduğunu çok sonradan öğrenmiştir. Nitekim elektrik ampulü icat edildiği 1880 yıllarında, lambanın içindeki teli ısıtan şeyi ELEKTRON olduğu henüz bilinmiyordu. Ampulün içindeki teli ısıtarak şavk veren şeyin ELEKTRON'lar olduğu 1897 yılından sonra, yani Katod Tüpü'nde J.J. Thomson'un Atom'dan küçük "ELEKTRON" zerreciğini bulmasıyla anlaşıldı.

Bu arada "ELEKTRON" sözcüğünü gözünüzde fazla büyütmeyin, çünkü, kelime anlamı olarak "ELEKTRON"un türkçesi KEHRİBAR'dır. Milattan önce 6.ncı yüzyılda Thales, kehribar çubuğu, yüne sürterek küçük saman, kuş tüyü gibi cisimleri çekmeyi başardığından Atom'un en küçük zerreciğine "ELEKTRON" adı verilmiştir. Böyle bir şeyi biz Türkler keşfetseydik ya da Katod Tüpü deneylerinde Atom'dan 1837 kez küçük zerrecik bulunduğunu saptayabilseydik ELEKTRON'un adı bugün "KEHRİBAR" olabilirdi.

Bazı icatlar teoriden ve varsayımdan doğar; bazı teoriler ise uzun süre deneylerin birikimi sonucu icatlardan doğar.

ELEKTRİK'le ELEKTRON arasındaki ilişki yukarıdaki şıklardan ikincisine uygun düşmektedir. Çünkü, ilk kıvılcımı M.Ö. 6.ncı yüzyılda Thales'den çıkan ELEKTRİK 2000 yıl süreyle hiç ilgi duyulmayan bir konu olarak uykuda bırakıldıktan sonra insanoğlu tarafından 1600'larda yeniden ele alındı ve 1600'dan 1900 yılına dek süren

* Fundamentals of Physical Science sayfa 203

300 yıllık elektrik deneyleri birikimi sonucunda ELEKTRON bulundu. ELEKTRON bulununca MADDENİN elektriksel zerreciklerden meydana geldiği anlaşıldı ve bu kez ELEKTRİK konusuna ELEKTRONİK BİLİMİ eklenerek ELEKTRON'ların daha çok çalıştırılması yolları arandı.

Şunu hatırlatmakta yarar var: Trilyonlarca ELEKTRON Bir toplu iğne başını ancak doldurabileceği gibi trilyonlarca elektronun ağırlığı ancak bir kuş tüyü ağırlığındadır. Bu da bize zerrecik derken ne denli küçük taneciklerden söz ettiğimizi anlatmaya yeter. Bir atom santimetrenin 100.000.000 da biri kadardır. Atomun büyüklüğü olarak bir odayı kabul edersek çekirdeği, oda içindeki bir kumtanesi kadardır.

Şimdi gelelim masanızdaki lambadaki ışığın serüvenlerine...

Masa lambası ışığı altında bir kitap okurken, biri, lambanın kablosunu prizden çekse ışığınız gider. Prizdeki elektrik akımı durdurulmuş değildir, fakat akım, prizden elektrik ampulünün içine sıçrama olanağına sahip değildir. Ancak itildiği yere gidebilir. Genellikle havadan sıçrayamaz.*

Şimdi masa lambasının kablosunu prize sokalım ve lambanın düğmesini açalım.

Lambanın düğmesini açtığımızda prizden gelen elektrik akımı kabloyu oluşturan iletken metalin elektronlarını bir yöne doğru iter.*

Negatif elektrik yüklü olan elektronlar negatif elektrik yüklü diğer Elektron'ları iteceğinden bir "Elektron itiş"dir başlar. Elektrik akımı denen şey de işte bu "Elektron itiş" ve "İtiliş"dir. Maddenin -örneğin bakırdan olan iletkenin- atomlarındaki elektronlar negatif yüklü elektrik karşısında kaçır gibi koşuşmaya başlar. Negatif elektrik yükünün bakır tel atomlarındaki Elektron'ları itişinden ötürü telden elektrik akımı geçer ve ampulün Tungsten telindeki elektronları titreştirir. Isınan Tungsten teli kızarır ve akkor haline döner.



Voltaj elektronları tel boyunca itiliyor

İletken talin bir ucundan diğerine ELEKTRON'ları iten basınç Voltaj adını alır. Bir tele uygulanan bu basınç ne denli büyük olur. Volt, elektrik akışını sağlayan basınç ölçüsüdür.

Elektronları itiş gücü bir kehribarın yüne sürtülüp fazla elektron kazanmasıyla da olabilir, bir pille de sağlanabilir. Ya da bir termik santral, hidroelektrik santral jeneratörüyle de olabilir.

Su gücü ya da kömür veya petrol gibi yakıtla çalıştırılan jeneratörden gelen elektrik akımı teller ve kablolar aracılığıyla çok uzak mesafelerden evlerimize, işyerleri

* Electronic for Young People sayfa 13

mize ulaştırılır. Biz elektrik düğmesini çevirdiğimizde, voltaj dediğimiz basınçtır ki ELEKTRON'ları masadaki lambamızın kablosunda iterek Tungsten telini akkor haline getirir.*

Elektrik ampulünün içinde akkor haline gelen Tungsten teline filament adı verilir. Bu filamentin Tungsten metalinden yapılmasının nedeni, bu metalin ısıya dayanıklı olması ve uzun saatler yanık kalan ampuldeki bu telin binlerce derece ısıya dayanıklı olmasıdır. Elektronların itilişinden ötürü doğan elektrik akımı, incecik Tungsten teline ulaştığında bu incecik telin atomlarındaki elektronlar başlar itilip kakılmaya ve titreşmeye. Birbirine doğru itilip kakılan elektronların hareketleri hızlandıkça daha çabuk hareket eden elektronlar, küçük enerji ışınları yayarlar.

Masa lambası, bildiğimiz gibi, içinin havası boşaltılmış yani "Vakum" yapılmış bir elektrik ampulüdür. Öyle olmasaydı, içinde hava olur ve havadaki oksijen filamentin hemen yanmasına yol açardı.

Bazı durumlarda elektrik ampulü filamentinin atomları öylesine hızlı hareket eder ki filamentten fırlayıp ampul camına giderler. Biz, bu atomları, ampulün içinde is ya da kara lekcekik olarak görürüz. Filamentten ayrılıp cama yapışan atomlar, artık, elektronları "işe yaramaz" atomlardır.

Peki, büronuzun üzerindeki ekranlı bir bilgisayar ya da terminal aygıtı tuşuna basılır basılmaz önünüze yazı ve sayıları nasıl dökmektedir?

Elektrik ampulu filamentindeki ışığı sağlayan "ELEKTRON"lar gibi ekranlı bilgisayarı çalıştıran da yine "ELEKTRON"lardır..

"Hapis"te çalışan ELEKTRONLAR

"Serbest" çalışan ELEKTRONLAR

Şehir jeneratöründen ya da özel bir jeneratörden elektrik akımı verilen masa lambasının ampulüne ışık sağlayan Elektron ile ekranlı terminal aygıtınızın çalışmasını sağlayan Elektron aynıdır. Aralarında fark yoktur "Elektron" olmaları bakımından. Fark, birinin iletken telde "Hapis" durumda çalışması diğerinin ise iletken levhadan koparak ayrılıp "Serbest" çalışmasıdır.

Elektronları "Serbest"liğe kavuşturan Katod Tüpü'dür.

Katod Tüpü, negatif elektrik yüklü Katod elektrodu ile pozitif elektrik yükü verilen Anod Elektrodundan meydana gelir. Elektrik ampulünde Anod diye bir elektrod yoktur. Yalnızca Elektron akışı ile beslenen bir metal tel vardır.

1883 yılında, Edison, elektrik ampulünü daha da geliştirmek amacıyla filamentin karşı ucuna, ampul içine, bir metal levha yerleştirdi. Sıcak ya da akkor haline gelmiş filament ile karşıdaki metal arasındaki mesafe boyunca elektriğin yayıldığını büyük bir şaşkınlıkla gözledi. Ampulü icat eden Edison, bir pratik bilgin olarak, gözlediği olgunun, ekonomik bakımdan bir yararı olmayacağını düşünerek deneyi bir defterine not edip bıraktı. Edison'un unutup gittiği ve bugün "Edison etkisi" diye anılan ol

* Electronics for Young People sayfa 17

ğı, elektron'un keşfedilmesiyle, çok önem kazandı. Çünkü boşluktaki elektrik akımı sıçramasının aslında bir Elektron Akışından başka bir şey olmadığı anlaşılmıştı. Hava boşluğunda çok ısınan metal filamentlerde "Elektronların kaynaşıp taşıdığı"nı keşfeden İngiliz fizikçi Owen Willians Richardson'a 1900-1903 yılları arasındaki bu buluşundan ötürü 1928 yılında Nobel fizik ödülü verildi.*

Edison, bu önemli buluşunun farkında değildi. Pratik bir bilgin olan ve birçok icatlar yapan Edison'un Teorik Bilim alanındaki bu biricik buluşu bugün "Edison etkisi" olarak anılmaktadır.

Katod Tüpü'nün Katod elektrodunu Edison ampulünde filament olarak düşünürsek ve Katod Tüpü'nün pozitif elektrik yüklü Anod'unu da Edison'un ne işe yaradığını fark etmediği metal tel olarak düşünürsek, Edison'un en önemli buluşun eşiğinden döndüğünü anlarız. Ne var ki Elektron'un keşfi alanında Edison'un çalışmaları olmamıştı ve bundan haberi bile yoktu.

Edison'la ilgili olarak anlattıklarımızın ışığı altında, şimi, Katod Tüpü'nde elektronların nasıl "çalıştıklarını" görelim.

Katod Tüpü'nün katod elektroduna verilen negatif elektrik yükü, katodu oluşturan metal levhadaki elektronları öylesine harekete geçirir ve ısıtır ki metal levhanın elektronlarını fırlatır.*

Nereye fırlatır? Katod Tüpü'nün içinin havasının boşaltılmış olduğunu biliyoruz. Bu tam bir "vakum" değilse de normal atmosfer basıncının binde birine indirgenmiş bir atmosfer seyrekliğidir ki hemen hemen hava yok gibidir. Hava boşluğunda, elektronları, tüpün karşı ucundaki Anod'un pozitif elektrik yükleri çekince "ELEKTRON"lar tüp içinde "Serbest"çe iş görmeye başlar.

Burada "Serbesti"den kastımız, elektronların Katod'un metal levhasından ayrılmış bulunmaları ve hava boşluğunda dolaşmalarıdır. Oysa, masa lambamızın tungsten filamentindeki elektronları harekete geçiren ve elektrik prizinden itibaren iletken bakır telin bir ucundan öbür ucuna kadar itile kakıla hareket eden "ELEKTRON"lar iletken telden dışarı "fırlatılmış" değildirler; "hava boşluğunda serbest" dolaşıyorlardır. Elektronlar, iletken telin atomları arasındaki mesafelerde gidip gelmekte, çevredeki elektronlara omuz vurmakta, berikiler daha ötekilere omuz atmakta, bir harekettir doğmaktadır. Ve bu hareketten elektrik akışı doğmak



tadır. İletken tel boyunca akmaktadır. Fakat tüm bu hareketler "ELEKTRON"ların iletken tel içinde "hapis" durumda hareket etmelerine olanak sağlamaktadır. Telden dışarı çıkmak yok! İçeride, telde- maddenin içinde- dolaşmak var! Katod Tüpünde ise ELEKTRONLAR, elektrodan çıkıp hava boşluğunda "Serbest" dolaşırlar.

* Asimov's Guide to Science -E Yayınları sayfa 589

* Electronic for Young People sayfa 23

Komuta Zincirinde ELEKTRON'un sağladığı sürat

Bir yerden bir yere elektrik akımı nakletmek için neden bakır tel kullanırız da Tungsten tel kullanmayız? Buna verilebilecek birçok yanıt vardır ama, Elektrik ve Elektronik arasındaki farkı anlatma açısından verebileceğimiz bir yanıt şudur: Bakır az dirençli bir metal olduğundan elektrik akımını daha iyi geçirir. Tungsten ise çok dirençli olduğundan onu iyi bir iletken kabul edemeyiz.

Verdiğimiz yanıtı açıklayacak olursak şöyle diyebiliriz: DİRENÇ, iletken teldeki elektronlara geçit vermek istemeyen atomların açtığı savaştır. Evet, verilen elektrik akımının sağladığı negatif elektrik yükleri bakırın atomundaki elektronları iter; fakat elektronların hepsi de itilemez. İtilip de "Nisbî serbest"liğe kavuşan Elektronlar ise bakır telin birçok atomu tarafından geçirilmek istenmez. Geçit verilmeyince de, iletken tel, az miktarda elektrik akımı geçirebilir. Tungsten metali atomlarındaki elektronlar ise bakırın elektronlarına kıyasla daha zor kımıldatılabilirler. Bu nedenle Tungsten iyi bir iletken değildir, çünkü direnci -verdiği savaşım- fazladır. Fakat buna karşılık Tungsten'den elektrik ampulü içindeki tel olarak yararlanılır. Çünkü, Tungsten atomlarının verdikleri savaşım daha şiddetli olduğundan bu savaş kavgaları Tungsten filamentini kızıştırıp akkor haline getirir.

Bütün bunları Elektrik ve Elektronik arasındaki farkı anlatmak için belirttik.

Masa lambasına, motora, avizenin ampullerine güç kaynağı olarak kullanıldığında, elektrik akımı, kendisini ileten tellerden dışarı hiç bir zaman çıkmaz. Elektrik akımını ileten elektronların bazıları atomlar arasındaki mesafelerde serbesttirler (Buna nispi serbesti diyelim) ama bazı elektronlar da kendi atomlarına bağlı durumda kalırlar. Bu atomlar tel boyunca akmakta olan elektronları tutmak isterler ve serbest elektronlar telden geçmekte zorluk çekerler. Bazı durumlarda, bu serbest atomlar, sözünü ettiğimiz atomlar tarafından kendilerine çekilir ve buna karşılık atomlar kendi elektronlarını kaybederler. (Bir atom kendi elektronunu verince, daha önceki sayfalarda sözünü ettiğimiz üzere atom içindeki negatif-pozitif elektrik yükü dengesi açısından negatif yükü kaptırınca kendileri pozitif durumda kalırlar). İşte, elektronların, iletken tel içindeki bu geçip geçememe savaşı onlara enerjilerinin bir bölümünü kaybetmelerine neden olur. Oyas elektronlar "tamamen serbest" olunca (Katod Tüpündeki hava boşluğunda oldukları gibi) işler "Elektronik"man yürür!

İşlerin "Elektroniksel" olarak yürütülmesi için Elektron'ların "Serbest" olması gerekir. Katod Tüpü içindeki "Vakum serbestliği" gibi. Ancak bu takdirde "Elektron"a çabuk komut verilebilir. Çabuk yön değiştirilebilir. Kısacası "Serbest Elektron" çabuk hareket eder. İletken tel içinde hareket ederek enerji sağlayan Elektron'ların hareket serbestisi "Serbest"lik olarak nitelenemez. Bu, olsa olsa, "Nisbî bir serbesti"dir. Çünkü bakır tel içinde "hapsedilmiş" durumdadırlar. "Serbest hareket"leri iletken tel sınırları içindedir, telden dışarı çıkamazlar. Elektronikte ise, işin

* Electronics for Young People sayfa 19

başlangıcında Elektronlar "serbest"tirler, çünkü "elektronik çalışma"nın başlaması için, Katod Tüpü'nün negatif elektrik yükü verilen Katod elektrodunu oluşturan metal levha o derece ısıtılır ki (elektrik akımı vermek suretiyle) elektronlar bu kaynamadan ötürü fırlayıp tüpün hava boşluğuna kaçarlar. Tüpün karşı ucundaki pozitif elektrik yüklü Anod'daki yükler de Elektronları çekmeye başlayınca tüpün içi "iş yapmaya hazır" "Serbest Elektron"larla dolar.

Tüm ELEKTRONİK TÜPLERDE (Katod Tüpü de bir Elektronik Tüp'tür) elektronların işi yapabilmeleri, ancak ve ancak Katod elektrodundan ya da metal levha gibi ısıtılmış (elektrik akımı verilerek ısıtılır) bir filamentten elektronların kurtulup "Serbest" kalmalarıyla mümkündür. Çeşitli türde ELEKTRON TÜPÜ vardır ve bunlar çeşitli yollardan elektronları "Serbest" kılarlar. Ne olursa olsun, hangi tüp olursa olsun, ilk kural şudur: ELEKTRONLAR daha güçlüdürler ve geçit zorluğu nedeniyle oraya buraya çekilen elektronlardan daha çok iş görürler.

ELEKTRONİK Bilimi'nin işi, sözünü ettiğimiz biçimde Katod Tüplerinde ya da benzeri tüm ELEKTRON TÜPLERİNDE "Serbest" kalan elektronları çalıştırmaktır.

Katod Tüpü'nde saatte 300.000 km. hızla Çalıştırılan ELEKTRONLAR

Elektrik akımıyla yapılması gereken öyle işler vardır ki bazen sık sık elektrik akımını durdurmak gerekir. Ve, elbet yeniden başlatmak da...

Bir iletken teldeki elektrik akımını denetlemek çok zordur. Bir iletkendeki Elektronlar, kendilerini fazla zahmete sokmak istemezler. Elektronlar akış halinde değilse elektrik akımını başlatmak için onlara ilk hareket hızı vermek kolay değildir. İyili bir itiş yapılmadıkça kıvıldamazlar. Elektrik akımı iletmeye halindeyken de akışlarını durdurmaya yanaşmazlar. Bu kural dünya üzerinde hareket eden her şey için geçerlidir ve buna Atalet (Eylemsizlik) Kanunu adı verilir. Eğer elektrik düğmesini kapatırsanız, elektronlar, tam anlamıyla "dur"madan az çok ayak sürüyeceklerdir.*

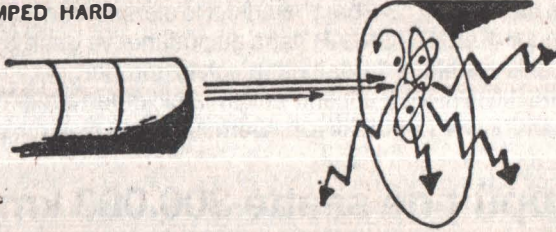
Yukarıda anlatılan nedenlerden ötürü bir dakikaya da saniye içinde madde dahilindeki elektron akışını durdurup yeniden başlatmanın zorluğu meydandadır. Bu zor işi üstlenen "Elektron"dan başkası değildir.

Tüp içinde "vakum"daki elektronlar ise hava boşluğunda serbest olup Anod'daki pozitif elektrik yükleri tarafından da çekildiğine göre, bu elektronlara saniyede binlerce kez değiştirilebilecek komut vermek mümkündür. İşte, ELEKTRİK'in yapmadığı işi ELEKTRONİK'in yapması burada kendini gösterir. İş, aslına yapan hep ELEKTRON'dur. Fakat, Elektron'un, içinde bulunduğu mekâna-yani bir iletken tel içinde değil de telden ya da Katod elektrodundan Katod Tüpü'nün hava boşluğuna fırlatılmış durumda- ve zamana göre -Vakumda ve Katodla Anod arasında kurulan köprüde saatte 300.000 km. hızla- binbir çeşit hizmet görür. Elektron'un gördüğü bu önemli hizmet ELEKTRONİK ENERJİ sayesinde.

Katod Tüpündeki ELEKTRON'ların saniyede 300.000 km. olan ışık hızıyla hareket etmesi hem televizyonda, hem bilgisayarda ve ekranlı terminallerde, radyolar da neden ELEKTRON TÜPÜ (Katod Tüpü) kullanıldığını anlatmaya yeter.

İnsan beyninin yaratıcılığı ile basma kalıp işler yapan bilgisayarın yaratma durgunluğu arasında bir kıyaslama yapmak hiç bir zaman doğru olmamakla birlikte, beyin sinirlerimiz arasındaki mesaj iletişiminin ses hızı ile (saniyede 340 metre) buna karşılık bilgisayarın Katod Tüpü ELEKTRON'ları sayesinde saniyede 300.000 km. (ışık hızı) hızla iletişim yapması akıllara durgunluk verecek bir teknolojik gelişmedir.

SOME ATOMS SEND OUT X-RAYS WHEN THEY ARE BUMPED HARD



Kitabımızın özellikle ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde sık sık yer verdiğimiz Electronics for Young People kitabının yazarı Jeanne Bendick ELEKTRON'u keşfeden bilgin J.J. Thomson hakkında şöyle diyor: "Thomson ELEKTRON'u hiçbir zaman görmemiştir. Hiç kimse bir ATOM görmüş değildir. Düşünün ki bir ATOM'un yanında ELEKTRON bir süpermarket mağazasındaki bezelye kadardır."*

Elbet görmesine imkân yoktur. Biliyoruz ki bir ATOM bir santimetrenin yaklaşık 100.000.000 da biri küçüklüğündedir. ELEKTRON ise ATOM'dan yaklaşık 100.000 kez küçüktür. Sayıların böylesine küçük olması karşısında ne ATOM'un ne de ELEKTRON'un teker teker görülmesine olanak yoktur.

Bir cismi 5.000.000 kez büyütebilen aygıtlar yapılmıştır ama 100.000.000.000 kez büyütme durumu henüz söz konusu değildir.

Tipik bir atomu, bir ELEKTRON BULUTU çevreler. Elektron, ismi de ortaya koyduğu üzere, elektrik yüklü bir zerreciktir. Elektron bulutunun altında Atom'un iyice derinliklerinde ÇEKİRDEK var. Çekirdekte pozitif elektrik yüklü PROTON'lar vardır. Atomlar çok küçüktür. Bir uçtan bir uca sıralanacak olsalar 100 milyon atom, tırnağınızın ucu kadar ancak yer kaplar. Çekirdek ise Atom'dan 100.000 kez daha küçüktür. Atom'un kütlesi çekirdeğindedir. Buna kıyasla Elektronlar tıpkı keten helvası gibi içi boş fakat hızla dönmekten ötürü mekân kaplıyormuş gibi gözükürler.*

Peki, bu durumda, ELEKTRON sanki görülmüş gibi nasıl davranılıyor?

Bu sorunun yanıtını şöyle veriyor Jeanne Bendick: "Bilginler Thomson'un ortaya koyduğu teoremin doğruluğunu anladılar."*

* Electronics for Young People sayfa 45

* COSMOS, Prof.Carl Sagan-Altın Kitaplar Türkçesi Reşit Aşçıoğlu

* Electronics for Young People sayfa 45

Bunu nasıl anlamış olabilirler? İşte deneyler! Şu ana kadar Katod Tüpü deneylerine ait verdiğimiz örneklerle bundan sonra vereceğimiz örnekleri ekleyince sizler de Thomson'un teorisinin doğruluğuna kanaat getireceksiniz.

Radyo sinyalinı milyonlarca kez güçlendiren ELEKTRON...

Tüm elektronik aygıtların KALBİ nedir? Kitabımızda yine sık sık kitabından aktarmalar yaptığımız dünyaca ünlü Amerikalı bilgin Isaac Asimov şöyle diyor: "VAKUM TÜPÜ tüm elektronik aygıtların kalbidir."

Asimov'un VAKUM TÜPÜ dediği, içinin havası boşaltılmış olan ve incelemiş bulunduğumuz KATOD TÜPÜ'nün diğer adıdır. Bir diğer adı da ELEKTRON TÜPÜ'dür.

Hangi televizyonun ekran gerisinde kalan parçalarını açsanız bir ELEKTRON TÜPÜ ya da ELEKTRON TABANCASI'na rastlarsınız. Bir diğer adı da ELEKTRON TABANCASI olan Katod Tüpü olmadan televizyon çalışmaz. Buna olanak yoktur. Hangi bilgisayarı ya da terminal ekranını açsanız, ardında, bir Katod Tüpü bulursunuz. Söz konusu ELEKTRON TÜPLERİ'nin üzerinde C.R.T. harflerini görebilirsiniz. Bunlar Cathode Rays Tube (Katod Işınları Tüpü) sözcüklerinin kısaltılmış halidir.

1900-1903 yılları arasında İngiliz fizikçisi Owen Willans Richardson'un yaptığı deneyler sonucunda Katod Tüpü'nün ya da Katod Ampülü'nün, katod bölümündeki metal levhanın ya da metal telin elektrik akımı verilmek suretiyle ısınmasıyla o bölgeden "elektronların kaynaşıp taşıdığı" bulgusunu ortaya koyduğunu belirtmiştik. Richardson 1928 yılında bir de Nobel ödülü aldığı söz konusu çalışmaları sırasında "elektronların kaynaşıp taşıdığı" katod bölgesi ile pozitif elektrik yüklü karşı uçtaki Anod bölgesi arasında bir ELEKTRON AKIŞI olduğunu da fark etmişti.

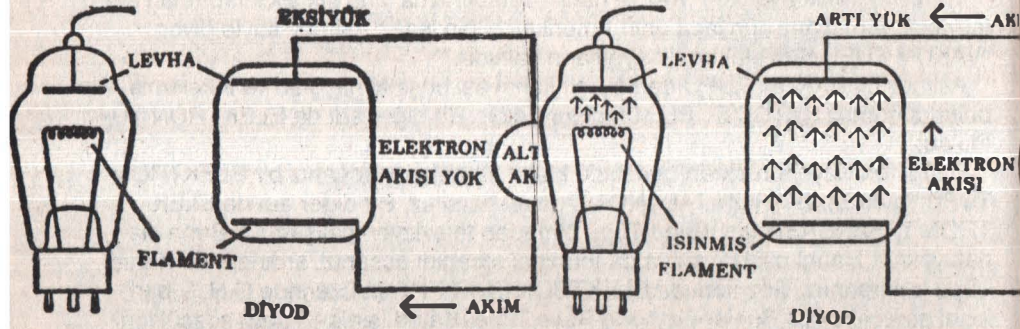
Richardson'un bir Nobel ödülüne değer görüldüğü bu fikri 1883 yılında Edlson tarafından pratik olarak uygulanmıştı ama Katod ile Anod arasında bir ELEKTRON AKIŞI olduğunu fark etmemişti. Buna rağmen "Edlson etkisi" diye anılır.

1904 yılında yine bir İngiliz bilgini olan John Ambrose Fleming (yine demermin nedeni ELEKTORN'u da İngiliz bilgini Thomson bulduğu içindir, Edlson etkisi'nin gerçek niteliğini İngiliz fizikçisi Richardson ortaya çıkardığı ve şimdi anladığımız ELEKTRON VALF'ını da bir İngiliz bulup ortaya çıkardı) Edison etkisine çok geniş bir kullanım alanı açtı.

John Ambrose Fleming, bir elektrik ampulünün filamentini, silindir biçimli bir metalle (buna metal levha deniyor) çevreledi. Bu metal levha iki işi birarada görür. Eğer pozitif elektrik yükü verilirse, negatif elektrik yüklerle ısınır da elek

* Asimov's Guide to Science -E Yayınları sayfa 595

tronlar fırlatan filament kaynaklı elektronları kendine çekerek, ELEKTRİK AKIMI için bir devre yaratmış olur. Yok, eğer, metal levhaya negatif elektrik yük verilirse elektronlar filamentten gelen elektronları iteğinden elektrik akımı oluşmaz.*



Vakumlu diyoda ilişkin ilke.

Şimdi bir durumu daha göz önünde tutalım ve alternatif elektrik akımlı olan şehir cereyanına bağlayalım söz konusu ampulün metal levhasını (bu metal levhanın, ampulün içine geçirilmiş bulunduğunu söylemeye bile gerek yok artık, çünkü KATOD TUPÜ benzeri filamentli Katod Ampullerinde de katod bölgesinin karşısında muhakkak pozitif elektrik yüklü Anod bölgesi vardır).

Şehir elektriğine radyo fişinin prizini bağlayabilmek büyük önem taşır. Şimdi bakalım şehir cereyanının alternatif olan elektrik akımına bağlanınca sözünü ettiğimiz metal levha (ANOD) acaba ne iş görecek?

Şehir cereyanının elektrik akımı bir yönde akarken, metal levhaya pozitif akım verir ve böylece ampulün içinde akım oluşur (çünkü pozitif elektrik yükleri elektronları çeker kendine, ve elektronlar da pozitive doğru akar); şehir cereyanında elektrik akım öbür yöne doğru akarken ampuldeki metal levhaya (Anod'a) negatif elektrik yükleri geldiğinden bu negatif yüklerle elektronun negatif yükleri birbirini iteğinden akım geçmez.*

Biraz önce bir soru sormuştuk: "Şimdi, bakalım, şehir cereyanının alternatif olan -yani önce bir yöne negatif, sonra da öbür yöne pozitif akan- elektrik akımına radyomuzun fişini bağlarsak acaba neler olacak?"

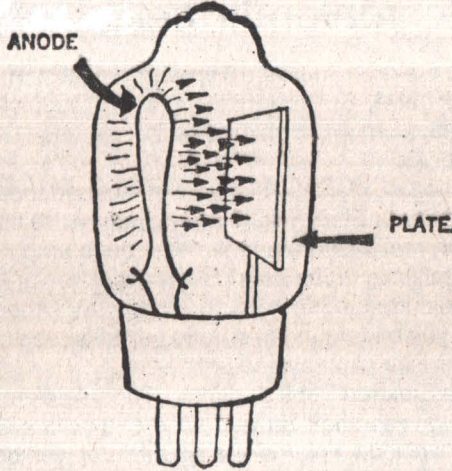
O sorunun yanıtını vermeye devam edelim, ve, sonuç alma zamanının geldiğini hemen belirtelim: Katod ampulünün katod elektrodu karşısındaki uçta, ampul içine yerleştirilen metal levhaya şehir cereyanınının alternatif akımını bağlayınca akım direkt akıma dönüşür. Alternatif akım doğru akım olur.

Acaba böyle bir sonucu gerçekleştirmek önemli midir?

Elbet, çok önemlidir. Çünkü alternatif olan şehir cereyanının elektrik akımından yararlanmasını istiyorsunuz, fakat akım "doğru" akım (direct current) olmadığı için radyonuz yararlanamıyor. Alternatif akım Katod Tüpü sayesinde direkt akıma dönüşünce, radyomuza çok zayıf gelen bir sinyal binlerce, yüzbinlerce hatta milyonlarca kez güçlendirilme olanağına kavuşmuştur.

Böyle bir tüp -Katod Tüpü- akımı geçişi için valf işlevi (kontrol musluğu) gördüğünden İngilizler mantıksal bir açıdan "Valf" sözcüğünü kullandılar. ABD'nde ise buna yalnızca "Tüp" denildi. Bilginler ise ampulün içinde bir metal filament ve bir de metal levha bulunduğu için Yunanca iki sözcüğünden türetilmiş "Dlod" dediler. Diod, burada, iki elektrodu ifade etmektedir.*

1904 yılında Sır John Ambrose Fleming "Edison etkisi"ni yeniden keşfetti. Dünyada pratik açıdan işe yarayan ve "çalışır" durumdaki ilk ELEKTRON TÜPÜ'nü Fleming yaptı. Adına Fleming Valfı denildi ve radyo sinyallerini güçlendirmeye yarardı.*



Böyle bir tüpü ilk olarak Edison bulduğu halde bunun Fleming'e mal edilmesi haksızlık gibi görülebilir ama, 1883'den 1903'e kadar Edison'un buluşu, tozlu raflar arasında unutulmuştu. Yalnızca unutulmak değil, buluşunun ne işe yarayacağını kimse akıl edemediğinden terk edilmişti.

1903 yılında bu alandaki çabalarını anlattığımız ve bir de Nobel kazanan Richardson'un ardından, Sır Fleming, dünyada kendi adıyla anılacak olan ilk "doğrultmaç" (alternatif akımı doğru akıma çeviren icat) bilim dünyasına sundu. Böylece çok zayıf ve dinlenilmesi imkânsız radyo sinyallerini binlerce kez "arttırmak" mümkün olmuştu.

Tüm valfların işlevi bir borudan akan şeylerin akışını kontrol altına almaktır. Bu akan şey borudaki su olabilir; ya da teldeki elektronlar olabilir. Tüm elektron tüplerinde elektronlar tüpten çıkıp gidinceye dek, elektronları kontrol eden valflardır. Elektronlar tüpten çıkıp gittikten sonra yine normal (olağan) elektrik akımıdır.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 590

Normal, olağan elektrik akımı demek ELEKTRON TÜPÜ'ne girmeden önce prizde ve tüpe kadar uzanan iletken telde olan ELEKTRON AKIŞI demektir. Tüpün -Katod Tüpü'nün- içine girdikten sonra ELEKTRON'lar akış bakımından istenildiği gibi yönetilirler ve yapılması istenen işe göre yönlendirilirler.

Fleming Valf'ı, yalnızca bir metal filament (Katod elektrodu) ve bir metal levha (Anot elektrodu) dan ibaret bir ELEKTRON TÜPÜ idi. Fakat o tüpte, milyonlarca defa güçlendirilmek üzere, radyo sinyalleri doğru elektrik akımına çevrilebildi.

Çoğu ELEKTRON TÜPLERİ'nin işlevi "amplifikatör"lük yapmaktır.

ELEKTRON TÜPLERİ işitilmesi zor sesleri, görülmesi zor ışığı, iş görmesi zor elektrik akımını çoğaltan, arttıran aygıtlardır. Duyulamaz, görülemez şeyleri sese, ışığa ve güce dönüştürürler.*

Elektron sağmak, hızlandırmak çalıştırmak, yönlendirmek...

Her şeyden önce Elektronları Katod Tüpü içinde çalıştırmak için onlara bir "davetiye" çıkarmak gerekir. Bu "elektiriksel davetiye" tüpün katoduna ve anoduna uygulanan elektrik akımıyla mümkündür. Bu "işe çağrı" niteliğindedir. Buna bir uyarma da diyebiliriz.

Katod Tüpü'nün negatif elektrik yükü verilen elektrodunda elektrik akımı etkisiyle ısınan metal levhada ELEKTRON'lar kaynamaya ve buradan fırlamaya başlar. Gideceği yer, metal levha tüpün içinde (buna ampul de diyebiliriz) olduğundan, havası boşaltılmış tüpün içidir. Burada elektronlar hem hava boşluğunun etkisi altında bulunduğundan hem de karşı uçtaki (Anod) metal levhaya verilen pozitif elektrik yükleri tarafından süratle çekildiğinden saatte 300.000 km. hızla hareket imkânlı işler yapmaya hazırdırlar.

Katod Tüpü ya da Elektron Tüpü dediğimiz Tüpler elektron sağmak, onları hızlandırmak ya da yavaşlatmak, şu ya da bu yöne çevirmek, işe başlatıp durdurmak, bazen de saniyede binlerce kez işi durdurup yeniden başlatmak aracından başka bir şey değildirler. Elektrik akımı sağlayan bir iletken teldeki Elektronlara yukarıda saydığımız işleri yaptırmak olanaksızdır. Ancak tüp içindeki Elektronları saydığımız bu işleri yapabilirler.*

Katod Tüpü içindeki Elektrolar tüm bu işleri ışık süratıyla yapılabiliyorlar. Hava boşluğunda hareket başkadır, madde -iletken tel- de hareket başkadır.

Elektron Tüpleri binlerce elektronik iş ya da işlemi kendilerine sağlanan elektrik akımını yalnızca birkaç şekilde etkileyerek yaparlar.*

Bir iletken telde elektrik akımı olarak akan Elektronları ikide bir durdurup sonra hemencecik akışa sürmek olanaksızdır. Saniyede binlerce kez elektron akışını durdurup hemencecik yeniden başlatmak o-la-nak-sız-dır! Elektron Tüpü'nün gördüğü işlerden biri budur: değil binlerce defa saniyede milyonlarca defa Elektronları durdurup yeniden çalıştırmaya başlayabilir.

* Electronics for Young People sayfa 45-46

* " " " " sayfa 56

* " " " " sayfa 60

Katod Tüpü'nün böylesine inanılmaz bir işi -Binbir işi ya da milyonlarca işi- yapılabilmesi için bilim adamları Katod'daki metal levha (ya da filament) ile Anod'daki metal levhadan daha başka bir buluşa baş vurmuşlardır: metal ızgara!

Katod ile Anod arasına eklenen perde

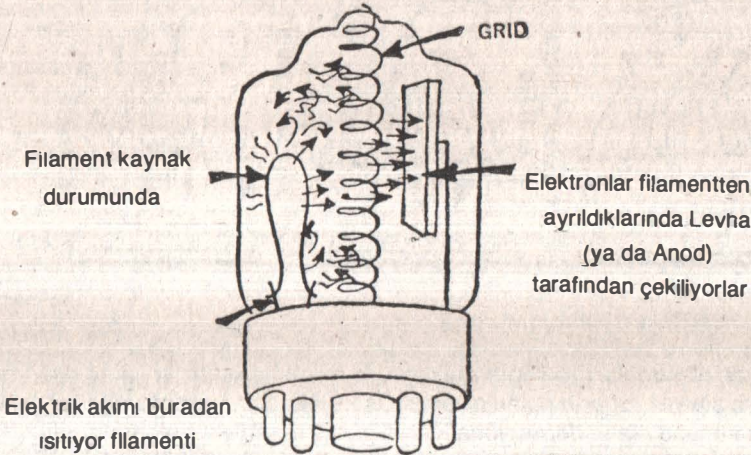
Diod bir radyoda elektrik akımını alternatif akımdan doğru akıma dönüştürmeye yarayan "doğrultmaç" a verilen addır.

1907 yılında Amerikalı bilgin Lee De Forest bir adım daha ileri giderek ELEKTRON TÜPÜ'ne üçüncü bir elektrod ekledi. Ve, bunun adı da Yunanca üç anlamındaki sözcükten "Triod" oldu. Üç elektrodlu demektir. Diod iki elektrodlu anlamına geldiği gibi Triod da üç elektrod anlamındadır.

Şimdi, söz konusu üçüncü elektrod'un ne işe yaradığını görelim.

Bazı elektron tüplerinde Katod'la Anod arasına, elektronları kontrol amacıyla, bir perde konur. Bu, pancurları isteğe göre açılıp kapanan bir perde gibidir. Ama, pancur falan yok elbette. Pancur yerine kullanılan bir tel ızgaradır.

Perdenin pancurları açıkken içeri fazla güneş, az aralıkken de az güneş girmesi gibi, söz konusu ızgaradan da az ya da çok ELEKTRON geçirmek suretiyle tüp içinde ELEKTRON YÖNTEMİ ve DENETİMİ sağlanır.

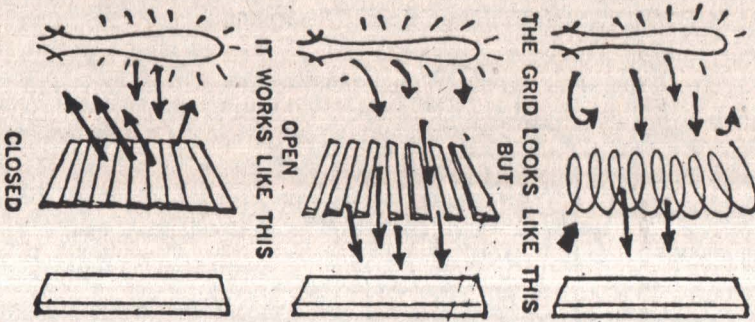


Aslında olan şudur: söz konusu ızgaraya ya da perdeye ayrı bir elektrik akımı verilir. Başka bir deyişle Katod ve Anod'un bağlı olduğu elektrik akımından ayrı akım veren bir kaynağa bağlanır. Söz konusu ızgaraya verilen elektrik akımı negatif yüklü, yani ELEKTRON'lar olduğundan tüpteki ELEKTRON'lar itilmiş olurlar. Çünkü negatif elektrik yüklü ELEKTRON'lar, ızgaranın negatif elektrik yüklü ELEKTRONLAR'ı tarafından geri itilir. Böylece, ızgaraya fazla negatif yüklü akım verdiğimizde burada biriken ELEKTRON'lar "Trafik polisi" gibi tüpteki Katod kaynaklı ELEKTRON'ları geçirmez. Eğer geçirmek istenirse ızgaranın elektrik akımı azal

tır. Geçirilmek istenmezse ızgaranın elektrik akımı çoğaltılır. Böylece Katod kaynaklı ELEKTRON'lar ile ızgara kaynaklı ELEKTRON'larını birbirini itmesi ya da itmemesi sağlanır. Izgaranın az ELEKTRON çalması sağlanınca KATOD kaynaklı ELEKTRON'lar Anod'un pozitif kaynaklı elektrik akımı tarafından hızla kendine doğru çekilir.

Katod Tüpündeki ızgaraya uygun miktarda elektrik akımı verilirse tek bir elektron bile ızgaradan geçip metal levhaya (Anod'a) ulaşamaz. Sanki yüzlerce kapı kapatılmış gibidirler. Izgaradan elektrik akımı çekildiği anda, mümkün olduğu kadar ızgara civarında duran ELEKTRON'lar ızgarayı hemen geçip metal levhaya (Anod'a) doğru yol alırlar. ELEKTRON'lar ışık hızına yakın bir süratle yol aldıklarından saatte 300.000 km.lik bir süratle ızgaradan metal levhaya nasıl çabuk varırlar, bunu siz düşünün. Izgara sayesinde, ELEKTRON'lar, saniyede binlerce kez durdurulup yeniden harekete geçirilebilirler. İnsanı şaşırtan böylesi süratli değişimleri tasavvur etmek zordur ama ELEKTRON TÜPLERİ'nde oluyor işte!*

Elektron Tüpleri aynı zamanda elektronlar selinin yönünü de denetleyebilir. Bazı işlerde elektronların metal levhada (Anod) belirli bir noktayı vurması istenir.



O takdirde elektronları yönlendirmek için ya mıknatıs kullanılır ya da elektromagnetik alanlar. Eğer bu alanlar pozitif ise Elektronlar negatif yüklü olduklarından söz konusu alana doğru yönelirler. Eğer yerleştirilen elektromagnetik alan negatif ise o takdirde tüpteki elektronlar öbür tarafa doğru itilirler.*

Elektronların tüpün Anod levhasını vurma gücü de ayarlanabilir. Tüpün Anod ucuna fazla miktarda pozitif elektrik yükü uygulanırsa Elektron'lar hızlı geleceklerinden büyük bir güçle Anod'a vurmaları sağlanmış olur. Örneğin X-ışınları bu yöntemle elde edilir.

* Electronics for Young People sayfa 61-62

X-ışınları da ELEKTRON'un işi

Kitabımızın 1.nci bölümünde Radyasyon'un insanlar için tehlikesine değindiğimizde X-ışınlarından söz etmiştik. Fakat, şimdi, bu X-ışınlarını daha iyi tanıma fırsatı bulduk. Çünkü Alman bilgini ve Nobel'in ilk ödülünü kazanan Wilhelm Röntgen, X-ışınlarını, Katod Tüpü ile deneyler yaparken buldu.

Katod Tüpü'nü kitabımızın bu bölümünde yakından tanıma fırsatı bulunduğu-muzdan X-ışınlarının nasıl keşfedildiğini daha iyi anlayabiliriz.

Güneş'ten dünyamıza (Yerküremize) ulaşımdan daha uzun dalgalı ve daha kısa dalgalı Radyasyon üretmeyi insanoğlu becermiş bulunuyor. Güneş'ten dünyamıza ulaşımdan daha kısa dalga boyulu radyasyon X-ışınlarıdır.*

Herhangi bir radyasyonun dalga boyunun kısa olması, daha güçlü (enerjik) olması demektir. Radyasyon dalga boyu küçüldükçe enerjisi büyür, büyüldükçe de enerjisi az olur.

X-ışınları çok, ama çok kısa dalga boyludurlar. Ve radyasyonun dalga boyu ne kadar küçük olursa ondan gelen ışının gücü o denli büyük olur. Güneş'ten yayılan çok kısa dalga boyulu radyasyonların, yerküremizi çevreleyen gaz tabakasını aşamayışı ve bize ulaşamayışından ötürü çok talihliyiz. Atmosfer tabakası, bir perde işlevi görüyor. Güneş'ten gelen söz konusu kısa dalga boyulu ışınlar öylesine güçlüdürler ki, bize ulaşacak olsalar, yeryüzünde hayat yok olurdu. Bu ışınları X-ışınlarını kontrol altında tuttuğumuz gibi kontrol edemedik, çünkü X-ışınlarından binlerce defa daha güçlüdürler.*

Görüldüğü gibi, insanoğlu, çok işine yarayan X-ışınlarını üretmekle epey başarılı bir sonuca ulaşmıştır. İnsanoğlu bu başarıya 1895 yılında Wilhelm Röntgen'in, çok önceden üretilen ve birçok bilginin çeşitli deneylerine sahne olan Katod Tüpü ile yaptığı deneyler sayesinde ulaşmıştır. Güneş'ten yayılan çeşitli ve bazıları tehlikeli radyasyonlar arasında X-ışınlarının olduğu da 1950'lerde saptanabilmiştir. Fakat bu saptama gerçekleşmeden önce, Wilhelm Röntgen, X-ışınlarını bulmuş ve ondan sonraki bilginler de bu ışınları insanlığın hizmetine sunmuştur.

Katod Tüpü'nün ne olduğunu anladıktan sonra bu tüpte X-ışınlarının nasıl elde edildiğini görelim ki X-ışınından daha küçük dalgaboylu Nükleer Radyasyon'un ne olduğunu daha iyi kavrayalım. Katod Tüpü'nün anlattığımız binbir hüneri bilinmedikçe X-ışınının nasıl elde edildiğini bilemedik. Fakat X-ışınlarına ait dalgaboyu küçüklüğünün ne olduğunu diğer Radyasyonların dalgaboylarını anlatmakla daha iyi kavrayabiliriz.

Biraz önce demiştik ki, insanoğlu, Güneş'tendünyaya gelen radyasyonlar kadar küçük dalgaboylu ışınlar (X-ışını) üretmeyi bildiği gibi dünyaya gelen radyasyondan daha büyük dalgaboylusunu da üretmeyi bilmiştir.

Gözümüze hitap eden ve adı "görülebilir" ışık olan güneş ışığının dalgaboyları 0,39 mikron ile 0,78 mikron arasında olanlarıdır. Mikron, milimetrenin binde biridir.

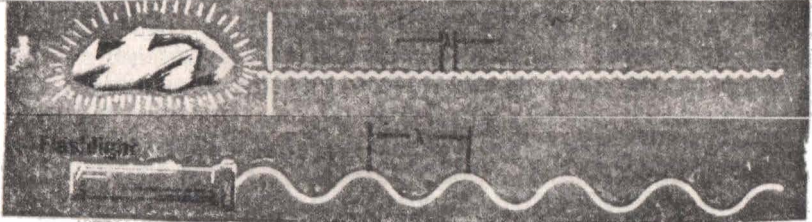
* Electronics for Young People sayfa 61-62

Demek oluyor ki güneş ışığının 0,39 mikron ile 0,78 mikron arası dalgaboylu-ları insan gözüne hitap eden ışıktır. Mor renk ışığın dalga boyu olan 0,39 ile kırmızı ışığın dalgaboyu olan 0,78 arasında (kırmızıdan başlayarak) turuncu, sarı, yeşil, mavi rengi dalgaboyları vardır.

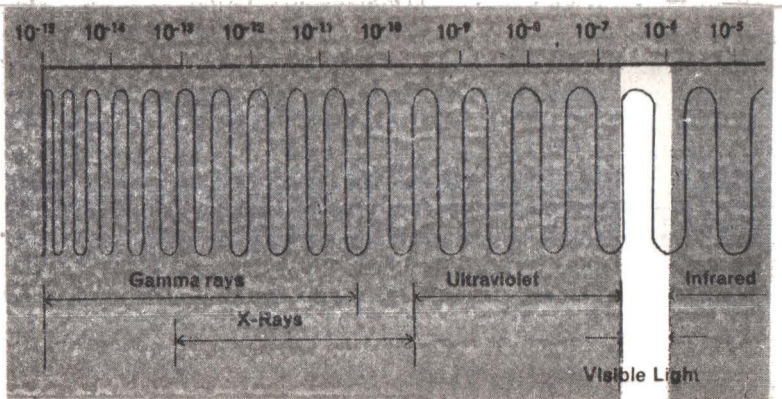
0,39 mikrondan daha küçük dalgaboylu ne var acaba? Morötesi dediğimiz fakat gözlerimizin algılayamadığı radyasyon var. Morötesi ışınları gözle görmeyiz ama yaz aylarında güneşte fazla kalınca tenimizin siyahlaşan renginden böyle bir radyasyonun varlığından haberdar -bazen de feci halde olmak üzere- oluruz. Morötesi ışınlar camdan geçmedikleri için cam ardında istediğiniz kadar güneş alıp yanmaya çalışın, yanamazsınız. Oysa kuvarz'dan geçen morötesi ışınlar bazı mikropları öldürmek için kullanılır.

Morötesi ışınlar dalgaboyları 0,17 mikrondan 0,01 mikrona kadar küçüldür. Ne kadar küçük olursa bir ışının dalgaboyu o denli enerjisi çok olur ve güçlüdür demiştik. İnsanoğlunun yaratabildiği X-ışınlarının dalgaboyu ise 0,01 mikron ile 0,00001 mikron arasındadır.

X-ışınlarının dalgaboyundan daha küçük olan ve atomun çekirdeğinin parçalanışından yayılan Gamma ışınları ise mikronun milyarda biri kadardır. Bu sayılardan da atom çekirdeği parçalanışının yani atomun parçalanmasından yayılan ışınların dalgaboylarının ne denli enerjik -ve dolayısıyla tehlikeli- olduğu ortaya çıkar.



Yukarıda solda gördüğünüz bir radyoaktif elementten yayılan ışının (Radyasyon) dalga boyu çok küçüktür. Oysa bir el fenerinden çıkan ışığın dalgaboyu (Radyasyon) genişdir. Radyoaktif ışının dalgaboyu çok küçük olduğundan çok enerjili demektir. Gözle görülür ışığa alt Radyasyon çok enerjik değildir. Radyoaktif ışın (radyasyon) belirttiğimiz gibi "zerrecik"lidir; elektromagnetik dalga değildir.



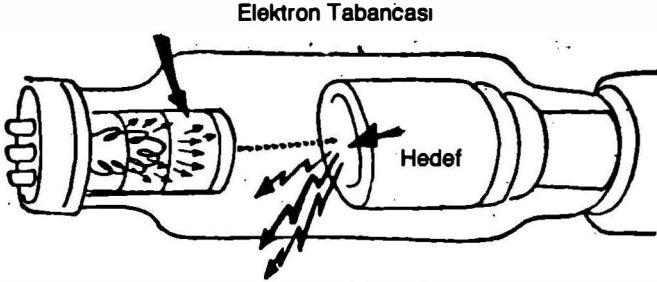
Gözün görebildiği dalgaboyları

Atomun parçalanmasından dağılan zerrecikler ise Alfa ve Beta zerrecikleridir. Alfa zerreciklerinin kütlesi Beta kütlelerinden daha büyük olduğundan insan sağlığı açısından daha büyük tehlike oluşmuştur. Elektron'lardan ibaret olan Beta zerrecikleri ise daha hafif olduğundan Alfa zerreciklerine kıyasla daha az zararlıdır. Fakat bu "ELEKTRON"lar Katod Tüpü deneylerindeki ELEKTRON'lardan daha tehlikelidirler. Bu nedenle Çernobil Nükleer Santral kazası dolayısıyla yapılan açıklamalarda "Televizyon karşısında kalan insan da Elektronlara maruzdur" şeklindeki sözler atom parçalanmasından dağılan Elektronların zararını hafife almaktır.

Radyoaktif maddelerin Beta ışınları çıkardığını biliyoruz. Bunlar atom içindeki nötron bir proton'a dönüşürken büyük süratle çıkarılan elektronlardır. Ne var ki radyoaktif maddeden yayılan Beta ışınının enerjisi, normal atomlardan uyarılarak sökülen elektronların enerjilerinden 1.000 kez fazladır.*

Şimdi X-ışınlarının dalgaboylarını öğrendikten ve bir ışının (radyasyon) dalga-boyu küçüldükçe enerjinin yüksek olduğunu kavradıktan sonra Katod Tüpünde X-ışınlarının "Elektron becerisi" ile nasıl üretildiğini görebiliriz.

Bugün, artık, biliyoruz ki bir maddeye süratli ELEKTRON'ların çarpması X-ışınları yayıyor.*



An X-ray tube looks like this.

Wilhelm Röntgen, bilim dünyasına yeni ufuklar açan, bilim adamlarını şaşırtan ünlü X-ışınlarını Katod Tüpü ile deneyler yaparken buldu.

Katod Tüpü'nde katod denen elektrodan çıkan Elektronların Anod'a gittiğini biliyoruz. Eğer Anod'a güçlü pozitif yükü verirsek Katod'dan Elektronları daha büyük bir hızla çeker. Bu yöntemle Anod'a büyük bir hızla çarptırılan Elektronlar, söz konusu "ELEKTRON ÇARPMASI" sonucunda X-ışınları çıkarır. İşte, Röntgen de ve o dönemin diğer bilim adamları da, ELEKTRON'un keşfine kadar, X-ışınlarının sırrını anlayamamışlardır.

* L'Aventure de l'Electricite sayfa 152

* " " " " sayfa 144

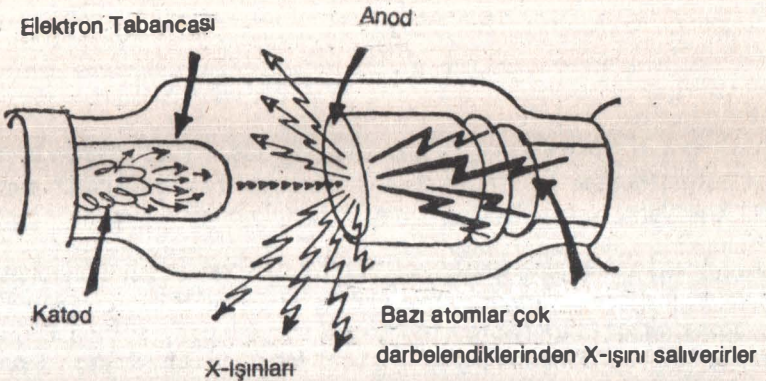
Bir başka tür tüpte Katod ve Anod'dan değişik biçimde yararlanılır. Anod çok büyük pozitif yüke sahiptir ve bu sayede Katod'dan elektronları söker alır. Böylelikle Katod'daki kaynamış ve taşmış elektronları Anod kendisine çekmekle kalmaz bu elektronları aradaki bir metal diske de büyük güçle "Çarptırır". Bu "ELEKTRON ÇARPMASI" X-ışınları dediğimiz ışınları yayar. Elektronlar Anod'a öylesine büyük bir hızla ve güçle çarpar ki neredeyse atomlar birbirinden ayrılacak duruma gelirler. Sarsılmış bu atomlar, yeniden eski yerlerini almaya çalışırlarken, adına X-ışınları dediğimiz güçlü ışınları yayarlar. İşte, buna X-ışını Tüpü adı verilir.*

Elektronlar Anod'un önündeki metal diske -örneğin bakır levha- ne kadar hızla çarparlarsa çıkardıkları X-ışınları o denli enerjik olur.

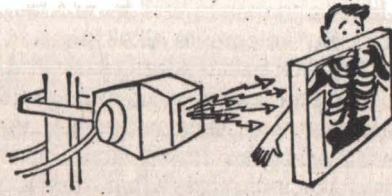
1911 yılında İngiliz fizikçisi Charles Glover Barkla, metallerin X-ışını yayması olgusunu inceleyerek, her elementin kendine özgü "X-ışını" çıkardığını saptadı. Ve, bu X-ışınlarının, çıktıkları metale göre, bir girme (sızma) gücü taşıdığını belirledi. Barkla bu çalışmalarından ötürü 1917 Nobel fizik ödülünü aldı.

İyi sonuç almak için, elektronlar Anod'daki diskin tümüne -örneğin bakır diske- yönlendirilmez, belirli bir noktâ "hedef" alınarak elektron demeti oraya sevk edilir. Anod'daki disk bakırdan olsa bile hedef Tungsten metalden seçilir. Tungsten, bildiğimiz gibi, binlerce derece ısıya dayanıklı bir metaldir. Bu nedenle Elektron'ların Tungsten'den yapılmış bir noktaya yönlendirilmesi daha başarılı olur. Tungsten'in erime derecesi yüksektir.

Ne var ki belirli bir hedefe yöneltilen elektronlar bu hedef Tungsten de olsa metali eritebilirler. Bu nedenle "Döner" diskler kullanılıyor. Ya da hedef olarak seçilen metal diskin soğutulması için ardında bir su ya da yağ haznesi bulundurulur.



Eğer doktorunuz vücudunuzda olup bitenleri incelemek isterse, sizi, anlattığımız şekillerde X-ışınları üreten bir makina ile flöresan ekran arasına koyar, X-ışınları vücudunuzdan geçer; ve yumuşak dokulardan kolaylıkla geçtiğinden oraları ekranda siyahça görünür, kemik gibi -ya da vücudunuza metal bir madde kaçmışsa- atom ağırlığı fazla olan elementler nedeniyle bölgeler bütünü bir beyaz olarak görülür. Buna flöroskopi denir. Eğer, incelemek için kalıcı bir "iç belge"nizin olmasını isterseniz bir Röntgen filmi kullanılır. Vücudunuzdan geçen X-ışınları bu kez de film üzerine iç görüntünüzü çıkarır. Buna ra radyografi denir.



Vücudun incelenmesinden olduğu gibi X-ışınlar aracılığıyla birçok metaller incelenerek maddenin de radyografisi çıkarılır! Bunun da sanayide büyük yararları vardır. Maddenin görülemeyecek yerlerindeki bozukluklar, çatlaklar böylece görülür.

Elektron'un keşfinin bir yararı da kendini elektron-mikroskopta gösterir. Işık-mikroskopları ancak binlerce kez bir cismi büyütebilirken elektron-mikroskop bir cismi yüzbinlerce defa büyütebilmektedir.

X-Işınlarının Peryodik Tablo'yu açıklamaya katkısı

Dünya üzerinde varlığı bilinen 100'ü aşkın Elementin, atom ağırlığı en hafif olan Hidrojen'den başlayarak bir Cetvel halinde sıralandığını biliyoruz.

Periyodik Cetvel ya da Periyodik Tablo adı verilen bu sıralamada elementler, benzer özellikler göstermelerine göre gruplaştırılarak birbirlerine yakın sütunlara yerleştirilmişlerdi.

Bazı elementler arasında çarpıcı benzerlikler vardır. Örneğin sayısı yaklaşık 100 olan elementten yalnızca 12'si normal basınç ve ısıda gaz halini korurlar. Bu gazlardan 6 element birbirleriyle öyle kimsasal benzerlikler gösterirler ki bunları birarada çerçevelemek gerekir. Ayrıca, bunlara, bir aile ismi de verilerek "soylu gazlar" denilmiştir. Bir ailedeki elementlerden birini tanımak diğeri hakkında da fikir vermektedir. Bu "Aile mensupları"nın özelliği kimyasal tepki eylemsizliğidir. Bunlar Helyum, Neon, Argon, Kripton, Xenon, Radon'dur.*

Aslında bunlara toplumsal bir sıfat yerine geçebilecek "Soylu" sıfatı yerine "Eylemsiz" denebilir. Nitekim 1962 yılından bu yana, bilginler, büyük çabalarla, adı geçen aileye mensup gazlarla ancak bileşikler meydana getirebilmişlerdir. Oysa birbirine uygun düşen elementler arasında bileşik meydana getirmek "doğal" denebilecek kadar yoğun bir uygulamadır. Sonuçta bu "eylemsiz" gazlar da "eylem"e geçirilebilmişlerdir bilimsel çabalar sayesinde.

Peryodik Cetvel'de 2,10,18,36,54 ve 86 pozisyonlu bu gazların tam karşısındaki ilk sütunu işgal eden 3,11,19,37,55 ve 87 pozisyonlu Lityum, sodyum, potasyum, rubidyum, sezyum, fransiyum elementleri de benzer özellikleri dolayısıyla birarada çerçevelenmişlerdir. Bu 6 elemente Alkali Metalleri grubu denir.

Alkali metaller, kimyasal reaktiflik bakımından, eylemsiz gazların tam tersidirler. Bu metaller oksijen ve klorla temasa geçince müthiş reaktif olurlar.*

Yukarıdaki Eylemsiz Gazlar ve Alkali Metalleri grupları hakkında fikir vermemiz, her elementin bir Atom Sayısı olduğunu ve Atom Sayısı'nın Elektron adedine bağlı bulunduğunu anlatmak içindir. Eğer Atom -herhangi bir elementin Atom- çekirdeğinin pozitif elektrik yükü 3 ise 3 Elektron'u var demektir. Böylece Lityum Peryodik Tablo'nun 3 Atom sayılı elementidir. Sezyum elementi atomunun pozitif elektrik yükü 55 ise 55 Elektron'u var demektir.*

Neden doğrudan doğruya Elektron sayısına göre bir elementin Atom Sayısı'nı belirlemiyoruz? Çünkü, gördüğümüz gibi, elektrik akımı verilen, ya da ısıtılan bazı elementlerin -örneğin bakırın-elektronları sökülebiliyor. Oysa atomun pozitif elektrik yükünü oluşturan Proton'lar kolay kolay sökülemiyor atomdan. Proton, atomun çekirdeğinde bulunduğundan çekirdeğin parçalanması, kitabımızın 4.ncü Bölümünde inceleyeceğimiz Radyoaktivite sorununa götürecektir bizi. Bu nedenle Proton'un pozitif elektrik yüküne eşit negatif elektrik yüküne Elektron denir. Örneğin Sezyum 55 Atom sayılı bir elementtir demek, bu atom nötr durumdayken pozitif elektrik yükü 55 Proton'lu olan atomun 55 Elektronu var demektir. Protonu ile Elektronu eşit olan Atom "NÖTR" bir atomdur. Elektron alışverişiyle elementlerin aralarında giriştiği ilişkileri kurduğu bileşikler gördük. Bir Atom Proton'unu sökebilmek ise, ancak Atom'un parçalanmasıyla mümkün olur. Atom çekirdeğinin Alfa zerrecikleriyle bombardıman edilerek bir başka Element'e dönüştürülmesi ise Proton'larının eksiltilmesiyle mümkündür. Bunu, kitabımızın son bölümünde inceleyeceğiz.

* Chemistry, An Experimental Science - George C.Pimentel sayfa 86

* " " " " " " " " sayfa 88

* PERİYODİK TABLO için bkz. kitabımızın son sayfası

X-ışınlarının keşfinin, Peryodik Cetveli anlama bakımından sağladığı yararı anlatmak için yukarıdaki konulara değindik. Şimdi, gelelim, X-ışınları aracılığıyla Peryodik Cetvel'deki Elementleri "Yok"lamaya.

Peryodik Cetvel'in düzenlenişi ünlü Rus bilgini Mendeleyef'e tanınan bir onurdur. Fakat Mendeleyef'e gelinceye dek daha nice bilgin bu alana doğru sağlam adımlar atmışlardır. Mendeleyef'in dehası kendi zamanında (o tarihlerde Elektron henüz keşfedilmemişti ve maddenin atomik teorisi emekleme dönemindeydi) keşfedilmemiş elementler için "Bulunacak olan elementler muhakkak şu boş kareleri dolduracaktır" diye Peryodik Tablo için müthiş tahminlerde bulunmasındadır.

1914 yılında ise -yani hem Elektron keşfedildikten hem de Elektron çarpmasıyla metallere X-ışınları elde etmek mümkün olduğu tarihlerde- İngiliz fizikçisi Henry Jeffrey Moseley, Peryodik Cetvel'deki bazı metal elementlerin kendilerine özgün X-ışınlarını elde etmiş ve şöyle bir bulguya varmıştır: Peryodik Tablo'nun üst karelerine -yani küçük kütleli atomlardan büyük kütleli atomlara tırmandıkça- metallerin çıkardıkları X-ışınlarının dalga boyları düzgün biçimde küçülmektedir.

Bu buluş, Peryodik Tabloda elementleri kesin yerlerine -sıralarına- raptetmiştir. Birbirine yandaş oldukları sanılan iki elemente (metal) ait X-ışınlarının, vermesi gereken dalga boyu uzunluklarının birbirlerinden farkı, normalin iki katıysa, bu ikisi arasında bir başka element bulunması gerektiği anlamına gelmekteydi. Yani arada bir "Boş"luk vardı. Ve, bu elementin var olması gerekiyordu. Eğer, iki yandaş element arasındaki X-ışını dalga boyları arasındaki fark, beklenen normal fark kadarsa, bu aralarda başka bir element olamaz demektir. Yani bir "boş"luk söz konusu olamazdı tablodaki kareler arasında.

X-ışınları ile Peryodik Tablo'yu taramak ve bir bilimsel "Yok"lama yapmanın önemi büyüktü.

Şimdi, artık, elementleri kesin bir sıra numarasına -atom sayısına- kavuşturmak mümkündü. O tarihe dek yeni bir elementin keşfedilmesi olasılığı her zaman için söz konusuydu. Böyle bir olasılık kuşkusuz da Peryodik Tablo'daki tüm sıralamayı geçici kılıyordu. Şimdi artık Atom Sayısı saptaması mümkün olunca elementler kesin bir sıraya sokulabilirdi. Bir beklenmedik element çıkamazdı insanlığın karşısına.*

Şimdi sıra dünya üzerinde o tarihe dek keşfedilmiş elementlere ATOM SAYISI vermeye gelmişti. Daha doğru bir deyişle "KESİN" Atom Sayısı vermeye. Gerçi bilimde bir teoremin doğruluğu onu çürütecek yeni bir teoremin bulunmasına kadar geçerlidir ama 1915'lerde ancak 92 olan ve bugün 105'i bulan dünyadaki Elementlere verilen Atom Sayısı'nın doğru olduğu, MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'ni doğrulayan yüzlerce görüş ve deneyle pekişmiş bulunmaktadır.

Atom Ağırlığı'ndan - nihayet- Atom Sayısı'na...

Kitabın BİRİNCİ BÖLÜMÜN'de belirttiğimiz üzere "Eşit hacimli gazlarda eşit sayıda molekül bulunur" kuralını 19.ncu yüzyılın başlarında ortaya atan İtalyan bilgini Amedeo Avogadro'nun formülünden hareket ederek 19.ncu yüzyılboyunca fizikçiler, kimyacılar Element'lerin atom ağırlığını bulmaya çabak gösterdiler.

Elementler Listesi kabardıkça 19.ncu yüzyıl kimyacıları giderek sıklaşan bir ormanda kendilerini kapana kısılmış durumda görmeye başladılar.*

Modern Kimya'nın başlatıcısı olarak kabul edilen Lavoisier döneminde (18.nci yüzyıl sonunda) bilinen Elementlerin sayısı ancak 33'dü. Bu elementlerin bazıları Ortaçağda İlm-i Sımyacılar tarafından bulunmuştu. 20.nci yüzyılın ortalarında dünyamızda keşfedilen elementlerin sayısı 100'ü aşmıştı.

Kimyacıları "sık orman"dan korkutan, her elementin, kendine alt özellikler göstermesiydi. Aslında bundan "doğal" bir şey olamaz, çünkü, bir elementi başka bir elementten ayıran elementi oluşturan Atom'udur. Atom değişikliğidir ki bir elemente başka bir elementten değişik davranışlar sağlar. Ne var ki her elementin kendine ait özelliklerini birer "Familya" içinde toplamayı amaçlayan kimyacılar, aralarında bazı özelliklerin benzeştiği elementleri gruplaştırmaya ve bir tek "Aile Çevçevesi"nde görmeyi tercih ettiler. Bu tutum, karmaşık bilimsel çalışmalarda yalın bir tablo çizmeyi amaçlıyordu. İşte PERİYODİK TABLO bilim adamlarının "karmaşıklık içinde yalınlık" sağlama düşüncesinden doğmuştu. Zaten bilim görünürdeki düzensizlikten açık-seçik bir düzenlilik çıkarmayı kendi ne hedef bilir.

Bilim adamları, sayısız birleşikler halinde doğa maddesini "Element"lere ayırmaya kadar akla kararı seçmişlerdir. Çünkü, "Element"i ilk tanımlayan bilim adamı olan Robert Boyle 1661 tarihli bir kitabında şöyle diyordu: "Bir bileşik, meydana getirmek üzere başka elementlerle bileşen, ve, tersine, bileşikten ayrıştırıldıktan sonra daha basit bir cisme artık ayrılmayan bir temel maddedir."

Bilim adamları, 1661 yılından 1897 yılına, yani ELEKTRON'un Atom içinde keşfedildiği ve birçok deneylere konu olduğu 20.nci yüzyıl başlarına dek, biraz önce sözünü ettiğimiz Avogadro Kanunu uyarınca önce gazlardan başlamak suretiyle Element'lerin Atom Ağırlıklarını saptayageldiler. Gazlardan başlayıp sıvı ve katı elementlere geçtiler.

Boyle'nin 1661 yılında element için verdiği tanımlama 1920'lerde Atom Çekirdeği'nin parçalanması ve bir elementin başka bir elemente dönüştürülebilmesiyle bilim tarihinin değerli fakat modası geçmiş fikirleri arasına giriyordu.

Atomların ağırlığını tarta tarta 19.ncu yüzyıl sonuna ulaşıldığında, Mendeleyev'in düzenlediği Element'lere ait Periyodik Cetvel ortaya çıkmıştı. Fakat o tarihlerdeki Periyodik Cetvel'deki Element Sayısı henüz 100'ü bulmadığı gibi o tarihe dek ATOM SAYISI diye bir sayı da yoktur Elementlerin yanibaşında. Yalnızca Atom Ağırlığı'na ait sayı vardır.

* PERİYODİK TABLO kitabımızın son sayfasındadır.

Peryodik Tablo'daki 100'ü akşın Element'e -örneğin demir, bakır, altın, gümüş, alüminyum vs. ait Atom Sayıları, 1914 yılında, Moseley'in her metalin çıkardığı X-ışınlarını incelemesi sayesinde saptanmaya başlanmıştır. Ama, her şeyden önce (ve evvel-emirde) ELEKTRON'un keşfi buna imkân vermiştir.

Bugün Atom'un -örneğin demir, bakır, altın gibi elementlerin her atomunun çevresindeki elektronların tamamını kendine çekecek güçte pozitif elektrik yüklü Proton'lardan ve negatif elektrik yüklü Elektron'lardan meydana geldiğini biliyoruz.

Peki, maddenin -atomun- birbirini dengede tutan karşıt elektrik yükleri (pozitif ve negatif elektrik yükleri)nden meydana geldiği nasıl anlaşıldı da kesin olarak Peryodik Tablo'daki Elementlerin yanına ATOM SAYISI yazıldı. Bildiğimiz gibi her Element'in altına Peryodik Cetvelde yazılı olan sayı, o Element'in her atomunun kaç Elektron'dan ve Proton'dan meydana geldiğini göstermektedir; daha doğrusu atomun dengede kalabilmesi için kaç ELEKTRON'u kendine çekebilecek pozitif elektrik yüküne sahip olduğunu ifade etmektedir.

Peki, elementlerin atomlarında birbirini çeken elektrik gücüne sahip bulundukları nasıl anlaşıldı?

Katod Tüpü deneylerinde gördük ki tüpün içine yerleştirilmiş ve Katod adı verilen bir elektrod, elektrik akımı verilince, ELEKTRON yayıyordu tüpün içine. İlk olarak Thomson bu Elektron'ların mıknatıs kutupları ya da magnetik alandan geçirilmek suretiyle saptıldığını anlamış ve söz konusu sapma derecesine göre Elektron'un elektrik gücünü ve kütlesini hesaplayabilmişti.

Söz konusu ELEKTRON'ları bir elementten -bir metalden- sökmek için bir enerji harcanıyordu. Öyle ya, verilen elektrik akımı bir enerji harcamasıdır.

Ne kadar enerji harcanarak Atom'dan ne kadar Elektron sökülebiliyor hesabı yapıldı. Bir maddenin atomundan ELEKTRON sökmek için enerji harcamak gerektiği fikrini destekleyen bir deney de "FOTO-ELEKTRON"lara ilişkin deneydi. "Foto" ışık demektir. Bilim adamları, bir metal yüzeyine vuran güneş ışığının da o maddeden ELEKTRON söktüğünü anladılar. Bunu anlayanlardan biri olan Alman fizikçisi Philipp Lenard bu bulgusundan ötürü 1905 Nobel Fizik ödülünü aldı.

Bu alandaki en ikna edici kanıtlardan biri Thomson'un, güneşin morötesi ışınlarının vurduğu metal yüzeylerinden çıkan negatif elektrik yüklü zerreciklerin KATOD IŞINLARI ELEKTRON'larıyla benzeştiği bulgusuna dayanmaktadır. Buna "Foto-elektrik ekt" adı verilir.*

Güneş ışınlarının etkisiyle -tıpkı Katod tüpündeki ışınlarda olduğu gibi- bir metal yüzeyinden ELEKTRON çıkması olgusuna "Foto-Elektrik" etkisi denildikten başka çıkan Elektronlara da Foto-Elektron adı verildi.

* L'Aventure de l'Electricite sayfa 145

bestiye sahip olabilir: ya derin, yani çekirdeğe yakın kabuğa düşerek önceden aldığı enerjiyi foton olarak iade eder ya da yeniden bir tahrike uğrarsa atomdan tamamen ayrılabilir.

Bir atomdan elektron sökebilmek için bir miktar enerji harcamak zorundayız. Buna karşılık, sökülen elektronun atom içindeki yerine düşen bir başka elektron eşit miktarda enerji bağışlamalıdır. (Doğa'da, özellikle enerji sorunu söz konusu olunca, müthiş bir simetri göze çarpar.) Düşen elektron, söz konusu enerjiyi, elektromagnetik enerji olarak verir. Düşen elektronun radyasyonu dalgaboyu uzunluğuyla ölçüldüğünden, elektronun düşerken yaydığı radyasyonun dalga-boyu, onun (elektron'un) aynı zamanda atom tarafından ne derecede bir enerjiyle bağlı tutulduğunu ortaya koyar.

Bildiğimiz üzere bir radyasyonun dalgaboyu ne denli kısa ise radyasyonun enerjisi o denli büyük demektir. Bundan ötürüdür ki daha önce verdiğimiz sayılara vuracak olursak 0,78 mikron dalgaboylu kırmızı ışık 0,39 mikron dalgaboylu mordan daha az enerjilidir. Çünkü 0,78 mikron dalgaboyu 0,39 mikron dalgaboyundan daha büyüktür. Bir metalin elektronlarını sökmek için gerekli güneşin mor-ötesi ışını ise 0,17 mikron ile 0,01 mikron dalga boyu arasındadır. X-ışını ise hatırlayacağınız gibi 0,01 ile 0,00001 mikron arasındadır. Dalga boyu ne kadar küçükse radyasyonun enerjisi o denli fazladır.

Biz yukarıdaki açıklamaları ve sayıları neden vermiştik? Hatırlarsanız, Elektron'lann atomlarındaki çekirdekleri tarafından ne denli çok ya da az enerjiyle bağlı tutulduklarını anlamak ve hesaplamak için.

Bu hesap sonuçta şuraya varacaktır: Moseley'in sözünü ettiğimiz deneylerin de metallerin çıkardıkları X-ışınları

Daha önce belirttiğimiz gibi, Moseley, çeşitli metallerin çıkardıkları X-ışınlarının, her metale göre ayrı ve kendine özgü bir dalgaboyuna sahip olduğunu ortaya koymuştu. Ve, bu dalgaboyları, Periyodik Tablo'daki sıralamanın büyük sayılı elementlerine çıkıldıkça belirli bir düzen içinde, X-ışınlarının dalga boyları küçülüyordu. Şimdi de bu "dalgaboyu küçülmesinin" ne demek olduğunu çözüme kavuşturmalıyız.

Öyle anlaşıyor ki, Periyodik Cetvel'de, bir öncekine kıyasla bir sonraki her element, elektronlarını daha büyük bir güçle zaptediyordu. Başka bir deyişle, bu durum, her biri, iç bölgesinde daha güçlü bir pozitif elektrik yüküne sahip bulunuyordu.

Bir atom çekirdeğinin, elektronlarını, bir başka elementin atom çekirdeğinden daha büyük bir enerjiyle kendine bağlı tutması demek, çekirdeğin negatif elektrik yüklü Elektronları kendine bağlı tutabilecek kadar pozitif elektrik yükü sahibi olması demektir.

Her bir pozitif elektrik yükü birimine karşılık negatif yüklü bir elektron bulunduğunu kabul edersek, bir öncekine kıyasla bir sonraki her elementin Periyodik Tablo'da bir fazla elektrona sahip olduğu sonucu çıkıyordu. Bu durum karşısında Periyodik Tablo'yu en iyi düzenlemenin yolu, ilk element hidrojen'e bir pozitif yük birimi tanımak ve bir elektrona olduğunu kabul etmektir; ikinci element Helyum 2 pozitif yük birimi ve 2 elektrona sahiptir; üçüncü element Lityum 3 pozitif yüke ve 3 elektrona sahiptir; ve böylece Uranyum'a kadar çıkılabilir. Uranyum'un 92 elektronu ve 92 Protonu vardı. Böylece, elementlerin Atom Sayılan, atomlarındaki elektron sayısını temsil ediyordu.*

Sözünü ettığımız bu 2 pozitif yüklü 2 elektronlu, 3 pozitif yüklü 3 elektronlu ya da 92 pozitif yük ve 92 Elektronlu Helyum, lityum ya da Uranyum atomu, söz konusu atomların "Nötr" durumunu anlatmaktadır. Bunlardan elektron sökülmesi, elektron eklenmesi durumu olunca atom "Nötr" olmaktan çıkar.

Elektron anlaşılmadan Proton anlaşılamazdı...

Görüldüğü gibi Atomun yapısında hem Elektron hem Proton var. Biri atomun negatif yükü diğer ise pozitif yükünü ifade ediyor. Negatif yüklü Elektronların yaptıkları işler, Katod Tüpleri, X-ışınları vs. anlatılmasaydı Atom Çekirdeği'nin parçalanmasının anlamı kavranamazdı. Hele çekirdekte (Nucleus) Proton'dan başka bir de Nötron'un rolünün kavranması gerektiği düşünülürse.

Atomun Parçalanması diye halk arasında geçen kavramın içinde pozitif ya da negatif elektrik yüklü olmayan, fakat Atom Çekirdeğinin kütleli oluşturan Nötron'un anlaşılabilmesi muhakkak ve muhakkak MADDENİN ELEKTRİKSEL YAPISI'nı anlamaktan geçer.

Katod Tüpü'nü kavramak için elektrik bilmek gerekmektedir; Katod Tüpü içindeki elektronların devinimini bilmek için de elektronik bilmek gerekiyor. Bunların ardından RADYOAKTİVİTE konusuna bilgilerle mücehhez olarak adım atabileceğiz.

Katod Tüpü içindeki elektronlara negatif ya da pozitif elektrik yükleri vermek suretiyle yaptıkları işlerden biri, büyük bir süratle Anod önündeki bir metale çarptırılmalarıdır. Elektronların büyük bir hızla Anod önündeki metal diske çarpması bu metallerin X-ışınları yaymasını sağlamaktadır.

Bu X-ışınlarıdır ki ülkemizde "Röntgen filmi alınması" diye tanımlanan olguya imkân vermiştir. Ayrıca X-ışınları, insan vücuduna tutulur gibi, bazı metallere yönlendirilerek iç bozukluklarını saptamak için de kullanılabilir. Sanayide daha nice uygulamaları vardır. Hatta biyokimya alanındaki uygulamadan insan hücrelerinin yapısını anlamaya bile yararı dokunmuştur X-ışınlarının.

Fakat bunlardan da önemlisi, her metalin ayrı bir X-ışını ürettiğinden yola çıkan Moseley'in, anlattığımız şekilde, elementlerin Atom Sayısı'nı saptamada X-ışınlarını bir ölçüm birimi gibi kullanmakla sağladığı muhteşem yarardır. Bu sayede MADDENİN ATOMİK YAPISI'na ait teori büyük güç kazandıktan başka ELEKTRON-PROTON (atomun negatif ve pozitif elektrik zerrecikleri) sırrı çözülmüştür.

1915'e kadar bu muamma çözülememişti. Bu nedenle de bilginler Mendelevey, Newlands ve Chancourtols'dan başlayarak habire Peryodik Tablo'da elementlerin sıralanması ve sınıflandırılmasına çalışmışlardır. Onların 19.ncu yüzyıldaki çabalarıdır ki 20.nci yüzyılda Elementlerin kesin bir sıralamaya girmesine yardımcı olmuşlardır. Fakat Peryodik Tablo kesin bir Tablo olma düzeyine MADDENİN ATOMİK yapısının anlaşılmasıyla yükselmiştir. 1915 yılına dek Peryodik Tablo'da her bir Element'e ait yalnızca Atom Ağırlığı yer alıyordu. Bu tarihlerden sonra her bir Element'in Atom'undaki Proton Elektron sayısını ifade eden ATOM SAYISI yer almaya başladı.

Yüzyıl arasındaki fark...

19.ncu yüzyıl sonlarına doğru Mendelevey ve çağdaşları, elementleri, gösterdikleri davranış benzerliklerini göz önünde tutarak, birer "Element Aileleri" olarak gruplandırmaya çalışırken elementlerden bazılarının neden aynı gruba düşüklerini bilmedikleri gibi aralarındaki benzerliğin de nereden kaynaklandığını bilmiyorlardı. Sonuçta açık-seçik ve kolay bir açıklama bilim sahnesinde kendini gösterdi, ama, bu açıklama, önceleri kimya bilimiyle ilgisizmiş gibi görünen uzun bir dizi keşiflerden sonra ortaya çıktı.*

Dikkat ettinizse, Isaac Asimov, yukarıdaki ifadesinde iki önemli noktaya değiniyor. Bu iki önemli noktadan ikincisine değinelim önce: "önceleri kimya bilimiyle ilgisizmiş gibi görünen keşifler."

Gerçekten Katod Tüpü deneyleri, yüksek voltajlı elektrik akımıyla Katod'daki elektroddan Elektronlar sökmek, bu Elektronlar Anod'un önündeki metale büyük bir hızla çarptırılınca X-ışınlarının çıkması, Moseley'in çeşitli metallere Elektron çarptırarak her metalin kendine özgü X-ışınının ayrı ayrı dalgaboyu uzunluğunda radyasyon yayması ve bu ayrı dalgaboyunda radyasyonun, Atom'ların pozitif yükü farklarından ileri geldiğinin anlaşılıp her bir element atomunun değişik elektrik yükü taşıması, bunların tümü, her bir ELEMENT'in ayrı Atom SAYI'lı olduğunu ortaya koydu.

Her Elementin ayrı ATOM SAYI'lı oluşu, her bir elementin ayrı sayıda ELEKTRON'dan ve bu negatif yüklü ELEKTRON'ları kendine çeken pozitif yüklü PROTON'dan meydana geldiğini ortaya koydu.

Peki, bütün bu sonuçlar, kimyacıların dört gözle bekledikleri sonuçlar değil miydi?

Evet, dört gözle bekleddikleri sonuçlardı. Çünkü, sırayakoymaya ve bir PERİYODİK TABLO içinde toplamaya çalıştıkları ELEMENT'lerden her biri diğerinden farklı davranış gösteriyordu. Bu nedendi? 19.ncu yıl boyunca bunca kimyacının kimya deneyleriyle ortaya çıkarmak istedikleri sonuç, her elementin neden birbirinden farklı davranış gösterdiği idi. Kimyacılar 19.ncu yüzyıl boyunca molekülü atomdan ayırt etmeyi, molekülleri atomlara ayırmayı, bileşiklerli moleküllere ve yapıcı elementlere ayırmaya ve bunları birbirinden ayırt etmeye binbir deney ve meşakkatle çalışmışlardı. Şimdi ise 20.nci yüzyılın başlarında ELEKTRON'un Thomson tarafından keşfinden itibaren açılan yeni ufukta, ELEMENT'lerin birbirlerinden ELEKTRON ve PROTON sayıları esasına göre ayrıldığı -farklaştığı- ortaya çıkmıştı!

İşte "önceleri kimya bilimiyle ilgisizmiş gibi görünen keşifler" denen şey bundan ibarettir. Asimov'un "Uzun, bir dizli keşifler" dediği keşiflerin neler olduğunu da ELEKTRON'un keşfinden önce ve sonraki bilimsel gelişmeleri izleyerek saptamaya çalıştık. Bunlar ELEKTRİK ve ELEKTRON bölümlerinde anlatılmıştır.

19.ncu yüzyıl kimyacılarıyla fizikçilerinin görkemli çabalarına eklenen 20.nci yüzyıl bilgilerinin çabaları bugün önümüze "Neden'i "Nasıl"ı anlaşılan bir güzel PERİYODİK TABLO hazırlamış bulunmaktadır. Bu arada Modern Kimya'nın kurucusu Lavoisier gibi 18.nci yüzyıl ve MADDENİN TEORİK YAPISI yolunda ilk deney ve fikirlerini sunmuş olan Robert Boyle gibi 17.nci yüzyıl dehalarıyla araştırma arkadaşları da hatırla tutulmalıdır.

Elektron ve Foton ilişkileri...

ELEKTRON'ların neler kadir olduğunu, ne işler becerdiğini gördük. Radyolar-daki, televizyonlardaki, Röntgen makinalarındaki, bilgisayarlardaki ELEKTRON TÜPLERİ'ni saymak bile ELEKTRON'ların önemini anlatmaya yeter.

ELEKTRON TÜPLERİ'nin iş görmeleri için gerekli ELEKTRON'ların nereden, nasıl söküldüklerine çeşitli açıklamalar yaptık. Katod Tüpü'ne yüksek voltajlı elektrik uygulayarak Katod'daki elektrodan sökülen ELEKTRON'lara çeşitli işler yaptırılmaktadır.

Bir ara, kısa bir geçişle, bazı metal yüzeylerinden, ELEKTRON'ların güneş ışığının morötesi ışınları sayesinde sökülebildiklerine değindik. Peki, bu nasıl oluyor?

Işık dalgaları bir enerji kaynağı değil midir? Enerji kaynağı olan elektrik akımının Katod Tüpü'nde elektrodan (metal levha) ELEKTRONsökmesi gibi morötesi ışınlar da -taşıdıkları enerji oranında- bir metal levhadan ELEKTRON sökebilirler!

J.J. Thomson'un morötesi radyasyonun vurduğu bir metal levhadan çıkan elektrik yüklü zerreçiklerin KATOD IŞINLARI'ndan çıkan elektronlarla aynı olduğunu göstermesi en ikna edici buluşlarından biridir.*

Katod Işınları'nın negatif elektrik yüklü zerreçikler olduğunu keşfeden İngiliz bilgini J.J. Thomson'un Nobel fizik ödülü alması gibi mor-ötesi ışınların bir metal levhadan elektron söktüğünü çeşitli deneylerle saptayan Alman fizikçisi Philipp Leonard da Nobel Fizik ödülü aldı (1905 Nobel ödülü).

Alman fizikçisi Philipp Lenard, metallere vuran güneş ışığının metal yüzeyinden ELEKTRON sökmeye neden olduğunu saptadı. Bu olgu FOTO-ELEKTRİK OLARAK BİLİNİR. Lenard 1905 Nobel Fizik ödülünü bu buluşuyla aldı.*

FOTO-ELEKTRİK ETKİ, ışığın, bir metalden elektron söküp fırlatma becerisine verilen addır. İlk olarak J.J. Thomson tarafından fark edildi. Thomson, hava boşluğu içine yerleştirdiği bazı metallere ışık tutunca metal yüzeyinden fırlayan zerreçiklerin Katod Işınlarındaki zerreçiklerin elektrik yükü ve kütlesiyle aynı olduğunu gördü. Belirli bir frekansa sahip ışık, metalde bir elektrona vurunca, vuran foton (ışık tanecik) demektir) enerjisini elektrona aktarıp kaybolur. Foton'un aktardığı enerjinin bir bölümü, elektronu, metalde ait olduğu atomdan ayırmaya yarar; enerjinin geri kalan kısmı da elektrona bir hız vermeye yarar. Işığın frekansı büyükse fotoelektronun (vuran ışığın söküp ayırdığı elektrona verilen addır) hızı büyük olur. Oysa ışığın yoğunluğunu arttırmak (belirli bir alana belirli bir zaman biriminde düşen foton sayısı) elektronun hızını arttırmaz.*

Foto-Elektrik olgusunu üzerinde deneylere giren araştırmacılar, ışığın yoğunluğunu arttırmakla metalden sökülen elektronlara daha büyük hız veremeyince şaşıldılar. Buna karşılık ışığın dalgaboyu elektronların hızını etkiliyordu: örneğin, mavi ışığın söktüğü elektronlar yeşil ışığın söktüklerine kıyasla daha büyük bir hızla ayrılıyorlardı. Çok loş bir mavi ışık parlak bir yeşil ışıktan daha az elektron sökmeye rağmen loş mavi ışığın söktüğü elektronlar parlak yeşilin söktüklerine kıyasla daha süratli seyreliyorlardı. Öte yandan dalgaboyu büyük olan kırmızı ışık metallere elektron sökemedi.*

Mavi ışığın becerdiği bir işi acaba kırmızı ışık neden yapamıyordu? Foton'lar ne denli enerjili olurlarsa -ki ışığın kısa dalgaboylusu mavi, uzun dalgaboylusu kırmızıdan daha enerjili- elektronları o denli sökmeye uygundu ve sökülen elektronlara o denli fırlama süratli veriyordu.

Bu sorunun çözümünü Enstein "Kuantum Teorisini" ortaya koyan Planck'ın fikirlerine açıklık getirerek buldu. Metal yüzeyini terkedecek kadar yeterli enerji soğurabilmesi için, bir elektronun, asgari miktardaki bir enerji tarafından vurulması gerekir. Sezyum elementi gibi elektronları atom tarafından fazlaca sıkı bağlı tutulmayan bir metalden kırmızı ışık gibi (az enerjili) bir ışık bile elektron sökmeye yeter. Oysa elektronların sıkı sıkıya bağlı tutan elementlerin atomlarından elektron sökmek için mavi, hattâ mor-ötesi gereklidir.*

FOTO-ELEKTRİK ETKİ, ışık fotonlarının, elektrona, enerji transfer edebildiklerine dair ikna edici kanıt sağlamaktadır. Peki, bu sürecin tersi de mümkün müdür? Başka bir deyişle, harekete geçmiş bir ELEKTRON'un tüm ya da kısmi kinetik enerjisi (Hareket Enerjisi) bir FOTON'a dönüştürülebilir mi?*

Bu sorudan önceki konu, FOTON'lann (ışık taneciklerinin) bir metal yüzeyindeki ELEKTRON'a enerjisini aktarabilmesi bu enerji sayesinde bir ELEKTRON'u sökebilmesine dairdi. Şimdi ise, sorun hareket halindeki bir Elektron'un kinetik enerjisi (Hareket Enerjisi) bir FOTON'a çevrili çevrilemeyeceğine ilişkindir.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 504

* Foundations of Chemistry - Ernest R.Toon, George L.Ellis sayfa 170-171

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 505

Sorunun yanıtı şöyle: "Evet FOTO-ELEKTRİK etkininin tersi bir süreç mümkündür. Hatta, diyebiliriz ki bu süreç keşfedilmiş bulunmaktadır. Ama, bu keşif, ancak Planck'ın ve Einstein'ın açıklamalarıyla anlaşılabilmiştir."

1895 yılında, Wilhelm Röntgen, Würzburg'daki laboratuvarında bir tesadüf eseri olarak şunu gözlemişti: deneyler yaptığı Katod Tüpü'nün düğmesini açıp elektrik akımı verdiği her seferinde, tüp yakınlarındaki flöresan tuz sıvanmış bir ekran parıldamaktadır. Röntgen, Katod Tüpü içindeki ışınların, tüpün cam duvarlarını terk edip gidemeyeceğini biliyordu. Ama, buna rağmen flöresan, ekrana, bir çeşit görülmez radyasyon vuruyordu. Bu radyasyonun nüfuz etme gücü şiddetliydi. Katod Tüpü ile Ekran arasına kalın tahta, kalın cam, hattâ metal bile koyduğu halde ekran yine de parılıyordu. Röntgen, sonradan, bu ışınların insan vücudundan bile geçtiği bulgusuna vardı. Bu radyasyon, derinin altındaki kemiklerin resminin bir filme çıkmasını bile sağlıyordu. Bilinmeyen şeyler için Cebir problemlerinde kullanılan X harfini uygun bularak Röntgen, bu radyasyona X-ışınları adını verdi.

X-ışınları nereden çıkıyor? Hızlı Elektron'lar olan Katod Işınları'nın durduruldukları yerdel Hızla hareket eden Elektron'ların, aniden durdurulmasıyla mümkün olur. X-ışınları çıkarmak. Hızlı Elektron'lar ne denli stop ettirilebilirlerse, meydana gelen X-ışınlarında o denli güçlü olurlar. Bir X-ışını tüpü, hızlı bir elektron demeti salan ve bunları karşı uçta aniden stop ettirebilen bir Katod Tüpü'nden başka bir şey değildir. Genellikle stop ettirilen yer Katod Tüpü'ndeki Anod ucudur. Bir merminin ağaç tarafından durdurulmasına benzetebiliriz kabaca X-ışınları üretilişini. Nasıl ki mermi ağaç tarafından durdurulduğu yere gömülünce kinetik enerjisi ısıya dönüşmüş olur; aynı şekilde elektronlar da Anod'a gömülerek enerjisinin bir bölümünü X-ışını olarak verir.*

X-ışınları birer zerrecik midir yoksa elektromagnetik dalga mıdır diye tartışmalar 1895 yılından 1912 yılına kadar sürdü.

1912 yılında Max Laue ve öğrencileri X-ışınlarının, çok yüksek frekanslı elektromagnetik dalgalar olduğunu belirlediler. X-ışınları, morötesi ışıklardan daha yüksek frekanslıdır. Fakat radyoaktif madde çekirdeklerinden yayılan gamma ışınlarının frekansından daha düşüktür.*

Radyoaktif maddeden yayılan Alfa Zerrecikleri ile Beta Zerrecikleri zerrecik oldukları halde aynı kaynaktan yayılan gamma ışınları elektromagnetik radyasyondur.

X-ışınlarıyla daha ilk zamanlarda haşır-neşir olanlar bile Katod Tüpü'ne ya da X-ışını Tüpü'ne verilen elektrik akımı voltajı yükseltildikçe -ki, bunun anlamı Anod'a çarptırılıp stop ettirilecek Elektronların daha çok hızlandırılmasıdır- giderek daha çok nüfuz edici (girici) X-ışınları ürettiğinin farkındaydılar. Deneyler, çok nüfuz edici X-ışınlarının daha az nüfuz edicilere kıyasla yüksek frekanslı olduğunu ortaya koydu. Demek oluyordu ki, çarptırılan elektronlar, ne denli süratliyse meydana gelen X-ışınları o denli yüksek frekanslı oluyordu. Elektronlar demeti ne kadar yoğun

* Fundamentals of Physicals Science sayfa 264

sa meydana gelen X-ışınları demeti de o kadar yoğunlu; fakat yoğunluk X-ışınları-
nın enerjik olmasını sağlamıyordu. Çok sayıda fakat yavaş hareketli elektron çok
sayıda fakat düşük frekanslı X-ışınlarını yaratıyordu, ve az sayıda fakat hızlı elek-
tronlar ise az sayıda fakat yüksek frekanslı X-ışını yaratıyordu.*

Foto-Elektrik etkinin ne olduğunu hatırlayalım: ışık -güneş ışığı- tanecikleri olan
Foton'ların, enerjilerini, Elektron'lara aktarmaları ve onların aldıkları bu enerji nede-
niyle metalin yüzeyinden sökülüp hareket kazanmalarındır.

Acaba "X-ışınları Foto-Elektrik etkinin tersi bir süreçtir" derken ne kastediliyor?

Kastedilen şu: Foto Enerjisi, Elektron'un kinetik enerjisine (hareket enerjisi) dö-
nüştüğüne, bu kez, hareket kazanmış olan Elektron'un Kinetik Enerjisi bir Foto
Enerjisi'ne dönüşüyor. Başka bir deyişle, Elektronlar, Katod Tüpü'nde, Anod'daki
metale hızla çarpınca, çarpıştıkları elektron frekansı belirli frekansta "X-ışını Foton"u
çıkarmış oluyor.

Elektron'lara sek-sek oynatan yarı-iletkenler...

Kitabımızın okumakta olduğunuz 3.ncü Bölümünü oluşturan ELEKTRONİK'e
başlarken "Elektronik, elektron'ları çalıştırma sanatıdır" demiştik. Ve, elektronlara,
Katod Tüpü aracılığıyla modern dünyamızın vazgeçemeyeceği nice önemli işler
yaptırıldığını gördük.

Elektron Tüpü (diğer adı Katod Tüpü) bunca iş gördükten ve insanlığın işi ne böy-
lesine çeşitli alanlarda yaradıktan sonra, çağdaş insan, Elektron Tüpü'nün gördü-
ğü işi acaba daha küçük aygıtlara yaptırtamaz mıyız diye düşünmeye başladı. Elek-
tron tüpleri yarım metre, 25 cm. uzunluğunda olduğu için bunun küçüğünü nasıl ya-
pabiliriz diye araştırmacılar kafa yormaya koyuldular.

İkinci Dünya Savaşından sonra Amerika'da piyasaya çıkan ilk bilgisayarlar -buna
"piyasaya çıkan" değil "piyasaya çıkamayan" demek gerek, çünkü, çokbüyükler
kıymılatılamayacak kadar- bir büro odası büyüklüğündeydiler. Bunun nedeni Elek-
tron Tüpleri sayısının çokluğu, büyüklüğü ve ona ekli tamamlayıcı aygıtların da bir o
kadar büyük oluşudur.

Elektron Tüpleri'nin yerini "minyatür"leşme yoluyla, yani küçülmek suretiyle alan
aygıt TRANSİSTÖR'dur. Buna "aygıt" denebilir mi? Kibrit çöpünün başı büyüklü-
ğünde (küçüklüğünde) olan TRANSİSTÖR 1950'lerden itibaren ELEKTRONİK
TÜP'ün yaptığı işlerden birçoğunu devralmaya başladı. Örneğin, kocaman radyo-
lardan kurtulmamız TRANSİSTÖR sayesinde olduğu gibi, portatif (taşınabilir) hat-
tâ cebi taşıyabilir radyoların çalışması TRANSİSTÖR sayesinde mümkün olmuştur.

TRANSİSTÖR'un yapılımasını mümkün kılan da Yarı-iletken'lerdir. İletkenin ne
olduğunu biliyoruz. Kitabımızda birçok vesilelerle bakır, demir, gümüş, altın gibi
metallerin elektrik akımı ilettiklerini ve bu önemli işi atomlarında serbest kalabilen

* Fundamentas of Physical Science - K.Krauskopf, A.Beiser sayfa

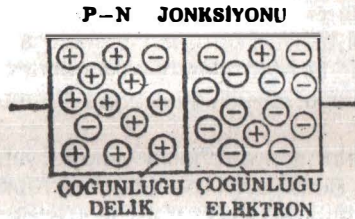
ELEKTRON'lar sayesinde yapabildiklerini gördük. ELEKTRON negatif elektrik yüklü atom zerreciği olduğundan verilen negatif bir elektrik akımı nedeniyle -negatifin negatifi itmesi sayesinde- ELEKTRON'ların kaçıştığını ve kaçıştıkları yönde doğan bir "Elektron deplasmanı" hareketinden elektrik akımının kablolar, teller, prizler, fişler boyunca iletildiğini kavradık.

Bir de elektrik akımını iletmeyen ve "Yalıtkan" dediğimiz cisimler ya da elementler var. Bunlar cam, kristal porselen gibi "camsı" maddelerdir. Bu maddelerin elektronlarını verilen elektrik akımı harekete geçiremez.

1940'larda bilim adamları ve araştırmacılar YALITKAN ile İLETKEN arası "bir şey" olan bazı elementlerle karşılaştılar.

Elektronik tüm aygıtların kalbi olan ELEKTRON TÜPÜ (Katod Tüpü'nün geliştirilmiş biçimleri) hantallığı nedeniyle küçük cihaz yapımı -minyatürleşme- yolunda bir köstek olmaya başlamıştı. Ve, tamamen tesadüf sonucu, sözünü ettiğimiz kösteği yok edecek bir gelişme oldu. 1940'larda ABD'nin Bell Telephone Laboratuvarlarında çalışan birkaç bilim adamı "yarı-iletken" denilen bazı cisimlerle ilgilenmeye başladılar. Silikon ve Germanyum gibi yarı-iletken maddeler elektrik akımını ne pek iyi geçirirler, ne de pek iyi geçirmezler. Pek az geçirirler. Bilim adamları acaba "bu neden böyle?" diye merak ettiler ve sorunun üstüne gittiler.*

İletkenler ile Yalıtkanlar arasında üçüncü bir grup cisim var: bunlar Yarı-iletkenler'dir. Ne tamamen yalıtkan ne de tamamen iletkendirler ve gösterdikleri elektriksel özellikleri çok garip olduğu kadar ilgi çekicidir. Bunlar arasında Silikon ve Germanyum vardır. Bu elementler sayesinde ki dünyaca ün yapmış ve dünyanın her yerinde kullanım alanı bulan TRANSİSTOR'lar yapılabilmektedir. Aynı zamanda, uzayda, uydulara elektrik enerjisi sağlayan güneş pilleri de, adını verdiğimiz elementler sayesinde yapılabilmektedir.*



Jonksiyonlu transistör ilkesi.

* Asimov's Guide to Science sayfa 595

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet sayfa 162

Silikon'un ve Germanyum'un yapıları incelendikte...

Silikon ve Germanyum gibi cisimlerin yarı-iletken oluşlarının sırları onların ATO-MİK YAPISI, yani atomlarının yapısında yatmaktadır.

Silikon ve Germanyum gibi elementler kristal cisimlerdir. Bunun anlamı, atomlarının, düzensiz değil düzenli biçimde dizilmiş olmasıdır. Bunu anlatmak için şöyle bir örnek verebiliriz: atomları değil de insanları düşünelim ve trafiğin kalabalık olduğu akşam ve sabah saatlerinde metroların halini göz önüne getirelim. İnsanlar, metrolara ya da trenlere bir düzen içinde değil rastgele ve karmakarışık yerleşmişlerdir. Bir de törenler dolayısıyla resmigeçit yapan asker ya da sivilleri düşünelim. Hepsinin arasında belirli bir mesafe vardır. Hem yandan, hem önden ve arkadan. Düzgün sıraya girip düzenli sütunlar meydana getirmişlerdir. Kristaldeki atomların yapısı da işte öyle bir düzen gösterir. Atomların bir ana şekle göre dizilişi hep aynı düzendedir.*

Silikon'un bu yapısı nedeniyle (Silikon örneğini vermемizin nedeni yeryüzünün % 25'lik bölümünün kum şeklinde Silikon'dan ibaret olması ve bolluğu nedeniyle yarı-iletken olarak Silikon'un tercih edilmesindendir) elektrik akımına kendini kaptıracak "serbest" elektronu yoktur. Silikon, bu özelliğini, yeryüzünde bulunduğu ham şeklinde değil "saf"laştırıldıktan sonra korur. Silikon, normal kum keşlinde, yani Silikon Dioksit olarak, doğada bulunur. Saflaştırılıp metal durumuna getirilerek TRANSİSTOR'larda kullanılır.

Doğada bol olmakla birlikte, bütün ustalık, Silikon'un "saf"laştırılmasındadır. Silikon temizlenip saflaştırıldıktan sonra, sözünü ettiğimiz "kristal"sı duruma gelir. Kristalsı durumda atomları çok düzgün bir dizilişe kavuştuğundan, elektrik akımına kendini kaptıracak "Serbest" elektron bulundurmaz. Silikon'un bu duruma gelmesi, yani "serbest" durumda elektron bulundurmaması nedeniyle kristalsı silikon hiç de "iletken" değildir; başka bir deyişle tam bir "yalıtkan"dır. Tıpkı Kristal gibi. Peki, nasıl yarı-iletken hale getirilir? "Doping" yapılarak.

Demek oluyor ki doğada kum şeklinde ve bol bulunan Silikon temizlenip kristalsı duruma getirilince "yalıtkan" bir madde oluyor; fakat TRANSİSTOR'da kullanılabilmesi için yani hafif iletken olabilmesi için "Doping" yapılıyor.

Şimdi Silikon'a yapılan "Doping"in niteliğini görelim. Bu "doping"den amacın elektronlara istenildiği gibi iş gördürülmesidir. Tüm bu işlemler Silikon atomlarının ELEKTRON'larına iş yaptırmaktır. İş görmesi için hazırlanan çalışma yeri de TRANSİSTOR'dur.

Yarı-iletken denen maddeler, insan hayalinin zor algılayabileceği bir temizlik ve hassasiyet koşulları içinde hazırlanırlar.*

Bilgisayar malzemesi imal edilen fabrikalarda, tıpkı hastanelere, hattâ ameliyathanelere giren doktorların bembeyaz gömlekler ve maskeler takmaları gibi bir giysi modeli uygulanmasını, sözü edilen özel "temizlik ve hassasiyet koşulları" gereğidir.

Peki, neden, böyle özenil bir hazırlıktan geçiriliyor Silikon ve Germanyum gibi Yarı-iletkenler? Tek amaç şu: TRANSİSTOR'larda iş görecek olan başroldeki "Elektron"a akış olanağı sağlamaktır.

Saf ve kristal durumundaki Silikon ve Germanyum, elektrik akımı geçirmedişine ve dolayısıyla "Elektron"larını hiç kıpırdatmadığına göre bu "Yalıtkanlar" nasıl "Yarı-iletken" hale getirilecekler? Bunun iki yolu var:

1- Isıtmak ve ısı etkisi altında bırakmak

2- Doping dediğimiz işlemle biraz "gayrı-saf"lık eklemek

Bir cismi ısıtmak o cisme enerji vermek demektir. Bu enerji, cismin -örneğin Silikon ya da Germanyum elementinin- atomlarını harekete geçirerek titreşim sağlayacaktır. Atomları, titreşim sırasında, enerjilerini hem atom çekirdeğine yakın iç kabuk elektronlarına hem de çekirdekten uzak dış kabuk elektronlarına aktarabilirler. İç elektronlar atom çekirdeğine bağlı olduklarından söz konusu olan dış kabuk elektronlarıdır. Isı, Silikon ya da Germanyum'un dış kabuk elektronlarını harekete geçirince bunlardan bazıları kristal düzeninden sıyrılarak "deplasman" yapabilirler. Elektron "deplasmanı" bu elementlere hafif iletkenlik vereceğinden bunlar, böylece, Yarı-iletken'lik kazanırlar.

Germanyum 25°C ısı derecesine ulaştığında, bakırın iletkenliğinin 10.000.000'da biri kadar iletkenlik kazanır. 80°C'de ise birazcık duyarlık kazanıp iletkenliğini hafif artırır.*

Görüldüğü gibi Silikon ve Germanyum gibi elementler, temizlenip saflaştırılarak kristalsı bir biçim aldıklarında esas itibariyle "Yalıtkan"dırlar. Fakat ısıtılınca bu "Yalıtkanlık" hafiften giderilip "Hafif iletken"leştirilirler.

Bu iki elementin yalıtkanlığını giderip hafif iletken hale getirilmesinde ikinci yöntem de son derece temiz ve saf hallerine hafiften bir "gayrı-saf"lık eklemektir. Böylece yarı-iletken duruma dönüştürülürler.

Neden tüm bu işlem zahmetlerine girilir? Çünkü, bu yarı-iletkenler sayesinde ELEKTRON'lara sek-sek oynatır gibi bir sirkülasyon sağlanır. Nerede hareket -elektron hareketi- orada bereket! Elektron'lara en çok hareket imkânı, yani iş yapma alanı açan toplumlar en ileri toplumlar durumundadırlar.

Nerede Elektron hareketi var, orada bereket var!

Bir iğne başı küçüklüğündeki yarı-iletkenlerin atomlarındaki elektronlara yani Silikon ve Germanyum elementlerine hafifçe arsenik, fosfor ya da bor, indium (bunlar gayrı-safılık oluşturuyor) eklemekle "hareket" kazandırılır. Elektron'lara hareket kazandırmak demek, elektrik akımı geçirebilmek demektir. Silikon ve Germanyum gibi yarı-iletkenlerin elektrik akımı geçirebilmesi ise TRANSİSTOR denen çok önemli mini-aygıtları oluştururlar. Ve Transistor'lar ayrıntılarını bu bölümde anlattığımız

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet sayfa 167

Katod Tüpü (Elektron Tüpü)nün yerini aldılar. Yerini aldılar derken, dikkatli olalım. Yarım metre, 25 santimetre büyüklüğündeki Elektron Tüplerinin yerine milimetrelilik TRANSISTOR'lar alıyor.

Katod Tüpü'nde (ya da Elektron Tüpü'nde) verilen yüksek voltajlı elektrik akımı sayesinde Katod'daki elektrodan büyük bir süratle ayrılan elektron'ların karşı uçtaki Anod'a pozitif elektrik yükleri tarafından çekilip büyük bir hızla çarptıklarını biliyoruz.

Acaba kibrit başından küçük ve milimetre kalınlığındaki Silikon ya da Germanyum metalllerinde elektron'lara hızla "deplasman" yaptırarak güç nedir?

Transistor'lar, bir kibrit çöpü başından büyük olmayan şeylerdir. Küçük radyolar-da, ısıtma cihazlarında, Geiger sayaçları, portatif televizyonlarda ve birçok bilgisayarda çeşitinde Elektron'tüpü'nün yerini almıştır. Transistorun çalışması büyük miktarda elektrik gücüne ihtiyaç gösteremez. Portatif bir radyoda kullanılan kalem piller bile yeterlidir transistorun elektrik ihtiyacını karşılamak için.*

Transistor sağlamlık açısından da Elektron tüpten avantajlıdır.

Transistorların elektronları harekete geçirmek için fazla ısı üretmesine de gerek bulunmadığından, tüpler kadar ısınmazlar. Bir transistor, yalnızca bir parça metal ve telden ibaret olduğundan, Elektron tüpü gibi "kırılacak eşya" arasına da girmemektedir.*

Transistorun ne olduğunu daha çabuk anlayabilmek için, hangi bölümlerden meydana geldiğini Elektron Tüpü ile kıyaslayarak açıklayalım.

Transistörü oluşturan parçaların adları Elektron Tüpü'nü oluşturan parçaların adlarından farklı olmakla birlikte aynı işi görürler.

Otomobil parkı Elektron parkı

Bir kibrit çöpü başından büyük olmayan ve birkaç milimetre kalınlığındaki bir Germanyum kristaline önce Arsenik katarak sonra da başka bir Germanyum kristaline Bor katarak (Arsenik de Bor da yarı-iletken Germanyum'a eklenen bir gayri-saf unsurdur) elektronların nasıl tahrik edildiğini görelim.

Söz konusu olguları kavrayabilmek için bir oto-parkı düşünelim. Oto-park iki katlıdır. Eğer giriş katı tamamen dolu ve bir tek otomobil yeri bile kalmamışsa, yukarı kat tamamen boş olsa da aşağı kattan yukarı otomobil "deplasman"ı yapılamaz. Trafik açısından her yer "bloke"dir. Yalıtılan cisimler de buna benzerler: eğer otomobil olarak düşüneneğimize elektron olarak düşünürsek sorunu. Fakat, bir otomobili tutup yukarı kata kaldırırsak ne olur? Alt katta bir "delik" açılmış olur. Bir otomobil parkedilecek bir "delik". Buna bir otomobillik "boşluk" diyebiliriz.*

Söz konusu otomobili bir vinçle kaldırdığımızı da düşünebiliriz.

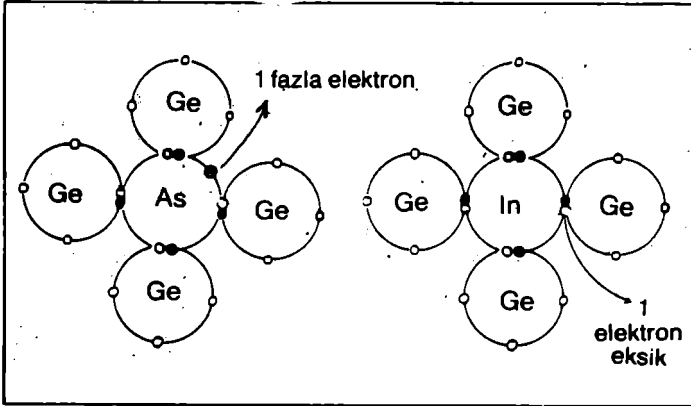
Yukarı kata kaldırılan tek otomobil yukarı katta serbest olarak dolaşabileceği gibi isteyen aşağı katta birer "yer değiştirme" yapılabilir. Örneğin otomobilini isteyen bir

* Electronics for Young People sayfa 29

müşterinin otomobili birinci katın orta yerindeyse, bir dizi otomobilin yan yana "deplase" edilmesi gerekir. Biz, buna, "delik deplasmanı" adı da verebiliriz. Ya da "boşluk akışı" diyebiliriz. İşte, oto-parkındaki bu "delik deplasmanı" söz konusu yarı-iletkenlerde vardır.*

Şimdi bu anlattığımız durumun "Elektron alışverişi" sayesinde nasıl gerçekleştiğini göreceğiz.

Bir saf Germanyum kristali alalım. Germanyum kristalinin her atomu, dış kabuğunda dört elektrona sahiptir ve kristalin normal atomlar ağında, dört elektrondan her biri, komşu bir Germanyum atomunun elektronları ile birer çift durumundadırlar. Böylece tüm elektronlar, istikrarlı bağlar içinde birer çift oluşturmuşlardır. Eğer bu dengeli Germanyum düzenine birazcık arsenik katarsak tablo epey karışır. Arsenik atomu, dış kabuğunda, beş elektrona sahiptir. Kristalde bir Germanyum atomunun yerini alan bir Arsenik atomunun beş elektronundan dördü komşu atomlarla çift oluşturur. Fakat, arsenik'in beşinci elektronu çift oluşturacak bir elektron bulamaz. Bu durumda beşinci elektron "boşta" kalır. Eğer kristale elektrik akımı verilirse "boştaki elektron" pozitif elektroda doğru gider. Gerçi, elektronlar bir iletken metalde dolaştıkları kadar serbest dolaşamaz ama yine de hiç "iletken" olmayan camdan ya da benzer bir yalıtkandan iyidir.*



Arsenik ekleyerek elde edilen yarı iletken malzemeye N-tipi ya-

Bir elektronun negatif elektrik yüklü olduğunu düşünürsek, yukarıdaki örnekte "boşta kalan" elektronun, uygulanan elektrik akımının etkisiyle, pozitif elektrik yüklü elektroda yollanması TRANSİSTÖR buluşunda önemli bir adımdır. Fakat TRON-SİSTÖR yapımında bir önemli adım daha atılmıştır. Şimdi de onu anlatacağız.

* L'Aventure de l'Electricite sayfa 167

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 448

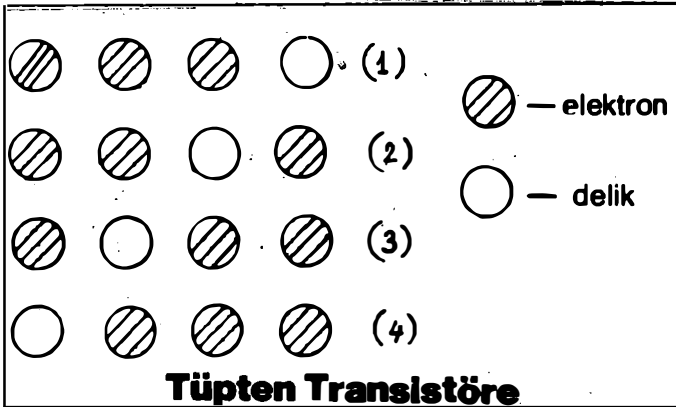
Dört elektronlu Germanyum'a bu kez beş değil de üç elektronlu Bor -ya da İndium elementi atomu- ekleyelim. Germanyum'a eklenen Arsenik beş elektronlu ydu. Bor ise üç elektronludur. (Bildiğimiz üzere Elektronik sözlüğünde yan-iletkene eklenen Arsenik, fosfor ya da Bor ve İndium gibi maddelere "gayrı-safılık"lar denir. Yani temizlenmiş ve çok saf duruma getirilmiş Germanyum ve Silikon kristallerinde elektronların harekete geçirilebilmesi için biraz "gayrı-safılık"lar eklemeye gerek duyulmaktadır.)

Bu durumda ne olacak?

Bor atomunun dış kabuğunda 3 Elektron var. Bu 3 Elektron'a karşılık Germanyum'un kristal biçimli atomunun 4 Elektron'u var. Germanyuma gayrı-safılık olarak Bor katıldığından ve Bor'un da 3 Elektron'u bulunduğundan her bir atomun 3'er elektronu birer "çift" durumunda oldukları halde Germanyum'un 4.ncü Elektron'u normal olarak bir başka Germanyum atomuyla birarada bulundurulduğu takdirde oluşturabileceği "çift"i oluşturamamaktadır.

Peki, Germanyum'un sözünü ettiğimiz 4.ncü Elektron'u ne yapacak? Onun serüveni daha değişik!

Bor atomuna komşu olmuş Germanyum atomunun 4.ncü Elektronuna ne mi olacak? O Elektron bir "delik"le "çift" oluşturacak. Burada "delik" sözcüğü kasten kullanılmıştır, çünkü bu yer, yani Germanyum atomu bir başka Germanyum atomuyla birarada bulunsaydı yanında bir "partner" bulundurabilecek olduğu yer bir "boş yer" davranışı göstermektedir. Bor katılmış kristale elektrik akımı verilirse, bir sonraki komşu elektron pozitif elektroda çekildiğinden o "deliği" dolduracak. Böyle yapmakla, elektron, ayıldığı yerde bir "delik" (boş yer) bırakmış oluyor ve pozitif elektroda uzaklık bakımından bir sonraki elektron da o deliğe gidip yerleşiyor.*



Yarıiletkenlerin keşfedilmesi elektronik alandaki gelişmelerde

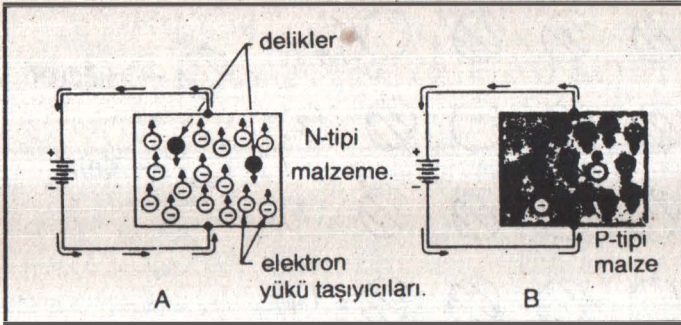
Anlattığımız bu sürecin müthiş bir hızla yer aldığını düşünecek olursak aslında böyle bir olguyla karşılaştığımızı fark ederiz: uyguladığımız elektrik akımı nedeniyle pozitif elektrod tarafından çekilen elektronlar "pozitif elektrod yönüne doğru deliği doldurmak üzere" hareket etmekle birlikte "Delik" diğer yöne doğru akmaktadır. Yani negatif elektroda doğru...!

Negatif elektroda doğru bir Elektron'muş gibi akan "Delik" bir elektrik akımı iletici si durumuna gelmiştir.

Anlattığımız cambazlığı Germanyum ile Bor elementlerine yaptırabilmek için bütün ustalık çok iyi saflaştırılmış Germanyum kristali yapımıyla buna gayri-safılık olarak katılan Bor miktarını çok iyi ayarlamaya bağlıdır.

Amaç neydi? Kocaman Elektron Tüpü yerine küçücük bir tüp yapmaktı. Katoduyla Anoduyla ve cam tüpüyle bir mini-tüp yapmaya, bir bilim-teknik minyatürleşmesine gitmeğe imkân yoktu. Bu nasıl yapılabilirdi? İşte! Bu sorunun yanıtını yarı-iletkenler verdi.

Kocaman tüp yerine birkaç milimetrelik bir Germanyum ya da Silikon kristalinde elektrik akımı geçirilebiliyordu. Asıl yapıları "yalıtkan"lığa uygun olmakla birlikte Germanyum ile Silikon'u kendi atomlarından bir elektron fazlalık Arsenik ya da bir elektron eksiklik bor atomu karıştırınca birkaç milimetre içinde milyarlarca atom elektronunu "Sek-Sek" oynatır gibi oynatıyorlardı. Elektronları harekete geçirmek demek "Elektrik akımı" geçirmek demektir. Çünkü elektrik ampulümüze ışık, fabrikalarımıza elektrik akımı ulaştıran, iletken iletkenlerin durumundan biliyoruz ki elektrik akımı demek bakır, demir gibi iletken cisimlerde elektronları hareket ettirmek, elektronlara "deplasman" yaptırmak demektir. Yarı-iletkenlerde aynı işlem küçücük alanlarda yaptırılıbiliyordu. Azıcık bir elektrik akımıyla bir iki voltluk bir elektrik basıncı yeterliydi. Bir küçük pilden verilen elektrik akımı bile TRANSİSTOR'ları çalıştırmaya yeterdi.



■ Yarı iletken malzemede elektrik akımı

TRANSİSTOR'un ELEKTRON TÜPÜ'ne kıyasla bir avantajı da küçük olması dolayısıyla "taşınabilir" (portatif olmasıydı. İşte TRANSİSTOR'un bu özelliği nedeniyedir ki portatif radyoların (cep radyoları) portatif televizyonların (henüz cebe girmiyor ama yine de kolaylıkla taşınabiliyor) yapımı mümkün olmuştur.

TRANSİSTOR'ların iyi çalışması için Germanyum ya da Silikon kristali hemen hemen mükemmel derecede bir "saf"lığa eriştirilmelidir ve içine de hassasiyetle uygun miktarda "gayri-saf"lık (Arsenik ya da Bor elementi gibi) katılmalıdır. Bir elektronu "boşta" dolaşan Germanyum-Arsenik Yarı-iletkeni N-tipi (Negatif'in N'si) adını alır. Germanyum-Boron Yarı-iletkeni ise dolaşan "delik" Pozitif elektrik yükü işlevi gördüğü için P-tipi adını alır. Şimdi yarı bölümü P-tipli yan bölümü de N-tipli bir Germanyum kristali hazırlayalım. Eğer N-tipi yanını bir negatif elektroda bağlar, P-tipi yanını da bir pozitif elektroda bağlarsak, N-tipi bölümündeki elektronlar kristali boyu boyunca aşarak Pozitif elektroda doğru akacaklardır. Oysa P-tipi bölümündeki delikler Negatif elektroda doğru kayacaklardır. Ve, işte, böylece kristal boyunca elektrik akımı geçecektir.*

Daha önce, Katod Tüpü'nü (Elektron Tüpü) anlatırken bu tüpün bir Alternatif Elektrik akımı kaynağına (örneğin şehir ceyyanını) anlatmıştık. Bu doğrultmaç türü aygıtların radyo lămbalarında gördüğümüz önemli işi de belirtmiştik. Şimdi, sizlere, tüple değil de TRANSİSTOR düzeneği ile bir Doğrultmaç elde edilişini anlatacağız.

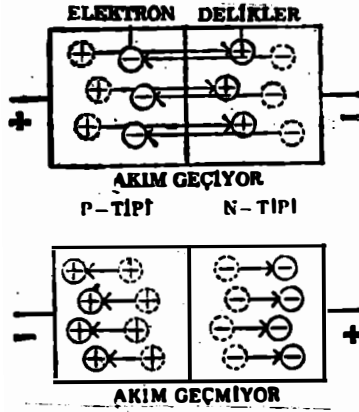
Yukanda, yarı bölümü P-tipli yarı bölümü de N-tipli bir Germanyum kristali hazırlayarak negatif ve pozitif elektrodla bağlamıştık ya? Şimdi, ters elektrodla bağlayınca durumun ne olacağını görelim.



Şimdi durumu tersine çevirelim ve N-tipi yanını pozitif elektroda ve P-tipi yanını negatif elektroda bağlayalım. Bu defa N-yanı elektronları pozitif elektroda doğru akacaklar -yani P-yanından uzaklaşacaklar- ve P-yanının delik'leri de N-yanından uzaklaşır durumda kayacaklardır. Bunun sonucu olarak N ile P yanlarının kavuştuğu yerdeki sınır bölgeleri serbest elektronlarını ve deliklerini yok edecekler. Bu, devredeki elektrik akımının durması yani akımın kesilmesi demektir. Kısacası, şimdi, bir doğrultmaç işlevi görecektir bir aygıt elde etmiş olduk.*

Bunun ne yaran var? Katod Tüpü sayesinde doğrultmaç elde edildiğinde bir bu yana bir o yana akan alternatif elektrik akımının ne işe yaradığını anlatmıştık. Şimdi de aynı sonucu, sözünü ettiğimiz Transistor düzeneği ile elde edilişine geçiyoruz.

Kısacası, şimdi, bir doğrultmaç işlevi gören bir düzeneğe kavuşmuş olduk. İki bölümlü Germanyum kristalini alternatif elektrik akımına bağlırsak, kristal akımı bir yöne doğru geçirecek fakat öbür yöne doğru geçirmeyecek. Bunun sonucu olarak, alternatif akım doğru akıma çevrilmiş olacak. Böylece bir kristal DİOD olmuş oluyor. Yani Elektron Tüpü'nün DİOD'u gibi.*



1950'lerden itibaren kullanılmaya başlayan ve 1960'larda geliştirilen Transistor'ların Elektron Tüpü'ne kıyasla avantajları olduğunu söylemiştik.

Kristal'ın Elektron Tüpü'ne kıyasla müthiş avantajları vardı: daha hafifti, daha küçüktü, daha sağlamdı, şoklara dayanıklıydı ve ısınması diye bir şey yoktu. Bütün bu özellikler Kristal Diod'a Elektron Tüplü Diod'a kıyasla daha uzun ömür tanıyordu. Yeni aygıtta ABD'nin Bell Laboratories araştırmacılarından John Robinson Pierce'in teklifi üzerine "TRANSİSTOR" adı verilmiştir. Bu sözcük "Transfer" ve "Resistor" sözcükleri karışımıdır. Çünkü bir resistörden bir akım transferi söz konusudur.*

Bell Laboratories araştırmacılarından William Shockley, Walter H. Brattain ve John Bardeen 1948 yılında bir "Amplifikatör" işlevi gören bir Transistor yaptılar. Bunu iki N-tipi ucu arasına ince bir P-tipi dilimi yerleştirilmiş bir Germanyum kristaliyle elde ettiler.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 599

Elektron Tüpü Triod'unun bir amplifikatör işlevi görmesi gibi yan-iletkenli Triod da aynen bir amplifikatör işlevi görüyordu. Shockley ve yardımcıları Brattain ile Bardeen yarı-iletken triod buluşu için 1956 Nobel fizik ödülünü aldılar.

Teorik olarak Transistor'lar iyi çalışırsa da pratikte etkili transistor yapımı yan-iletkenlerin son derece temiz ve saf olmalarını gerektirdiği gibi eklenen arsenik ve bor gibi "gayri-saf"lıkların miktarlarını büyük bir hassasiyetle katmaya bağlıdır.*

Transistor yapımında kullanılan malzeme bazen milimetrenin binde biri kalınlığında (inceliğinde!) katı cisimler kullanımı gerektirmektedir. Bu nedenle katı cismin yüzeyini ve bu yüzeye çok yakın katmanlardaki maddenin durumunu çok yakından ve hassasiyetle bilmek gerekir. Yüzeyi incelemek için baş vurulan aygıt mikroskoptur ya da, daha doğrusu, bir elektron-mikroskoptur.* Klasik ışık mikroskobu bir cismi ancak binlerce defa büyütebilirken elektronların hünerinden yararlanarak icat edilmiş olan elektron-mikroskop cisimleri yüzbinlerce, hattâ milyonlarca defa büyütebilmektedir. Bir atomun santimetrenin 100.000.000 da biri küçüklüğünde olduğu düşünülürse elektron-mikroskopun gerek insan hücresi gerekse atom incelemelerinde ne denli yararlı olduğu ortaya çıkar. Fakat elektron-mikroskop da iyi Transistor malzemesi hazırlamak için yeterli değildir.

Maddenin keşfi, yapısındaki kusurları bulup ortaya çıkarmak, söz konusu malzemeyi X-ışınlarına tutmakla mümkündür. Ayrıca elektron ışınları demetinin kınılması -difraksiyon- sayesinde malzemenin keşfi daha da derinleştirilebilmektedir. Katı cisim üzerine sevk edilen elektronlar, malzemenin içerlerine kadar nüfuz ettikten sonra geri gönderildiklerinden malzeme kalitesi hakkında çok iyi bilgi elde edilebilmektedir. Elektronların sevk edildiği madde bir iletken olabileceği gibi bir yalıtkan ve bir yan-iletken de olabilir. Böylece yüzeyin altındaki bölgelerin keşfi mümkün olmaktadır.*

Yan-iletkenlerin iyi olabilmesi için yapılması gereken yukarıda sıraladığımız işlemlerden başka malzemenin temiz ve saflaştırılmış olması da çok önemlidir. Yarı-iletkenin çok temiz ve saf duruma getirilmiş Germanyum ya da silikon unsurundan başka bunlara katılacak Arsenik ve Bor gibi "yan-saf"lıkların da tam gerektiği miktarda katılması da büyük önem taşır.

Son derece temiz ve saf malzeme hazırlanışı daha bundan birkaç yıl öncesine kadar kısıtlıydı. Hattâ on yıl öncesine kadar imkânsızdı denebilir. Fakat kimya ve fizik alanlarındaki öyle büyük gelişmeler gerçekleşti ki mutlak saflıkta malzeme hazırlanabildiği gibi tam istenildiği kadar ve pek küçük miktarlarda -bir nebze- gaynsaflık katmak da imkân dahiline girmiştir.*

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet sayfa 164

• " " " " " " " "

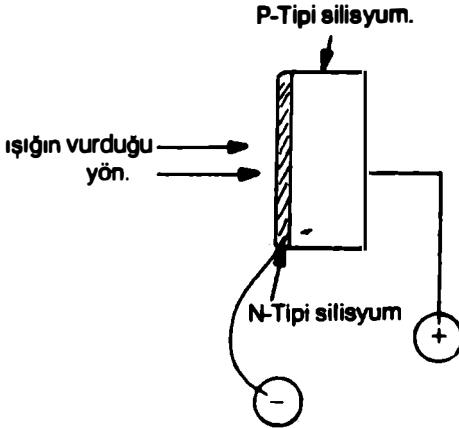
Transistor ya da Güneş Pili hep Elektron... Elektron!

Kıtabımızın 3.ncü Bölümü'nü Atom'un negatif elektrik yüklü, ELEKTRON'lârına ayırdık. Negatif elektrik yüklü ELEKTRON'lânın ne iş gördüğünü bilmeden ELEKTRON'lan atoma bağlı tutan atomdaki pozitif elektrikyüğü bilemezdik. Atom'un çekirdeğindeki PROTON pozitif elektrik yüklüdür. PROTON'un niye inceleyeceğiz? Çünkü, protonun da bulunduğu atom çekirdeği parçalandığında RAYDOAKTİVİTE konusuna gelinir.

ELEKTRON'a ayırdığımız 3.ncü bölümde Katod Tüpü aracılığıyla "iş gördürülen" elektronların ne denli önemli işlere yaradığını gördükten sonra Katod Tüpü -Elektron Tüpü-nün becerdiği işlerin birçoğunun küçük TRANSİSTOR'lar aracılığıyla nasıl başarıldığını da anlattık.

İster KATOD TÛPÛ (diğer adı da Elektron Tüpü) ister TRANSİSTOR olsun elektronların çalıştırılabilmesi için muhakkak elektrik akımı verilmesi gerekmiştir. Elektrik akımı kaynağı pil olabilir, Rymkhorff bobinini olabilir, şehir cereyanından sağlanan elektrik akımı olabilir.

Şimdi inceleyeceğimiz konuda ise baş rolde yine ELEKTRON olmakla birlikte elektronları harekete geçiren GÜNEŞ IŞIĞI'dır; bir pil, ya da voltaj bobini ya da şehir cereyanından verilen voltaj değildir. Konumuz GÜNEŞ IŞIĞI'nın doğrudan doğruya ELEKTRİK akımına çevrilmesidir. Buna Fotovoltalk Hücre (Photovoltaic Cell) ye biz güneş pili diyebiliriz. Çünkü güneş ışığı doğrudan elektrığe dönüştürülüyor.



■ Güneş enerjisinin elektrik akımına dönüşmesi

Photo-voltaic denilmesinin nedeni de ilk pili Volta'nın icat (1800) etmiş olmasından ötürüdür. Volta bakır ve çinko diskleri (küçük rondellalar) üst üste dizip aralarına da tuzlu suya batırılmış çuhadan rondellalar koyarak dünyadaki ilk elektrik akımını üretmişti -daha doğrusu- yaratmıştı.

GÜNEŞ PİLİ'nde de söz konusu olan bakır-çinko-asitli çuha değildir; Silikon ve Germanyum kristalleridir söz konusu olan. Ama sonuç benzerlik gösteriyor: elektrik akımı üretmek.

Volta, elektrik akımının ELEKTRON'ların harekete geçmesinde ileri geldiğini bilmeden öldü elbet. Çünkü elektrik akımının maddedeki elektronların harekete geçirilmesinden doğduğu görüşü 20.nci yüzyılda doğmuştur. 1897 yılında ELEKTRON'un keşfinden bu yana...

Güneş pilli'nde söz konusu olan malzeme, daha önce TRANSISTOR yapımı dolayısıyla gördüğümüz, özelliklerini incelediğimiz SİLİKON ve GERMANYUM elementlerinin saf haliyle bunlara "gayri-saf"lık olarak Arsenik ve Bor gibi maddeler katılmasıdır.

ELEKTRON'u Katod Tüpü içinde keşfeden İngiliz bilgini J.J. Thomson'un sonradan güneş ışığının morötesi ışınlarının da metal yüzeylerine vurunca metalden ELEKTRON sökebildiğini şaptadığını anlatmıştık. Demek oluyor ki güneş ışığının kısa dalgaboylu morötesi ışınları da metal yüzeyinden elektron sökebilecek enerjiye sahipti.

Işık, foton adı verilen taneciklerinin, metal yüzeye vurunca elektron sökmesi, 1950'lerde keşfedilen Yarı-İletken'lerin sırrının çözülmesi sayesinde Güneş Pili'nin icadına yol açtı.

Güneş ışığının doğrudan elektrik akımı ürettiği aygıtı Fotovoltaik Hücre ya da Güneş Pili diyoruz.

Güneş ışığını doğrudan elektrik akımına çevirmeyi ilk olarak 1839 yılında Antonle Becquerel düşünmüştü. Becquerel adı yabancımız değildir, çünkü, Antoine Becquerel'in torunu Henri Becquerel 1896 yılında Radyoaktif elementlerin ilkin keşfetmiştir. Radyoaktivite'yi dünyada ilk keşfeden Henri Becquerel'den daha önceki bölümlerde söz etmiştik.

Henri Becquerel'in babası Alexandre Edmond güneş ışığı spektrumunun (tayfının) fotoğrafını çekebilen ilk kişidir. Alexandre Becquerel, aynı zamanda, güneş ışığının morötesi ışınlarına tutulan bazı cisimlerin verebildiği ve "gözle görülür" ışık olan "fluor-ışın" sorunlarıyla da ilgilenmiştir. Bilindiği gibi bazı metaller, floresan özellikler taşımaları nedeniyle, güneşten aldıkları radyasyonu yansıtırlar.

Alexandre Becquerel'in torunu olan bilgin Henri Becquerel, potasyumüranil-sülfat adında bir bileşik üzerinde çalışmalar yaparken Radyoaktivite'yi keşfetmişti.

Güneş ışığının elektrik akımına dönüştürülebileceği görüşünü ilk olarak Alexandre Becquerel düşünmüştür. Onun bu yöndeki teorik görüşleri 20.nci yüzyıla girilince uygulama alanına intikal etmiş bulunuyordu.

İlk foto-voltak hücreler (güneş pilleri) Selenyum elementinden yapılmıştı. Günümüzde güneş ışığının elektrik akımına doğrudan dönüştürülmesinde elde edilen başarı, verimlilik açısından, % 14 olmasına karşılık 20.nci yüzyılın başlarında bu oran ancak % 1 idi.

Güneş ışığını doğrudan elektrik akımına çevirme tekniğinin 20.nci yüzyılın 3.ncü çeyreğinde gelişmesinin bir önemli nedeni Uzak'dır. Uzak'da, güvenilir, kaynağı tükenmez bir enerji kaynağı tükenmez bir enerji kaynağını Güneş oluşturur.

Foto-voltaik hücre ya da güneş pili kullanmak çok lüks bir iştir. Bir watt elektrik üretiminin maliyeti 1 TL. ise bunun güneş piliyle elde edilmesi 100 kat daha yüksektir. Ne var ki yeryüzü için pahalı olan maliyet uzak için ucuzdur. Çünkü uzayda güneş pilinden daha güvenilir ve kaynağı tükenmez olan başka bir elektrik akımı yoktur.

Uzakta fotovoltaik hücrelerden yararlanmada transistör çok yardımcı olmuştur. Transistör tekniğinin 1950'lerde hazır oluşu 1970'lerde uzakta güneş pili kullanımını hızlandırmıştır. Çünkü transistör yapımında kullanılan yarı-iletkenler güneş pili için de kullanıldığı gibi baş vurulan teknik de hemen hemen aynıdır.

Güneş Pili yarı-iletken teknolojisine dayanır

Foto-voltaik hücre ya da güneş-elektroli hücreleri bir yarı-iletken sayesinde gerçekleştirilen bir aygıttır. Genellikle güneş pilleri kristal haline getirilmiş saf Silikon'dan yapılır. Genellikle silikon doğada silikon dioksit şeklinde bir bileşik olarak bulunur. Bu bileşik, hepimizin bildiği kumdur. Silikon dioksit, redükleme süreciyle, saf metal haline getirilir.

Silikon temizlenip saflaştırıldıktan sonra kristal yapısı verilir. Böylece saf bir silikon kristalinde "serbest" bırakılmış hiç bir elektron yoktur. Bunun sonucu olarak da iyi bir iletken olamaz, elektrik akımını geçirmez. Kristalin kafesli geometrik yapısından elektronları sökebilmek, ancak büyük güç harcanmasına bağlıdır.

Güneş Pili gibi elektronik aygıtlarda silikonu "iş görür" hale getirmek için bir başka element katılır. Katılan bu "başka" elemente "gayrisaflık" (impurity) denir. Saf silikona gayrisaflık olarak Fosfor katılır. Bu işleme Silikon Doping'i de denir.

Silikon kristali imal edilirken çok az miktarda Fosfor eklenince, kristal yapıda belirli yerleri bulunmayan serbest elektronlara kavuşturulmuş olur. Bundan maksat serbestçe hareket edebilecek elektronlar bulundurmaktır. Bu serbest elektronlara negatif ya da N-tipi yük taşıyıcıları adı verilir. Fosfor dopingi yapılmış Silikon'a N-tipi silikon denir.

Transistör incelerken bir de P-tipi silikona (transistör'da söz konusu yarı iletken silikon değil germanyum idi) değinmiştik. P-tipi silikon nasıl oluyor? Şimdi de onu görelim.

Silikonu kristal haline getirdiğimiz sırada eğer fosfor katmayıp da bor katarsak tamamen değişik bir durumla karşılaşırız. Fosfor elementinin dış kabuktaki elektron sayısı silikonun elektron sayısından fazlaydı. Bu nedenle serbest elektron kalıyordu. Bor elementi ise silikonun elektron sayısından daha az elektrona sahiptir.

Bu durumda silikon kristaline bor eklersek serbest elektron kalmaz. Ya ne kalır?

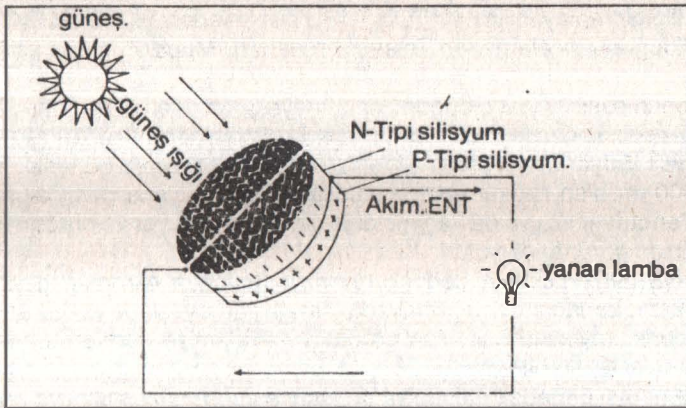
Aslında, şöyle bir durum çıkıyor: eğer silikon saf durumda bırakılmış olsaydı kristalinde elektron olacağı yerde şimdi boşluk bulunmaktadır. Bu boşluğa daha önce Transistor'u incelerken "Delik" demiştik. Güneş Pili'nin P-tipi yarı-iletkeninde de "delik" söz konusudur. Çünkü, bir eksik elektronlu bor elementi eklenmeseydi silikona, silikon kristalleri hep birbirinin aynı olacağından silikonun elektronları birer "çift" oluşturur durumda bulunacaklardı. Oysa silikon kristaline bir eksik elektronlu bor katılınca bir "delik" oluyor.

Transistor'da elektrik akımı veriliyordu, ve, bor-dopingli kristale, komşu elektronun pozitif elektroda doğru çekildiğini görmüştük. Pozitif elektrod tarafından çekilenelektron "delik" girince, deliğe giren elektronun yerine pozitif elektroda uzaklıkta bir ötede bulunan elektron gelip onun yerini alıyordu. Sonra da bu elektronun yerini bir başka elektron alıyordu. Elektronlar pozitif elektroda doğru kayıyor olmakla birlikte aslında "delik" negatif elektroda doğru akmış oluyordu müthiş bir süratle.

Güneş Pili'nde elbet Transistordaki gibi elektrik akımı verilen bir kaynaqsöz konusu değildi. Güneş Pili'nde ise böyle bir kaynak söz konusu değildir. Söz konusu olan, güneş ışığının vurduğu N-tipi ve P-tipi silikonların, ışığı, doğrudan elektrik akımına çevirmeleridir. Bu da doping'li silikonlarda "elektron"larına da "Delik"lerin hareket etmesiyle olur.

"Delik" akışı Güneş Pili'nde de söz konusudur. Şöyle ki kristal yapı-elektronlardan biri "deliği" dolduracak ve o deliği doldururken kendi ayrıldığı yerde bir "boşluk" (ya da delik) meydana gelecektir. O deliği de bir başka elektron dolduracak, ve, böylece delik akışı sürecektir.

Güneş Pili'ndeki delikler, kendilerinin birer elektronla doldurulmak suretiyle akması sırasında, her delik, ayrılan elektronun negatif yüküne karşı ve eşit pozitif yüke sahip bulunacaktır. Bu da pozitif ya da P-tipi silikon oluyor.



■ Güneş hücreleri sağladıkları elektrik akımı ile bir elektrik lambasını yakıyor

Güneş Pili ya da Foto-Voltaik pil, güneş ışığını doğrudan elektrik akımına dönüştüren bir aygıt olup 3 katmandan meydana gelir;

- 1- N-tipi silikon katı
- 2- P-tipi silikon katı
- 3- N ve P kavşağı

Güneş ışığındaki foton tanecikleri enerjiye sahip olduklarından yarı-iletken yüzeyine vurmaları bir "Elektron hareketi"ne yol açar.

Güneş Pili'nin milimetrenin yüzde birinden daha az incelikte olan N-katına vuran güneş ışığı diğer katlarda da hareketi yaratacak kadar nüfuz edebilir düzeneğe. P-N kavşağı N ve P bölümlerindeki negatif ve pozitif elektrik yüklerinin birbirini yok etmesine engel olmaya yaradığından N-silikonu negatif elektrik P-silikonu da pozitif elektrik yükü vererek elektrik akımının teller boyunca akışı başlar.

"Foto-voltaik hücre" adında Volta'yı anma olduğu muhakkak. Volta da çinko ve bakır elementlerini diskler halinde kesip ikiye ikiye dizmiş ve her element çifti arasına tuzlu suya batırılmış çuha yerleştirerek, bir bakıma "hiç yok"tan sürekli elektrik akımı yaratmıştı. Volta'dan 150 yıl sonra germanyum ve silikon gibi elementler arsenik ya da fosfor ve bor gibi elementlerle "doping" edilerek "yok"tan elektrik akımı var ediliyor

Televizyonun sırları Katod Tüpü ile foto-elektrik etkide gizlidir

Kitabımızın 3.ncü bölümü ELEKTRONİK, Katod Tüpü içinde geçti diyebiliriz. Bu da doğaldır, çünkü ELEKTRONİK, içinin havası boşaltılmış Katod Tüpünde (Vakumlu Tüp) elektronların hareketlerini inceleyen bilim dalı olarak nitelenebilir.

Kitabımızın yine 3. ncü bölümünde "Foto-Elektrik etki"yi inceledik, çünkü, güneş ışığının yeterince enerjili morötesi ışınlarının vurduğu metal yüzeylerden ELEKTRON sökmeye olgusu da ELEKTRONİK bilimine dahildir.

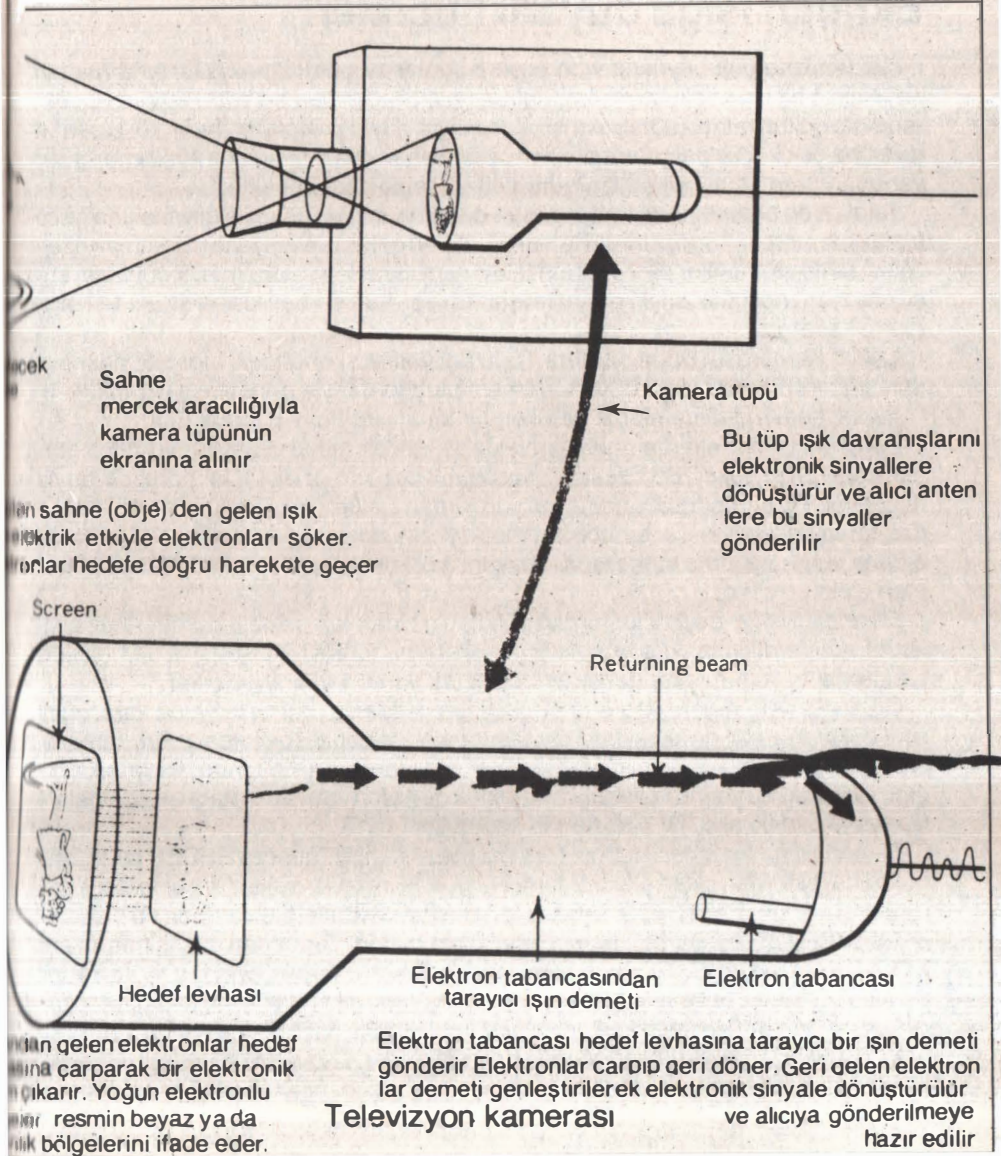
Yukarıdaki iki paragrafta amaçlanan bilgileri edindikten sonradır ki televizyonun nasıl icat edildiğini anlayabiliriz. KATOD TÜPÜ'nü bilmeden, FOTO-ELEKTRİK ETKİ'nin ne olduğunu incelemeyen Televizyon denen "Mucize" icadın kavranması güçtür.

Televizyonun nasıl bir icat olduğunu anlatmaya geçmeden önce şunu söylemek kesinlikle gerekli: bir nesneye ait insan zihninde oluşan görüntü gözümüze "yansıma ışık"la gelir. Şöyle ki, siz, 3 metre ötenizdeki bir arkadaşınızı güneşin, hızı saniyede 300.000 km. olan, ışığının arkadaşınızdan gözünüze yansımaya görebilirsiniz. Güneş arkadaşınıza ya da karşınızdaki bir cisme vuruyor ve oradan yansıdığı için gözünüzde görüntü oluyor.

Bu noktaya değinmemizin nedeni, televizyonumuzun ekranına gönderilmek üzere TRT kameramanlarının açık havada güneş ışığı sayesinde ya da kapalı yerde elektrik lambası sayesinde aldıkları görüntüyü evlerimize göndermeden önceki "çekim" sürecini anlatabilmeğdir.

Çekim kamerası önündeki nesne ya da insana vuran güneş ışığı ya da elektrik lambası ışığının yansımaya o nesneyi gözün görmesi gibi kameranın gözü de (mercek) görür. Bu durum fotoğraf makinaları için de aynen söz konusudur.

Olayın önce bu önemli yanını yansıtmakta yarar vardır. Çünkü, şekilde göreceğiniz üzere, her şeyden önce çekim kamerası önündeki nesne kamera merceğinde yansımış ışıkla görüntülenmektedir. Bu, henüz, işin başındaki temel unsurdur.



Gözdeki duyarlı hücreler Ekranın ışığa duyarlı hücreleri

Gözümüzde çok büyük sayıda duyarlı öğeler bulunmaktadır. Bunların her biri beynimize bir sinir dokusuyla bağlantılı olup algıladığı parıltıyı iletir. Televizyon ekranında, gözün retina (ağtabaka)sı yerine ışığa duyarlı bir plaka vardır. Bu plaka ya da levha çok küçük parçalara bölünmüştür. Işığa duyarlı bir küçük küçük parçalar, yansıyan ışığa ya da ışıksızlığa göre değişik tepki gösterecektir.*

Televizyon ekranlarında fosfor gibi ya da sezyum gibi, gelen ışığı yansıtma gücü fazla olan elementler kullanılır. Bunlar güneşten gelen radyasyonu yansıtmak özelliğine sahip elementler olduğundan televizyon ekranları yaklaşık 200.000 adet küçük sezyum noktacılarıyla donatılmıştır. Bu sezyum parçacıklarının çapı 1/2 milimetre kadardır.

Çekim Kamerası (Buna Kamera Tüpü adı veriliyor) önündeki mercek, nesneyi, anlattığımız biçimde ışığa duyarlı element parçacıklarıyla donatılmış ekrana verir. Şimdi, hemen hatırlamamız gereken bir kural var: Foto-Elektrik Etki.

Daha önceki kısımlarda anlattığımız üzere ışık bir metal yüzeyine vurunca oradan elektronlar söker. Bu kurala uygun olarak sezyum ya da fosfor parçacıklarıyla donatılmış ekrandaki nokta nokta sezyumlardan elektronlar sökülür. Çünkü, biliyoruz, foton adı verilen ışık tanecikleri metal yüzeyinden elektron söker. Burada da ekrana vuran ışık -foto tanecikleri- sezyum gibi çok duyarlı bir metal yüzeyden hemen elektron söker.

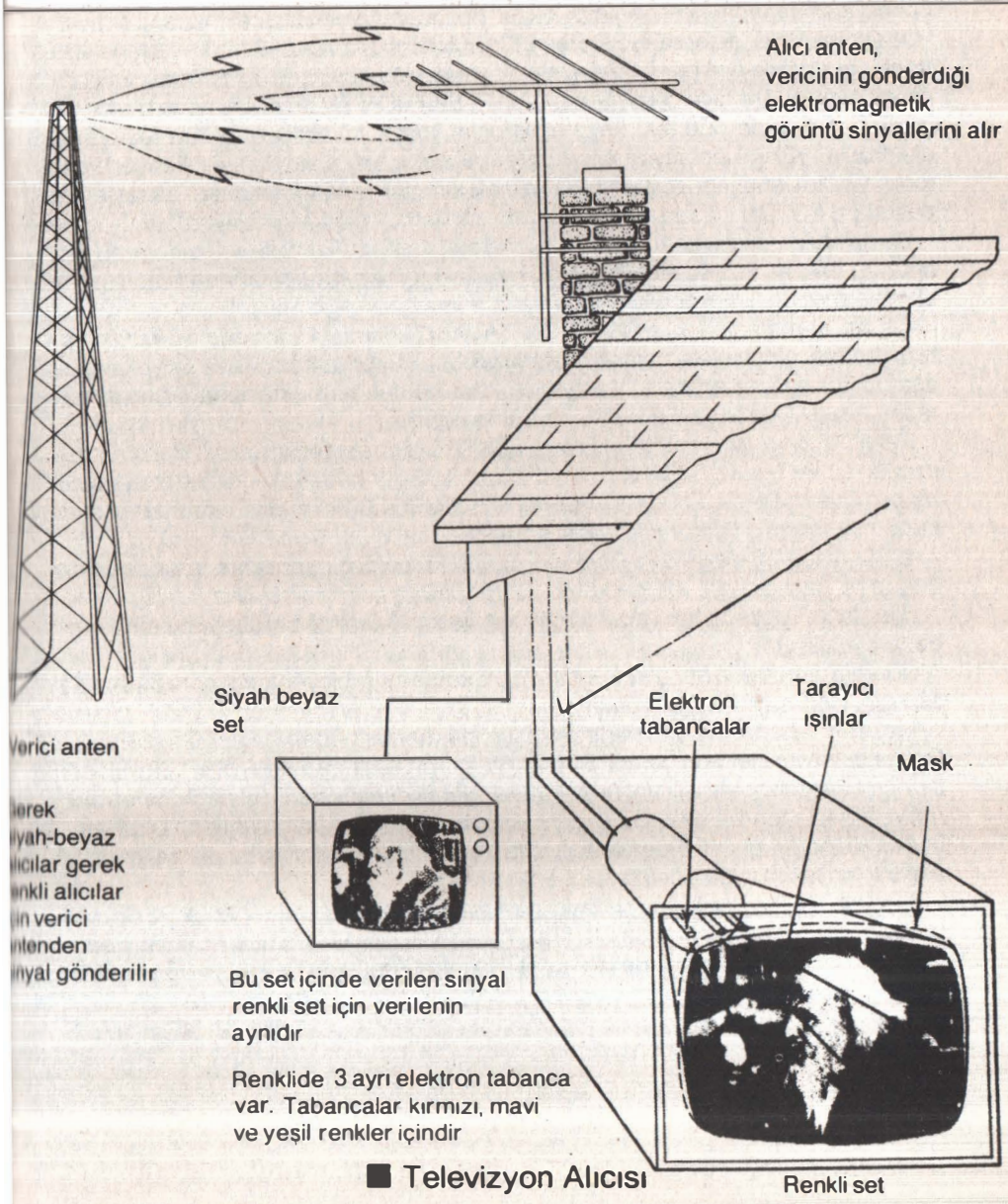
Ekrandaki ışığa-duyarlı fosfordan sökülen elektronlar, şekilde gördüğümüz gibi, hedef adı verdığımız yere yönelirler. Hedefte bir ELEKTRONİK RESİM oluşur. Elektronların yoğun vurduğu yerler beyaz, az vuran yerler koyu çıkar.*

Gözümüzdeki duyarlı öğelerin algıladıkları nesnenin parıltısını ya da karanlığını sinir dokuları aracılığıyla beynimize ulaştırmalarına benzer biçimde çekim kamerası ekranında da ışığa duyarlı metal hücreler, algıladıkları görüntünün ışık ve ışıksızlığını, sinir dokusu yerine kullandıkları elektrik devreleri ve elektromagnetik dalgalarla, evlerimizdeki alıcı TV cihazlarına iletmektedirler.

Ekrandaki fosfor küreciklerinin (1/2 milimetre küçüklüğünde) HEDEF dediğimiz bölümde fosfordan çıkan elektronlarla oluşturdukları ışıklı-ışsız duruma bağlı görüntüyü tarayan ELEKTRON TABANCASI fosfor küreciklerine vurunca ne olacağını bilgilerimize dayanarak tahmin edebiliriz: Katod Tüpünden bildiğimiz üzere ELEKTRON TABANCASI'ndan çıkıp gelen yüksek enerjili ELEKTRON'lar fosfor elementinin elektronlarını yüksek enerji düzeylerine çıkarırlar. Yine bildiğimiz üzere yüksek enerji düzeylerine çıkarılan elektronlar daha önceki alçak enerji düzeylerine düşerlerken belirli dalgaboyunda foton çıkarırlar. O zaman da fosforlu küreciklerinin ışıl ışıl parıldaması söz konusudur.

* L'Aventure de l'Electricite sayfa 154

* Foundation of Chemistry - Ernest R.Toon, George L.Ellis sayfa 185



Daha önce X-ışınları oluşumu sırasında görmüştük ki Katod Tüpü'nde katoddaki elektrodan sökülen elektronlar tüp içinde Anod'un önündeki bir metale büyük bir hızla çarpınca FOTON, yani ışık çıkarıyorlardı. Kitabımızın bu bölümünde daha önceki kısımlarında incelediğimiz X-ışını konusunu anımsayacak olursak televizyon ekranındaki fosfor küreciklerinin ELEKTRON TABANCASI'ndan gelen elektronlar nedeniyle pırıl pırıl ışıdayışını kolaylıkla anlayabiliriz. Çünkü Kamera Tüpüne yerleştirilen (şekilde gördüğünüz gibi) ELEKTRON TABANCASI'ndan hızla sevk edilen (saniyede 300.000 km.) elektronlar fosfor küreciklere vurup fosfordaki elektronları yüksek enerjiye kavuşturarak yüksek enerji düzeylerine çıkarıyor. Fosforun yüksek enerji düzeyine çıkartılan elektronlar, eski alçak enerji düzeylerine düşerken FOTON çıkarırlar ki bunun da ışık demek olduğunu biliyoruz.

Bu anlattıklarımızın henüz Çekim Kamerası (Kamera Tüpü) ile ilgili olduğunu göz önünde tutalım. Henüz görüntü evlerimizdeki televizyon odalarında bulunan TV ekranlarımıza iletilmiş değildir. Onu daha sonra göreceğiz.

Çekim Kamerasındaki ELEKTRON TABANCASI'ndan saniyede 300.000 km. hızla hedefe giden elektronlar hedefteki görüntüyü yanlamasına olarak yukarıdan aşağı yölesine hızlı tararlar ki "tarayıcı elektron demeti"nin nokta nokta (kürecik, kürecik) taradığı ekrandaki görüntü bir bütün olurverir.

Zaten "Televizyonu mümkün kılan ELEKTRON'un keşfedilmesidir" derken kasdedilen ELEKTRON TABANCASI'nın süratidir. Eğer hedefteki görüntü böylesine bir büyük süratle -ELEKTRON SÜRATİ saatte 300.000 km.dir. - taranamasaydı bugünkü gelişmiş televizyona ulaşılamazdı.

1931 yılında 30 çizgili televizyonun 15.000 küreciği bir saniyede taranabilirken bugün bir saniyede 24 milyon kürecik taranabiliyor.*

Elektronik Tabanca her yatay çizgiyi saniyenin 16.000'de biri kadar bir süre için de tarayabiliyor.*

Bilindiği gibi bugün her ülke kendine göre kabul ettiği bir yöntemle 625 ya da 525 gibi çizgi sayısı uygulamaktadır.

Elektron Tabancası'ndan hedefe ulaşan elektronlar hedeften geriye sıçratılırlar. Geriye sıçrayan elektron demeti Sinyal'i oluşturur. Kamera Tüpü'nden "Sinyal" adı altında çıkan, ilk başta ışık unsuruna dayalı olarak alınan resmin elektrik işareti olarak verilmesinden ibarettir. Işıklı her noktalann düştüğü elektrik slayları, verici tarafından elektromagnetik dalga aracılığıyla alıcı antenine gider ve bu defa alıcısında elektrik sinyalleri ışığa dönüşerek görüntü verir.

Kamera Tüpü'nün çıkışındaki levhadan elektrik sinyalleri tekrar teker ve düzenli olarak verilirken bir yandan da Elektron Tabancası hedefi taramasına devam ederek, yeni resimleri işlemeye devam eder. Kamera Tüpü'nden dışarı çıkan sinyaller

bir amplifikatöre gönderilerek orada güçlendirilirler ve verici'ye gönderilirler.*

Verici anten tarafından tıpkı normal radyo dalgaları gibi gönderilir. Şu farkla ki televizyon için frekanslar daha yüksektir. Televizyon frekansları yüksek ve dalgaboyları küçük olduğu için televizyon dalgalarını yaymak radyo dalgalarını yaymak kadar kolay değildir. Atmosferin belirli yükseklikteki ionosfer tabakalarından radyo dalgaları yansıtılabildiği halde televizyon dalgaları yansıtılamaz. Atmosferin yüksek katlarından yeryüzüne yansıtılamayan televizyon dalgaları düz hat üzerinden yayılırlar.*

Yerküremiz yuvarlak olduğundan düz hat üzerinden giden televizyon dalgaları Verici Merkez Anteninden birkaç yüz kilometre ötedeki alıcı antenler tarafından alınamaz. Onları yalar geçer. Aktarıcılara olan ihtiyaç bu yüzden. Uydular, televizyon dalgalarının yeryüzüne yansıtılmaları için anlattığımız nedenlerden ötürü vazgeçilmez unsurlardır. Uydu 36.000 km. yüksekten olduğundan televizyon dalgalarını yerkürenin çok büyük bölümünü kapsayacak şekilde dalgaları yayabilmektedir.

Televizyon sinyalinin taşıyan yüksek frekanslı dalgalar evinizdeki, büronuzdaki alıcı (Televizyon) cihazınızın anteni tarafından fark edilince yakalanırlar ve televizyon cihazınıza verilirler.

Alıcı cihazınızın en önemli bölümü Katod Tüpü'dür. Bu Katod ışını tüpünün boyun kısmında bir elektron tabancası vardır. Tüpün geniş bir alan gibi açılan bölümü ise floresan ekranıdır.

Elektronlar demeti, tabancadan çıkar, floresan ekranınızı tarar. Tıpkı Çekim Kamerası dediğimiz Kamera Tüpü'nün taraması gibi. Bu Elektron Demeti küçük elektrik yükleri olduğundan (tıpkı Kamera Tüpü'nün levhasından çıkan sinyal gibi) binlerce ışık noktaları ekranınızda bir resim oluşturmuş olur. Burada olan (yani alıcınızda) Kamera tüpünde olanın tersidir. Orada nesnenin ışığa dayalı açık-koyu renkleri elektrik darbelerine dönüştürülüyor. Burada ise elektrik darbeleri ışığa dönüştürülüyor.

Aslında tarayıcı demek ekranınıza, resmi, nokta nokta olarak çizer. Ne var ki elektron demeti öylesine hızlı tarar ve noktalar birbirine öylesine yaklaşıktır ki insan gözü bir "tüm" resim olarak görür.*

Bir de şu durum var: ekranınıza verilen resimler aslında hareket halinde değildirler, fakat insan gözünün aldanması sayesinde resimler hareketli gibi gözükür.

Saniyede 30 adet resmin verilebilmesi, durağan resimleri göze hareketli gibi gösterir.

Görüntünün gözdeki duyumu, yaklaşık olarak saniyenin beşte biri şüresince devam eder. İki resim arasındaki gönderilme süresi çok kısa olduğu için, göz, resimleri art arda ve sürekliymiş gibi algılar. Gözlerin ve beynin bir önceki görüntüyü bir sonraki görüne dek bellekte tutması özelliği, görmenin sürekliliğini sağlar.

Televizyonun ne olduğunu anlattıktan sonra şimdi de ne olmadığını kısaca anlatalım.

* Electronics for Young People sayfa 122

• " " " " sayfa 123

* Foundations of Chemistry sayfa 187

Televizyon çekim kamerası (Buna Kamera tüpü denildiği gibi Ortikon da denir) dıştan bir sinema kamerası gibi gözüküyor ama televizyondaki çekim kamerası film kullanmaz. Görüntü bir filme kaydedileceği yerde görüntü kameraya girer ve elektrik darbelerine dönüştürülür. Sonra, verici tarafından sizin evdeki cihazlarınızın antenlerine doğru aktarılır. Sizin cihazlarınızda elektrik darbeleri yeniden ışığa dönüşür ve resim görünür.*

Kitabımızın Elektronik Bölümünde televizyon konusuna yer ayırmamızın iki amacı vardı. Bunlardan biri ELEKTRON'ların bu "mucize" icatta da ne önemli rol oynadığını göstermekti. İkincisi ve daha önemlisi KATOD TÜPÜ nedir, nasıl çalışır bilinmeden Televizyon Kamera Tüpü ile Alıcı Televizyon cihazının nasıl çalıştığının anlaşılamayacağıdır.

Katod Tüpü konusunu incelerken tüpün katod bölümündeki elektrodan (metal levha) nasıl ELEKTRON söküldüğünü gördükten sonra güneş ışığının bir hayli enerjili morötesi ışınların da metal yüzeylerden ELEKTRON söktüğünü öğrenmek kolaylaşmıştı. Buna da Foto-Elektrik Etki denildiğini görmüştük.

KATOD TÜPÜ ile FOTO-ELEKTRİK ETKİ'nin ne olduğunu bildikten sonra TELEVİZYON MUCİZESİ ancak anlaşılabilir.

"Gizli Göz"ü yöneten ELEKTRON...

Güneş Pili (Fotovoltaik hücre)nin güneş ışığını doğrudan elektrik akımına çevirmeye yarayan bir küçücük aygıt olduğunu gördük.

Foto-voltaik hücre yerine bazen kısaca foto-hücresi (Photo-cell) adı da veriliyor. Bunun nedeni, gördüğü ışığı hemen elektriğe çevirmesindendir. Bu aygıtın bir kibrit çöpü başından küçük Silikon yongalardan meydana geldiğini de biliyoruz. Silikon kristallerinin doğada bolca bulunan kumun temizlenip saflaştırılmasından ibaret olduğunu hatırlıyoruz.

Şimdi de, sizlere, bir evin alarm sisteminde iş gören ya da su içmek için ağzını musluğa dayayan birini görünce birden akmaya başlayan muslukları çalıştıran "Gizli Göz"ün sırlarını dile getirelim.

"Gizli Göz"ü çalıştıran yine ELEKTRON! Her yerde ELEKTRON!

"Gizli Göz"e verilen ad "Photo-tube": IŞIK TÜPÜ.

Nasıl ki ELEKTRON TÜPÜ varsa şimdi de IŞIK TÜPÜ ile karşılaşacağız. Ama, dikkat edin, bu IŞIK TÜPÜ ile farkında olmadan rastlaştığınızda size bir büyük kuruluşun giriş kapısını "otomatikman" açıyor. Sizi gören "GİZLİ GÖZ" kapıyı açveriyor. Fakat bu Gizli Göz'dür ki evimize, müessesemize, bankamıza gizlice giren hırsız da haber veriyor ve harekete geçen ELEKTRON'lar başlıyor "otomatikman" zilleri çalmaya.

IŞIK TÜPÜ (Photo-tube) GÜNEŞ PİLİ (Photo-cell) ile teyze çocukları olarak niteleniyor. Bu kitapta Elektronik konusunda alıntılar yaptığımız Amerikalı yazar Jeanne Bendick'in ELECTRONICS FOR YOUNG PEOPLE kitabında Photo-tube ile Photo-cell kardeş çocukları kabul ediliyor.

Yukarıdaki benzetme yerindedir, çünkü biri (Photo-cell) güneş ışığını görür görmez üzerindeki ELEKTRON HAREKET'lenmesi sayesinde elektrik akımına çeviriyor. Photo-cell'in (Işık hücresi) yaptığı bu işe benzer bir iş yapıyor Photo-tube (Işık tüpü); ışığı elektrik akımına çeviriyor.

Şimdi Photo-tube'un (Işık Tüpü ya da Gizli Göz) nasıl çalıştığını görelim.

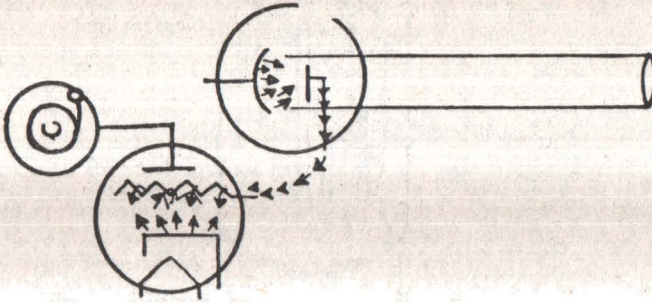
Katod Tüpü'nü hatırlıyoruz değil mi? Hatırlamamamız olanaksız! Çünkü ELEKTRONİK'de başrolde olan bu tüptür demek bile gereksiz. Çünkü ELEKTRON bu tüp içinde keşfedildi ve ELEKTRONİK bu boşluk (Vakum) Tüpünde doğdu.

Evet, Katod Tüpü'nü gözümüzün önüne getirelim. Işık Tüpü'nün farkı Katod'daki elektroddan (metal levha) elektron sökmek için elektrik akımına ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu işi ışık yapıyor. Neden ışık diyoruz da güneş ışığı demiyoruz? Çünkü, hırsız, bir eve yalnız gündüz değil gece de girebileceğinden onun üstüne tutulan ışık gözle görülmeyen bir gece ışığı da olabilir.

Hırsızın geçeceği, ayak basacağı yerde ışık olursa bunu fark etmez mi? Gözün fark edebildiği ışık olursa elbet fark eder ve hırsız ışık olan yerden geçmez. Anlattığımız bu nedenlerle morötesi ışın kullanılır. Bildiğimiz gibi morötesi ışın insanoğlu tarafından suni olarak üretilebiliyor.

Şimdi Foto-Tüp (Gizli Göz) ün nasıl çalıştığını anlatma sırası geldi.

Kapının konuğa nerede açılacağı bellidir. Otomatik olarak konuğa açılmasını istediğiniz kapı eşiğine doğru yöneltilir ışık tüpü. Sebil bir musluğa gelecek kişinin de, musluğa nerede yamanacağı bellidir. Buna benzer biçimde hırsızın da geçmesi muhtemel bir geçiş yerine ya da merdivenlere pencereye doğru yöneltilmiş bir "Gizli Göz" (Işık Tüpü) yerleştirilir.



Işık Fototüp'ün Katod'u üzerine düşüyor ve Elektron'lar Anod'a sığıyorlar; ızgara negatif yüklü bulunduruldukcâ levhaya hiç elektron gidemeyeceğinden zil çalmaz.

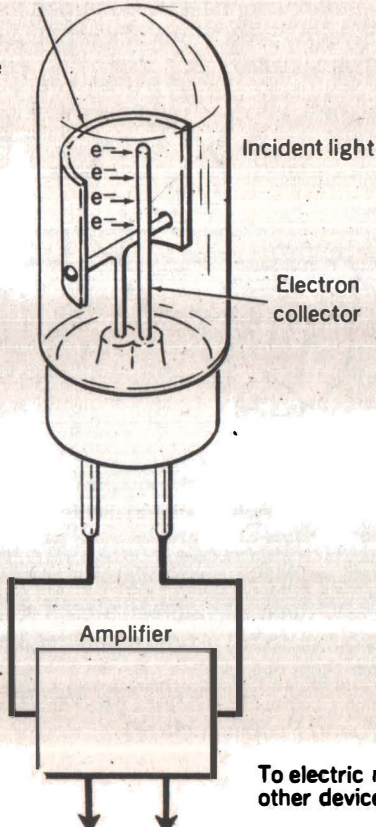
İşin tuhaf tarafı, foto-tüplerin çoğunun, tüpten yöneltilen ışığın (gözle görülür olmayan morötesi ışığın örneğin) aktığı zaman değil de kesildiği zaman görmesidir. Görme şöyle oluyor Gizli Gözde.*

Katod'a düşen ışık (gündüz güneş ışığı olabilir gece de morötesi ışın) katod'un elektrodundan elektronlar söker. Katod Tüpünde olduğugibi Katod'dan çıkan elektronlar anod'a doğru gider. Işık Tüpü'ne bağlantılı bir "asistan" tüp daha vardır. Işık Tüpü'nün katodundan (buna soğuk katod adı verilir çünkü Katod Tüpünde olduğu gibi katoddan elektronları sökmek için ne elektrik akımı verilir ne de ısıtılır metal elektrod) sökülen elektronlar anod elektroduna gittikten sonra buradan da "asistan" tüpe gönderilir (şekilde gördüğünüz gibi). Asistan tüpte bir ızgara var Bu ızgarının elektronları bir "Trafik Polisi" gibi yerli yerinde tutabildiğini biliyoruz.

Ne zaman ki bir müşteri, bir sebil su talibi ya da bir hırsız foto-tüp ile foto-tüpe ışık veren kaynak arasından geçerse işte o zaman foto-tüp katodunda elektron üretimi durur. Durur, çünkü, katod elektrodunda elektronları söken tüpe dışarıdan vuran güneş ışığı ya da morötesi ışıdır. Hırsız, geçişiyle, ışığı kesince elektron üretimi birden durur. Işık kesilince foto-tüpteki akım da durur. Akım durunca "Asistan" tüpe akan elektronlar da akışı durdurur, ve asistan tüpün ızgarasına elektron ikmali yapılamaz. Bu durumda asistan tüpün katodundan gelen elektronlar ızgarayı serbestçe geçebilirler ve elektrik devresi tamamlanmış olur. Tamamlanınca asistانتüpe bağlı bir kol zili çalar.

Böylece katoddaki elektrodundan elektronları elektrik akımı vererek değil de ışık aracılığıyla söken foto-tüp (Gizli Göz) denen aygıtların hünerlerinin sırrını da çözmüş olduk. Tüm hüner Elektron'larda!

with Cs, Rb, or a
compound of these
elements



Atom'un Elektron- lar Bölgesi'nden ayrılıp Çekirdeği'ne yol alıyoruz...

Kimyasal reaksiyonlarda ATOMLAR muhafaza olunur.*

Yukarıdaki bu cümle, kitabımızın şu sayfasından itibaren yeni bir sınır bölgesine vardığımızı anlatmaya yeter.

"Kimyasal reaksiyonlarda ATOMLAR muhafaza olunur" demek "Başka tür reaksiyonlarda ATOMLAR muhafaza olunmaz" anlamındadır. Neymiş acaba bu tür reaksiyonlar?

İşte geldik "NÜKLEER REAKSİYON" sorununa. Hepimizin bildiği NÜKLEER REAKTÖR nedir? "Nükleer Reaksiyon" türünde reaksiyonların yer aldığı bir santraldir. Ve, bu santraldeki nükleer reaksiyon süreçlerinden ELEKTRİK elde edildiğinden bunlara NÜKLEER ELEKTRİK SANTRALLERİ adı veriliyor.

Şimdi, bu bölümün yukarıdaki ilk satırını yeniden gözden geçirecek olursak bu cümleyi şöyle açıklayabiliriz... Kimyasal reaksiyonlarda ATOMLAR muhafaza olunur, çünkü, bir Oksijen atomu ile iki Hidrojen atomunu reaksiyona sokarsanız, bundan, bir su (H_2O) molekülü elde edilir. Bildiğimiz gibi bu kimyasal reaksiyonu 1800'lerin başında Fransız bilgini Gay-Lussac yapmıştı. Yüksek ısı derecesinde reaksiyona soktuğu bir oksijen atomu ile iki Hidrojen atomundan (yani bir Hidrojen molekülü olan H_2) bir su buharı molekülü elde etmişti. Su buharı da yoğunlaştınca su olur.

Su bir bileşiktir. Bileşikte, bu bileşiği meydana getiren bileşenler -oksijen elementi ile hidrojen elementi atomları- MUHAFAZA OLUNMUŞLARDIR Muhafaza olunmuşlardır, çünkü, suya elektrik akımı vererek elektrolizini yaparsak bir H_2O (su) molekülü yeniden Hidrojen gazı ile Oksijen gazı durumuna geçerler.

Söz konusu Oksijen atomları ELEKTRONLARI ile PROTONLARI ile MUHAFAZA OLUNMUŞLARDIR. Başka bir deyişle "Atomuna bir şey olmamıştır!". Atomlar gidip molekül olmuşlar; sonra da moleküller ayrışıp yine atom hallerini almışlardır.

Peki 20.nci yüzyılın ortalarındaki "ATOMUN PARÇALANMASI" olgusundan sonra yine diyebilir miyiz "Atomuna hiç bir şey olmamıştır!" diye... Diyemeyiz, çünkü, parçalanan Uranyum Atomu, artık, Uranyum Atomu olmaktan çıkmıştır. Baryum ve Kripton elementlerine bölünmüştür Uranyum Atomu! Başka bir deyişle "NÜKLEER REAKSİYONDA ATOMLAR muhafaza olunamamışlar" dır.

Sanırım, bu bölümün ilk cümlesi olan "Kimyasal reaksiyonlarda ATOMLAR muhafaza olunur" sözlerinden ne anlamamız gerektiği açıkça anlaşılmıştır.

* Chemistry, An Experimental Science - George C.Pimentel sayfa 41

Demek ki aşmak üzere vardığımız sınır bölgesini şöyle tanıtabiliriz: KİMYASAL REAKSİYON'lardan NÜKLEER REAKSİYON'lara geçmek üzere bir sınıra ulaşmış bulunuyoruz.

İnsanoğlunun bu sınırın nasıl bulunduğunu, kitabımızın bundan önceki bölümlerinde gördük. 19.ncü yüzyıl boyunca kimyacılar atomlar ve moleküllerle deneyler yaparak bileşikler üzerinde çalıştılar.

Elementleri belirleyen ögenin ATOM olduğunu, her elementin kendine özgü atomdan meydana geldiğini saptadılar. Her elementin atom ağırlığının değişik olduğunu da GAZ'lardan hareket ederek buldular. Şöyle ki Avogadro'nun 1820'lerde ortaya attığı ve 1860'larda öğrencisi Cannizzaro aracılığıyla ancak aydınlanan "Eşit hacimli gazlarda eşit sayıda molekül vardır" formülüne dayanarak eşit hacimli gazların ağırlık farkından atom ağırlıklarına ulaştılar. Buradan hareketle de Oksijen ya da Hidrojen gazının atom ağırlığını temel alarak diğer elementlerin atom ağırlığını bulmaya çalıştılar. Bu konuda yine Cannizzaro'nun anlattığımız yöntemle Karbon'un atom ağırlığını 19.ncü yüzyıl ortalarında belirlemesi önemlidir.

PERYODİK TABLO'daki* 105 elementin herbirinin altında yazılı atom ağırlıklarına karşılık üstte yazılı ATOM SAYISI 20.nci yüzyılın ürünüdür. Her elementin ATOM SAYISI'nın nasıl bulunduğunu da ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde anlatmaya çalıştık.

19.ncü yüzyıl boyunca kimyacılar ve kimya bilgileri KİMYASAL REAKSİYONA dayanan deneyleri sırasında moleküllerle, atomlarla çok çalışmalar yaptılar fakat "ATOM VAR"dır diye bir kanıt ortaya koyamadılar.

"Atomun Varlığına İnanıyoruz"

Kitabımızda sözünü ettiğimiz ve alıntılar yaptığımız Amerika'da okutulan kimya ders kitaplarından Chemistry, An Experimental Science'ın 14.ncü bölümü, diğer bölümlerinde olduğu gibi, ünlü bir bilim adamının bir deyişi ile başlıyor.

Ünlü çağdaş bilimlerden Hans Reichenbach'ın özdeyişi şöyle: "Dalton zamanından bu yana, ATOM'un tarihi, bir zafer yürüyüşü olarak gelişmiştir. Gözlenen ölçümlerin yorumlanmasında ne zaman ATOM KAVRAMI'na başvurulsa her defasında pırıl pıl açıklamalar sağlanmıştır; bütün bunları birleştirirsek bu başarıların tümü, ATOM'un VARLIĞI konusunda bir kanıt oluşturur.""

Adını verdiğim Amerikan kitabının aktardığım Reichenbach'a ait özdeyişi 14.ncü bölümün başında bulunuyor. Ve, 14.ncü bölümün konusu şöyle ifade ediliyor: "ATOMLARA NEDEN İNANIYORUZ?""

Şimdi de "Atomlara neden inanıldığını" görelim...

Atomik Teori'nin varlığı konusunda ikna edici destek kimyasal deneylerden sağlanmış bulunuyorsa da "doğrudan doğruya görme"ye yakın kanıt çağrıştıran başka deneyler de var. Sözünü ettiğimiz bu "başka deneyler" atomun yapısına ait daha ayrıntılı kavrayış sağlamaktadır."

* PERYODİK TABLO için Bkz. kitabın son sayfaları

* Chemistry, An Experimental Science sayfa 233

* " " " " " sayfa 239

* " " " " " " sayfa 237

“Beni görmek demek kendimi görmek değildir” imza: ATOM

Adını verdiğimiz Amerikan kitabı CHEMİSTRY-AN EXPERIMENTAL SCIENCE “Elektronları Görmek” başlıklı bölümünde* şöyle diyor: Faraday’ın 1830’larda başladığı kimya deneyleri, ELEKTRİK’in, adına ELEKTRON denen “teker teker elektrik yük”lerinden oluştuğu fikrinin ilk temel taşı oluştururlar.

Neydi acaba Faraday’ın kimya üzerine yaptığı deneylerin “Elektron’u tanıma” açısından oluşturduğu temel taşları?

Faraday’ın zamanında ELEKTRİK’in “teker teker” elektrik birimleri olan ELEKTRON’ların akışından meydana geldiği kuşkusunu beslemek için bir neden yoktu. Ne var ki Faraday, çözelti içindeki çeşitli bileşiklere elektrik akımı verildiğinde, söz konusu bileşiği oluşturan elementlerden her birinin elektrodalarda toplanan miktarı için gereken elektrik akımının hep “aynı” olduğunu saptadı. Ya da bu “aynı”nın birkaç katına eşitti. Ve, bu katsayılar hep de “tam sayı”lardı. Örneğin cıva perkloratı Hg (C10₄)₂ çözeltisinden 6,03 gram metal cıva elde etmek için gereken elektrik miktarı başka bir çözeltiden 1,38 gram Sodyum (Na) depolamak için gerek elektrik miktarına eşit. Ve, yine aynı elektrik miktarı bir başka çözeltiden 0,538 gram Alüminyum (Al) depoluyordu. Faraday bir de şunu gözledi: depolanan bu çeşitli elementlerin ağırlıkları, her birinin atom ağırlığına bölününce, bölmenin verdiği sonuç bir “tam sayı” ilişkiydi.*

Faraday’ın sözünü ettiğimiz bu iki önemli bulgusu ATOMİK TEORİ açısından incelenince ELEKTRİK’in ELEKTRON’lardan oluştuğu kuşkusunu iyice kuvvet kazanıyordu.

Demek oluyordu ki, incelenen element hangisi olursa olsun, belirli miktarda elektrik, sabit sayıda atom ya da bu sayının katlarına eşittir sayıda atom depoluyordu. Böylece Faraday’ın deneylerinden şu çıkıyordu ortaya: bir atom sabit miktarda elektirik yükü taşıyabiliyordu. Ya da bu sabit miktarın birkaç katına eşit tam sayıda. Başka bir deyişle, elektrik yükü “beherli paketler” halindeydi. Bir atom bir paket, iki paket, belki üç paket elektrik yükü taşıyordu ama örneğin 1,5872 paket taşımıyordu. Elektrik yükünün “beherli paketler” halinde gelmesi ELEKTRİK denen şeyin zerreciklerden oluştuğu kanısını uyandırdı. Madem ki, denildi, atomlar elektrik yükleri taşıyorlar şu halde atomlar bu zerrecikleri içeriyorlar.*

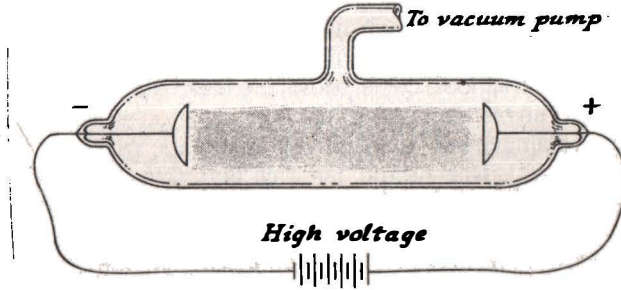
Sözünü ettiğimiz deneyler ve hesaplar muhakkak ki bildiğimiz anlamda “Gözle görmek” değildir Elektron’ları. Fakat var saymak için oluşan kanıtlar yumağı giderek büyümektedir. “Elektronları Görmek” derken bu çeşit bir “Görme”yi kast ederek şimdi de Katod Tüpünde elektronun nasıl “görülerek” keşfedildiğini anlatmaya geçelim.

* Chemistry, An Experimental Science sayfa 38

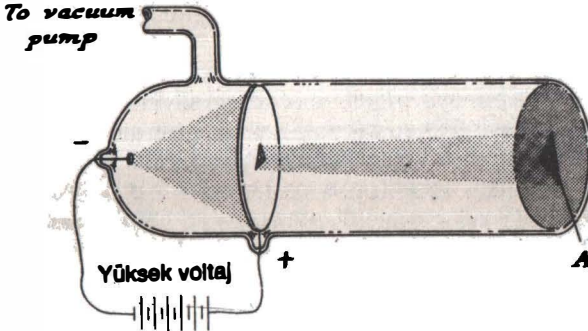
Elektron'un Katod Tüpünde nasıl keşfedildiğini ELEKTRONİK bölümünde anlatmıştık. Şimdi de şekillerin yardımıyla ELEKTRON'un "sanki görülmüş" gibi nasıl keşfedildiğini anlatalım.

Katod Tüpü No.1 şekilde negatif ve pozitif işaretli elektrodlar aracılığıyla 10.000 Volt'luk bir elektrik akımı veriliyor. Tüpteki gaz -neon ya da başka bir gaz- normal atmosfer basıncının 1/100'ü kadardır. Tüp bildiğimiz "Neon" renkli ışıkla parlar. Eğer 1 no.lu şekilde görülen Katod Tüpü'ndeki gazın basıncı normal atmosfer basıncının milyonda birine indirilirse gazın verdiği ışıltı tüpte kaybolur. Fakat, tüpün cam duvarlarından gelen bir flöresan parıltı kalır.*

Tüpteki gazın basıncı azaltılınca, tüpte ne gibi bir değişikliğin yer aldığını saptık. Şimdi Katod Tüpü No.2 şekildeki gelişmeleri görelim. Bu arada tüpün negatif işaretli elektroduna Katod adı verilmiş olduğunu unutmayalım.



Katod Tüpü No.2 şekildeki tüpte, negatif işaretli elektrod (Katod) karşısındaki pozitif işaretli elektrod (Anod)un biraz yakına alındığını fark ettiniz. Anod'un ortasında üçgen biçimli bir delik açılmıştır. Katod ışınları (Bu adın verilmesinin nedeni, ışınla



sure. Electrons travel from the negative electrode to the positive electrode; some of them pass through the triangular hole to produce a triangular spot on the fluorescent screen.

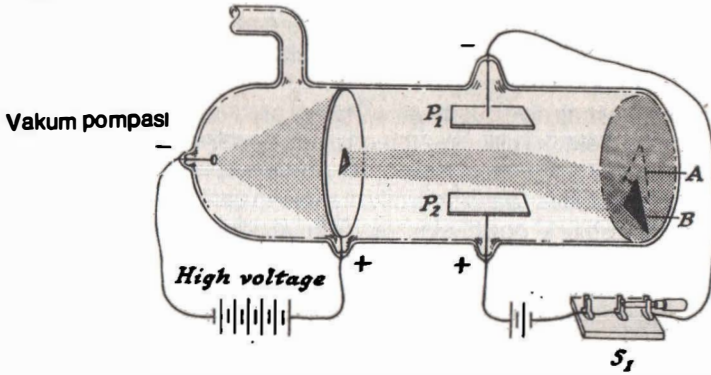
rın tütün Katod'daki elektrodundan kaynaklanmasdır) üçgen delikten geçip cam tütün karşı ucunda camda bir flöresan parlıtı yapar. Parlıtı bir üçgen biçimindedir. Demek oluyor ki Katod Işınları üçgen biçimindeki delikten başka yerlerden geçememektedir. Nitekim karşı uçtaki camda, üçgen biçimli flöresan parlıtı dışında gölge vardır. Bu gölge, delik dışında kalan Anod bölümünün gölgesidir.

Pozitif Elektrod'un cama gölgesi düştüğüne göre Katod Işınları düz hat üzerinde seyrediyor demektir.*

Şimdi de (Katod Tüpü No.3 şekilde görüldüğü gibi) yüksek voltajlı elektrik akımı uygulanan Katod ile Anod'un sağ yanında kalan tüp bölümüne bir P_1 diğeri P_2 elektrodu olan elektrodlar aracılığıyla elektrik akımı verme sistemi kurulmuştur. Bundan amaç Katod Işınları'nın güneş ışığı gibi elektromagnetik dalga mı olduğı, yoksa tanecikli mi olduğunu öğrenmektir. Başka bir deyişle elektrik yüklü tanecikler mi?

Bunu anlamak da kolaydı: elektrik akımı verilen P_1 ve P_2 arasından geçen Katod Işınları bükülüyor mu bükülmüyor mu? Evet! Bir kavis çizerek bükülüyordu. Hangi tarafa doğru? P_2 'ye yani pozitif elektroda doğru. Demek ki Katod Işınları elektrik yüklü-negatif elektrik yüklü -zerreciklerdi. Çünkü pozitif elektroda doğru kavis çiziyorlardı.

Mıknatısın kutupları arasından ya da negatif ve pozitif elektrik akımının yarattığı elektrik alanı: dan geçirilen Katod Işınları negatif elektrikli zerrecikler olduklarından pozitif kutba doğru bükülüyorlar.



Katod Işınları güneş ışığı gibi elektromagnetik dalga olsaydı saptırılamazdı. Büküldüğüne göre elektrik yüklü tanecikler olmalıydı ki P_2 'deki elektrik onu kendine çekiyordu.

S_1 anahtarından elektrik akımı verildiği zaman A noktasındaki üçgen flöresan parlıtı B pozisyonunu alıyordu. S_1 anahtarından elektrik akımı kesilince flöresan parlıtı yeniden A noktasına dönüyordu. Görünüşe göre, flöresan parlıtıya, pozitif elektrik yüklü P_2 'nin kendine çektiği zerrecikler neden oluyordu. Bundan çıkan sonuç, bu

* Chemistry, An experimental Science - George C.Pimental sayfa 238

zerreciklerin negatif elektrik yüklü olmaları gereği idi. Işığın, böyle, elektrik akımıyla bükülüp yolu değiştirilemezdi. Demek oluyordu ki flöresan parıltıya neden olan ışık değildi. Bu tip Katod Tüpleri ile yapılan deneyler negatif elektrik yüklü zerreciklerin varlığına işaret ediyordu; bu zerreciklere bugün verilen isim ELEKTRON'dur.*

ELEKTRON'u doğrudan doğruya gözümüzle görmeye kıyasla başka türlü, belki de zihnimizin gözünde görme diye niteleyebileceğimiz bir "görme" yoluyla ELEKTRON görülmüş sayılır artık.

Anlattığımız deneyler "doğrudan görme"ye dayanan gözlemlere yakın bulgulara yol açmıştır. Her şeyden önce, cam tüpün karşı ucundaki, camdaki parıltı, gözle görülebilen bir parıltıdır. İkincisi, camın flöresan duvarında bir ışık olarak beliren olgunun, üçgen delikli elektrodan hızla geçen "görülmeyen" zerrecikler seli olduğuna kanaat getirmek zor değildir. Üçüncüsü, yaptığımız deneyler, söz konusu zerrecikler konusunda başkaca yollardan sağlanması zor olan bilgilere bizi kavuşturmuştur. Şöyle ki bir zerreciğin elektrik yüklü olup olmadığını; o zerreciğin ya da zerreciklerin zıt elektrik yükleri tarafından kendine çekilmelerinden anlaşılmaktadır.*

ELEKTRON'u gözümüzle doğrudan görmedik ama, camda flöresan ışık fışkıyesi olarak gördük. O ışık elektronun kendisi değildi ama elektronların maddeye -cam- çarpması sonucu açtığı "Yara" idi! Bu "Yara" camda ışık şeklinde bir etki yapıyordu.

ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nden bildiğimiz üzere söz konusu zerrecikler, mıknatısın bir kutpu tarafından da çekilip kavis biçiminde bükülebilmektedir. Bir ELEKTRON'un elektrik gücünü ölçmek de mıknatısın çekiş gücünü bilince mümkündür. Mıknatısın çekiş gücü ve kavisin kıvrımı ELEKTRON'un elektrik gücünü belirler.

Katod Tüpüne verilen yüksek voltajlı elektrik akımı, bir metal parçasından başka bir şey olmayan Katod'daki Elektrod'dan -bu herhangi bir metalden yapılmış elektrod olabilir- ELEKTRON'lar söktüğüne göre, demek ki, maddenin atomunda bir de POZİTİF yüklü bir bölüm olmalı diye düşünülürdü. Öyle ya maddenin atomundan sökülen bir zerrecik negatif elektrik yüklü ise atomun bir de pozitif elektrik yüklü bölümü olmalıydı. Olmazsa, dünyada, madde Nötr durumunda bulunamazdı. Negatif elektrik yüküne karşılık maddede -daha doğrusu maddenin parçalanamaz diye kabul edilen her atomunda- bir de pozitif elektrik yüklü bölüm bulunmalıydı. Yoksa dünya üzerinde madde denen şey rastgele unufak olabilir! Maddeyi dengede tutan negatif ve pozitif elektrikli yükleri arasındaki denge olmalıydı. Aslıolan Atom'un NÖTR durumuydu. Negatif elektrik yüklü bölümüne karşılık pozitif elektrik yüklü bölümünün araştırılmaya başlanmasıdır ki, insanoğlunu, Atom'un Çekirdeği (Nucleus) ne yöneltmiştir. Yoksa, insanoğlu, durup dururken ve "pat" diye "Atom'un çekirdeğini araştıralım da Atom'u parçalayıp bundan muazzam miktarda enerji elde edelim" dememiştir. Zaten diyemez de. Çünkü, bugünkü bir fikrin temelini oluşturan bir önceki fikir vardır. Onun temel taşı oluşturan daha önceki bir fikirdir.

Kitabımızın sayfaları boyunca MADDENİN ATOMİK TEORİSİ'nin nasıl adım adım, milim-milim, hattâ şimdi Atom'a ait olarak vereceğim bazı sayılardan esinlenerek nasıl mikron-mikron geliştiğini gördük.

* Chemistry, An Experimental Science sayfa 238

Biri olmasaydı diğeri olmazdı, 18.nci yüzyıl bilimsel çalışmaları olmasaydı 19.ncu yüzyıl biliminde böylesi bir ilerleme olmazdı. Ve, 19.ncu yüzyılın bilimsel çabaları olmasaydı 20.nci yüzyılın bilimi böylesine gelişmezdi.

En azından şunu söylemekle yetinelim. Eğer 100 yıllık bir deneyler dizisini içeren KATOD TÜPÜ'ndeki elektrik deneyleri olmasaydı ELEKTRON bulunmazdı. Madenin, yani maddeyi oluşturan atomların negatif elektrik yüklü zerreçiklerinin varlığı keşfedilemezdi. ELEKTRON KEŞFEDİLEMEYİNCE atomun çekirdeğindeki PROTON ve NÖTRON keşfedilemezdi. Ve, doğal olarak, Atom Çağı'na girilemezdi.

RADYOAKTİVİTE yayan elementlerin keşfinin de ELEKTRON'un bulunmasına olanak sağlayan KATOD TÜPÜ'ne ilişkin çalışmalar zincirinin bir halkası olduğunu unutmayalım.

Kitabımızın konusunu oluşturan ELEKTRON'lann, ATOM'lann, PROTON'lann, nemenem küçük zerreçikler olduğu konusunda fikir vermek yararlı olur.

Bir atom santimetrenin 100 milyonda biri ($1/100.000.000$) kadardır. Atomun Çekirdeği (Nucleus) ise yukanda verdiğimiz 100 milyonda bir sayısının da 100.000'de biri ($1/100.000$) kadar.

Böylesine küçük bir zerreçik bir küre olarak kabul edlirse acaba Elektronlar çekirdeğe ne denli uzak? Uzak derken "yakın" demek istemiş olduğumuzu hemen belirtelim. Çünkü, böylesine küçüğün de küçüğü bir atom küresinde, yani santimetrenin 100 milyonda biri küçüklüğünde çapı olan küredeki Elektronlar çekirdekteki Protonlardan ne kadar uzak olabilir ki?

Eğer bir atomun Çekirdeği'nin elinizdeki bu kitap sayfasının boyutunda kabul ederseniz Atom'un çapı yaklaşık 750 metre kadardır. Bu sayı, aynı zamanda Atom'un dış kabuğundaki Elektron'lann çekirdek etrafında çizdikleri yörüngenin genişliğini hakkında da fikir verir: böylesine küçük bir zerreçik içinde dolaşacak ne kadar da çok mesafe var Elektronlar için!

Çekirdeği güneş kabul eder, Elektronları da çevresinde dolanan gezegenlere benzeşirsek o küçücük Atom'ların içinde ne dünyalar dolaşiyor!

Peryodik Tablo'daki 105 Element'ten 1 Atom no.lu Hidrojen'in 1 Elektron'u var. 2 Atom no.lu Helyum'un 2 Elektron'u var. 8 Atom no.lu Oksijen'in 8 Elektron'u var. 79 Atom no.lu Altın'ın 79 Elektron'u var. 92 Atom no.lu Uranyum'un 92 Elektron'u var.

Bu Elektronlar kendi atomlarının çekirdeği çevresinde gezegenler gibi dolanırlar.

Peki, bu "Elektron"ları gözle görüp sayan mı olmuş? Hayır! Daha önceki ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde İngiliz bilgini Barkla'nın yine Katod Tüpü deneyleri sayesinde 1911 yılında her bir metalin X-ışınlarını incelediğini belirtmiştik. Barkla, her metalin kendi yapısına göre ayrı dalgaboylarında X-ışınları yaydığını saptadı. Barkla'nın ardından İngiliz bilgini Moseley, 1914 yılında yaptığı saptamalarla Peryodik Tablo'daki elementlerde hafiflerinden ağırına gidildikçe çıkardıkları X-ışınları dalgaboylarının küçüldüğünü fark etti. Moseley'in bu bulgusunun şu yararı oldu: belirli sayılarda düzgün biçimde olan dalgaboyu küçülmesinde atlama olunca Peryodik Tablo'nun bazı kareleri henüz keşfedilmemiş elementlerini bekliyor demektir. Böylece 1914 yılından itibaren Peryodik Tablo "kesin" şeklini almaya başladı. Çünkü X-ışını dalgaboyu küçülmesi düzgünlüğünde bir aksama olmazsa bir elementin işgal ettiği kare ile diğer element karesi arasına eklenecek başka bir element karesi yok demektir.

1914 yılına kadar Peryodik Tablo'daki sıralamanın düzenlenişi elementlerin Atom Ağırlıklarına göre idi. Artık, şimdi, yani 1914 yılından itibaren her bir elementin Atom ağırlığı'nın yanısıra Atom Sayısı da belirtilebilirdi.

Atom Sayısı ne demektir?

Bu sorunun yanıtını Moseley'in az önce sözünü ettiğimiz buluşuna dayanarak verebiliriz.

Metallerin her birinin kendine özgü dalgaboylarında X-ışını yaydıkları ve ağır elementlere doğru gidildikçe dalgaboyunun muntazam bir düzen içinde küçüldüğüne ilişkin Moseley'in buluşunu ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nden biliyoruz. Moseley'in bu buluşunun bir anlamı da ağır elementlere gidildikçe, her bir ağır elementin, bir öncesine kıyasla, Elektron'larını daha sıkıca kendine bağlı tutması demektir. Elektron'ların Atom tarafından sıkıca kendine bağlı tutulması ise Atom'un iç bölümünde o denli güçlü bir pozitif elektrik yükü var demektir.*

Hidrojen'e 1 Atom sayılı, lityum'a 3 Atom sayılı, Uranyum'a 92 Atom sayılı demek, bir element atomunun, zıt elektrik yüklerinin birbirlerini ne derece sıkı tuttuklarını anlatır. Bir "ortak dil" olsun diye bu zıt elektrik yüklerine negatif (—) ve pozitif (+) sıfatları veriliyor. İstersek bir Atom'u oluşturan ve birbirini sıkı sıkıya çekmeye- tutmaya yarayan bu zıt-güçlü zerreciklere Z_1 ve Z_2 adını da verebiliriz! Önemli olan maddenin, elementin Atom'unu birarada, dengede, NÖTR tutan iki ayrı zıt güçlü zerreciklerin bulunduğunu bilmek, keşfetmektir. Adı önemli değildir. İstersek bu sıfatlar arasında yer değiştirir. Bu durumun keşfi 1800 yılından 1950'lere kadar sürmüştür.

Atom Sayısı'nın ifade ettiği anlam bir atomda belirli sayıda Elektron'u kendine bağlı tutacak güçte Proton bulunmasıdır. 3 Atom Sayılı element demek 3 Elektron'u kendine bağlı tutmak suretiyle NÖTR durumda bulunduran 3 Proton'lu Atom demektir. Peryodik Tablo'da 92 Atom sayılı karede bulunan Uranyum'un durumu ise şöyledir: 92 Elektron'u kendine bağlı tutacak güçte Proton sahibi bir element. Uranyum 92 Elektronlu ve 92 Proton'ludur.

Eğer Elektron'a negatif elektrik yüklü zerrecik dersek, Proton'a da pozitif elektrik yüklü zerrecik diyoruz.

Kitabımızın bu BÖLÜMÜ'ne şu başlığı atmıştık: ATOMUN ELEKTRON BÖLGESİNDEN ayrılıp ÇEKİRDEĞİNE DOĞRU YOL ALIYORUZ.

Evvet... Atom'un çekirdeğinde bambaşka bir dünyaya gireceğimizi söylemeliyiz. Çünkü, ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde de gördüğümüz gibi, bir Atom'un elektronlarını sökmek nispeten kolaydır. Atomların elektronlarını sökerek ELEKTRONLARA ne işler gördüğümüz! Bu işlerin cinslerini ve önemlerini ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde gördük. Peki, bir Atom'un çekirdeğindeki Proton'unu sökmek ya da parçalamak acaba kolay mı? İşte, bu sorun bizi, çekirdek (Nucleus) sözcüğünden gelme NÜKLEER ENERJİ sorununa getirdi. Aynı zamanda 1986 ilkbaharında Sovyetler Birliği'nin Çernobil Nükleer Santralindeki kazanın yaydığı Radyoaktif zerreciklere ve Radyasyon'a getirdi.

Demistik ki bölümün ilk cümlesinde: Kimyasal reaksiyonlarda atomlar muhafaza olunur.

Kimyasal Reaksiyona karşılık Nükleer Reaksiyonda ATOM MUHAFAZA OLUNAMIYOR: ÇÜNKÜ ATOM PARÇALANIYOR! Bundan çıkan enerji de bu nedenle çok büyük oluyor. Parçalanmış Atom'un küçüklüğünü ve çıkardığı enerjinin büyüklüğünü bir düşünün!

Bunun ne demek olduğunu anlayabilmek için Einstein ile bir bilim adamı arasına 1905 yılında geçen bir sohbeti-bilimsel sohbeti- nakletmek gerekiyor.

Yıl 1905: EINSTEIN konuşuyor...

Yukarıdaki "Parçalanmış atomun küçüklüğünü ve çıkardığı enerjinin büyüklüğünü bir düşünün!" cümlesinin ne demek olduğunu sayılarla ifade edersek daha iyi olur.

Önce atomun küçüklüğüne dair verdiğimiz sayıları anımsıyor musunuz?

Bir atom santimetrenin yaklaşık 1/100.000.000 (yüz milyonda biri) kadar. Şimdi, bizim, kitabın bu son BÖLÜMÜNDE inceleyeceğimiz Atom Çekirdeği ise yukarıdaki küçücük sayının 1/100.000 (yüzbinde biri) kadar.

Şimdi de bir gram ağırlığındaki Atom'ların ne kadar Nükleer enerji yaratabileceğine dair bir örnek verelim.

Kütlesi (başka deyişle ağırlığı) bir gram olan bir element 2.000.000 kilo petrolün sağladığı kadar enerji sağlar. Verilebilecek bir başka örnek de bir gram ağırlığındaki bir elementin atomlarının 1.000 watt'lık bir elektrik ampulünü 2.850 yıl süreyle ışıklandırabilecek enerji verebileceğidir.

1980'li yıllarda rahatlıkla verebildiğimiz bu sayılar 1950'lerden itibaren NÜKLEER REAKTÖR'lerin kurulabilmesiyle mümkün olmuştur. Buna da 1942 yılında Amerika Birleşik devletlerinde ATOM BOMBASI Hitler'in eline geçmesin diye başlatılan hazırlıklar sırasında İtalyan bilgini Enrico Fermi'nin dünyadaki ilk ATOM PİL'ini yapmasıyla yol açılmış oluyordu.

Bu yolda 1900' yılından itibaren başlatılmış bilimsel çalışmalar elbet mevcuttu. Fakat, adlarını ve başarıları işleri vurgulayacağımız nice bilgin arasında biri var ki Atom Çekirdeği'nin parçalanmasından ne denli büyük enerji sağlayabileceğini 1905 yılında tamamen teorik olarak ortaya koymuştur. Bilmeyenimizin az bulunduğu bu bilginin adı Albert Einstein'dır.

Einstein 1905 yılında ortaya koyduğu Özel İzafiyet Teorisi uyarınca bir kütlenin -örneğin 2 gramlık bir kütlenin- sağlayabileceği enerjinin, söz konusu 2 sayısının Işık Sürati'nin karesiyle çarpımına eşit olduğunu açıkladı. Bu ünlü formülün ne olduğunu biliyoruz:

$$E = mc^2$$

E harfi Enerji'nin kısaltılmışıdır. Küçük m harfi 2 gramlık kütleyi ifade etmektedir. Küçük c harfi ise ışığın sürati olan 300.000 km.yi. Bu kocaman sayının karesinin büyüklüğünü hesaplayacak olursanız, 2 gramlık kütlenin -2 gramlık elementteki trilyonlarca atomun- Nükleer ya da Çekirdeksel parçalanmasından- sağlanacak muazzam enerjinin ne olacağını anlayabilirsiniz.

daki hem Nükleer Santrallerindeki müthiş enerji ve ısı Atom Çekirdeği (Nucleus)'nin parçalanmasından sağlanmıştır. Nükleer Santralin güzel güzel çalışırken bir kaza çıkması sonucu dünyaya Radyoaktif Radyasyon saçılması da (Çernobil Nükleer Santralinde olduğu gibi) atom bombası familyasına ait tehlikelerdendir.

Alfa Zerreciği ile Tanışma...

İnsanoğlunun Radyoaktivite denen olguya ilk olarak 1896 yılında Henri Becquerel'in X-ışınları üzerine yaptığı incelemeleri sırasında tanıştığını anlatmıştık. 1896 yılındaki bu ilk tanışma elbet "Doğal" Radyoaktivite" ile oldu. Çünkü, henüz, insanoğlu, Atom'u parçalamamıştır o tarihte. Atom'u parçalamak derken Atom'un Çekirdeği'nden (Nucleus) söz ettiğimiz bellidir. Bundan önceki ELEKTRONİK BÖLÜMDE incelediğimiz ve nice önemli işler becerdiğini gördüğümüz ELEKTRON'lar Atom'un Çekirdek kısmında değildirler. Çekirdekten uzaktadırlar. Ama ne kadar uzak? Boyutunun ne denli küçük olduğunu belirttiğimiz Atom'un içindeki çekirdekten uzaklığı olsa olsa "Çok Yakın" olarak nitelenilebilir. Fakat "izafi" olarak Çekirdek'ten uzaktır Elektronlar.

Atom Enerjisi'ne NÜKLEER ENERJİ denilmesinde yarar vardır, çünkü, ENERJİ çekirdek'ten yani "Nucleus"tan çıkmaktadır. Atom ise, ELEKTRONLARIN'da zerrecikler olarak içinde bulunduğu bir tüm'dür.

Şimdi Alfa zerrecikleriyle tanışacağız... ALFA ZERRECİĞİ denen zerrecikler, Uranyum gibi doğal olarak Radyoaktif olan bir elementin ya da Radyum gibi Polonyum gibi doğal olarak radyoaktif olan bir elementin "kendiliğinden ve doğal olarak" yaydığı bir zerreciktir. Bunu Radyasyon olarak yaydığı için Alfa Işınları da diyebiliriz. Fakat, birazdan göreceğimiz üzere, Uranyum gibi Radyoaktif bir maddenin bozunarak başka bir elemente dönüşmek için yaydığı Alfa Zerreciği, aslında, bir Helyum Atomu'dur. Helyum Periyodik Tablo'nun 2 no.lu yani Atom Sayısı 2 olan elementidir.

Alfa Zerreciği, radyoaktif elementlerin bozunurken, yani başka bir elemente dönüşürken çıkardıkları zerreciklerdir. Gözle görülmeyen Radyasyon olan Alfa Zerrecikleri'ni saptamanın birçok yöntemleri elbet vardır. Tıpkı Katod Tüplerinde belirttiğimiz üzere ELEKTRON'ları doğrudan göremediğimiz halde "görmüş gibi" saptayılma yöntemleri olması gibi.

Nasıl ki Atom'un dış bölgesindeki ELEKTRON'ları keşfeden İngiliz bilgini J.J. Thomson "ELEKTRON ÜSTADİ" ise Atom'un Çekirdek bölümünü keşif ustası da Ernest Rutherford'dur.

"ALFA ZERRECİĞİ ve PROTON USTASI" Ernst Rutherford Yeni Zelandalı'dır. Fizik çalışmalarının önemli hazırlıklarını İngiltere'nin Cavendish Laboratuvarlarında yapmıştır. Cavendish Laboratuvarında tanıştığı ELEKTRON USTASI J.J. Thomson'la mesai arkadaşlığı yapmıştır. J.J. Thomson, kendinden genç Rutherford'un büyük bir yetenek olduğunu sezmış ve Rutherford Kanada'da bir üniversite laboratuvarına çalışmaya gittiğinde onu Kanada Üniversitelerine tavsiye etmiştir.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, türkçesi Reşit Aşçıoğlu sayfa 400

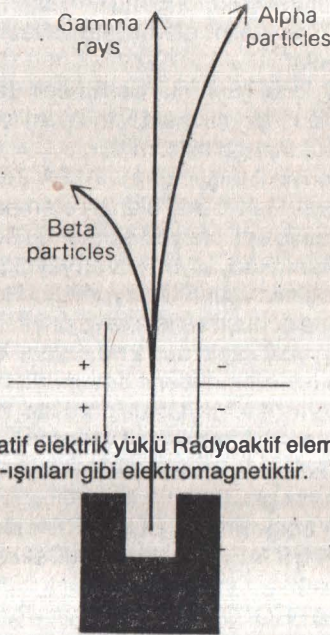
* Electronics for Young People — Jeanne Bendick sayfa 144

1900'ların başındayız, ve, ELEKTRON'un varlığı henüz yeni keşfedilmiştir. Ne var ki bir yandan "Madem ki Atom'un negatif elektrik yüklü zerrecikleri var, demek ki, pozitif elektrik yüklü bölümü de vardır, onu bulmaya yönelmeliyiz" diye zihinler bu yönde çalışmalarını yoğunlaştırıyorlar; bir yandan da Curie'ler Becquerel'in himayesinde Radyoaktif Element'ler üzerindeki çalışmalarını yoğunlaştırıyorlar.

Fransa'da Curie'ler ve İngiltere'de Ernst Rutherford Radyoaktif Cisimler tarafından yayılan Radyasyon'da ELEKTRON'lardan başka zerrecikler -radyasyon- bulunduğunu saptıyorlar.

Rutherford, varlığını saptadığı bu radyasyon türüne "Alfa Işınları" adını verirken elektron radyasyonuna da "Beta Işınları" adını verdi. Beta Radyasyonunu oluşturan bu uçan elektronlar, teker teker, "Beta Zerrecikleri"dir. Alfa Işınları'nın da zerreciklerden ibaret bulunduğu saptandı ve bunlara "Alfa Zerrecikleri" adı verildi.*

Radyoaktif elementlerin atomları, sürekli olarak bozulan ve zerrecikleri sürekli olarak parçacıklara bölünen elementlerdir.*



Radyoaktif elementten yayılan Zerrecikler:
Alfa ve Beta.

Alfa pozitif yüklüdür, Beta negatif elektrik yüklü Radyoaktif elementten çıkan Gamma ışınları ise zerrecikli değildir. X-ışınları gibi elektromagnetiktir.

Bu son tanımlama sizleri korkutmasın Radyoaktif Elementlerle ilgili olarak. Çünkü bu elementlerin bozunup radyasyon yaymaları ve radyoaktif zerreciklere parçalanması bir "doğal süreç" olup insanoğlu dünya üzerinde var olduğundan bu yana hep vardı. İnsanoğlu bu kadarına alışkındır. Bizi korkutan ve korkutması gereken, insanoğlunun, Atom Çekirdeği'ni parçalayıp kaza sonucu Nükleer Santrallerden radyasyon yaymasıdır.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 401

* Electronics for Young People - Jeanne Bendick sayfa 144

Peki, insanoğlu "Atom Çekirdeğini Parçalamak" için hangi silahı kullandı? O küçük Atom'un o çok daha küçük çekirdeğini hangi silahla bombardıman ederek parçalayabildi?

Ne zaman ki Rutherford radyoaktif elementlerden yayılan Alfa Zerreçikleri'nin birer Helyum Atomları olduğunu belirledi, işte, o zaman Alfa Zerreçiklerini herhangi bir elementin atomlarına -örneğin katı element olarak altın ya da gaz olarak hidrojen, azot elementi atomlarına- yönelterek bombardıman etti. Ama, önce, Alfa Zerreçikleri'nin ne olduğunu belirlenmesi işi vardır sırada. Acaba Rutherford Alfa Zerreçiklerinin birer Helyum Atomu olduğunu nasıl saptadı?

Bu arada Marie Curie Uranyum ve Toryum gibi elementlerin, aklın alamayacağı derecede büyük enerjiler salarak zerreçikler yaydıklarını açıklıyordu. 1900'ların başlarında, içinde uranyum cevheri bulmak için Curie'ler tonlarla maden cevherleri karıştırıyorlardı.

Marie Curie, Radyum elementinin sürekli olarak ve büyük miktarlarda ısı yaydığını belirledi: bir onz (31 gram) Radyum saatte 4.000 kalori ısı veriyordu. Üstelik bu durmayan bir ısı kaynağı idi: her saat verdikten başka, günlerce, aylarca, yıllarca devam ediyordu. İleride de daha uzun yıllar ısı yaydığı anlaşılmıştı. O tarihlerde en büyük enerjiyi veren kimyasal reaksiyonlar bile Marie Curie'nin bulduğu yeni enerji kaynağının milyonda birine eş değildi.*

Curie'ler son derece radyoaktif elementlerin keşfini sürdürürken radyoaktif elementlerin yaydığı Alfa Zerreçiklerinin, Beta Zerreçiklerinin ve Gamma radyasyonu-nun ne olduğunu Rutherford inceliyordu.

Rutherford, radyoaktif elementlerin yaydıkları radyasyonu magnetik bir alandan geçirdi. Alfa Zerreçikleri pozitif elektrik yüklüydü, Beta Zerreçikleri negatif yüklüydü. Radyasyonun bir türü de dümdüz yolunu izliyordu, mıknatıs alanı tarafından etkilenmeden. Demek ki bu sonuncular zerreçik olmayıp elektromagnetik ışındı. Tıpkı X-ışınları gibi. Ama gamma ışınları çok daha enerjiktir X-ışınlarına kıyasla. Bir başka deyişle gamma ışınlarının dalga boyları X-ışınlarının dalga boylarından çok daha küçüktü. Küçük olduğu için de daha enerjiktir ve insanoğlu için daha tehlikelidir.

Atom zerreçiklerinden Alfa mı Beta mı kütleliydi?

Bir magnetik alandan geçirilen elektrik yüklü zerreçiklerin yollarından saptırıldıklarını biliyoruz. Nitekim ELEKTRONİK BÖLÜMÜNDE görmüştük ki Katod Tüpü içindeki Elektron'lar seli, magnetik alanda geçirilince mıknatısın pozitif kutbuna doğru meylediyorlardı. Çünkü negatif elektrik yüklü olan Elektronları pozitif kutup çekiyordu.

Alfa Zerreçikleri ile Beta Zerreçiklerinden söz açtığımız bu bölümde şunu göz önünde tutmakta yarar var: Radyoaktif Maddelerin, örneğin Uranyum, Polonium ya da Radium gibi elementlerin yaydıkları alfa Zerreçiklerinin yanısıra birer Elektron olan Beta Zerreçiklerinden söz etmekteyiz. Yoksa, Katod Tüpü içindeki Elektron'ların burada incelediğimiz Elektron'larla (Beta Zerreçikleri) ilgisi yoktur. Daha doğrusu şöyle yoktur: Katod Tüpü içindeki elektronlar radyoaktif olmayan bakır gibi bir elementten sökülmiş Elektron'lardır. Radyoaktif elementlerin bozunması sonucu kendiliğinden yayılan Elektronlar'a diğerlerine göre verilen ad "Hızlı Elektron"lardır.

Rutherford, Radyoaktif Elementler'in yaydıkları negatif yüklü Elektronları inceleyen, asıl dikkatini pozitif elektrik yüklü Alfa Zerreçikleri ya da Alfa Işınları üzerinde topladı.

Acaba Alfa Zerreçiklerinin yapısı neydi? Radyoaktif Elementlerin bozunurken kendiliklerinden yaydıkları ve yayarken de ısı veren Alfa Zerreçiklerinin, söz konusu Uranyum ya da Radium elementinden ayrılan birer Helium Atomu olduklarını Rutherford anladı.

Helyum Atomu, bilindiği gibi, Peryodik Tablo'nun 2 Atom Sayı'lı elementidir. Yani iki pozitif elektrik yükü vardır.

Atomları belirleyen ve birbirinden ayıran ögenin Atom Sayısı olduğunu daha önce anlatmıştık. Atom Sayısı 2 olan bir element demek, atom çevresindeki 2 Elektron'u kendine çekecek 2 birim değerinde pozitif elektrik yükü olan bir Atom demektir. 2 Atom sayılı Helyum'un 2 Proton'u 2 Elektron'u vardı. Helium atomunda ayrıca 2 Nötron da var. Bugün bunu kolaylıkla söylüyoruz ama, Rutherford'un, Alfa Zerreçiklerini incelemeye başladığı 1900 yılında Helyum 4 Proton kütleli sanılıyordu. Acaba neden?

Bugün 2 Proton'lu olarak bildiğimiz Helyum 1900'larda 4 Proton kütleli sanılıyordu, çünkü, o tarihlerde bir elementin atomu bir başka elementin atomu ile Atom Ağırlığı'na göre kıyaslanıyordu. 1900'larda henüz Atom Sayısı keşfedilmemiştir.

Rutherford Atom Ağırlığı - yani kütlesi- en hafif olan Hidrojen'den 4 misli kütleli olan Alfa Zerreçigi için 4 Proton'lu demişti. Oysa 1932 yılında her Atom'un çekirdeğinde Proton'la birlikte bir de NÖTRON olduğu keşfedilince, Helyum'un 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu olduğu anlaşıldı. Atom Bombası'nın yapılması NÖTRON'un keşfi ile mümkün olmuştur. Bunu, sırası gelince, anlatacağız.

Şimdi Bilim Tarihinde "Atom Çekirdeği Ustadı" olarak tanınan Rutherford'un Radyoaktif Elementlerin yaydıkları Alfa Zerreçiklerinin birer "Helyum Atomu" olduğunu nasıl anladığına geldi sıra. Burada Helyum Atomu yerine Helyum İon'u desek daha doğru olur. Çünkü, biliyoruz, elektronlarından yoksun atomlara "İon" diyoruz. Alfa Zerreçikleri de pozitif yüklü zerreçikler olduklarından Helyum İon'ları demek gerekiyor.

Rutherford Alfa Zerreçiklerinin sırrını 1909 yılında çözümlledi.

1909 yılında, Rutherford, ince camdan yapılmış bir tüp içine radyoaktif malzeme yerleştirdi. İnce camlı tüpün dışında kalın camlı bir tüp daha vardı. İki tüp arasında da hava boşluğu yapmıştı. Alfa zerrecikleri ince camdan geçebildiler fakat dışarıdaki kalın camı aşamadılar. Dış duvardan geri döndüler. Dış duvara çarpıp geri dönerken enerjilerinden bir bölümü kayba uğradığından, bu kez, iç cam duvarı da aşamadılar ve arada kaldılar. Rutherford, arada kısıp kalan Alfa zerreciklerini elektrik akımıyla uyarınca parıltı verdiler. Bu durumdalarırken Helyum'a ait olan tayf (spektrum) çizgilerine rastladı. (Yeryüzündeki radyoaktif cisimler tarafından yayılan Alfa zerreciklerinin Doğal Gaz kuyularından çıkan Helyum'un kaynağı oldukları böylece anlaşıldı.) Eğer Alfa zerreciği Helyum ise, kütlesi Hidrojen'den 4 kat fazla olmalıydı. Hidrojen İon'unun yükünü birim olarak kabul edersek, Alfa Zerreciği'nin pozitif yükü iki birim demektir.*

Bir elementin pozitif yük sayısını ifade eden Proton'un ayrı, kütlesinin ayrı şeyler olduğunu söylemiştik. Dikkat ederseniz, bir önceki cümlelerin ifadesi şöyledir: Alfa Zerreciğinin yani Helyum'un kütlesi Hidrojen'in kütlesinden 4 kat fazladır, pozitif elektrik yükü ise 2 katıdır. Bunun nedenini NÖTRON'u incelediğimizde anlayacağız. Şimdilik, Alfa zerreciğinin bir Helyum Atomuna eş olduğunu bilmek, konumuza devam etmek bakımından yeterli sayılır.

Rutherford önemli bir noktayı böylece aydınlatmış oluyordu. Radyoaktif elementlerin, bozunurken, yaydıkları Alfa zerrecikleri birer Helyum atomu idi.

Şimdi artık "Bozunma"nın ne olduğunu anlayabiliriz. Radyoaktif bir element olan Radium₂₂₆, "bozunurken" bir Alfa Zerreciği kaybedince başka bir elemente dönüşür. Yani Radon 222 elementine dönüşür. Harflerin yanındaki 226 sayısı ile 222 sayısı "bozunurken" kaybettiği 4 birim kütleyi ifade eder. Radium'a Peryodik Tablo'da bakacak olursanız Atom Sayısı'nın da 88 olduğunu görürsünüz. Şöyle ki Peryodik Tablo'da her elemente ayrılan karede o elementin Atom Sayısı üste Atom Ağırlığı da alta yazılır. Peryodik Tabloda Radium 88 Atom Sayısı ve 226 Atom Ağırlığına sahip olarak gösterilir. Radium "bozunurken" çıkardığı Alfa Zerreciği bir Helyum Atomu olduğu için ve Helyum 2 Atom Sayısı ve 4 Atom Ağırlığına sahip olduğu için Radium 2 ve 4 rakkamları kaybına uğrayarak 86 Atom Sayısı ve 222 Atom ağırlıklı Radon'a dönüşür. Nitekim Peryodik Tablo'da Radon karesine bakarsanız Atom Sayısının 86 ve Atom Ağırlığı'nın 222 olduğunu görürsünüz.

Electronic for Young People kitabından "Radyoaktif elementler sürekli olarak bozunup unufak parçalarını hep yayarlar" cümlesini bu nedenle aktarmıştık. Radyoaktif elementlerin yapılarını ya da "huy"larını anlatmak için.

Doğal olarak istikrarsız elementler olan Uranyum, Radium Polonium gibi Radyoaktif Elementler sürekli olarak parçalanıp parçalarını yayarlar. Örneğin bir Radium parçasında her saniye bazı atomlar parçalanmakta ve böyle davranırken enerji dalgaları da yaymaktadırlar.*

105 Elementin sıralandığı Peryodik Tablo'da, çok kare işgal etmeyen Radyoaktif Elementlerden Polonium ve Radium'u Curieler bulmuşlardır.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 401

* Electronics for Young People sayfa 144

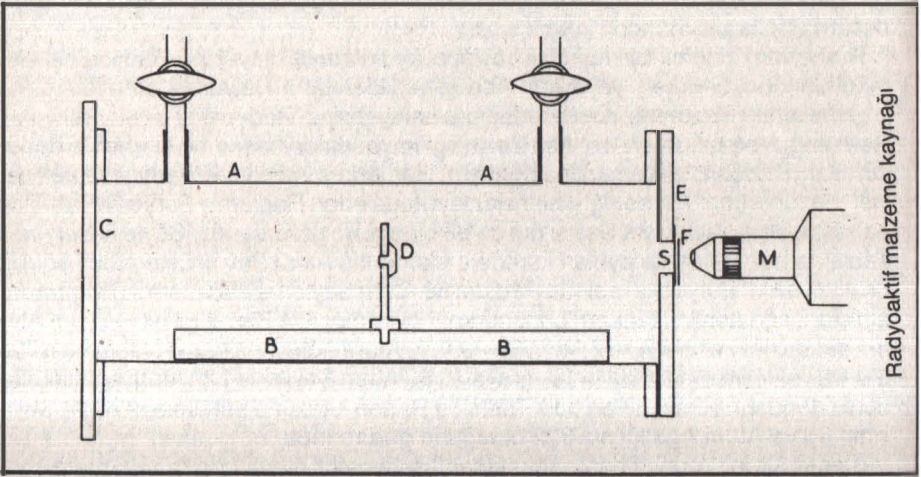
Curie'ler, Becquerel'in uranyum'da bulduğu ışınlardan 2,5 milyon kez daha güçlüsünü Radium'da buldular. Radium'un sürekliolarak yaydığı bu ışınlar durmak nedir bilmiyordu. Bu ışınlar, çevrelerini "elektrik"liyorlar, ısı yayıyorlar, bakterileri ve diğer organizmaları öldürüyorlar ve bazı cisimleri fosforesan yapıyorlardı *

Doğa'da mevcut olan söz konusu radyoaktif maddelerden korkulacak bir şey yok elbet. İnsanoğlu var olduğundan bu yana Doğa'nın ışınlarına maruz kalmıştır.

Fakat Becquerel'in 1896 yılında radyoaktif ışınları keşfinden sonra Curie gibi bilginler, inceleme amacıyla, birkaç ton topraktan konsantre durumda Radium, Polonium elde etmek için laboratuarda çalışmalar yapınca bu "yoğun doz"lar zararlı olmuştur. Marie Curie ile kızı İrene Curie'nin radyasyon (ışınlar) yüzünden lösemi olmaları yoğun miktarlara bağlanmaktadır.

1909 yılında Rutherford radyoaktif Radium elementinden yayılan Alfa zerreciklerini birer "mermi" gibi kullanarak önce bir altın levhayı (foil) dövmeyi tasarladı.

Işın yayan çok az miktardaki Radium tuzunu, bir kurşun kap içine yerleştiren bombardıman edeceği altın levhaya Alfa ışınları (ya da Alfa Zerrecikleri veya Helyum iyon'ları da denebildiğini biliyoruz artık) yöneltti.



Rutherford'un Bombardıman Odası

L'appareil utilisé par Rutherford pour observer la première désintégration nucléaire. Le dessin est tiré du livre de Rutherford, Chadwick et Ellis.

Tarihi RUTHERFORD BOMBARDIMANI

Ernest Rutherford tarihte ilk kez radyoaktif ışınlarla bir cismi şekilde görüldüğü gibi bombardıman etmeyi akıl eden kişidir. Bu nedenledir ki girişimine "tarihi" Rutherford bombardımanı adı verdik.

Kütlesli hafif olan Elektronlar vız geliyordu! Alfa zerreciklerinin yolunu sapırmazlardı Elektronlar Bulutu.

Fakat, arada bir, Alfa Zerrecikleri sert bir kütleyle çarpıyor olmalıydılar. İşte o zaman yollarından sapıyorlardı Alfa Zerrecikleri. Sert kütlelere pek nadir olarak çarpmaları şu anlama geliyordu: Atom'un sert bölümü çok küçük bir noktacıklı olmalıydı.*

Atom Çekirdeği'nin (Nucleus) Atom'un boyutuna kıyasla 100.000 kez küçük olduğunu daha önce belirtmiştik. Ama, Atom'un kütleli yeri işte bu noktacıktı.

“Atom'un Yapısı'nı Ben biliyorum...”

Rutherford 1911 yılında yaptığı bir açıklamada Atom'un Yapısı'nı bildiğini duyurdu.*

Böylesine önemli bir açıklamayı yapabilmek için Rutherford “Atom konusu”nda ne gibi bilgilerle mücehhezdi? Gerek kendi bulgularını gerekse kendinden önce Atom'a ait bulguları sıralamakta yarar var:

- Atom'un negatif elektrik yüklü zerrecikleri olan ELEKTRON 1897 yılında J.J. Thomson tarafından keşfedilmişti.

- Atom'un elektronlarını dengede tutan pozitif elektrik yüklü bölümünün hangi bölgede bulunduğunu araştırmaya koyulan Rutherford bu sonaclarını kendi bulduğu bir silaha yaptı. Atom'u dövmek için akıl ettiği silah, Radyoaktif Elementlerin doğal olarak (kendiliklerinden) yaydıkları ışınlardan Alfa ışınlarını kullandı. Alfa ışınları'nın ya da Alfa Zerrecikleri'nin aslında birer Helyum Atom'undan ibaret olduğunu kanıtladı.

- Bugün bildiğimiz üzere 2 Proton ve 2 Nötron'dan meydana gelen Helyum Atomu'nu 4 Proton kütleli sandı, çünkü, Atom Çekirdeğinde Protonla birlikte NÖTRON'ların da var olduğu ancak 1932 yılında keşfedildi.

- 1911 yılında Atom'lann henüz Atom Sayısı ölçütü keşfedilmediği için Atom Ağırlıkları ile iş gören tüm bilim adamları gibi Rutherford da Atom Ağırlığı'nı ölçü olarak Helyum Atomu'nun kütlesinin Hidrojen Atomu kütlesinden 4 misli olduğunu hesapladı. Hidrojen en hafif yani en küçük kütleli Atom olduğundan bir ölçü birimi olarak kabul ediliyordu.

- Rutherford 1908 Nobel Kimya ödülünü alırken yaptığı “kabul konuşması”nda “Radyoaktif Elementlerin yaydıkları alfa Zerrecikleri'nin kimyasal yapısı” başlıklı tezinden parçalar okudu.

- Nobel ödülünden sonraki yıllarında 1911 yılına dek Alfa Zerrecikleri'ni birer güçlü ve süratli füze gibi metal levhalara salarak metal levhaları bombardıman etti. Bu bombardımanlar sırasında Alfa Zerreciklerinin çoğu, bir merminin ağaç yaprağını delip geçmesi gibi, metal levhadan geçmesine rağmen, arada bir, “füze”lerinden birinin çok sert bir noktacığa çarpıp geniş bir açıyla geriye itildiğini saptadı. Bu saptamaları, bombardıman ettiği metal levhanın arkasına yerleştirdiği sülfürlü çinko ekranındaki ışıltılara borçluydu.

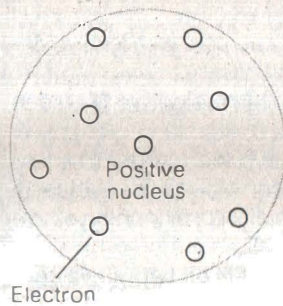
- Alfa Zerrecikleri'nin birer füze gibi metal -örneğin altın, platin- levha atomlarının Elektron'larını kâğıt deler gibi geçmesine rağmen, bazen sert bir noktacık tarafından sektirilmesini Atom'da bir "Çekirdek" bölümü olduğu düşüncesini doğurdu Rutherford'da.

- Rutherford bir metalin atomlarını bombardıman için füze gibi salıverdiği Alfa Zerrecikleri'nin arada bir böylesine geniş bir açı yapacak şekilde sektirilmesini, Atom'un kütle kısmının Çekirdek'te bulunduğu ve Çekirdek (Nucleus) bölgesi çevresindeki Elektron'ların kütesinin hemen hemen yok denecek kadar az olduğu şeklinde yorumladı. Yorumlamakla kalmadı; Alfa Zerrecikleri'nin sapıtılış açılarını hesaplayarak Atom Çekirdeği'nin Elektron'lara oranla kütesini buldu. Atom Çekirdeği'nin kütlesi Elektron'dan 1836 kez fazlaydı.

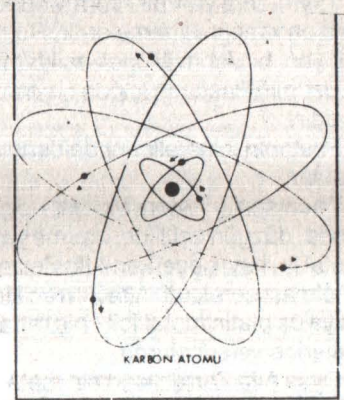
Yukarıda sıraladığımız bilgi ve bulgulara sahip olarak Yeni Zelandalı bilgin Ernest Rutherford İngiltere'de 1895'lerden itibaren yaptığı bilimsel çalışmalarını 1908'de Nobel ödülüyle süslerken 1911 yılında da dünyada ilk kez büyük bir açıklama yapıyordu: "Atom'un Yapısı'nı Biliyorum."

Atom'un Yapısı Thomson'a ve Rutherford'a göre değişti.

Atom'un Yapısı konusunda söz sahibi olma hakkı elbet J.J. Thomson'da da vardı. Çünkü Atom'un negatif elektrik yüklü Elektron bölümünü Thomson keşfetmişti. Bunu 1897 yılında nasıl keşfettiğini ELEKTRON BÖLÜMÜ'nde anlatmıştık. Şimdi ise Ernest Rutherford Atom'un pozitif elektrik yüklü PROTON zerreciğini 1911 yılında Atom'un Çekirdek bölümünde keşfetmiş bulunuyordu.



Rutherford'un Atom modeli (Pozitif yüklü Çekirdek)



■ Bohr'un Atom modeli.

Thomson, ELEKTRON'u, Katod Tüpü'nde elektrik deneyleri sırasında keşfetmişti. Rutherford ise Atom'un Çekirdeği'ni ve Çekirdek'teki PROTON'u bulurken radyoaktif element ışınlarından yararlanmıştı. Doğada mevcut "doğal radyoaktif

elementler"den yayılan Alfa Işınlari'nı (Alfa Zerreçikleri) atomun çekirdeğine "son-
da] da bulunmak için "gereç" olarak kullanmıştı. Rutherford'un atom çekirdeğini
sonda] etmek için kullandığı "gerçek"leri sağlayanlar da doğada radyoaktivite ve
doğalradyoaktif elementler diye bir olgunun varlığını ortaya koyan Becquerel'le Cu-
rle'lerdir.

Thomson "Atom Yapısı tasarımı"nı yaparken negatif elektrik yüklü ELEK-
TRON'lara karşılık atomun pozitif elektrik yüklerinin de "küre"nin hacmine, yayılmış
olabileceğini düşünmüştü. Küre olarak düşündüğü Atom'un pozitif elektrik yükleri-
nin gerçekte yüzey boyunca yaygın olmadığını Rutherford kanıtladı. Eğer, dedi
Rutherford, pozitif elektrik yükleri atomda yaygın olsaydı pozitif yüklü Alfa Zerreçik-
leri böylesine büyük bir güçle ve açıyla atom Çekirdeği noktasında sektirilemezler-
di. Pozitif elektrik yükünün bir diğer pozitif elektrik yükü tarafından itildiğini biliyoruz.
Pozitif Alfa Zerreçikleri'nin böylesine büyük bir güçle sektirilmesi ya da geri çevril-
mesi, Atom'un kütlesinin belirli bir bölgede ve merkezde bulunduğunu anlatmış
oluyordu.

Rutherford, asistanı Marsden'e deneyi tekrarlattı ve Alfa Zerreçikleri "mermile-
ri"nin böylesine sektirilmesi karşısında hayrette kaldı. Daha sonraki yıllarda Rut-
herford duyduğu hayreti dile getirirken tabancayla bir kağıt yaprağına sıkılan kur-
şunun kâğıt tarafından geri sıçratılması gibi bir şeydi demiştir.*

Thomson'un Atom Modeli'ne göre, Atom, içine üzüm serpiştirilmiş bir pasta gibi,
içinde ELEKTRON'ların dağılmış ve diğer bölümlerinin de pozitif elektrik yüklü ol-
duğu düzgün bir küredir.

Thomson'un 1898 yılında önerdiği üzümlü pasta modeli o tarihlerde makul bir
varsayım kabul ediliyordu. Konunun önemine rağmen üzümlü pasta modelinin
doğruluğunu sınamak için aradan geçen zaman 13 yıl gibi uzun bir zaman dilimi-
dir.*

13 yıl sonra yeni bir Atom Modeli önerilmesine yol açacak olan deneyler, Ruther-
ford'un yaptığı deneylerdir. Rutherford bu alandaki deneylerini 1911 yılında bitire-
rek yeni bir Atom Modeli açıklamıştır.

Üzümlü Pastanın içinde ne olduğunu anlamanın en iyi yolu pastanın içini yokla-
maktır.

Pastanın içine ellerini daldıranlar Rutherford'un asistanları Geiger ve Marsden
oldular.

Thomson'un "Atom Modeli"ne göre, atom içindeki elektrik yükleri, kürenin her ya-
nında, düzgün eşitlikte, hacme yayılmışlardır. Eğer Thomson Modeli doğru olsaydı
metal levhayı geçerken Alfa Zerreçikleri'ne etki yapacak elektrik yüklerinin çok za-
yıf olması gerekirdi. Alfa Zerreçikleri'nin başlangıç hızları onların metal levhayı - al-
tın ya da platin metal foil - hiç rahatsız edilmenden ya da çok hafif bir sapmayla geç-
melerine yeterli olurdu.

Oysa Alfa Zerreçikleri'nin metal foil atomları tarafından, arada bir, nedenli büyük
bir açıyla geri sıçratıldıklarını "Rutherford deneyleri" dolayısıyla anlatmıştık. Bu du-
rumda Rutherford yeni bir Atom Modeli önerdi. Yeni Atom Modeli nasıldı?

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre, sayfa 146

* Fundamentals of Chemistry sayfa 292

Rutherford, elde ettiği deney sonuçlarını açıklayabilmek üzere, Atom'a alt şöyle bir tasarımlı yaptı: Atomda, pozitif elektrik yükü ile kütesinin hemen hemen tamamının bulunduğu bir ÇEKİRDEK VAR'dır. Elektronlar da söz konusu ÇEKİRDEK'ten biraz uzaktadırlar.*

Bir önceki cümlede "kütesinin hemen hemen tamamının" deyiimi kullanılmasının nedeni şudur: Bir atomdaki ELEKTRON'ların kütesi hiç sayılmayacak kadar azdır ve Atom'un kütesinin bu nedenle "hemen hemen tamamı" çekirdeğinde bulunmaktadır. Atomdaki negatif elektriki yükleri oluşturan ELEKTRON'lar keten helvası gibi "küt esiz" kabul edilmektedir. Bu nedenle de pozitif elektrik yüklü Proton'ların bulunduğu çekirdeğin dışındaki yer atomda "hemen hemen bir boş yer" sayılmaktadır.

Büyük bir bölümü "boş mekân" dan ibaret bulunan atomdan -ve konumuz gereği ele aldığımız metal foil atomlarından- Alfa Zerreçikleri'nin çoğunun neden kolaylıkla geçtiğini anlamak mümkündür. Buna karşılık bir Alfa Zerreçigi, atomun çekirdeğine yaklaşıpken, yoğun bir elektrik alanıyla karşılaşır ve büyükçe bir acıyla yollardan sapıtılır. Söz konusu Alfa Zerreçikleri, pozitif elektrik yüklü zerreçikler olduklarından, Atom'un pozitif elektrik yüklü Proton'ları tarafından itiliyor. Bunu biliyoruz; peki Atom'un -yani metal foil atomları- negatif elektrik yüklü ELEKTRON'larının Alfa Zerreçikleri'ni (negatif pozitif çeker diye) kendilerine çekmeleri gerekmez mi? El-

Alfa Zerreçikleri ELEKTRON'lardan 7.000 defa daha küttelidir. Atomların elektronları öylesine hafiftirler ki, üzerlerine camın ocağı Alfa Zerreçikleri'ne fazla etki yapmaz. Aynı zamanda Hidrojen atomundan 1836 defa daha küttüktür demiştik. Şimdi ise ELEKTRON'un Alfa Zerreçigi'nden 7000 defa az kütteli denilmesinin nedeni kendiliğinden açıklanmış oluyor: Alfa Zerreçikleri aslında birer Helyum Atomu'dur; ve, Helyum Atomu da Hidrojen Atomuna kıyasla 4 kat daha küttelidir.

İlerki sayfalarda, atom çekirdeğinde Proton'un yanısıra kütleli oluşturulan NÖTRON'un da 1932 yılında keşfini gördükten sonra Helyum Atomu'nun 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu bir atoma sahip olduğunu anlayacağız. Fakat, şimdi, yani Rutherford'u anlattığımız 1911 yıllarında henüz NÖTRON keşfedilmediğinden Helyum Atomu kütle -Atom Ağırlığı- olarak biliniyor ve kütesinin Hidrojen biriminden 4 misli büyük olduğu hesaplanmıştı.

Alfa Zerreçikleri Elektronlara kıyasla ağır olduklarından (elektronlardan 7.000 kat daha küttelidir) ve Rutherford'un deneyinde kullanılan Alfa Zerreçikleri büyük sürat yaptıklarından bunların yollarından büyük açılarla sapıtılmaları için atomlarda büyük güçlerin etki yapmış olması gerekirdi.*

Böylece ELEKTRON'u bulan J.J. Thomson'un 1898 yılında dünya bilim sahnesine sunduğu ATOM MODELİ 1911 yılında Rutherford'un yeni bulgularıyla değişikliğe uğruyordu.

* Fundamentals of Physical Science - K.Kräuskopf, A.Belser sayfa 292

* " " " " " " " " sayfa 293

* " " " " " " " "

* " " " " " " " "

Rutherford'un atom modeline göre bir Atom'un tüm kütlesi, onun çekirdeğindeydi. Çekirdekte atomun pozitif elektrik yükü toplanmıştı ve negatif elektrik yükler olan elektronlar çekirdeğe uzaktılar. Bir güneş sistemi çevresinde dolanan gezegenler gibi Elektronlar da Atomun çekirdeği çevresinde dolanıyorlardı. Hemen hemen aynı yıllarda Danimarkalı bilgin Niels Bohr'un önerisiyle birlikte "Gezegenlere" benzetilen elektronları ve güneşe benzetilen çekirdeği ile yeni bir ATOM MODELİ yerleşmeye başladı.

Atomun tüm kütesini oluşturan Çekirdeğine kıyasla Elektronları'nın durumunu bir uçağın pervanelerine benzetmekle anlatmak mümkündür. Hızla dönen uçak pervanesinin, döndüğü tüm mekânı kaplıyor gözükmesine rağmen aslında epey boşluklu olması gibi elektronlar da Çekirdek etrafında hızla döndüklerinden Atom'un tüm hacmini kaplıyor görünürler.*

Elektronların kütlesi o denli azdır ki bunlar hesaba bile katılamazlar. Daha önce söylediğimiz gibi Hidrojen Atomu'nun Çekirdeği (yani bir Proton) Elektron'dan 1836 defa daha kütlelidir.

"Atom Çekirdeği" sözcüğünü bulan Rutherford'dur. İngilizce NUCLEUS'tur. Bu nedenle de atom çekirdeğinin parçalanmasından üretilen enerjiye NÜKLEER ENERJİ denir. Buna ATOM ENERJİSİ denilmesini bilim adamları kabul etmezler. Çünkü Atom'da elektronların da var olduğunu gördük. Oysa Nükleer Enerji, atomun çekirdeğinin parçalanmasından sağlanan enerjidir. Yani Nükleer (Çekirdek-sel) Enerjidir.

İleride göreceğiz ki 1932 yılında yine Atom'un Çekirdeğinde kütlesi hemen hemen PROTON kadar olan bir de NÖTRON zerreciği keşfedilmiştir.

1911'lerde Rutherford "Atom Çekirdeği"ni keşfettikten sonra PROTON adını da o bulmuştur.

Rutherford, bir atomun kütesinin, çekirdeğinde toplanmış olduğunu göstermiştir. Fakat, çekirdekte Proton'dan başka Nötron da olduğunu bilmediğinden Atom'un kütesinin toplamını açıklığa kavuşturamamıştır. Şöyle ki bir Helyum atomu çekirdeği (Alfa Zerreciği) 2 birim pozitif elektrik yükü (Proton) ne sahiptir. Fakat Helyum Atomu 4 kütle birimliydi Rutherford'un hesaplarına göre. Bugün 2 NÖTRON olarak bildiğimiz Helyum'daki diğer 2 birimlik kütle için Rutherford "bir nötr zerrecik olabilir" demişti.*

Aslında Rutherford doğru yönde bir tahmin yürütmüştü. Nitekim kendisinin pozitif elektrik yüklü PROTON'u keşfinden 20 yıl sonra 1932'de Chadwick atom çekirdeğinde yeni bir zerrecik bulduğunda bu yeni zerreciğe NÖTRON adı verildi. Bu yeni zerrecik, işte, eskiden Rutherford'un ne olduğunu tam bilemediği fakat, çekirdekte "bir nötr zerrecik olabilir" dediği zerrecikti. Nötron sözcüğünde "Nötr"den türetildi.

Sonuçta bugün Alfa Zerreciği'nin bir Helyum Atom'u olduğunu bildiğimiz gibi bir Helyum Atomu'nun 2 Proton'dan ve 2 Nötron'dan ibaret bulunduğunu da biliyoruz. Günümüzün gelişmiş ölçüm gereçleri sayesinde Proton'un ve Nötron'un ayrı ayrı kütleleri de bilinmektedir. Bunlar hemen hemen birbirine yakın kütlelere sahiptirler: Proton'un kütle değeri 1.0078 Nötron'un kütle değeri ise 1.0087'dir.

* Foundations of Chemistry sayfa 157

Kütlesi hesaba katılmayacak kadar az olan elektron atomda sürekli hareket ettirilmiş halde aslında hiç yer kaplamaz: hızlı hareketi sayesinde kaplıyor gözükür.*

Şimdi de bir Atom'un tüm kütlesinin çekirdeğinde toplanmış bulunmasının ne ifade edebileceğine ait bir örnek verelim.

Elektronlarının hepsi de sökülmüş bir madde parçası düşünelim. Bu madde parçası, yalnızca birbirine sıkıca bağlı atom çekirdeklerinden ibaret olacaktır. Bir su damlası kadar küçük böylesi bir madde parçası, milyonlarca ton ağırlığında olurdu. Astronomlar, santimetre küpü birkaç tonluk böylesi büyük yoğunlukta yıldızlar (cüce yıldızlar) bellirlemişlerdir. Bu yıldızları oluşturan atomlar, ortalama olarak, yerkürümüzü oluşturan atomlardan çok daha az yer kaplamaktadırlar.*

Rutherford atom çekirdeğinin pozitif elektrik yüklü olduğu fikrini ortaya koymuştur, fakat, elementlerin çoğunun atomlarındaki çekirdeğin pozitif elektrik yükleri sayısını keşfeden Moseley'dir. İngiliz bilgini Moseley'in atomların -çeşitli elementlerin atomlarının- çekirdeğindeki pozitif elektrik yükleri sayısını bulması PERİYODİK TABLO'ya ELEMENTLERİN ATOM SAYILARINI* kesin biçimde eklememizi mümkün kılmıştır. Moseley'in 1914 yılında rastlayan buluşu hakkında ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde yeterince bilgi vermiştik. Bu buluştan önce PERİYODİK TABLO'da elementler kesin Atom Sayı'larına kavuşmamışlardı. Yalnızca atomların ağırlıklarına dayanan Atom Ağırlıkları sıralaması vardı. Periyodik Tablo'da Mendeleev'in "ileride bunlar da keşfedilecektir" diye tahmin edip boş bıraktığı karelerdeki elementlerden bazıları, Moseley yöntemi sayesinde doğru saptanabilmiştir. Günümüzde, artık, elementler, bu kitapta bir örneğini bulacağınız PERİYODİK TABLO'da görüldüğü gibisayca 100'ü aşmış bulunmaktadır; her bir elementin karesinde hem Atom Ağırlığı anlamındaki Kütle Sayısı hem de atomun elektrik yükünü göstermesi açısından PROTON-ELEKTRON sayısını ifade eden ATOM SAYISI vardır.

1914 yılında H.G. Moseley şu açıklamayı yaptı: "Bir elementin ATOM SAYISI çekirdeğindeki Proton sayısına eşittir. Bu, elbet, atom çekirdeği dışında dolanan Elektron sayısını da ifade etmektedir. HER ELEMENTİN ATOM SAYISI kendine özgüdür. Aynı ATOM SAYISI'na sahip iki element düşünülmeceğine göre ATOM SAYISI, bir element atomunun temel özelliğidir.*

İki ayrı elementin aynı atom sayısına sahip olamayacağını ve her elementini ancak kendine özgü bir atom sayısına sahip bulunabileceğini böylece belirttikten sonra sıra "İZOTOP"lara geldi. İzotop, aynı elementin -örneğin neon ya da klorun- ayrı kütleye, yani ayrı atom ağırlığına sahip olması demektir. Öyle ki Klor'un atom ağırlığının 35 ya da 36 olmayıp da 35,453 olması uzun yıllar bilim adamlarını uğraştırmıştır. Bunun neden tam sayı değil de böyle kesirli olduğunu anlayamamışlardır. Örneğin elementlerden Neon'un atom ağırlığı neden 20 ya da 21 değil de 20,183'tür diye bilginler epey uzun süren araştırmalar yapmışlardır.

Yukarıdaki dolambaçlı atom ağırlıklarının sır kapısını 1913'de başlayan gelişmeler açmıştır. Ve, aynı elementin değişik atom ağırlıklı birkaç çeşidinin keşfedilmesi

* Foundations of Chemistry - Ernest R. Toon, George L. Ellis sayfa 157

* PERİYODİK TABLO için Bkz. kitabın son sayfası

* Foundations of Chemistry sayfa 157

"İzotop" kavramıyla açıklığa kavuşmuştur. İzotop'lar, Atom Sayısı aynı olup da Atom Ağırlığı (Kütle) değişik olan elementlerdir. Yani Proton-Elektron sayısı aynı fakat Atom Ağırlığı ayrı. Bir örnek verelim: Peryodik Tablo'ya baktığınız takdirde Klor'un Atom Sayısı'nın 17 olduğunu görürsünüz. Atom Ağırlığı'nın da 35,453 olduğunu görürsünüz. Bu kesirli sayının nedeni her iki çeşidinin de Atom Sayısı 17 olan fakat Atom Ağırlığı 35 ve 37 olan iki çeşit Klorun var oluşundan ötürüdür. Atom Ağırlığı 37 olan Klordan diğerine kıyasla (35) dörde bir oranında bulunduğundan 35,453 gibi kesirli bir Atom Ağırlığı ortaya çıkmaktadır. Bunu keşfeden İngiliz bilgini William Aston 1922 Nobel Kimya ödülünü kazandı.

Konunun anlaşılması açısından Neon elementi için de bir örnek vermek yararlı olur.

Peryodik Tablo'daki elementlere göz gezdirecek olursanız Neon elementinin Atom Sayısının 10 ve Atom Ağırlığı'nın 20,183 olduğunu göreceksiniz.

Neon'un 20,21 ve 22 Atom Ağırlıklı üç çeşidi (İzotop) keşfedildi. Bu her üç Neon çeşidinin Atom Sayısı aynıdır: 10. Demek oluyor ki 10 Proton'u ve 10 Elektron'u olan Neon'un aynı aynı Atom Ağırlıklı üç çeşidi var. Bu yüzdendir ki Peryodik Tabloda Neon'un atom Ağırlığı üç çeşidin ortalaması olan 20,183'tür.

1919 yılında yapılan araştırmalar sonucunda Neon'un 20 ve 22 atom ağırlıklı çeşitleri bulundu. Neon 22, diğerine kıyasla, onda bir (1/10) oranında bulunuyordu. Sonraki yıllarda da atmosferdeki Neon'da her 400 atomdan 1 tanesi 21 Atom Ağırlıklı Neon'dur. Böylece Neon'un da Atom Ağırlığı kesirlidir: 20,183.*

Atom Sayısı aynı fakat Atom Ağırlıkları aynı elementlere "İzotop" denir.

Klor'da da Neon'da da gördük ki "İzotop"ların Atom Sayısı aynı. Klor'un Atom Sayısı 17'dir fakat Atom Ağırlıkları birinin 35 diğerinin 37'dir. Neon'un Atom Sayısı 10'dur fakat Atom Ağırlığı birinin 20, diğerinin 21 ve öteki de 22 olmak üzere üç çeşidi vardır.

Bunları yani "İzotop"ları anlatmamızın nedeni gerek Atom bombasında gerek Nükleer Santrallarda kullanılan Uranyum 238 elementinin 235 izotopunu rol oynamasıdır. Uranyum-238'in arzettiği zorluklar Uranyum-235 elde edilmesi gereğini doğurmuştur. Unutmayalım: Atom Ağırlığı birinin 235 diğerinin 238 olan Uranyum elementinin Atom Sayısı aynıdır: 92.

Demek oluyor ki "İzotop"lar hem radyoaktif elementlerin anlaşılmasında hem de diğer elementlerin atom yapısının anlaşılmasında vazgeçilmez bilgi kaynağı olmuşlardır. Bu nedenle üzerinde durarak muhakkak anlatmamız gerekir. Ancak, şimdilik, bunu ilkeri sayfalarda ele almak üzere eteleyeceğiz. Çünkü hem Alfa Zerreciği'nin sırrını hem Atom'un Çekirdeği'ni (Nucleus) hem de Atom Çekirdeği'nin pozitif elektrik yüklü PROTON barındırdığını keşfeden ünlü bilim adamı Ernest Rutherford'un "insanoğlunun binlerce yıllık düşü" olan "bir elementi bir başka elemente dönüştürme" başarısına (prömiyerine) öncelik vermek zorundayız. Rutherford'un sözünü ettiğimiz "Prömiyeri" ile "ATOM ÇEKİRDEĞİ" parçalanmış ve Azot elementi Oksijen elementine dönüştürülmüştür. Bu, insanoğlunun belki de uzaya gitme isteği kadar engin bir düşüydü. Nitekim İlim-i Simyacılar yüzlerce yıl "bir elementi bir başka elemente dönüştürme"nin sırrını araştırarak kurşundan, civadan vb. elementlerden ALTIN elde etmeye çabalamışlardır. Rutherford'un başarısı büyüktür.

Uzaya Açılış düşü kadar engin: bir elementi başka bir elemente dönüştürmek

İlm-i Simyacılar, Ortaçağ boyunca, bitmek tükenmek bilmeyen çalışmalarıyla maddenin sırlarını anlamak istemişler ve keşfettikleri bazı elementleri Çağdaş Kimya ve Fizik Bilimi'ne armağan etmişlerdir.

İlm-i Simyacıların en büyük düşlerinin cıva, kurşun, demir gibi maddeleri altına çevirmek istemeleriydi. Altın o çağın en geçerli akçesiydi. Eğer basit elementler, elementlerin "Kral"ı altına dönüştürülebilseydi onlardan daha güçlü insan olmazdı.

Ne var ki İlm-i Simya'cıların düşü ancak 1919 yılında Ernest Rutherford'un "bir elementi bir başka elemente dönüştürme"si ile mümkün olmuştur.

MADDENİN ATOMİK TEORİSİ peşinde ve uğrunda harcanan çabalar okuduğunuz bu kitap boyunca anlatılmıştır. Ortaçağın bilim-teknik çerçevesi içinde yapılmazdı 20.nci yüzyılda gerçekleştirilen bir şey.

Rutherford'un giriştiği deneyler, herhangi bir elementten zenginlik kaynağı altın elde etmeğe yönelik değildi. Kitabımızın çeşitli bölümleri boyunca gördük ki "Atomun parçalanması" 200 yılı aşkın Gazlar, Elektrik, Elektronik ve Radyoaktif elementler alanındaki çalışmaların doğal bir sonucu olarak gerçekleşmiştir.

Doğadaki Uranyum, Polonium, Radium gibi radyoaktif elementlerin yaydıkları Alfa Zerreçikleri'ni Rutherford'un kullanmayı nasıl akıl ettiğini gördük.

Önce Alfa Zerreçığının bir Helyum Atomu olduğunu saptadı Rutherford. Sonra da doğal radyoaktivitenin sağladığı bu zerreçığı bir "mermi" gibi metal levhayı bombardıman etmek için kullandı. Metal levhayı aşıp geçen Alfa Işınları'nın (Alfa Zerreçikleri de deniyor) saptanması, metal levhanın arkasına yerleştirilmiş flöresan bir ekran sayesinde oldu. Alfa Işınları metal levhayı geçtikten sonra çinko sülfürlü flöresan ekranda parıltılara yol açıyordu. Bu deneyi Rutherford 1911 yılında yaptı.

Fizikçiler bir element atomunu başka bir element atomuna dönüştürmek ya da atomu parçalayarak içinde ne olduğunu anlamak için Rutherford'un "Alfa Zerreçigi" silahıyla çalışmaya koyuldular. Şurası muhakkak ki söz konusu "silah"ı Rutherford çok iyi kullanmıştı. Rutherford ile asistanlarının yaptıkları yararlı deneylerden biri de sülfürlü çinko ekranı Alfa Zerreçikleriyle darbelemek oldu. Her darbe küçük bir parıltı yapıyordu. Böyle bir etkiyi ilk önce 1903 yılında Crookes keşfetmişti.

Crookes'in kim olduğunu biliyorsunuz ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nden. Elektron'un keşfedildiği Katod Tüpü'nün bir adı da Crookes Tüpü'dür. İçinin havası boşaltılmış tüplere yüksek voltajlı elektrik akımı vererek gizemli ışılıtları ilk incelemeye başlayanlardan biridir Crookes. Üstelik, tüpün havasını boşaltmada önemli başarılar da elde etmişti. İşte, bu aynı kişiyi, şimdi Radyoaktif Elementlerden yayılan Alfa Zerreçikleriyle flöresan bir çinko ekranı darbeleme deneyleri dolayısıyla bilim sahnesinde görüyoruz.

1896 yılından itibaren keşfedilmiş bulunan radyoaktif elementlerin yaydığı ışınlarla bilgiler yavaştan deneylere başlamışlardı 1900'lerin başında. Rutherford da bu bilgilerden biriydi; sadece bunlardan biri olmakla kalmadı aralarında sıyrılıp büyük keşif başarıları göstermiş biriydi.

Flöresan ekrandaki parıltıları engelleyici bir kalın metal disk kullanırken, Rutherford, deney aygıtının içine Hidrojen gazı koydu.

Rutherford hidrojen gazı koyunca, parıltılara engel olması için aygıtı yerleştirilen kalın metal diske rağmen flöresan ekranda parıltılar görülmesi, anlaşılması zor bir durum yarattı. Çünkü, normal olarak, metal disk, Alfa Zerreçiklerini durduruyordu. Flöresan çinkodaki parıltılar biraz da değişikti. Metal diski aşıp flöresan ekrana ulaşabildiklerine göre, bu ışınlar, bir başka tür radyasyon olmalıydı.*

Şimdi dikkat edilmesi gereken bir nokta var. O da ilk kez bir radyoaktif element zerreçikçi ile -Alfa Zerreçikçi ile- bir elementin "vurulması" sonucu olup bitenlerdir!

Hidrojen PERİYODİK TABLO'nun Atom Sayısı 1 olan elementidir. Bunun nedeni 1 Proton'u ve 1 Elektron'u bulunmasıdır. Hidrojen atomunda pozitif elektrik yükünü ifade eden 1 Proton ile karşıtı negatif elektrik yükü olan 1 Elektron'a ek olarak NÖTRON yoktur. Diğer elementlerde NÖTRON var olup Proton'la birlikte çekirdeğin kütlelerini oluşturur.

Bu özelliği nedeniyle Hidrojen en hafif elementtir.

2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu bir atom olan Alfa Zerreçikçi'nin, yani Helyum Atomu'nun radyoaktif elementten fırlayıp Hidrojen'in Proton'unu vurmuş olması ihtimali, Rutherford'un zihnini kurcalamaya başlamıştı. Bir bilardo topunun bir bilardo topuna vurup birincinin darbesiyle ikincinin harekete geçirilmesi gibi Alfa Zerreçikçi bombardımanı ile hidrojen gazı atomlarındaki birkaç Proton'un bilardo topu gibi hız alarak metal diski aşması ve flöresan ekranda bir parıltı yapması muhtemeldi.

Alfa Zerreçikleri, hidrojenin çekirdeğine -tek Proton'lu çekirdek- ya da birçok hidrojen atomunun çekirdeklerinden bir kaçına tam isabet etmiş ve bilardo topunun diğerini fırlatması gibi çekirdeği fırlatmıştı. Bu radyasyona hızlı protonlar da diyebiliriz. Ne de olsa hafif olan hidrojen protonları büyük bir süratle ileri fırlamışlardır ve bu nedenle de disk metali aşarak çinkolu flöresan ekranı darbelemişlerdi. Darbeler parıltı şeklinde görülmüştü.*

Flöresan ekranda radyasyonun yaptığı parıltı "Parıltı Sayacı" denen bir aygıtın icadına yol açtı.

Rutherford ve arkadaşları, radyasyonun flöresan çinko ekrandaki etkisini algılayabilmek için onbeş dakika süreyle karanlıkta bırakırlardı kendilerini. Gözleri ancak karanlığa alıştıktan sonra, deneye başlıyorlardı. Ve, bu sayede, flöresan ekranı arada sırada vuran ışınların etkisini parıltı olarak görebiliyorlardı. Günümüzde icat edilen "Parıltı sayaçları" artık insan gözünü ve zihnini kullanmadan parıltıları sayabiliyorlar.*

Hidrojen gazı ile yaptığı deneyin ardından Rutherford aynı çeşit bir çalışmayı bu kez Azot gazı kullanarak tekrarlardı.

Rutherford'un flöresan ekrandaki parıltıları kendi gözleriyle saymak suretiyle sürdürdüğü deneylerden birinde beklenmedik bir gelişme oldu. Bombardıman mermisi olarak kullandığı Alfa Zerreçiklerine hedef olarak Hidrojen yerine Azot gazını seçince flöresan ekranda tıpkı Hidrojen'in bombardımanından çıkan parıltılara benzer parıltılar çıktığını fark etti. Rutherford, bundan, ancak bir tek sonuç çıkarabilirdi: bombardıman Azot atomları çekirdeğinden "Proton"lar sökülüp çıkarmıştı.

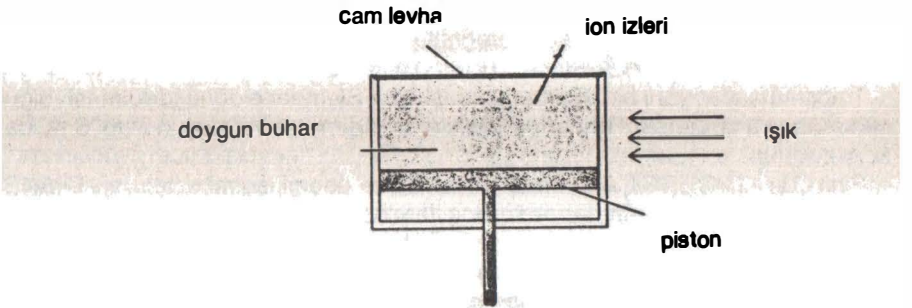
Rutherford'u böyle bir sonuca götüren Hidrojen bombardımanında da flöresan ekranda benzer parıltılar görmesidir.

Azot (diğer adı Nitrojen) PERİYODİK TABLO'nun Atom Sayısı 7 olan elementidir. Başka bir deyişle "7 Proton"lu bir elementtir. Hidrojen ise "1 Proton"lu bir elementtir. Rutherford'un görüşüne göre Azot atomunu oluşturan Proton'lar Hidrojen Proton'u gibiydiler.

Elementler arasında pozitif elektrik yükü 1 değerinde olan ve negatif elektrik yükü değeri de 1 olan Hidrojen'dir. Bu nedenle Hidrojen'e verilen Atom Sayısı 1'dir. Elementler arasında **en küçük** atom çekirdeğine sahiptir ve buna PROTON adı verilmiştir. 1 değerli pozitif elektrik yükü ve 1 değerli negatif elektrik yüklü Hidrojen BİRİM olarak alınır.*

Transmütasyon

Rutherford, Alfa Zerreçikleriyle bombardıman ettiği Hidrojen ve Azot atomlarının başına gelenleri bir kez daha ve daha sağlam kanıtlar elde ederek öğrenmek için deneylerinde Wilson'un Bulut Odası'nı kullandı. C.R. Wilson, hocası Rutherford'la birlikte Nükleer Fizik üzerine çalışan bir bilim adamıydı.



Wilson, kolu dışarıdan hareket ettirebilen ve içinde pistonun yukarı aşağı oynatabildiği bir basit oda icat etti. Oda basit ama Nükleer Fizik araştırmalarına büyük katkısı olan bir fikirdi.

Wilson Odası, hızlı hareket halindeki Alfa Zerreceklerini, Elektron'ları (Beta Işınlarını) Atom Çekirdeği'nin parçalanmasından ötürü sökülün Proton'ları gözle izleme olanağı veren bir aygıttır. Oynar pistonlu bir cam kaptır. Silindir biçiminde olabilir, ya da başka şekillerde. Silindire nemli bir gaz yerleştirilir; bu, birazcık su serpilmiş hava da olabilir. Pistonu süratle oynatılıp hacim genişletilince gaz (yani hava) birden soğur. Soğumayla birlikte kabın çeperlerinde su buharı oluşur. Eğer, kap hacminin aniden genişletilmesi sırasında süratle hareket eden elektrikli bir zerrecek kabın içinden geçirilirse, geçişi sırasında rastladığı molekülleri (ya da atomları) sendeletir ve hafifçe yaralamış olur: bu olgunun İON'LAŞMA olduğunu anladınız.*

Daha önceki bölümlerde ve özellikle ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde İon'laşma olgusunu açıkladık. Atomların "elektrik"lenmiş halidir. Nasıl oluyordu? Atomun negatif elektrik yüklü ELEKTRON'larının sökülmesi halinde, atomda, eksilmiş negatif yük dolayısıyla, POZİTİF elektrik yükünün fazlaşmasıydı. Böylece ELEKTRON-PROTON dengesi bozulunca, aslında NÖTR olan atom, birden "İon"laşıyordu: yani elektrikleleniyordu.

Şimdi, Wilson Odası'nın içinden geçirilen Alfa Zerrecekleri neydi? Helyum Atomları idi. Fakat, bunlara, Helyum "İON"ları demek daha doğru olur. Çünkü, Alfa Işınları- ya da Helyum Atomları- negatif elektrik yüklerinden arınmış POZİTİF İON'larıdır. Wilson Odası'ndan Beta Işınları ya da Elektronlar geçirildiklerinde bunlar da "İon"lanmış durumdadırlar, çünkü, pozitif yüklerinden arınmış negatif elektrik yük-lüdürler.

Sözünü ettiğimiz "İon"lanmış moleküller ve atomlar kısa bir süre bu durumlarını sürdürürlerken, camın çeperlerindeki su buharı damlacıkları gelirler ve elektrikle-nmiş zerrecekler üstünde toplaşırılar. Su buharı damlacıkları, sözünü ettiğimiz "elek-trik"li zerrecekler üstünde birikmeyi tercih ederler. Eğer Wilson odasındaki gaza doğru güçlü bir ışık tutulursa, sisli gibi bir havada bazı noktacıklarda toplaşmış su buharı damlacıkları görmek mümkündür.*

Wilson 1907 yılında icat ettiği bu SİS ODASI dolayısıyla 1927 Nobel Fizik ödülüne layık görüldü. İngiliz bilgini Wilson, anlattığımız Sis Odası icadı neniyle Nobel ödülü alırken Sis Odasındaki olguların fotoğraflarını çekmek suretiyle Nükleer Fiziğe katkıları olan İngiliz Patrick Blacket de Nobel ödülü aldı.

Transmütasyon yani bir "Elementin başka bir Element'e dönüştürülmesi" olgusunun kanıtlanması için, Rutherford, asistanlarından olan Wilson'un ünlü "Sis Oda-sı"nı kullandı.

Şimdi de NÜKLEER ÇAĞ'ın başlamasında en önemli adımı oluşturan TRANS-MUTASYON olgusunu Rutherford'un İngiltere'deki laboratuvarında nasıl gerçekleştirdiğini görelim.

Birinci Dünya Savaşı sona ererken, Rutherford, Manchester Laboratuvarındaki Wilson odasında Azot atomlarını bombardıman etmeyi denedi. Atomları bombardıman ederken "mermi" olarak ne kullandığını biliyoruz artık: Helyum Atomları. Adına Alfa Zerrecekleri de denilen Helyum Atomları nereden bulunuyor? Birkaç miligramlık Radium, Polonium ya da Uranyum gibi radyoaktif elementlerden. Doğada mevcut

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet sayfa 187

bu radyoaktif elementlerin, kendiliklerinden ve doğal olarak, saldıkları ışınlardan Alfa ışınları pozitif elektrik yüklü olduklarını da az önce anlattık. Bunların pozitif elektrik yüklü olduklarını bileceğiz ki yarı ömürleri ışın mahiyetini anlayalım.

Bu arada şunu da not etmekte yarar var. Birinci Dünya Savaşı sona ererken PER-YODİK TABLO'nun düzenlenişi için 19. yüzyılda yapılan çalışmalar yeni çalışmalar bütünleştirilerek keşfedilen Elementler'in sayısı 92'ye çıkmış bulunmaktadır. Normal ya da Radyoaktif olmak üzere PERYODİK TABLO'ya 92 Element kaydedilmiş -çetelesi çıkarılmış- durumdadır 1918'lerde. Doğadaki 92 Elementten pek azı radyoaktif olup diğerleri "normal" ya da "kalımlı" elementlerdir. Kalımlı sözcüğünden kastımız, elementin, kendiliğinden "bozunmayışı"dır. Çünkü, bildiğimiz ve daha önce gördüğümüz üzere, Uranyum gibi radyoaktif elementler "bozuna bozuna" yani Alfa, Beta ışınları yaya yaya başka elementlere dönüşmektedirler. Bir başka deyişle radyoaktif elementler "kendiliklerinden transmütasyon"a uğramaktadırlar. Rutherford'un NÜKLEER ÇAĞI başlatan önemli adımı ise "normal" "kalımlı" dediğimiz Azot gibi bir elementi bombardıman etmesidir. Peki, bombardımanda kullandığı "mermi" nedir? Uranyum, Radium, Polonium gibi "Doğal Radyoaktif elementler" in yaydıkları Alfa ışınları.

Rutherford bir "Transmütasyon" yapacaktır. Bu da dünyada ilk kez, Doğal'da kendiliğinden olan değil de insan eliyle gerçekleştirilmiş bir TRANSMÜTASYON olacaktır. Yapay Transmütasyon.

Rutherford, Wilson Odası'nda yapacağı deneyle Azot elementini Oksijen elementine dönüştürdü.

Bombardıman yeri Wilson Odası'dır. Bombardıman mermisi Alfa Zerreçikleridir. Bombardıman edilecek "normal" element Azot'tur. Azot (diğer adı Nitrojen) Peryodik Tablo'da Atom Sayısı 7 olarak gösterilen elementtir. Bir gazdır. Atom Sayısı 7 demek Atom Çekirdeği'nde pozitif elektrik yüklü 7 Proton'a sahip demektir. Ve, hemen aklımıza gelmesi gerektiği üzere, Azot atomunda 7 Elektron* var demektir.

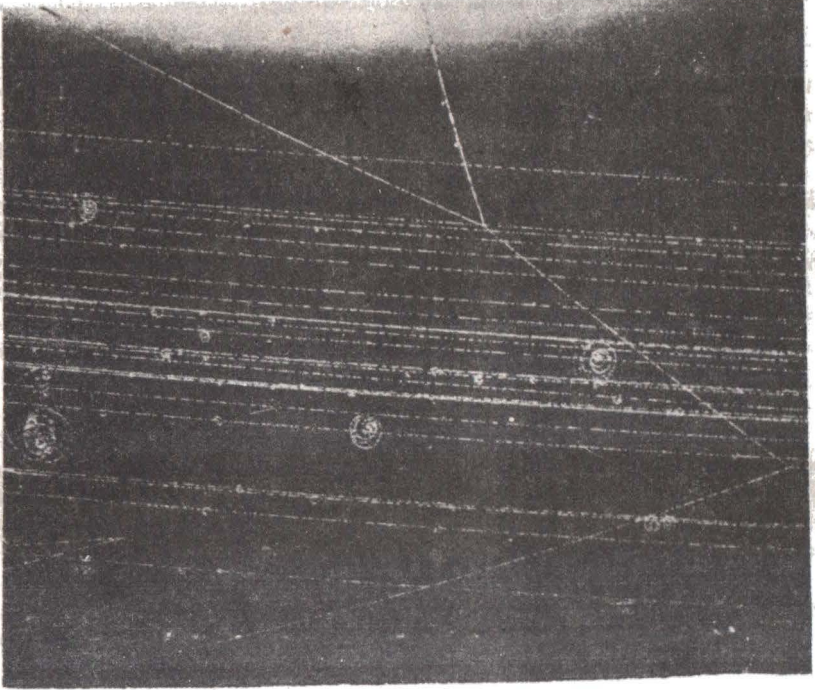
Peryodik Tablo'da 7 Atom Sayılı azot elementine ait olmak üzere bir de 14,007 sayısını görmek mümkündür. Bu sayı da Atom Çekirdeği'nin kütlesini ifade etmekte olup Atom Ağırlığı sayıdır. Atom diyeceğimize Atom Çekirdeği kütlesi dedik, çünkü, bir atomun kütlesi çekirdeğinde toplanmıştır, ELEKTRON'lann kütlesi yok denecek kadar azdır.

Rutherford adı geçen Wilson Oda'larından birinde Azot atomu çekirdeklerini Alfa Zerreçikleriyle bombardıman etti. Alfa Zerreçigi, oda içinde gittiği yol üzerinde bir iz bırakırken bu iz birdenbire çatal şeklinde sona bu muştı. Belliydi ki Alfa Zerreçigi bir Azot atomu çekirdeğine isabet etmişti. Çatal biçiminde bir iz yer bırakan ilk tek çizgili izden çıkan kollardan biri inceydi. Bu ince çizgi çarpışmada bir Proton'un söküldüğünü anlatıyordu. Çatalın diğer ucu ise kalın ve kısa çizgili bir iz bırakmıştı. Bu da çarpışmadan arta kalan Azot Atomu çekirdeğini ifade ediyordu. Fakat, bombardıman etmek için atağa geçirilen Alfa Zerreçigi'nden haber yoktu! Sanki Alfa Zerreçigi'ni Azot Atomu'nun Çekirdeği yutmuştu.*

* PERYODİK TABLO için Bkz. kitabın son sayfası* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 413- 414

Wilson Odası'nda olup bitenleri, bombardımanı yöneten Rutherford'un ağzından dinleyelim.

Rutherford'un 1919 yılında Philosophical Magazine adlı bilim dergisine gönderdiği maktelede şunlar anlatılıyordu: "Alfa Zerrecikleriyle yaptığım bombardıman sırasında çarpışmada ortaya çıkan müthiş yoğun güçlerin etkisi altında Azot'un parçalanmış olduğu sonucuna varabiliriz. Çarpışmada sökülüp ortaya çıkan Hidrojen atomu'nun, Azot atomu çekirdeğinden bir parça olduğu kanısını besleyebiliriz. Genelde sonuçlar şunu gösteriyor ki eğer deneyler için Alfa Zerrecikleri ya da benzer güçte enerjili başka "mermi"ler kullanırsak birçok hafif atomun nükleer (çekirdek-sel) yapısını parçalayabiliriz.*



Rutherford'un Wilson Odası'nda yüksek enerjili Proton'lar ve Alfa Zerrecikleriyle Azot gibi gaz atomlarını parçalamak için yaptığı deneylerden biri. Çatallaşma yüksek enerjili bir Proton'un bir Atom'la çarpışması sonucunda çıkan elektriklenmiş zerreciklerin belirtileridir.

* Philosophical Magazine 1919-VI, 37, 581

Azot, Rutherford'un belirttiği gibi, "hafif atom"lardır. Çünkü 7 Proton'u ve 7 Elektron'u vardır. Kütlesi de 14,007'dir. Bir atomun tüm kütlesi çekirdeğinde (Nucleus) olduğuna göre 7 Proton'a rağmen kütlesi -Azot'un kütlesi - nasıl 14,007 olabilir diye bir soru aklınıza haklı olarak gelebilir. Atom Ağırlığı'nda rol oynayan Proton'ların yanısıra 1919'larda henüz keşfedilmemiş olan NÖTRON'lar vardır! Bunu ileride göreceğiz. 7 Proton artı 7 Nötron 14'lü kütleli oluşturur.

Azot atomlarını bombardıman eden ve bombardıman sırasında bir Azot atomunun çekirdeğini "alından vuran" Alfa Zerreği "mermi"sinin âkibeti anlaşılmadı demistik. Acaba 7 Proton'lu Azot Atomu çekirdeğinden bir Proton'u sökme görevini başardıktan sonra, Alfa Zerreği, Azot atomu tarafından yutulmuş muydu?

Willson Sis Odasında bir santimetrenin 100 milyonda biri kadar küçük olan Atom'larla bunlardan 100.000 defa daha küçük olan çekirdekleri arasında "olup bitenler"e ait fotoğraflar çeken İngiliz bilgini Patrick Blackett bu alandaki çalışmaları için 1948 yılı Nobel Fizik ödülünü aldı. Çünkü Rutherford'un Wilson Sis Odasında sürdürdüğü sekiz deney sırasında tam 20.000 fotoğraf çekmeyi başarmıştı.

Blackett'in gösterdiği muhakkak ki insan-üstü bir gayret, inanç ve sabırdan başka bir şey değildi.*

Blackett'in çektiği 20.000 bilim fotoğrafı, Nükleer Fizik üstadı Ernest Rutherford'un Alfa Zerreçikleri ile yaptığı 8 "bombardıman"a aitti. Rutherford, söz konusu 8 deneyde, Wilson Sis Odasında, Azot gazı atomlarına "mermi" olarak Alfa Zerreçikleri yöneltmiş ve bu mermilerle arada sırada birkaç Azot Atomu Çekirdeği vura-bilmiştir. Atom Çekirdeği'ni Alfa Zerreçikleri ile arada sırada -rastgele- vurabildiğinden anlattığı çatal şekli oluşuyordu: yani Azot Atomu Çekirdeğinden bir Proton ayrılıyor ve ince bir çizgi izi bırakarak kendini belli ediyordu. Oysa çatalın kalın çizgisi bir Protonunu yitirmiş Azot Atomu'ndan arta kalan bölümü belli ediyordu. Peki, Azot Atomu çekirdeğine isabet eden Alfa Zerreçığının âkibetinden ne "haber"di?

İşte, şimdi, bu önemli soruya yanıt verme sırası geldi: Alfa Zerreçigini "mermi" olarak yiyen Azot Atomu Çekirdeği mermiyi yutuvermişti. Azot Atomu Çekirdeği "mermi"yi yutunca ne olmuştu?

Bu soruya yanıt vermeden önce Alfa Zerreçigi'nin bir Helyum Atomu'ndan başka bir şey olmadığına ilişkin açıklamaları unutmayalım; ondan sonra da bir Helyum Atomu'nun 2 Proton 2 Elektron ve 2 Nötron'lu olduğunu da unutmayalım. Negatif elektrik yüklü Elektron'ları kütsizlikleri nedeniyle deneyimizde hesaba katmıyoruz. Evet; böylece Helyum Atomu'nun 2 Proton'unu ve 2 Nötron'unu yutan Azot Atomu Çekirdeğinde bir değişiklik oluyor. TARNSMÜTASYON denen bu değişiklikte Azot Atomu'nun (PERYODİK TABLO'ya bakıldığında görüleceği üzere) 7 olan Atom Sayısı 9'a ve 14 olan Atom Ağırlığı (ya da kütle) sayısı 18'e çıkmış oluyor. Neden oluyor? Çünkü 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu Alfa Zerreçigi'nin 2 Proton'u Azot Atomu'na katılınca $7+2=9$ ediyor. Alfa Zerreçigi'nin kütlesi ise 4'tür. Bunun nedenini de biliyoruz: 2 Proton ve 2 Nötron eder 4 kütle, yani Atom Ağırlığı.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 416

Demek oluyor ki Azot Atomu Çekirdeği Wilson Odası içindeki bombardımanda, Alfa Zerreciği'ni "yutunca" Atom Sayısı 7'den 9'a (Protondur bunlar) çıkıyor ve Atom Ağırlığı da 14'den 18'e (9 Proton ve 9 Nötron ağırlığı) çıkıyor.

Ancak, unutmamak gerekir, aynı bombardıman sırasında Azot Atomu Çekirdeğinden bir Proton sökülüp ve ileri fırlamıştı! Hani çatalın ince kolunu oluşturmuştu ya? Demek ki aynı Azot Atomu Çekirdeğinden bir Proton eksildi aynı zamanda. Böylece, Alfa Zerreciği yutmuş olan Azot Atomu Çekirdeği 1 Proton kaybettiğinden Atom Sayısı 8 ve Atom Ağırlığı 17 durumuna gelmiştir.

Özet olarak Azot Atomu, bombardıman sonucunda, bir Oksijen Atomu olmuştur! Yani tarihte ilk kez, bilim, bir elementi başka bir elemente dönüştürmüştü. Zaten konumuz da "Bir elementi bir başka element"e dönüştürmektil. Yani TRANSMÜTASYON. Peryodik Tablo'da Oksijenin Atom Sayısı 8'dir. Bakınız Perdoyik Tabloya!

Rutherford 1919 yılında Azot'u Oksijen'e dönüştürmüştü. Tarihte ilk kez, insanoglu, TRANSMÜTASYON'u gerçekleştiriyordu.

Çok kullandığımız "Bombardıman" sözcüğünü açıklayacak olursak bunun Nükleer Fizik alanına özgü değişik bir bombardıman olduğunu görürüz.

Rutherford, Azot Atomlarını parçaladığında, ormanda bir kaplana atılan mermiler gibi atmış değildi elbet Alfa Zerreciklerini. Rutherford'un yaptığı, sürekli olarak Alfa Zerrecikleri yayan Radium tuzlarını bir tüpe yerleştirmektir. Tüpe biraz da Azot gazı koyarak, Radium elementi tuzlarından yayılan Alfa Zerrecikleri'nin -yani Helium Atomları'nın- gidip "rastgele" Azot Atomları çekirdeğini bulmasını sabırla beklemiştir. Bir ormanda sürekli atılan tüfek mermisi yağmuruna, bir ara, ağaçlar arasından bir kaplanın fırlayıp vurulmasını beklemek gibi bir işti Rutherford'un işi.*

Birkaç paragraf önce "Oksijen'in Atom Sayısı'nın 8 olduğunu görmek için PERİYODİK TABLO'ya bakınız" demiştim. Dikkat ettinizse yalnızca Atom Sayısı için bakınız dedim ve Atom Ağırlığı'ndan söz etmedim. Çünkü Rutherford'un bombardımanından sonra ortaya çıkan Oksijen'in Atom Ağırlığı 17 idi. Oysa Peryodik Tablo'daki elementlerden Oksijen'in Atom Ağırlığı'na bakacak olursanız 15.999'dur. Yani 16'ya yakın. Peki 17 nereden çıkmıştı? İşte, bu konuyu, İZOTOPLAR bölümünde göreceğiz. Çünkü İzotop "Atom Sayısı aynı fakat Atom Ağırlığı ayrı olan elementler"dir. Nitekim Atom Sayısı 8 olan Oksijen'in 16, 17, 18 Atom Ağırlıklı üç çeşidi var. Bu üç çeşidin Atom Ağırlık'larının ortalaması 15,999 olarak Peryodik Tablo'da yer almıştır.

Neden bütün bu element bombardımanları? Neden?..

Kitabımızın bundan önceki ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde anlattığımız üzere maddenin atomlardan oluştuğu ve Atom'da da ELEKTRON diye bir negatif elektrik yüklü zerrecik var olduğu anlaşılınca "Hani bunun pozitif yanı?" diye elbet araştırılacaktı. ELEKTRON 1897 yılında keşfedildikten sonra arama-tarama işlemleri elbet Atom'un pozitif elektrik yüklü zerreciğine yönelecekti. Ve, yöneldi de.

1897 yılından 1920 yılına dek bu yönde sürdürülen çalışmalar şunu ortaya çıkar-mış bulunuyordu: Atom'un pozitif elektrik yükü Çekirdek'tedir. Atom'un tüm kütlesi bu Çekirdek'tedir.

1920-1932 arasındaki çalışmalar da Çekirdek'te Proton'un yanı sıra bir de Nötron -ya da Nötron'lar- bulunduğunu ortaya koydu ki Çekirdek'teki PROTON+NÖTRON kütleyi, yani ATOM AĞIRLIĞI'nı oluşturmaktadır.

Eğer bilim adamları atomun önce Elektron'larını ve sonra Çekirdek bölümünü keşfetmiş olmasalardı Nükleer Enerji'yi hiç bir zaman elde edemezlerdi.*

Aktardığımız yukarıdaki cümle çok önemlidir. Çünkü 1896 yılında Radyoaktivite-nin keşfinden itibaren 1920 yılına dek yapılan çalışmaların temelinde yatan ana amaç ENERJİ'dir. Nasıl bir ENERJİ?

Einstein'ın daha önce sözünü ettiğimiz çok ünlü $E=mc^2$ formülü uyarınca mad-denin enerjiye dönüştürülmesi temel amaçtır. Formüldeki m maddeyi ifade etmek-tedir. Formülde c saatte 300.000 km. olan ışığın hızını ifade etmektedir. Formülün sağ tarafına bakarak şunu diyebiliriz: eğer bir küçücük maddeye bir atomun zerreciğine ışık hızına eşit ya da ışık hızına yakın süratler kazandırabilirsek 300.000x300.000 gibi çok büyük bir sayı ile çarpılacak küçücük bir sayı, elbet orta-ya büyük bir sayı verecektir. Bu büyük sayı da formülün sol yanındaki E'dir, yani enerjidir.

Einstein'ın 1905 yılında Özel İzaftiyet Teorisi ile ortaya attığı bu formül uyarınca kü-çücük bir maddeden çok büyük enerji elde edilebilmektedir.

Çarpıcı bir örnek vermek gerekirse bir tren biletinden ibaret kütleyi, tamamen enerjiye çevirebilirsek, bu küçücük kütlenin sağlayacağı enerji sayesinde bir tren dünyanın çevresini birkaç kez dolaşabilir.*

Bu cümlelerin doğruluğu 1950-1960 arasındaki yıllarda Amerika'nın, birkaç gram-lık maddeyi nükleer enerjiye dönüştüren reaktör donanımlı denizaltılarına aylarca hiç su yüzüne çıkmadan dünya çevresinde tur attırmayı başarmalarıyla kanıtlan-mıştır.

1919 yılında, Rutherford, sözünü ettiğimiz basit Wilson Sis Odasında azot ato-munu parçalamakla ne elde etmişti? Evet tarihte ilk TRANSMÜTASYON'u yani bir elementi başka bir elemente dönüştürme başarısını elde etmişti. Ama, önemli olan bir şey daha vardı. Atomun Çekirdeğinde binlerce yıl gizli kalmış bir enerjiyi, NÜK-LEER ENERJİ'nin kıldını, sökmüştü. İnsanoğlu, yeni bir ENERJİ ile tanışmak üze-reydi. Hem de ne enerji! Bugün dünyayı titreten ATOM BOMBASI'nın korkunç ener-jisi; ya da yüzlerce ton kömürün saldıdığı buhar enerjisini birkaç gramlık maddeyle sağlama becerisi.

1919 yılında, Rutherford, atomu ilk kez parçalamıştı. Bu arada, dehşetli derecede önemli bir olguyu daha keşfetmişti. Azot atomlarını Alfa Zerrecikleri bombardıma-nına tuttuğunda, parçalanan atomdan fırlayan Proton'lar, fırlamalarına neden olan Alfa Zerreciklerinden daha büyük enerjiye sahiptirler. Başka bir deyişle, Rutherford az enerji kullanarak çok enerji sökmeyi başarmıştı.*

* Electronics for Young People sayfa 143

* Time - Life Pocket Books sayfa 135

* Electronics for Young People sayfa 147-148

Zaten Rutherford 1919 yılında, sözünü ettiğimiz Philosophical Magazine'de yayınladığı makalesinde şöyle demişti: "Deneyler şunu gösteriyor ki Azot Atomu'nu parçalamak için mermi olarak kullandığım Alfa Zerreçiklerine benzer daha büyük enerjili mermiler bulabilssek birçok hafif element atomunu parçalamak mümkün olur."

Yukarıdaki cümleye dikkat ettinizse Rutherford hem "Alfa Zerreçikleri benzeri" mermiden söz ediyor hem de daha "enerjik" mermi istiyor. Bundan neyi kastediyor?

O tarihlerde elde mevcut olan mermi "Doğa"daki Radium elementinden kendiliğinden yayılan Alfa Zerreçikleri'dir. Ve, Alfa Zerreçigi'nden daha enerjili mermi bilinmiyor. Oysa, insanoğlu, Nükleer Fizik alanındaki çalışmalarıyla "mermi"ler bulmuşlardır. Bunlar arasında NÖTRON vardır. Chadwick 1932'de Nötron'u keşfetmekle Atom'dan "enerji sağma" sürecinin büyük bir başarıya ulaşmasına yol açmıştır.

Rutherford'un makalesinde dikkat edilecek bir nokta daha kendisinin 1919 yılında ancak "hafif atom"lar dediği elementleri bombardıman edebilmesidir. Proton sayısı ve Nötron sayısı çok olan -örneğin Uranyum 92 Proton'a sahiptir- elementleri bombardıman etmeyi düşünmemektedir. Elindeki "mermi"nin enerjisini Azot gibi hafif-yani 7 Proton'a sahip- elementleri bombardıman için kullanmıştı. Sözünü ettiğimiz Azot ile Uranyum elementlerinin kütlelerini yalnızca Proton'ları değil ilerde nasıl keşfedildiğini anlatacağımız Nötron'lar da belirlemektedir. Çünkü bir element atomunun ağırlığı Proton+Nötron kütesidir.

Rutherford'un az enerji kullanarak çok enerji elde etmeyi başarması, Nükleer (Çekirdeksel) Enerji yolunda en önemli klidin sökülmesini oluştuyordu. Fakat ormanda bir kaplan fırlayacak diye hiç durmadan sürekli ateş açma örneğindeki gibi bir Atom Çekirdeği'ni vurmak için sürekli enerji -Alfa Zerreçigi enerjisi- kullanmak gerekiyordu. Şimdi, iş, Atom'un Çekirdeği'ni belirli bir enerji harcayarak vurduktan sonra o atomun çekirdeğinden sökülecek bir zerreciği "ikmal mermisi" olarak kullanmaya kalmıştı. Bu işi yapacak olan NÖTRON'du. 1932 yılında NÖTRON keşfedildikten sonra "Az enerji" harcayarak "çok enerji" sağlamanın yolu açılacaktı.

Rutherford "Transmütasyon"u 20 yıl neden açıklayamadı?

Dünyadaki tüm elementleri bir düzen ve birbiriyle olan özellik benzerliklerine göre sınıflandırarak PERİYODİK TABLO'da toplama dehasını gösteren Rus bilgini Mendeleyev'in bile Radyoaktif Elementlerin kendiliğinden yaydıkları Alfa Zerreçikleri'nin aslında birer Helyum atomu olduğunu kabullenmeyişi Rutherford'un yaptığı aşamanın önemini ortaya koymaya yeter. Daha önce anlattığımız bir deneyle, Rutherford, doğadaki radyoaktif bir elementten yayılan zerreciklerden Alfa Zerreçiklerinin birer Helyum atomu olduğunu ortaya koymuştu. Bunun önemi şurada: Bir atom bir atom tarafından bombardıman edilmek yoluyla Atom'un Parçalanması gerçekleştirilecekti.

Nitekim

gördüğümüz üzere, Rutherford Helyum atomları ile Hidrojen'i bombardıman edince Hidrojen'in çekirdeğindeki davranışlardan Proton'u belirledi. Daha sonra da Helyum Atomu ile bombardıman ettiği Azot atomunu bir başka elemente dönüştürdü. Azot'u Oksijen'e dönüştürdü: Transmütasyon!

1895 yılında X-ışınlarının keşfinden sonra Radyoaktif ışınların da ne denli esrarengiz bir ortam yarattığına daha önceki bölümlerde değinmiştim. İnsanoğlunun yeni keşfettiği "Işınlar" nereden ve nasıl geldikleri pek bilinmeyen şeylerdi. Nitekim bu konuda bir örnek daha vereceğim.

Sözünüettiğimiz dönemde, sayısı az olmayan mucizevi gelişmeler arasında, hayalî olanlara da rastlanıyordu. Sonuçta intihar eden bir araştırmacı, "N" ışınlarını bulduğunu iddia etmişti. Reklam peşinde koşan bir kimyacı da cıvayı Altın'a dönüştürebildiğini iddia ediyordu. Bu arada esrarengiz buluşlarını açıklayan daha başka kişiler de vardı.*

Rutherford'un doğada bir Element başka bir Element'e kendiliğinden dönüşürken (Transmütasyon'a uğrarken) Alfa Işınları çıkarışını 1900 yılında saptamıştı. Birkaç yıl sonra Alfa ışınları'nın pozitif elektrik yükü Alfa Zerrecikleri, yani Helyum Atomları olduğunu deneylerle belirledi. Fakat doğada radyoaktif bir elementin Alfa Zerrecikleri saçarak bir başka elemente dönüşmesini -Transmütasyonu- açıklamaktan çekindi. Acaba neden çekinmişti?

Bu örneğe geçmeden şunu hatırlatalım: Daha önceki bölümlerde doğada bir radyoaktif elementin bozuna, bozuna, başka elementlere dönüşmesine alt

bir tablo sunmuştuk. Bu tabloyu Radyoaktivite ve İzotopi'nin anlaşılmasındaki önemli nedeniyle bir kez daha sunuyoruz.

Bu tabloda radyoaktif elementlerin Yarı-Ömür'lerine ait bir sıralama göreceksiniz. Bir elementin yarı-ömrü, belirli bir element miktarının belirli bir süre içinde yarılanması, yani yarı-yarıya azalması demektir. Şöyle ki 92 no.lu (Atom Sayısı 92) element olan Uranyum 4,4 milyar yıl sonra yarılanıyor ve yarı-miktarı Uranyum olarak kalıyor, yarı-miktarı ise Toryum oluyor. Toryum 24,5 günde yarılanıyor ve yarı miktarı Toryum olarak kalıyor; diğer yarı miktarı ise Protaktinyum elementi oluyor. Uranyum bozunup Toryum olurken ve Toryum da bozunup Protaktinyum olurken bu elementler kendiliklerinden Alfa Zerrecikleri ya da Beta Zerrecikleri yayıyorlar. İşte, bir elementin başka bir elemente bozunması, dönüşmesi "Transmütasyon"dur. Transmütasyon sürecinde yayılan Alfa Zerrecikleri birer Helyum Atomu'ndan ibarettir.

Doğada yer alan bu "Transmütasyon"lar elbet tehlikeli değildir, çünkü, insanoğlu dünya üzerinde var olduğundan bu yana alışkındır bu kadarcık işine, zerreçiğe ya da Radyasyon ile Radyoaktiviteye. Fakat bu doğal malzemeyi Curie'ler gibi yoğun miktarda laboratuvarınızda bulundurursanız elbet tehlikeli olur.

Rutherford doğadaki "Transmütasyon" sırrını 1900 yılında fark etti, fakat açıklamaya cesaret edemedi. Edemedi ama, doğanın yaydığı Alfa Zerreciklerini laboratuvarında kullanarak birer Helyum Atomu olan Alfa Zerrecikleri ile Hidrojen Atomlarını bombardıman etti; Azot atomlarını bombardıman etti. Ve, böylece "doğal mermi"

aracılığıyla laboratuvarında Azot elementini Oksijen elementine dönüştürerek (İnsanoğlunun gerçekleştirebildiği bu ilk transmutasyon 1919 yılında Rutherford'un laboratuvarında oldu) 20 yıllık çalışmalarının ürünü toplamış oldu. Bu ürün Atom Çekirdeği'nin parçalanmasından doğan müthiş enerji idi. Bütün mesele, zaten az enerji verip çok enerji elde etmektir. Rutherford, doğadaki elementlerin yaydığı enerjiden yararlanarak, Azot atomunun çekirdeğini parçalamış ve bu parçalamadan çok daha fazla enerji elde etmişti.

Şimdi doğada Uranyum'un Alfa Zerrecikleri salarak başka elementlere kendiliğinden "transmutasyon" oluşuna ait bir tablo ya da liste veriyorum:

Element	Kütle numarası	Yarı-ömrü	Değişim sırasında yaydığı Zerrecek
Uranyum	238	4,4 milyar yıl	Alfa Zerrecek
Toryum	234	24,5 gün	Beta Zerrecek
Protaktinyum	234	1,14 dakika	Beta Zerrecek
Uranyum	234	300.000 yıl	Alfa Zerrecek
Toryum	230	80.000 yıl	Alfa Zerrecek
Radium	226	1.590 yıl	Alfa Zerrecek
Radon	222	3,82 gün	Alfa Zerrecek
Polonium	218	3,05 dakika	Alfa Zerrecek
Kurşun	214	26,8 dakika	Beta Zerrecek
Bismut	214	19,7 dakika	Beta Zerrecek
Polonium	214	1/1.000.000 saniye	Alfa Zerrecek
Kurşun	210	22 yıl	Beta Zerrecek
Bismut	210	4,9 gün	Beta Zerrecek
Polonium	210	140 gün	Alfa Zerrecek
Kurşun	206	İstikrarlı (Kalımlı element)	

Yukarıya aktardığımız tablonun bundan sonraki sayfalarımızdaki konuların anlaşılmasında birçok yararları olacaktır.

Her şeyden önce, yukarıdaki tabloya bakarak şu soruyu sorabileceğiz: Neden Toryum elementi birden fazla var? Neden Uranyum elementi birden fazla var? vb..

Bir elementten yalnız bir tür bulunabilir. Zaten, demiştik ki, her elementi belirli bir element yapan kendine özgü atomudur. İşte, bu liste bizi "İzotop"lar sorununa getirdi.

"İzotop"ların ne olduğu 1913 yılında kesin formüle kavuşmuştur. Rutherford'un yanında çalışan kimyacı Soddy "Atom Sayısı aynı olan bir elementin değişik kütle sayılı olanları bulunabilir" diye bulguya vardı. Kastettiği şeydi: bir elementten yalnız bir çeşit vardır. Bu tek çeşit elementin Atomunu belirleyen onun Atom Sayısı'dır. PERİYODİK TABLO'ya baktığınızda* her karedeki elementin üst köşesinde bir Atom Sayısı bulunduğunu göreceksiniz. Bu Atom Sayısı bir element atomundaki pozitif elektrik yüklü Proton sayısı ile ona eş sayıdaki Elektron miktarını gösterir. Fakat iş kütleye gelince, aynı elementin -Örneğin Atom Sayısı 92 olan- Uranyum'un yukarıdaki listede gördüğümüz iki ayrı kütleli var. Birbirinin kütle sayısı 238, diğeri kütle sayısı 234. İşte bunlara birbirlerinin "İzotop"ları denir. Yani Atom Sayısı aynı (92)

aynı çeşit atomdur söz konusu olan, fakat iki ayrı kütleli var. Toryum elementi için de aynı durum söz konusu. Peryodik Tablo'ya bakacak olursanız Toryum elementi karesinin üst köşesinde Atom Sayısı 90 olarak gösterilmiştir. Fakat Atom Sayısı 90 olan Toryum'dan doğada bir 234 diğeri de 230 olmak üzere iki ayrı kütleli Toryum var. İşte bunlar da birbirlerinin "İzotop"ları. Yunanca İzotop "aynı mevkii işgal eder" demektir. Yani aynı element fakat ayrı kütle sayıları.

Kütle sayısının ne denli önemli olduğunu ilk Atom bombası yapımında kullanılan ve halen de Nükleer Santrallerde kullanılan Uranyum elementi dolayısıyla daha iyi anlayacağız. Uranyum, Atom Sayısı 92 olan, bir elementtir. Yani 92 Proton 92 Elektronu vardır. Fakat yukarıdaki listede gördüğünüz gibi kütlesi 238 ve 234 olan Uranyum vardır. Bunlar birbirlerinin "izotop"larıdır: Atom Sayısı aynı fakat kütleleri -yani ağırlıkları- değişik.

Doğada her 140 Uranyum-238 atomuna karşılık 1 adet bulunan Uranyum-235, parçalanmada gösterdiği kolaylık nedeniyle, 238'lerin arasından süzmek suretiyle ilk Atom Bombası yapımı için zorlukla elde edilmiştir. Bunu da göreceğiz ilerki sayfalarda.

Radyoaktif Elementlerin "Transmütasyonu"na ait verdiğimiz listenin bir yararı da, elementlerin, dönüşme sırasında, yaydıkları Zerreciklerin hangileri olduğunu görmemize yaramasıdır. Bazıları Alfa Zerrecikleri yayıyorlar, bazıları da Beta Zerrecikleri. Beta Zerrecikleri Atomdan çıkan Elektron'lardır. Alfa Zerrecikleri ise pozitif elektrik yüklü olup Elektron'dan çok daha kütlelidirler.

Alfa Zerreciği elektrona kıyasla 7.000 kez daha kütlelidir demiştik. Bunun deninini biliyoruz: Her bir Alfa Zerreciği birer Helyum Atomu olduğundan ve Helyum Atomu 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu olduğundan 4 kütlelidir. Başka bir deyişle 4 Hidrojen Atomu kütlesine eşittir. Çünkü Hidrojen Atomu yalnızca bir Proton'ludur. Hidrojen'in Nötronu yoktur. Nötron hemen hemen Proton kadar ağır olduğundan Helyum Atomu 4 Hidrojen kadar eder. Bir Hidrojen Atomu Proton'u Elektrondan 4836 kez daha kütleli olduğundan 4 Hidrojen kütlesine eş ağırlıktaki Helyum atomu elbet 7.000 kez daha kütlelidir elektron'dan.

Yukarıdaki hesabın önemi, Alfa Zerreciklerinin insan vücuduna daha zararlı olusunda kendine gösterir. Kütleli ağır olduğu için daha çok zarar verir.

Radyoaktif elementlerin doğal olarak "transmütasyon"a uğrarken ne gibi zerrecikler yaydıklarını bilmemizin bir yararı da şudur: insanoğlu Nükleer Elektrik Santrallerinde kaza yaparsa havaya, suya hangi element serpiltilerinin karıştığını bilir. Nükleer Reaktörlerde insanoğlunun yaptığı işlem, bir elementi -örneğin uranyum'u- parçalamaktır. Uranyum parçalanınca da başka elementlere dönüşüyor. Örneğin Baryum elementine, Strontium elementine vb.

İşte, Nükleer Santrallerde olup biten de doğada olan "element parçalanması"nın insanoğlu marifetiyle yapılması. Doğada bir element "parçalanma" için doğa kanunlarının belirlediği bir zaman dilimi beklediği halde, Nükleer Reaktörde, Uranyum Atomu'nun çekirdekleri NÖTRON'larla bombardıman edilerek zorla parçalanıyor. NÖTRON'u da insanoğlu bir "mermi" olarak Atom Çekirdeği malzemesi içinde keşfetmiştir. 1932 yılındaki bu keşifle, insanoğlu, bir Atom'un Çekirdeğindeki NÖT

RON'u bir başka Atom'un Çekirdeği'ne "mermi" olarak göndermekle "Atom'u Atom'a vurdurmuştur". Bir Atom'un NÖTRON'u bir başka Atom'un çekirdeğine çarpınca vurulan Atom'un çekirdeğinden bir iki NÖTRON ayrılmıştır. Ayrılan bu birkaç NÖTRON, çevredeki Atom'ların çekirdeklerine giderek yeni NÖTRON çıkartmışlardır. Böylece 2 iken 4, 4 iken 8, 8 iken 16 olan NÖTRON habire-diğer adı zincirleme- vurma reaksiyonuna girerek atomları parçalaya parçalaya pek az enerji harcanmasına karşılık çok büyük enerji elde edilmiştir. Atom Enerjisi ya da NÜKLEER ENERJİ denen enerjinin sırrı budur.

ŞEKİL VAR 3 CM.

Fakat bu sırta ulaşınca dek bilim adamları neler çekmişlerdir?

Doğadaki radyoaktif elementlerin, parçalanırken, Alfa Zerrecikleri yaydıklarını ilk saptayan Rutherford 1900 yılındaki bulgusunu neden 1920'lere dek açıklayamamıştır? Nedeni 1900 yılında dünya üzerinde "Transmütasyon" olgusunu bilen tek kişinin Rutherford olmasıdır. Gerçi Curie'ler de bazı radyoaktif elementlerin kendilerine özgü YARIÖMÜR'leri olduğu kanısına varmışlardır ama, bunların bozunurken, Alfa Zerrecikleri yaydıklarını ve bu Alfa Zerreciklerinin birer Helyum Atom'u olduklarını bilmiyorlardı.

Rutherford, İngiltere'de Chambrığde Laboratuvarında Nükleer Atom Çekirdeği (Nükleer) Fiziki çalışmalarını sürdürürken Kanada'da Montreal Ünversltesine davet edilir. Rutherford Monteral Üniversitesinde kendisiyle birlikte çalışacak bir kimyacı arkadaşına gerek duyar. Bu da Soddy'dir.

Rutherford ve Soddy, her radyoaktif Atom'un belirli bir zaman birimi içinde parçalanma ihtimaline sahip bulunduğu kuralını ortaya atarlar. Bu ihtimal, elemente göre değişir. Atomun cinsinden başka bir şeye bağlı değildir bu parçalanma özelliği. Rutherford 1900 yılından beri bu gerçeği biliyordu. Ne var ki bu parlak ve devrimci fikir kabul edilince bir elementin başka bir elemente dönüştüğü fikrini de hemen ardından kabul etmek gerekiyordu. Başka bir deyişle "Atomun Transmütasyonu" idi söz konusu olan. Rutherford bunu açığa vurmaktan çekiniyordu. Doğrusu ya biraz fazlaca İlm-i Simya rüyasını andırıyordu. Nitekim Montreal'da bu konudaki fikrini mesai arkadaşlarına açtığında, arkadaşları, Rutherford'da, esrarengiz olgu hakkında kanıtlarını araştırırken çok tedbirli olmasını ve gülünç duruma düşmemesini önerdiler.*

Rutherford bu alandaki çalışmalarını Soddy ile birlikte sürdürdü.

* Des rayons X aux quarks - Emilio Segre sayfa 82

Rutherford da Curie'ler gibi radyoaktif elementlerin müthiş enerji yaydıklarını saptadı. Zaten yaydıkları büyük ısı nedeniyle Rutherford dünyanın yaşının yeniden ele alınması gerektiğini ortaya attı. Dünya soğuyarak bugünkü haline geldiyse bu soğumaya radyoaktif elementlerden yayılan sıcaklığın da eklenmesiyle dünyanın yaşı yeniden hesaplanmalıydı diyordu Rutherford. Çünkü, daha önceki hesaplamalarda Radyoaktif Elementler'in yaydığı büyük ısı miktarları hesaba katılmamıştı. Radyoaktivite diye bir şeyin gerçekliği 1896 yılından itibaren ortaya çıktı.

Radyoaktif parçalanmalar sırasında açığa çıkan enerjinin kaynağı büyük gizlerden biriydi. Rutherford da Curie'ler gibi bu enerjiyi ölçebildiler. O tarihe dek alışılmışın çok üstünde ısı değerleri veriyordu. Bu durum karşısında, Yerküremizin bulunduğu Radyoaktif Elementlerin dünyamıza ait Termik Bilanço'yu değiştirebileceği kanısına vardı.*

Radyoaktivitenin fizik açısından incelenişi bu sonuçları verirken kimya açısından incelenişi de şaşırtıcı sonuçlar veriyordu. 1900 yılında Crookes şunu keşfetti: uranyum tuzu çözeltisine demir hidroksit indirildiğinde tüm radyoaktivite çökeltiye gidiyordu ve Uranyum aktivitesini yitiriyordu. Böyle olmasına rağmen, birkaç gün sonunda, çökelti aktivitesini kaybediyordu ve Uranyum eski etkinliğini kazanıyordu. Başka radyoaktif elementler için de benzer durumlar oluyordu. Elementine göre bu değişimler bazen birkaç saat içinde bazen birkaç günde gerçekleşiyordu. Sanki laboratuarda şeytan eli dolaşıyordu, ve gündüz belirli bir yerde olan bir şeyi gece alıp başka tarafa götürüyordu. Tüm bunlar gerçekten esrarengiz görünen şeylerdi. Fakat, Rutherford ve Soddy söz konusu olan değişimin bir elementin başka bir elemente dönüşmesinden ibaret olduğunu anlayınca durum aydınlandı.*

Özetleyecek olursak Radyoaktivite konusunu şu şekilde söyleyebiliriz artık: Doğada mevcut radyoaktif bir element başka bir elemente dönüşebiliyor! Nasıl dönüşüyor? Alfa ışınımı yayarak. Alfa ışınları neydiler? Bunların birer Helyum Atomundan ibaret olduğunu Rutherford ortaya koydu. Bir elementin atomu, örneğin Uranyum elementinin atomu 2 Proton ve 2 Nötron'a eş zerreçikler yayarsa, yani bu zerreçikleri sırtından atarsa ne olur? 92 Proton'lu ve 146 Nötron çekirdekli Uranyum-238'in çekirdeğinden bazı zerreçikler eksilmiş olur. Birçok elementlerin birer Helyum birimi topluluğundan ibaret olduğu görüşü de kabul edilirse Uranyum'un Helyum Atomları (ya da Alfa Zerreçikleri) saçarak başka elemente dönüştüğü gerçeği ortaya çıkar.

Bir elementin başka bir elemente dönüşmesine ait örnekler listesini az yukarıda vermiştik.

Belirli bir örnek olarak PERİYODİK TABLO'da Atom Sayısı 88 olan Radium elementini inceleyeceğiz.

Radium elementinin bir atomundan bir Alfa Zerreçici ihracını küçük bir infilak olarak düşünebiliriz: atomun içinde bir zerreçik dışarı fırlıyor ve infilakın meydana çıkardığı enerjinin bir bölümü Gamma Işını olarak belirliyor. Söz konusu infilaktan sonra arta kalan yapı, artık, bir Radium Atomu yapısı değildir. 2 Proton ve 2 Nötron olmak üzere 4 kütle birimi kaybetmiş olarak bir başka elemente dönüşmüştür artık.

* Des rayons X aux quarks, Emilio Segré - Fayard Yayınları Sayfa 85

* Des rayons X aux quarks, Emilio Segré Sayfa 80

Ve, tamamen değişik kimyasal yapıda bir element atomu olmuştur. Bu, artık, bir RADON elementidir. Gaz olan Radon da, Radium elementi gibi, çok radyoaktiftir.*

Bir elementin kimyasal özellikleri, o element atomundaki Proton sayısına bağlıdır. 2 Proton kaybeden Radium PERİYODİK TABLO'daki Atom Sayısı 86 olan Radon elementine dönüşmüştür. Oysa, çekirdeğinden bir Helyum Atomu ihraç etmeden önce PERİYODİK TABLO'daki Atom Sayısı 88 olan Radium elementi idi. Bu hesaptan da anlaşılacağı üzere, Rutherford'un, radyoaktif bir elementin yaydığı Alfa Işınları'nın aslında bir Helyum Atomu olduğunu saptayabilmesi büyük bir başarıdır. Çünkü Helyum Atomu 2 Proton'lu bir atomdur. PERİYODİK TABLO'ya bakacak olursanız Helyum, Atom Sayısı 2 olan, bir elementtir. Uranyum ya da Radium gibi çok Proton'lu elementlerin birer Helyum biriminden oluştuğu kabul edilirse bir elementin başka bir elemente nasıl dönüştüğü daha iyi anlaşılır. Bir element atomundaki çekirdeğinde Protonların sayısından 2 adet Proton eksilirse o element artık 2 Proton'u eksilmiş bir element olur. Bu "başka" ya da "değişmiş" element 2 eksik Proton'ludur: verdiğimiz örnekte 88 Proton'lu Radium olmuştur 86 Proton'lu bir element. Yani RADON.

RADIUM da RADON da radyoaktif elementlerdir. Peki, bunların farklı element oldukları nasıl anlaşılacaktır? Kimyasal özelliklerinden! Kimyasal özellik denen şey bir elementin PROTON sayısıdır. Böylece Radium ve Radon oluşturdukları önemli örnekten başka bize bir şey daha öğretmiş oluyorlar: Her ikisi de radyoaktif olan bu elementleri birbirinden radyoaktivite açısından ayırt etme zorluğu çeksek bile, kimyasal özellik nedeniyle kolayca ayırt edilebilirler.

Kitabımızın birinci bölümünde ELEMENT'i tarif ederken "Daha başka basit cisimlere bölünemeyen cisimler" demiştik. Peki, şimdi yeni olarak karşılaştığımız bir gerçekten, RADIUM-RADON gerçeğinden ne öğrendik? Bir element parçalanıp başka bir element oluyor! Demek ki Rutherford haklıymış fark ettiği ilk "Transmutasyon"u uzun yıllar açıklamamakta. Bir elementin bir başka elemente dönüşmesi (transmutasyon) olgusu 1920'lere dek bilim adamlarının "meçhulü" idi. Bu konudaki fikirlerini 1905'lerde Montreal Üniversitesinde yavaşça açan Rutherford'a arkadaşları "Aman ha, gülünç duruma düşmemek için iddiana ait kanıtları çoğaltmadan açıklama yapma" önerisinde bulunmakta da haklıydılar. Çünkü böyle bir şeyin eşine bilim tarihinde "hiç" rastlanmamıştı. Bilim yeni bir durumla karşı karşıya kalmıştı. O kadar ki ELEMENT tanımlaması bile değişecekti!

Hatırlayacağınız üzere ELEMENT'in ilk tanımlamasını İngiliz bilgini Robert Boyle 1650'lerde yapmıştı. Sonra da 1800'lerde İngiliz bilgini Dalton "her elementi belirleyen o elementin yapısındaki atom" dur demişti. 1900'lardan itibaren ise Radyoaktivite olgusu ile İzotop'luk olgusu elementlere yeni bir bakış açısı getiriyordu. İzotop'luk da şu bakımdan önemliydi: aynı Atom Sayısına sahip (92) Uranyum'un, örneğin 238 ve 234 çeşitleri vardı. Bunların da PROTON sayısı aynı fakat NÖTRON sayısı farklıydı. NÖTRON'u ve özelliklerini daha sonra göreceğiz.

* Fundamentals of Physical Science - K. Krauskopf, A. Beiser Sayfa 322

“Yeni Element” bulduk diyen diyene!..

Rutherford'un "Transmütasyon"u keşfeden ilk bilim adamı olarak bu olguyu açıklamakta çok tedbirli davranmasını haklı gösteren daha başka örnekler de vereceğiz. Nitekim birçok bilim adamı Radyoaktivite'ye aldanarak "yeni element buldum" diye ortaya atılmıştır. Oysa "yeni" dedikleri elementler, değişik radyoaktivite yoğunlukta fakat aynı kimyasal özellikte elementlerdi.

Rutherford 1900'larda doğada saptadığı "Transmütasyon"u kopya ederek laboratuvarında da "Transmütasyon"u 1919 yılında gerçekleştirmiştir. Şöyle ki doğada mevcut radyoaktif element Radium'dan yayılan Alfa Zerreçikleri'ni (Helyum Atomları olduğunu biliyoruz artık bu Alfa Zerreçiklerinin ya da Alfa Işınlарının) birer "mermi" olarak Azot atomlarına yönelterek Azot Atomu'nun yapısını değiştirmişti. PERYODİK TABLO'ya baktığımızda Hidrojen'in Atom Sayısı 1 yani 1 Proton'lu element olduğunu görürüz. Azot ise Atom Sayısı 7 olan bir Elementtir.

Rutherford'dun "mermi" olarak yönelttiği Helyum Atomu'nun PERYODİK TABLO'da* Atom Sayısı 2 (yani 2 Proton'lu) bir element olduğunu biliyoruz.

Rutherford Helyum Atomu "mermisi"ni Azot atomuna yöneltince bu bombardıman sonucunda Azot (Atom Sayısı 7) Proton'undan birini kaybetmiştir. Fakat aynı zamanda Helyum Atomu'nun 2 Proton'unu bünyesine çekmiştir. Böylece 2 Proton kazanıp 1 Proton kaybedince Azot atomu 8 Proton'lu element olmuştur. PERYODİK TABLO'ya* bakınca 8 Proton'lu yani Atom Sayısı 8 olan elementin Oksijen olduğunu görüyoruz. İşte, böylece Rutherford doğada saptadığı "transmütasyon"u kopya ederek laboratuvarında da bir "Transmütasyon" sağladı: Azot'u Oksijen yaptı.

Atom çekirdeğinin Helyum çekirdekleriyle bombardıman edilmesi, bugün, çağımızın "ATOM'un PARÇALANMASI" dediği olguya yol açtı.

Peki, Rutherford Atom Sayısı 1 olan (yani tek Proton'lu) element Hidrojen'i bombardıman edince ne olmuştu? Daha önce görmüştük: bir Helyum atomu gidip bir tek Proton'lu Hidrojen atomunu vurunca ona enerji kazandırdığında "Hızlı Proton"a dönüştürmüştü. Hidrojende yaptığı değişiklik de buydu.

Şimdi gelelim, bazı araştırmacıların, "Ben de ben de yeni bir element buldum" diye yanlış yere ortaya çıkmalarına...

İZOTOP'lar

19.ncu yüzyıldan 20.nci yüzyıla geçilirken bilim adamları elementlerle olan uğraşları sırasında bazı şaşırtıcı durumlarla karşılaştılar. Bu şaşırtıcı olgular sayesinde, sonuçta, açık-seçik bir yolu bulacaklardı. William Crookes (hani şu Katod Tüpü benzeri tütün mucidi ve Crookes Tüpü ile fizikte isim yapan bilim adamı) Uranyum elementinden ayırdığı bir nebze cismin Uranyum'dan daha radyoaktif olduğunu saptadı. Crookes 'Uranyum hiç de radyoaktif değil' dedi ve adını Uranyum X' dediği bir gayrisaflık parçasını çok daha radyoaktif bulunduğunu açıkladı. Öte yandan Henri

Becquerel, saflaştırdığı ve çok zayıf radyoaktiviteli olan Uranyum'un zaman geçtikçe her nasılsa müthiş radyoaktiflik kazandığını açıkladı. Bir süre bekletilince bu cisimden çok daha radyoaktif Uranyum X elde edilebiliyordu. Tekrar tekrar da elde edilmeye sürüyordu. Başka bir deyişle, Uranyum, kendi radyoaktivitesi ile daha radyoaktif Uranyum X'e dönüşüyordu.*

Kimyacılar bu gibi değişimler peşinde koşuyorlardı. Yeni cisim listeleriyle ortaya çıktılar. Örneğin, bu cisimlere, Radium A, Radium B, Mesotoryum I, Mesotoryum II ve Aktinyum C adını veriyorlardı. Aynı "ced"lere (Atom ced'leri) sahip olmaları açısından söz konusu cisimleri 3 gruba ayırdılar. Bu gruplardan biri Uranyum adlı "ced"lerinin parçalanmasından geliyordu. Bir diğeri "Ced"leri Toryum'un parçalanmasından geliyordu, üçüncü grup da Aktinyum'dan geliyordu (daha sonra anlaşıldı ki Aktinyum'un da bir selefi vardı Protaktinyum adında). Bu grupların 40 kadar "üye" si çıktı ortaya. Bunlardan her biri, diğerinden, kendine özgü radyasyon çeşidiyle ayırt edilebiliyordu. Ne var ki her üç grubun "son-uç"taki ürünü aynıydı: her cisim zinciri sonuçta aynı elemente dönüşüyordu: Kurşun.*

Uranyum'dan başlayarak "element bozunması" sonucunda Kurşun-206'nın oluştuğunu az önce listemizde belirtmiştik.

Tüm bu incelemeler ne işe yaradı diye bir soruyu aklınızdan geçirebilirsiniz. Şuna yaradı: Uranyum elementi sonuçta kurşuna dönüşürken merdivendeki ara-elementlerin yarı-ömürlerini öğrenmiş olduk. Bu yarı-ömürleri öğrenmenin yararı ise ne kadar süre "aktif" (daha doğrusu radyoaktif) olduklarını öğrenebilmektir. Çünkü bir element başka bir elemente dönüşürken AlfaZerrecikleri yayıyor. Bu süreçte AlfaZerreciği yaymak demek o elementin radyoaktif olması yani "tehlike" oluşturmaları demektir. Ama, sonuçta Kurşun-206 hale dönüşünce element "radyoaktif" olmaktan çıkıyor ve "normal" ya da "kalımlı" element haline geliyor. Doğada, artık, kurşun-206'nın da kendiliğinden bozunup AlfaZerreciği yayması söz konusu değildir. Neden Kurşun-206 diye bir de sayı taktık yanına? Çünkü Kurşun-206 durumuna gelmeden, listemizde göreceğiniz üzere, Kurşun-214 ve Kurşun-210 var. Bunlardan birincisinin yarı-ömrü 26,8 dakika ve BetaZerrecikleri yayarak merdivende Bismut'a dönüşüyor. Kurşun-210 ise 22 yıllık bir yarı-ömre sahip ve Betazerrecikleri yayarak Bismut-210'a dönüşüyor. Az yukarıdaki Bismut ise Bismut-214 idi.

Element'in yanındaki 214,210 gibi sayılar Kütle Sayısı'dır; Atom Sayısı değildir. Şöyle ki PERYODİK TABLO'ya bakarsak Kurşun'un Atom Sayısı'nın 82 olduğunu görürüz. Atom Sayısı, atomun pozitif elektrik yüklü Proton sayısını ifade eder. Bir elementin kimyasal özelliklerini belirleyen de Atom Sayısıdır. Fakat kütle sayısı Proton'larla Nötron'ların ağırlıklarını ifade eder. Atom Sayısı 82 olan değişik kütleli Kurşun izotopları vardır deyince anlaşılması gereken şudur: Aynı atom sayılı aynı elementin değişik kütlelere sahip olanları var. Birinin kütlesi 214 diğeri 210.

PERYODİK TABLO'ya bakacak olursak Bismut elementi için de aynı durum söz konusudur. Bismut'un Atom Sayısı 83'tür. Demek Bismut elementinin çekirdeğinin pozitif elektrik yüklerini ifade eden 83 Proton vardır. Bu 83 Proton'a Nötron sayısı eklendiğinde 214 ve 210 olabilir.

Araştırmacılar, her biri değişik radyasyon yaydığı için birbirinden değişik sandıkları 40 element buldular. Muhakkak ki bunların hepsi de birbirinden değişik elementler değillerdi. Peryodik Tablo'da Atom Sayısı 92 olan Uranyum ile Atom Sayısı 82 olan Kurşun elementi arasında doldurulmayı bekleyen 10 basabaktan ikisi doldurulmuştu. Geriye yalnızca 8 element kalmıştı doldurulacak. Söz konusu 40 element elbet sığmazdı 8 basamağa. Kimyacılar, yaptıkları incelemelerde, söz konusu cisimlerin, radyoaktivite bakımından birbirlerinden farklı olmalarına rağmen, kimyasal açıdan bazıları birbirinin aynı özelliği taşıdığı fark edildi. Örneğin, daha 1907'lerde Amerika'lı kimyacılar Herbert Newby ile W.H. Ross Toryum elementinin parçalanmasından çıkan bölüntüler olan "radiotoryum"un kimyasal açıdan aynen Toryum gibi davrandığını belirlemişlerdi. Öte yandan "Radium D" aynen Kurşun elementi gibi davranış gösteriyordu. Bu nedenle de adını "Radio-Kurşun" koymuşlardı. Tüm bunlar, söz konusu cisimlerin aynı elementin varyasyonları (çeşitlemeleri) olduğunu ortaya koyuyordu: radiotoryum bir Toryum çeşidi ve Radio-kurşun da Kurşun'lar familyasının bir üyesi idi.*

Sonradan, 1913 yılından itibaren Rutherford'un asistanı Soddy'nin "Aynı element aynı kütle" anlamındaki "İZOTOP" kuralı, karışık duruma bir açıklık getirdi. Fakat açıklık getirilinceye dek bilim adamlarının ne zorlu aşamalardan geçtiklerine ilişkin örnekleri de izlemiş olduk.

1912 yılında Rutherford bir araştırma konusu verdi. Araştırma konusu "Radium D"yi Kurşun'dan ayırmaktı. Rutherford, laboratuvarında asistan olarak çalışan iki öğrenciyi şöyle dedi: "Eğer kimyacıysanız ve kimyacı sıfatına layıksanız, bunları birbirinden ayırınız. "Zavallı asistanlar iki yıl ter dökerek çalışmışlar fakat "Radium D"yi Kurşun'dan ayıramamışlardı. Ayırma başarısını gösteremeyen bu iki asistan Avusturya Macaristan İmparatorluğu'ndan gelmiş öğrenciydiler. Adları De Hevesy ve Paneth olan bu iki araştırmacı, izsalarlar yöntemini icat ederek iki yıl dökükleri terlerin karşılığını sonradan almışlardı.*

Kitabımızın ilk bölümünde İZSALANLAR başlığı altında radyoaktivitenin yararlı kullanımına ait birkaç örnek vermiştik.

De Hevesy ile Paneth, önem bakımından mikroskop icadına eş olan bir teknik geliştirdiler. Bu teknik şöyle özetlenebilir: Kimyasal bakımdan birbirinin aynı fakat radyoaktivite bakımından birbirinden farklı cisimler elde mevcut olunca, radyoaktif atomların ayırt edilebileceği deneyler yapmak mümkündür. Karmaşık reaksiyonlardan geçtikten sonra da radyoaktif atomlar yine ayırt edilebilirler. Örneğin, bir kimse, bildiğimiz sofraya tuzundan yerken içine radyoaktif sodyum karıştırılırsa, bir damla kanın ya da idrarın içinde yapılan inceleme ölçülen numunede ne miktar sodyum yenildiğini ortaya koyar. Böylece radyoaktivite "etiket"li atomların tanınma olanağının doğması, başka yollardan çözümlenmesi imkânsız bir tekniğe yol açtı.

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları, sayfa 407

* Des Rayons X aux quarks - Emilio Segre, Sayfa 151

Bir “Curie” ne demektir?

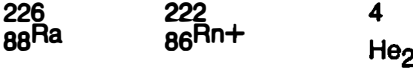
Bir radyoaktif kaynağın bir saniyede uğradığı parçalanma sayısı o elementin “aktivite”liğini belirler. Bir gram Radium elementi saniyede 37 milyar zerrecik yayar. Bu sayı radyoaktivite temel birimi olarak kabul edilir ve “1 curie” olarak bilinir. Daha çok kullanılan ölçü mili-curie’dir ve saniyede 37 milyon parçalanmayı ifade eder.

Saniyede 37 milyar zerrecik yayan bir gram saf radium (Bu 1 curie eder) un birkaç dakika ya da saatte hemen bitivereceğini sanabilirsiniz. Oysa 1 gram Radium’da 2,500.000.000.000.000.000.000.000 atom vardır.*

Bu durum karşısında, Radium elementinin yarı-ömür süresi 1600 yıl olduğuna göre, parçalanmada azalış ancak 1600 yıl sonra olacaktır ve arta kalan Radium atomu sayısı 1/2 curie’lik olacaktır.

1600 yıl sonra arta kalan Radium elementi saniyede 18,5 milyar bölünmeye uğrayacaktır. Her parçalanma bir Radium çekirdeğini bir Radon çekirdeğine dönüştürürken bir Alfa Zerreciği çıkarmasıyla sonuçlanır.*

Böylece parçalanma şu sonucu verir:



Biliyoruz ki (daha önce verdiğimiz listeden biliyoruz) Radium elementinin Atom Sayısı 88’dir, yani 88 Proton’u vardır. 226 ise kütle no.sudur, yani 88 Proton ile 138 Nötron.

Radium, bozunduğunda Atom Sayısı 86 olan Radon elementine dönüşüyor. Dönüşürken çıkardığını söylediğimiz Alfa Zerreciği yukarıdaki denklemde Atom Sayısı 2 ve Kütle Sayısı 4 olan Helyum’dan başka bir şey değildir.

Radium elementinden yayılan Alfa Işınları’nın birer Helyum Atomu olduğunu bulan bilginin Rutherford olduğunu söylemiştik. Rutherford bu buluşuya Atom’un Çekirdeğinde önemli keşifler yapmış ve çekirdeksel (İngilizce çekirdek Nucleus olduğundan Nükleer Enerji, Nükleer Fizik denir) Fiziği başlatmıştır.

Helyum Atomu, daha doğrusu elektronlarından anmış pozitif yüklü Helyum İonlarıyla Hidrojen Atomunu ve Azot Atomunu bombardıman ederek PROTON’u keşfetti ve dünyada ilk TRANSMÜTASYON’u gerçekleştirdi.

Rutherford Helyum Atomu’nun 4 Hidrojen Atomu kütlesine eş olduğunu hesapladı. Hidrojen’in çekirdeğine de Proton adını verdi.

Aslında Helyum Atomu 2 Proton ve 2 Nötron’dan ibaretti. Fakat Nötron’un keşfi Rutherford’un yardımcısı Chadwick’e aittir. Yıl 1932’dir. Rutherford’un Helyum Atomu’nun 4 Hidrojen kütlesine eş saydığı yıl 1920’dir. Aslında Rutherford fazla yanlışlık yapmış değildir, çünkü Atom Çekirdeği’nin unsurları olan Proton ve Nötron hemen hemen birbirine eş kütlelidir. Fakat NÖTRON’un keşfiyle hem elektrik yükü taşıması hem de göreceği iş bakımından çok değişik bir zerrecik olduğu 1932 yılından itibaren anlaşılacaktır.

* Foundation of Chemistry - Ernest R. Toon, George L. Ellis Sayfa 702

* Foundation of Chemistry - Ernest R. Toon, George L. Ellis Sayfa 702

Şimdi, Chadwick'in 1932 yılında Atom'un çekirdeğinde Nötron diye bir zerrecik olduğunu nasıl keşfettiğini anlatmaya geldi sıra.

Wilson Sis Odasının ne olduğunu biliyoruz. İçi nemli hava dolu bu odaya bir radyoaktif kaynaktan Alfa Zerrecikleri salıverildiğinde, bunlar pozitif elektrik yüklü olduklarından nemli hava elektrik zerrecikler üzerinde su damlacıkları oluşturuyor.

Alfa Zerrecikleri'nin Wilson Sis Odasında, hızları nedeniyle gidebilecekleri bir mesafe vardır. Bu mesafe bellidir. İngiliz bilim adamı Chadwick, bu mesafenin ötesinde bir şeyin ışıdığını saptar. Bu olsa olsa Gamma Işını'dır diyenlere karşı, Chadwick, araştırmalarını sürdürür ve "o uzaktakişey" in bir "başkaşey" olduğunu ortaya koyar: NÖTRON!

Gerek Atom Bombası'nın yapılmasında gerek Nükleer Santrallerde başlıca rolü oynayan Atom Çekirdeği içindeki ve "Proton'un ikiz kardeşi" gibi olan NÖTRON'un nasıl keşfedildiğini görelim.

Berilyum'dan çıkan ışın Nötron'un keşfini sağlıyor

1930 yılında iki Alman fizikçisi, Walther Bothe ve H. Becker, PERİYODİK TABLO'nun Atom Sayısı 4 olan elementi Berilyum'u Alfa Zerrecikleriyle bombardıman ederken Berilyum Atomu çekirdeğinden esrarlı ve müthiş güçlü radyasyon çıktığını açıkladılar.

Chadwick, Berilyum bombardımanını tekrarladı. Bombardıman mermisi olarak Alfa Zerrecikleri kullanıyordu elbet. Wilson Sis odasında çarpışma yer alan bölgelerde hiç de su buharı damlacıkları oluşmamıştı. Demek ki Berilyumdan çıkan zerrecikler Elektrik yüklü değildi. Ne var ki Wilson Sis Odası içinde, olmaması gereken uzaklıklarda bir radyasyon belirtisi vardı.*

Chadwick söz konusu radyasyona miknatıs tuttu. Miknatıs etklelemiyordu ışını. Demek ki elektrik yüklü zerrecikler değildiler. Çünkü öyle olsaydılar miknatıs o ışını kendine çekerdi. Chadwick, ışınların nötr olması gerektiğini düşündü ve bu özellikleri nedeniyle de X-ışınlarına benzetti. Fakat ışık süratinin (saniyede 300.000 km.) 1/10'u kadar sürat yapıyorlardı. X-ışınları, saniyede, ışık sürati kadar hızla yol aldıklarından benzerlik burada sona eriyordu, ve, sırf ışıma enerjisinden ibaret olmazlardı. Chadwick, bu yeni ışınlarla diğer element atomlarını bombardıman ettiğinde çarpışmalar yeni ışının zerrecikli olması gerektiğine işaret ediyordu. Chadwick yeni nükleer zerreciğin kütesinin 1.008665 atom kütle birimine sahip olduğunu hesapladı. Atom Çekirdeğindeki bu zerrecik, elektrik yüküne sahip değildi; bu nedenle nötr sözcüğünden türetilen NÖTRON adı verildi. Atom Çekirdeği'nin içinde olan ve elektrik yüküne sahip PROTON'un kütlesi ise NÖTRON'a yakındı: 1.007276.*

Böylece 1932 yılında Chadwick'in Atom Çekirdeği içinde nötr bir zerrecik bulmasıyla Rutherford'un PROTON'una bir de NÖTRON eklenmiş oldu. Chadwick bu keşfinden ötürü 1935 Nobel Fizik ödülünü kazandı. Rutherford'un Nobel ödülü al-

dığını kaydetmeye bile gerek yok. Çünkü Chadwick'ler Soddy'ler, Blackett'ler ve daha birçokları onun yanında yetiştiler. Hattâ 1938 yılında Uranyum'u NÖTRON'la bombardıman ederek Uranyum'un atom çekirdeğini ikiye bölüp Baryum ve Kripton elementlerine dönüştüren ve böylece ilk "FİSYON"u gerçekleştiren Alman bilgini Otto Hahn bile Rutherford'un laboratuvarında yıllarca çalışmıştı. Hepsisi de Nobel ödülü aldılar.

Chadwick'in hocası Rutherford, Alfa Zerrecekleriyle Hidrojen Atomunu Azot Atomunu bombardıman etmişti. Chadwick ise Alfa Zerrecekleriyle bombardıman ettiği Berilyum elementinden çıkan ışınların enerjisiyle başka elementleri bombardıman etti ve bu sayede NÖTRON diye bir zerreğin Atom Çekirdeğinde bulunduğunu ortaya koydu. Nötron da Proton gibi Atom'un çekirdeğindeydi.

PROTON'u Rutherford buldu NÖTRON'u Chadwick. Her iki zerreğin kütlesi birbirine çok yakın, fakat Proton elektrik yüklü, Nötron elektrik bakımından nötr idi.

Yeni bir "mermi" bulundu: NÖTRON

Bir element atomunu - örneğin Hidrojen'i ve Azot'u- Rutherford Radium'dan çıkan Alfa Zerrecekleriyle bombardıman edince neler yapabildiğini sayfalar boyunca izledik: müthiş ve tarihte ilk kez görülen olgular!

Fakat Rutherford'un bombardıman için kullandığı "mermi"ler yani Alfa Zerrecekleri pozitif elektrik yüklüydüler. Çünkü, biliyoruz, birer Helyum Atomu olan Alfa Zerreceklerinin negatif elektrik yükleri yoktur.

Pozitif elektrik yüklü Alfa Zerrecekleri gidip Hidrojen atomu çekirdeğini ya da Azot Atomu çekirdeğini vurmasına vuruyordu ama, vurduğu çekirdekler de Atom'un pozitif elektrik yüklü bölgesi olduğu için "pozitif elektrik yükü pozitif elektrik yükünü reddedeceğinden" pozitif yüklü Alfa Zerrecekleri'nin enerjileri eksik iş görüyordu.

Şimdi Chadwick'in keşfettiği ve silah olarak kullandığı "mermi" NÖTRON'du.

NÖTRON da PROTON gibi atomun çekirdeğindeki zerrəciktir. NÖTRON da PROTON kadar ağırdı. Ama PROTON'dan şu önemli farkı var: NÖTRON elektrik yüklü olmayan bir zerrəciktir. Yani bir NÖTRON'u bir atomun çekirdeğine gönderir ve o çekirdeği vurursanız NÖTRON'un enerjisini azaltacak bir unsur yoktur karşısında. NÖTRON, elektrik yüklü olmadığından bombardıman edilen atomun çekirdeği tarafından itilemeyecekti geri. NÖTRON, enerjisini bombalanan atomun çekirdeğine "obstrüksiyon"suz ulaştırabilecekti.

PROTON'un kütlesi Elektron'dan 1836 kez büyüktür; NÖTRON'un kütlesi ise Elektron'dan 1839 kez büyüktür. Nötron'un elektrik yükü olmadığından, atomun Elektronlar Bulutu'ndan, rahatsız edilmeden ve herhangi bir "ion"laşma durumuna meydan vermeden, geçerler. Ama, eğer, bir atomun çekirdeğine isabet edecek

olursa atomun çekirdeğinden sökeceği Proton'lar ve Elektron'lar "İsabet yeri"nin az ötesinde (bu deneyler hep Wilson Sis Odasında yapılıyor) üzerlerinde su buharı damlacıkları toplanmasına neden olurlar.*

Wilson Sis Odasında Rutherford'un yaptığı deneylerden biliyoruz ki pozitif elektrik yüklü zerreciklerin geçirildiği Wilson sis Odasında bu zerrecikler elektrikli -pozitif elektrik yüklü- olduklarından, su buharını üzerlerine çekerler. Eğer, e yolu üzerinde Alfa Zerrecikleri bazı atomlara isabet eder ve onların Elektorlarını ya da Proton'larını sökerse o takdirde yine -elektrikli zerrecikler durumuna gelmelerinden ötürü- Elektron'u ya da Proton'u sökülüş atomlar su buharı toplarlar. Başka bir deyişle "İon"laşırlar. Çünkü, hatırlıyoruz ki, İon'laşma normal durumundaki bir Atom'un Elektronu'nun ya da Protonu'nun sökülüp "elektrikli" bir duruma gelmesidir.

Az önce, NÖTRON'un "İsabet yeri"nin az ötesinde "İon"laşmaya neden olduğunu söylemiştik. Neden bir atomun çekirdeğine isabet ettiği yerde yaratmıyor da az ötede yaratıyor "İon"laşmayı?

1920'lerin sonlarına doğru, birçok gözlemci, Berilyum elementinin Alfa Zerrecikleriyle bombardıman edilmesinden değişik bir "çarpmışma" belirtileri çıktığını fark ettiler. Bu çarpmışmalarda "İsabet yeri"nin orada sis (su buharı) izleri çıkmıyordu. Fakat Wilson Sis Odası'nın başka bölgelerinde beliren izlerden bir çeşit radyasyonun yayıldığı anlaşılıyordu.*

Alfa Zerrecikleri'nin Wilson Odasındaki hızı ve katedeceği mesafe bilindiğinden söz konusu "yeni radyasyon" bu bilinen mesafelerin uzağında beliriyordu. Belliydi ki, radyasyonun kendisi, elektrik yüküne sahip değildi. Sahip olsaydı, hemencecik, çarpışma yerinde ion'laşmaya neden olurdu. Fakat atomların parçalanmasından doğan ion'laşma durumları Wilson Sis Odası'nın uzak köşelerinde beliriyordu. Bu etki, uzun süre, gözlemciler tarafından Gamma ışınları ile izah edilmeye çalışıldı. Uzun bir süre bu görüş egemendi.

Fakat, biliyoruz, Chadwick bu "yeni radyasyon"un hızını ölçtü: Işık hızının $1/10$ 'u kadardı. Öte yandan, bu yeni radyasyonun çarpmasından zerrecikler çıkıyordu. Demek oluyordu ki NÖTRON zerreciklerden ibaretti.

Hürriyet 1932 yılında Chadwick tarafından belirlenen "yeni radyasyon"u ilk kez Alman fizikçileri Bothe ve Becker keşfettiler. Alfa Zerrecikleriyle Berilyum elementini bombardıman edince Berilyum atomundan esrarlı ve müthiş güçlü yeni bir Radyasyon çıktığını açıkladılar. Alman fizikçilerin "müthiş güç"lü dedikleri "yeni radyasyon"un zerreciklerden ibaret olduğunu Chadwick bulunca 1935 Nobel fizik ödülünü kazandı. Bu zerreciğin adı NÖTRON'du.

Şimdi "NÖTRON"la bombardıman zamanı

NÖTRON'un "müthiş enerji" sahibi olmasının nedeni, elektrik yüklü olmayışı sayesinde. Çünkü Alfa Zerreciği (Helyum Atomu) ya da Proton (Hidrojen Atomu)

* Fundamentals of Physical Science - K. Krauskopf, A. Beiser Sayfa 301 - 302

* Fundamentals of Physical Science - Sayfa 301

ile bir atom çekirdeği bombardıman edildiğinde, bunlar, pozitif elektrik yüklü zerrecikler olduklarından bombardımana gittikleri Atom Çekirdeği'nin pozitif elektrik yüklü PROTON'ları tarafından köstekleniyor. Bombardımana giden zerrecikler POZİTİF ELEKTRİK YÜKLÜ, bombardıman edilen zerrecikler POZİTİF ELEKTRİK YÜKLÜ; bir itiş-kakıştır başlıyor! Ya da "hüsnü kabul" olmuyor. Oysa bombardımana gönderilen, elektrik yükü olmayan NÖTRON Zerreciği olunca bombardıman edilecek atomun çekirdeğine kolayca giriveriyor.

1932 yılında NOTRON keşfedilip 1935 yılında da bunu keşfeden Chadwick'e Nobel ödülü verildikten sonra bilim adamlarının "başlıca iş"lerinden biri Atom Çekirdeği'ni NÖTRON'la bombardıman etmek oldu.

Bilginler, PERYODİK TABLO'da o tarihlerde bilinen 90'a yakın elementten kendilerine en uygun olanlarını seçerek "bombardıman"a koyuldular. Bazen beklenmedik bir elementten beklenmedik sonuçlar elde ediliyordu.

Silahlar belliydi: birer Helyum Atomundan ibaret olduğu Rutherford tarafından belirlenen Alfa Zerrecikleri bombardıman "mermi"lerinden biriydi. Önemli bir "mermi" idi. Rutherford, üstüne Alfa Zerrecikleri yönelterek Hidrojen'in PROTON'unu da hızlandırıp "mermi" olarak kullanmıştı. Hidrojen Atomu yalnızca bir PROTON ve bir ELEKTRON'dan ibaret bir atomdu. PERYODİK TABLO'daki diğer elementlerin hepsinin de PROTON sayısı elbet 1'den fazlaydı. Örneğin Helyum Atomu 2 PROTON'luydu. Üstelik Helyum Atomu'nun çekirdeğinde 2 Proton'dan başka 2 de NÖTRON vardı. Oysa Hidrojen atomu hiç NÖTRON'a sahip olmayan yegâne atomdu. Bu nedenle Rutherford diğer elementlerin atom çekirdeğindeki PROTON'ları Hidrojen'deki PROTON'un katlamalı sayılan olarak kabul ederdi. Şöyle ki Uranyum'da 92 PROTON vardı. Radium elementinde 88 Proton, Radon'da 86 Proton vb. Uranyum, Radium ve Radon'da PROTON'lara ek olarak çekirdeklerinde NÖTRON'lar da vardır.

Rutherford, Helyum Atomu'nda 2 PROTON olduğunu keşfettiği halde 2 NÖTRON olduğunu bilmeden öldü. Çünkü NÖTRON'un keşfi 1932 tarihine rastlar. Rutherford Helyum Atomu'nunkütlesi, 4 Hidrojen Atomuna eşittir hesabıyla hareket ederek izaha çalıştı. Bu "kütle"den 2'sinin pozitif elektrik yüklü PROTON olduğunu saptadı, akat diğer 2 kütle için "elektrik yüksüz kütle" demekle yetindi. Tahminlerinde fazla ileri gidemedi. NÖTRON'u keşfetmek Chadwick'e, yani Rutherford'un laboratuvarında çalışan sadık öğrencisine kısmet oldu.

Atom Çekirdeği (Nucleus)den enerji sağlamak NÖTRON'la gerçekleşti.

Çağımız insanının, atom'un çekirdeğindeki enerjiyi sağması ve denetlemesi 1932 yılında James Chadwick'in NÖTRON'u keşfetmesiyle başlar.*

Yukarıdaki cümleye dikkat ettinizse "Atom Çekirdeği'ndeki enerjiyi sağlamak ve denetlemek" dedik.

* Foundations of Chemistry- Ernest R. Toon, George L. Ellis Sayfa 709

"Sağmak" iyi de "Denetlemek" çok zor.

Gerçekten Atom Çekirdeği'nin içindeki PROTON ve NÖTRON gibi zerrecikleri birbirine bağlı tutan güçler. Yerçekimi Gücü'nden de Elektrostatik güçlerden de büyüktür. Dünyadaki maddeyi bir arada tutan ve tutamazsa maddenin dağılıp unufak olmasına yol açarak GÜÇLER'dir.

Bu "müthiş güç"leri görme sayesinde, insanoğlu tarihinin hiç bir döneminde kavuşamadığı büyük miktarlarda enerjiye kavuşmuştur. O kadar ki Einsteine'nin koyduğu $E=mc^2$ formülü uyanınca bir tren bileti içindeki atomların parçalanmasından elde edilen güçler -ya da enerji- bir trenin dünya çevresinde birkaç tur atmasına yetecek kadardır. Birkaçyüz gramlık Uranyum elementi atomlarının parçalanması bir denizaltıya dünyayı birkaç defa dolaşmaya yetecek enerji sağlamaktadır. Bunun nedenlerini açıklayacağız.

Şimdilik şunun üstünde durmak istiyorum. Atom Çekirdeği'nin anlattığımız ve anlatacağımız teknik yöntemlerle parçalanışından elde edilen güç "müthiş" olmakla birlikte "denetlenmesi" zordur.

Denetlenmesinin zorluğu, bir kere elden çıktı mıyda tamiri olmayışıdır. Nitekim, Çernobil Nükleer Santral kazasında olduğu gibi, bir infilak o "müthiş" enerjiyi veren radyoaktif elementin havaya, suya, toprağa kanışvermesine neden oluyor. Nükleer Santralde kullanılan radyoaktif element durumuna göre -örneğin Uranyum elementini ele alalım- kazada kaçıp dağılan Çekirdeksel (Nükleer) serpintiler ve zerrecikler o kadar çok oluyor ki bundan kurtulmak zordur.

Nedenini, kitabımızda YARI-ÖMÜR'leri incelediğimiz için, biliyoruz artık. Her radyoaktif elementin bir Yan-ÖMÜR'ü var. Bu ne demekti? Belirli bir radyoaktif element havaya, suya, toprağa Nükleer Santral'dan dağıldı mıydı "Yok" oluncaya dek birhayli zaman geçirdi. Bazı radyoaktif elementler 30 yılda, bazıları, 30 günde, bazıları birkaç dakikada, bazıları da birkaç saniyede Yan-Ömür'lerini tamamlıyorlar. Her radyoaktif serpinti için değişik bir YARI-ÖMÜR süresi söz konusudur.

Söz konusu dönüşme sırasında Alfa zerrecikleri yaydığı için bu Alfa Zerrecikleri, ayrıca Wilson Sis Odasında gördüğümüz ion'laşma gibi bir tehlike yaratıyor.

Alfa Zerrecikleri, ışık hızının (saniyede 300.000 km.) $1/10$ 'u kadar hızla seyreden Radyoaktif Zerreciklerdir. Bunlar X Elektronlara kıyasla kütleli (ağır) zerreciklerdir. Hareket halindeki kütleli her Alfa Zerreciği, yolu üzerinde rast geldiği atomların -örneğin havayı oluşturan gazların atomları- Elektron'larını söker. "lon Çiftleri" diye bilinen durumu yaratır*.

lon'un elektrik yüklü atom demek olduğunu artık biliyoruz. Bir gaz atomunun Elektron'u sökülürse o gaz atomu "normal" durumdan çıkıp "elektrik"li duruma geçer.

Bir "lon Çifti", sökülen Elektron ile (lon çiftinin negatif elektrik yüklü bölümü) bu Elektron'un sökülmesinden sonra pozitif elektrik yüklü durumda kalan zerrecik (pozitif bölüm) den oluşur. Alfa Zerreciğinin yaklaşık 100.000 lon Çifti meydana getirdiği hesaplanmıştır. "lon" atomun normal durumundan çıkıp "elektrik yük"lü olması demek olduğuna göre, bir Nükleer Santral Kazasından kaçan radyoaktif serpintilerin havayı nasıl "elektrik"lendiğini anlaşılr. Ayrıca Alfa Zerrecikleri birer zerrecik olduklarından yağın yağmurgibi nedenlerle toprağa ve denize inmesi de söz konusudur.

"İon"laşma süreci Alfa Zerreçiciğindeki enerjiyi azaltır ve sonuçta Alfa Zerreçiciği yavaşlayıp bir çift Elektron kapmakla "normal" atom durumuna geçer."

İki Elektron kaparak neden normalduruma geldiğini anlamak kolaydır: Alfa Zerreçiciği 2 Proton'lu bir atom olduğuna göre pozitif yüklü bu 2 Proton negatif elektrik yüklü 2 Elektron kapınca "normal" duruma gelir. "Normal" durum demek elektrikli "İon" halini kaybederek elektrik bakımından yük-süz bir Atom (Nötr Atom durumu-na) geçmesi demektir.

Nükleer Santral Kazalan'nın tehlikeleri yalnızca Alfa Zerreçikleri dağılmasından ibaretdir. Beta Zerreçikleri dağılır. Bunlar Alfa Zerreçiklerinden daha süratli olmalanna karşılık kütleleri çok ufak olduğundan zararları büyük değildir.

Şimdi bizNükleer Santrallerdeki kaza durumunu bir yanabırakarakNÖTRON keşfedildikten sonra bazı elementatomları çekirdeklerinin NÖTRON'larla bombardımanının sağladığı enerji durumunu anlatmaya geçelim.

NÖTRON'un bir "Atomik mermi" olarak değerini ilk kavrayanlardan biri bir genç İtalyan fizikçisi oldu. Adı Enrico Fermi idi."

Fermi ve arkadaşları "Nötron"u "mermi" olarak kullanıp hemen hemen her elementi bombardıman ettiler.

Fermi, NÖTRON'la bombardıman ettiği bir elementin NÖTRON'u soğurması nedeniyle kütlesini arttırdığı kavramına yatkındı. Şöyle diyordu: Nötron soğuran bir elementin Atom Sayısı aynı kalıyor ve kimyasal özellikleri yine aynı davranışlar gösteriyor, fakat kütlesi bir NÖTRON'luk artıyor.

Fermi ve arkadaşları birkaç ay içinde otuzyed elementin radio-izotop'larını ürettiler. Fizikçiler, Nötron'un keşfiyle, atom çekirdeğinin kilidini sökmek için çok uygun bir zerrecik bulduklanna kanaat getirdiler. Nötron elektrik yüküne sahip olmadığından elektrik yüklü atom çekirdeğine kolay sızardı.

Daha önce kitabımızın ELEKTRİK BÖLÜMÜ'nde belirttiğimiz üzere Atom'u anlamak için elektrikliğin gizlerini bilmek gerekiyor. Çünkü maddeyi yani elementi oluşturan Atomların kendisi pozitif ve negatif elektrik yüklü zerreciklerden ibarettir. Atomun negatif elektrik yüklü zerreciğini ELEKTRONİK BÖLÜMÜ'nde inceledik. Pozitif elektrik yüklerinin bulunduğu Atom Çekirdeği'ni de bu bölümde inceliyoruz. Atom Çekirdeğinde pozitif elektrik yüklü PROTON'lann yanısıra bir de NÖTRON bulunduğunu 1932 yılından beri biliyoruz.

Bir Atom Çekirdeği bir NÖTRON soğurduğunda Atom Sayısı değişmez (çünkü Proton sayısının bellirlediği elektrik yükü aynı kalır) fakat kütle sayısı 1 artar. Örneğin Oksijen 17 Oksijen 18 olur.

Peryodik Tabloya baktığımızda görürüz ki Oksijen elementinin Atom Sayısı 8'dir. Kütle sayısı 17'den 8 Proton'u düşersek geriye 8 Nötron kütlesi kalır. Eğer Oksijen Nötron'la bombardıman edildiğinde 1 Nötron soğurmuşsa Nötron'un 10'a çıkar, fakat Atom Sayısı yine aynıdır. Atom Sayısı değiştirilebilince element başka bir element olur. Oysa yalnızca Nötron değişmesi o elementin "element"liğine hallet getirmez. Yine aynı element kalır; fakat Nötron sayısı değiştiği için kütlesi -ağırlığı- değişir.

Nötron bir atomun çekirdeğine girerek atoma enerji kazandırdığından o atom çekirdeğinin enerji içeriği artar. Bu enerji fazlası bir gamma-ışını olarak ortaya çıkar. Yeni çekirdek genellikle 'istikrarsız' bir hal alır. Şöyle ki Alüminyum 27'ye bir Nötron eklenip 28 kütleli Alüminyum 28 olursa çekirdekteki Nötron'lardan biri hemen bir elektron çıkarak bir Proton'a dönüşür. Pozitif elektrik yükündeki bu artış Alüminyum'u (Atom Sayısı 13) Silikon'a (Atom Sayısı 14) çevirir.*

Nötron'la bombardıman bir elementi bir üst sıradaki elemente dönüştürme kolaylığı sağladığından Fermi Uranyum'u (Atom Sayısı 92) Nötron'la bombardıman etti. O tarihlerde Peryodik Tablo'da yalnız 92 element vardı ve son element te en ağır element olarak -92 Proton'lu- Uranyum idi. Fermi 93 no.lu Sentetik bir element üretebilir miyim acaba diye kolları sıvadı.*

Anlattığımız yöntemlere uygun olarak pozitif elektrik yükü sayısı artarsa Uranyum'un nötronla bombardımanı sona 93 no.lu element elde edilir sandılar.

Uranyum'un bombardıman edilmesinden sonra ortaya çıkan ürünlerde Fermi ve arkadaşları yeni radyoaktif cisimlere ait belirtiler buldular. 93 no.lu Elementi ürettiklerini sandılar.*

Fermi, belki de bilmeden, NÜKLEER FİSYON denen Nükleer Parçalama sonucunu elde etmiş ilk bilginidir. Nükleer Fisyon denen olgu yeni bir enerji kaynağı sağlıyor ve NÜKLEER ÇAĞ'ı başlatıyor.

Fermi'nin izinde Otto Hahn Nükleer Fisyon'u gerçekleştiriyor

Üç Alman bilgini Otto Hahn, Fritz Strassman ve Lise Meitner, İtalyan bilgini Fermi'nin çalışmalarını büyük bir ilgiyle izlediler ve onun giriştiği deneyleri tekrarlamak istediler. Deneylerini bitirdiklerinde 1938 yılı sonuydu. Deneylerinin sonuçlarını Almanya'da bir bilim-teknik dergisi olan Naturwissenschaft'en'in 1939 Ocak ayı sayısında yayınladılar. Nötron'la bombardıman edilen Uranyum'dan oluşan ürünlerin 92 Atom sayılı Uranyum'dan daha büyük atom sayılı -örneğin 93- element olmadığını açıkladılar. Uranyum atomu çekirdeklerinin parçalanarak (FİSYON) baryum elementi gibi Peryodik Tablo'nun orta sıralarındaki hafif elementlerden birini meydana getirdiğini açıkladılar. Diğer hafif element te Kripton'du. Baryum Peryodik Tablo'nun Atom Sayısı 56 olan elementi idi. Kripton da Atom sayısı 36 olan element idi.*

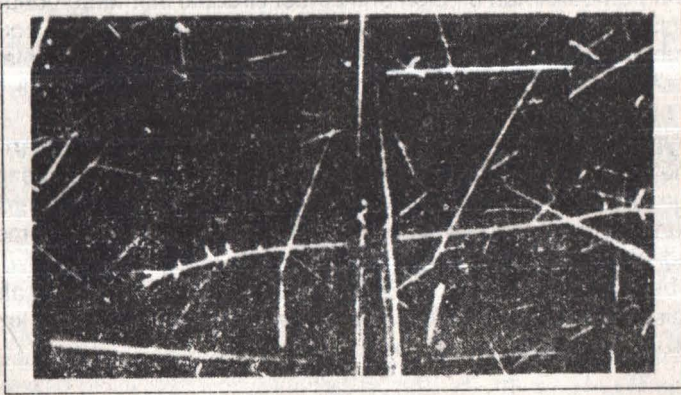
Otto Hahn, ortaya çıkan durumun Nükleer Fizik'te o tarihe dek görülen olguların tamamen dışında bir durum yarattığını açıkladı. Hahn, kendi deneylerinin sonuçla-

* Asimov's Guide to Science E Yayınları Sayfa 620

* Asimov's Guide E Yayınları Sayfa 621

* Foundation of Chemistry Sayfa 709

ından kuşkuya düşmüşken 1938 yılında Hitler Almanyasından kaçmış bulunan Lise Meitner şu açıklamayı yaptı: Hahn'ın özel sohbetlerde fısıldayıp açıkça söylemekten çekindiği bir durumla karşı karşıyayız; Nötronla bombardıman edilen Uranyum atomları, hemen hemen birbirine eş boyutlu daha küçük iki elemente bölünmüştür.



■ Uranyum atomu çekirdeği fisyonu. Nötron bombardıman altında ikiye parçalananan uranyum atomu çekirdeği dikey iki çizgi

İyi ama, Uranyum'dan Baryum ve Kripton nasıl çıkardı?

Baryum orta ağırlıkta bir elementti. Bir ağır elementi (Uranyum) hemen hemen yarıya yakın ağırlıkta bir başka elemente dönüştüren radyoaktif bozunma süreci bilinmiyordu o tarihe dek. Lise Meitner, Uranyum'un atom çekirdeğinin ikiye bölündüğü tahminini yürütme cesaretini gösterdi. Uranyum'un bir Nötron soğurması bu elementin bölünmesine "FİSYON" yol açmıştı. Meitner'in tahminini cesaretli kılan bir önemli nokta daha vardı. Nötron bombardımanı, yalnızca 6 milyon elektron voltluk (Mev) enerji vermiş oluyordu ve atom çekirdeğine ait o tarihlerdeki bilgiler böyle bir bölünmenin yüzlerce milyon elektro/voltluk enerjiye ihtiyaç duyulacağı noktasında toplanıyordu.

Atom Çekirdeğinden bu müthiş enerji nasıl çıkıyor!

Daha önce, insanoğlu, doğal olarak radyoaktif olan elementlerin -örneğin Radium, Polonium- atom çekirdeklerinden birer Helyum Atomu'nun ayrılmasıyla büyük bir enerji çıktığına tanık olmuştu. Bu enerji ve ısı çıkışı nedeniyle bir radyoaktif elementin bir başka radyoaktif elemente dönüştüğünü biliyordu. Fakat Otto Hahn'ın nötronla bombardıman ettiği ağır bir element -92 Proton ve 146 Nötron'lu Uranyum elementi- 56 ve 36 Protonlu Baryum ve Kripton'a bölündüğü görülmemişti.

Bu öylesine beklenmedik ve bilinmedik bir olguydu ki uzun süre Nükleer Fizik ustaları birer açıklama bulamadılar.

Otto Hahn'ın asistanı bayan Lisa Meitner'in, Uranyum elementinin orta ağırlıktaki iki elemente bölündüğünü (NÜKLEER FİSYON) açıklaması büyük bir bilimsel cesaret örneği olarak karşılandı.

Lise Meitner'in açıklamasını bir hayli cesur bir iddia kılan nokta "Nötron Bombardmanı"nın yalnızca 6 milyon Elektron-Volt (Mev)luk bir enerji sağlamasıydı. Oysa o tarihlerde Atom'un yapısına ilişkin bilgiler böyle bir parçalanma için yüz milyonlarca elektron-volt'luk enerjiye ihtiyaç olduğuna işaret ediyordu.

Rutherford, Alfa Zerrecikleriyle bombardımanında bir Alfa Zerreciği "mermisi" isabeti alan bir Hidrojen Atomundan sökülün Proton'un hızlanmasını sağlamıştı. Bunu biliyorduk. Yine Rutherford'un Azot atomunu Alfa Zerrecikleriyle bombardıman sırasında Azot'a 2 Proton katıp 1 Proton söktüğünü biliyorduk. Ama bu kez 92 Proton'lu ve 146 Nötron'lu ağır bir element ikiye bölünürmüştü!

Hangi güçtü Uranyum Atomu'nun ikiye bölen?

Bu sorunun yanıtında yatan bir "Dev Güç" efsanesi değildir. Çünkü, Uranyum'un parçalanmasını sağlayan, nihayet, kütlesi hemen hemen Proton'unkine eşit Nötron'du. Peki, Nötron'u etkili kılan neydi?

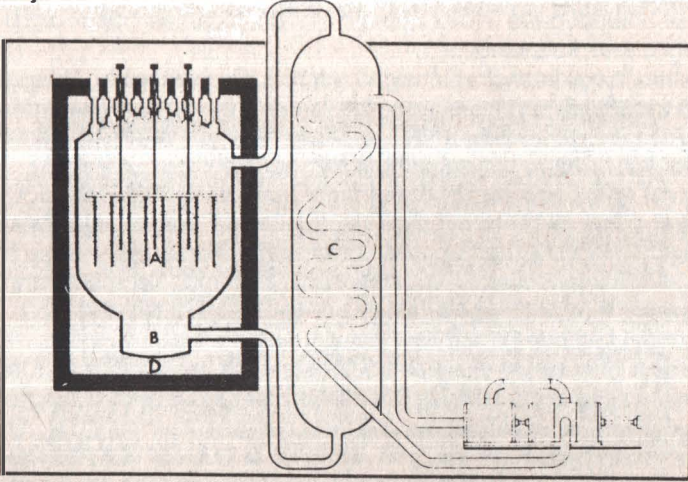
Nötron'un sırrını insanoğlu yavaş yavaş öğrendi. O kadar ki Nötron keşfedilmeseydi bugün "NÜKLEER FİSYON" (Çekirdeksel bölünme) olarak bilinen olgu gerçekleşmezdi. Nükleer Çağ'a girilemezdi. Küçük Atom Bombasından ya da Nükleer Santrallerden muhteşem enerji sağlanamazdı.

Nötron'un birinci özelliği ve onu Proton'dan ayıran özellik elektrik yükü olmamasıdır. Atom Çekirdeğini oluşturan zerreciklerden Proton'a eş kütleli Nötron, elektrik yüküne sahip değildir. Yani Nötr bir zerreciktir. Nötron adı da bu "Nötr" sözcüğünden türetilmiştir. Nötron'un elektrik yükü olmayınca, bombardıman için yöneltildiği Atom Çekirdeği'ne -örneğin Uranyum Atomu çekirdeğine- kolaylıkla girebiliyor. Oysa Rutherford'un Alfa Zerreciği "mermi"leri kolaylıkla giremiyordu. Çünkü Alfa Zerrecikleri pozitif elektrik yüklüdürler. Bu nedenle pozitif elektrik yüklü Proton'lardan oluşan atomun çekirdeğine -örneğin Uranyum atomunda 92 Proton vardır- girerken pozitif pozitif iteceğinden, "mermi" obstrüksiyonla karşılaşılıyordu. Alfa Zerreciği, sahip olduğu radyoaktif enerji sayesinde, gidip bir atomun çekirdeğini vura biliyordu ama, Protonların pozitif yükleri tarafından itildiğinden "hüs-n-ü kabul" görmüyor, obstrüksiyona rağmen giriyordu. NÖTRON'un bu avantajı vardı. Nötron "mermi"si hedefe hiç kösteklenmeden ulaşabiliyordu.

Böylece Otto Hahn ve arkadaşları 1938 yılında Nötron'la bombardıman ettikleri Uranyum atomunu -92 Proton'lu ve 146 Nötron'lu Uranyum atomunu- 56 Proton'lu Baryum ile 36 Proton'lu Kripton'a bölmüşlerdi.

Bu bölünmeden (NÜKLEER FİSYON) o tarihe dek görülmemiş bir enerji elde edilmişti.

Bu enerji nereden geliyordu? Dünya üzerindeki maddeyi, maddeyi oluşturan elementleri, elementi oluşturan Atom'ları bir arada tutan güçten ileri geliyordu: Nükleer Güç!



■ Nükleer reaktörün Nükleer Pili (A) basınca dayanıklı çelikte çevrelenmiştir. Pilin ısıttığı gaz, C kazanındaki suyu buharlaştırmaya yarar. Buhar elde edildikten sonra Klasik jeneratörlerdeki gibi işlem görür. D bölümü betondur ve ışınları emer

Nükleer güç demek, bir Atomun çekirdeğinde Proton'larla Nötron'ları bir arada tutan güçler toplamı demektir. Bunları birbirine bağlayan güç -Bağ Gücü- çözülünce bu parçalanmadan muhteşem enerji çıkıyordu. Başka bir deyişle maddeyi, atomu bir arada tutmak için gerekli güç çözülyordu. NÖTRON bu muhteşem gücü çözmeye yarayan "sihirli mermi" idi.

NÖTRON neden "sihirli" ve "güçlü" mermidir?

Atomun Çekirdeğine girme kolaylığı bulunan NÖTRON'un bir özelliği de Uranyum Atomu'nun 92 Proton ve 146 Nötron'lu çekirdeğini parçaladıktan sonra bu Nükleer Fisyondan iki ya da üç Nötron ayrılmasını sağlamasıydı. Başka bir deyişle, bir Nötron Uranyum Atomunun çekirdeğini parçalıyor; bu parçalama (Nükleer Fiyon) sırasında Uranyum Atomu çekirdeğindeki Nötron'lardan iki ya da üçü açığa çıkıp serbest kalıyordu. Nükleer Fisyondan açığa çıkıp serbest kalan iki üç Nötron ne yapıyordu? Çevresindeki Uranyum atomlarından birinin çekirdeğini daha parçalıyordu. (Nasıl olsa bir gram Uranyumda milyarlarca ve milyarlarca Uranyum atomu var. Ve her Uranyum atomunun çekirdeğinde 92 Proton ve 146 Nötron zerreciği var). Parçalanmış çekirdekten "serbest" kalan iki-üç Nötron hemen yanıbaşındaki bir

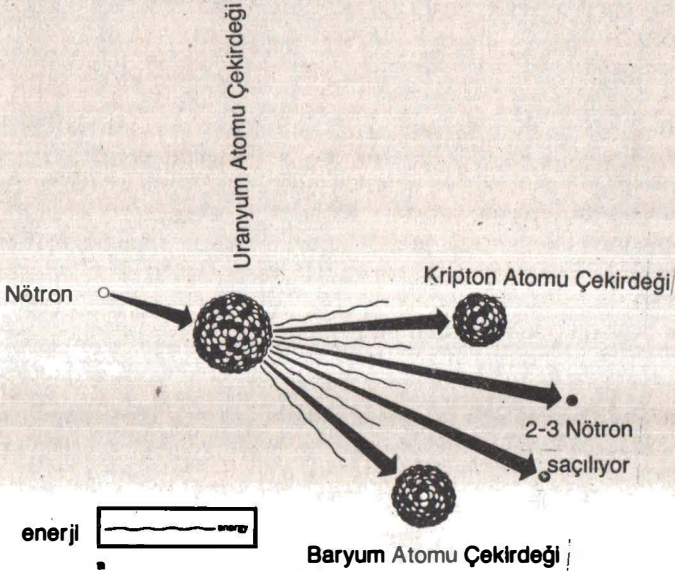
Uranyum atomunun çekirdeğini parçalayınca "mermi sermayesi" muhteşem bir faz oranıyla artıyordu! İki-üç Nötron gidip bir Uranyum atomunun çekirdeğini daha parçalıyordu. Bu parçalamadan da iki-üç Nötron daha çıkıyordu. Yeni parçalamadan da iki-üç Nötron daha.

Ne iyi.! Bir kurşun sıktıktan sonra artık yapacağın:z iş kalmıyordu. Vurduğunuz Atom Çekirdeği'nden yeni "mermi"ler kendiliğinden çıkıyor ve gidip bir Uranyum Atomu çekirdeği daha parçalıyordu. İşte buna "Zincirleme Reaksiyon" deniyor.

Nükleer Enerji elde edilmesindeki bu "Chain Reaction" (Zincirleme Reaksiyon) Nötron'da saklı önemli sıralardan biriydi.

Bir Uranyum Atomu parçalanmasından fırlayan Nötron'ların fazla hızlı gitmemesi için bir "Yavaşlatıcı" gerekiyordu. Çünkü Nötron hızlı fırlayınca Uranyum Atomu Çekirdeği'ni bulamazdı. Bu "yavaşlatıcı"yı da Enrico Fermi buldu.

Nitekim Fermi parafinden ya da ağır sudan geçirilen Nötron'ların hızının yavaşladığı gerçeğini 1938'lerde keşfetmişti. Uranyum Atomu çekirdeğinin parçalanmasından "serbest" kalan Nötron'ları "yavaşlatma" olanağı doğunca bu Nötron'ları civardaki Atom Çekirdeklerine (Nucleus'lara) yedirmek kolaylaşıyordu. Atom Çekirdekleri yavaş yavaş gelen bu "yem"i yiyince parçalanıyorlardı. Parçalanınca, yine iki-üç Nötron, ilerki parçalama işlemi için serbest kalıyordu.



NÜKLEER FİSYON

Uranyum Atomu çekirdeğinin parçalanmasından doğan enerjinin ve ısının "müthiş" "korkunç" "görülmemiş" "duyulmamış" olmasının nedenleri dünyada (eşyanın tabiatı icabı) maddenin unufak olmaması için maddeyi birarada tutan muhteşem güçlerin birden bire saliverilmesindendi. Maddeyi, atomun çekirdeğini (Nucleus) birarada tutan müthiş güçlerin parçalanması enerji yaratıyordu. Müthiş enerjiye bir ikinci etken de Zincirleme Reaksiyondur. Çünkü saniyenin elli milyonda biri ($1/50.000.000$) gibi bir sürede bir yeni Atom çekirdeği bölünüyordu. Üstelik bu patlama "otomotakik"ti. Nükleer Pilin ya da Nükleer Reaktörün kurgusunu yaptınız mıydı, yakıt (Uranyum) bitinceye dek zincirleme reaksiyonlu atom çekirdeği patlamaları sürüp gidecekti.

Zincirleme Reaksiyon'un bir "görülmemiş" yararı da şuydu. Rutherford bir element atomunu bombardıman etmek için yüzlerce, binlerce "mermi" kullanıyordu. Mermi olarak kullandığı Alfa Zerreceklerinden bir tanesi rastgele bir atom çekirdeğini "alnından vurunca" çekirdek parçalanıyordu. Oysa nükleer reaksiyonda "mermi" bolluğu nedeniyle atom çekirdeği parçalanması garantilidir.

PROTON'un babası Rutherford Zincirleme Reaksiyonu göremeden öldü...

Atom'un negatif elektrik yüklü zerreceklerini -ELEKTRON'ları- keşfeden J.J. Thomson'du.

Atom'un pozitif elektrik yüklü zerreceklerini -PROTON- bulan Ernest Rutherford'dur.

Atom'un Çekirdeği'ne (Nucleus) giren Rutherford'dur. Henüz PROTON adını koymadan kullandığı deyim "Çekirdek" idi. Hattâ "Hidrojen atomu çekirdeği" idi. Çünkü Hidrojen 1 Elektron'lu ve 1 Proton'ludur. Yani bir negatif elektrik yüküne ve bir de pozitif elektrik yüküne sahiptir. Hidrojen'in kütlesi de 1'dir, çünkü, diğer element atomlarında olduğu gibi, çekirdeğinde, Proton'un yanı sıra Nötron yoktur.

Rutherford 1898'den 1938 kadar varan Nükleer Fizik çalışmaları sırasında hesaplarını hep Proton'a göre yapmış ve Nötron'u bilmediği için de örneğin 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu Helyum Atomuna "kütlesi 4 olan" Atom demiştir. Burada kullandığı birim ölçüsü Hidrojen'dir ve Helyum için "4 Hidrojen kütlesine eş" atom demiştir.

Chadwick 1932 yılında Atom Çekirdeğinde Nötron'u keşfedince Helyum Atomu'nun 4 kütleli çekirdeğini 2 Proton'la 2 Nötron'un oluşturduğu anlaşılmıştır.

1937 yılına varıldığında atom çekirdeklerinin enerjisinden nasıl yararlanılacağı henüz bilinmemektedir. Rutherford 1938 yılında ölmeden önceki konuşmalarında Nükleer Enerji'den nasıl yararlanılabileceği noktasında bilgi sahibi değildi. Bu tarihte henüz bilinen tek şey, parçalanan her atomun içinde büyük miktarda enerji elde edildiğidir.*

Bildiğimiz gibi Rutherford yaptığı deneylerde tom çekirdeğini parçalama başarıları göstermiş ve parçalama için kullandığı enerjiden milyonlarca kat fazlasının atom çekirdeği parçalanmasından elde edildiğine tanıklı olmuştur. Ne var ki milyonlarca "mermi" (radyoaktif maddeden yayılan alfa zerrecekleri) kullanmaya değmezdi. Çünkü elde edilen enerji kadar enerji harcanıyordu. Mermi'nin atom çekirdeğine isabet şansı azdı. Daha doğrusu rast gele idi.

Ağaçlardan birinin ardından belki bir kaplan sıçrır da vururum belki düşüncesizle kapkaranlık bir ormana rastgele "kurşun" sıkmak gibiydi Rutherford'un yaptığı.*

* L'Aventure de l'Electricite - Ringuet, Sayfa 191

* Electronics for Young People - Jeanne Bendick Sayfa 149

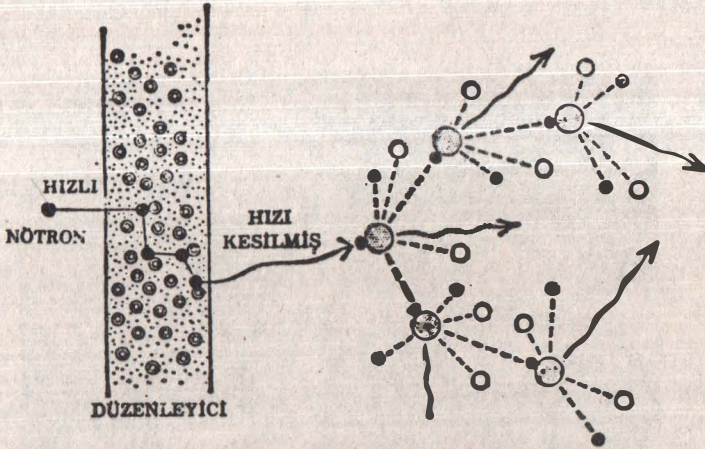
Ama yine de radyoaktif bir elementin yaydığı alfa zerrecikleri "mermi"leriyle bir atom çekirdeği bombalayıp çekirdeğini parçalamak olgusunu keşfeden Rutherford'dur. Atom Çekirdeğini keşfeden, çekirdekte atomun kütleli bölümünün bulunduğunu kanıtlayan, çekirdekte pozitif elektrik yüklü Proton'un varlığını ortaya koyan ve hızlandırılan Proton'ları "mermi" olarak kullanıp bombardıman edilmek istenen atomun çekirdeğine yöneltip parçalama olgusunu keşfeden Rutherford'dur.



J.J. Thomson
ve
Rutherford

1938 yılına dek laboratuvarlarda yapılan deneylerde "atom parçalama" başarıları elde ediliyordu ve bu işlem için harcanan enerjiden fazlası sağlanıyordu ama bu deneylerin hiçbiri NÜKLEER GÜÇ dediğimiz Atom Çekirdeği'nin parçalanmasından doğan müthiş enerji salınımını sağlamıyordu.

1938 yılında her şey birdenbire değişiyor. Hahn ve Strassman adında iki Alman bilgini, Uranyum'un kocaman çekirdeğinin (92 Proton'lu 146 Nötron'lu kocaman adı verilen bu atomun büyüklüğünün santimetrenin 100 milyonda biri kadar olduğu ve çekirdeğin de bu küçük sayının 100.000'de biri kadar olduğu unutulmamalıdır) küçük bir Nötron tarafından bombardıman edilince birbirine hemen hemen eşit iki parçaya bölündüğünü keşfediyorlar. İşte buna FİSYON adı verilmiştir.



Uranyumdaki nükleer zincirleme reaksiyon. Gri yuvarlaklar uranyum çekirdekleri, siyahlar nötronlar, dalgalı çizgiler gama ışınları ve küçük yuvarlaklarda fisyon parçalarıdır.

Üstelik, Uranyum Atomu çekirdeğinde mevcut Nötron'lardan iki ya da üçü bu parçalanma sonucunda serbest kalıyordu. Bu nötronlar da Uranyum'un atomlarındaki diğer çekirdekleri parçalayabiliyorlardı; ve bu parçalamalardan da yine iki-üç nötron çıkıyordu. İşte zincirleme reaksiyon denen durumdur bu. Her fisyon sonunda ortaya çıkan müthiş bir enerji söz konusudur. Buradan da büyük miktarlarda enerji elde etme umudu doğmuştur. Fakat şu var ki yakıt olarak kullanılan bir miktar Uranyum içindeki atomların çekirdeklerinin tümü aynı şekilde davranmıyorlar. Aynı şekilde davranış göstermeyen Uranyum Atomları, aslında, Atom Sayısı 92 olan (92 Proton'lu) Uranyum elementidir. Fakat bu aynı Uranyum Atomları arasında bir kısmı var ki 146 Nötron'a sahiptir Bir kısmı da 143 Nötron'a sahiptir.*

Eğer biz daha önceki bölümlerde "İZOTOP"lar nedir bilmeseydik, aynı Uranyum elementi içinde bir kısmının 146 Nötron'lu bir kısmının 143 Nötron'lu oluşunu izah edemezdik. Oysa İZOTOP "aynı element fakat değişik Nötron sayısı" demektir. Bunu görmüştük. PERYODİK TABLO'da Atom Sayısı 92 olarak (92 Proton'lu) gösterilen Uranyum elementi'nin % 99'u 146 Nötron'lu ve % 1'i (hattâ % 0,7'si) 143 Nötron'lidir.

Nötron'la bombardıman edildiğinde kolayca parçalanabilen (Fisyon'a uğrayan) Uranyum 143 Nötron'lu olanıdır. Bunun adı U-235'dir. 92 Proton'a 143 Nötron ekleyince kütlesi 235 ettiğinden bu Uranyum'a U-235 adı veriliyor. 146 Nötron'lu Uranyuma ise U-238 adı veriliyor. Çünkü 92 Proton'a 146 Nötron ekleyince kütle ağırlığı 238 olduğundan U-238 adını alıyor.

Amerika Birleşik Devletleri ile Atom bombasını yapabilmek için tonlarca Uranyum-238'den süzme yoluyla Uranyum-235 sağlayabilmiştir. Atom bombası için şart olan U-235'den ancak % 1'in altındaki bir oranda bulunabilmesi işleri epey zorlaştırmıştır. Hele U-238'den U-235 elde etme yöntemini keşfedmesi de ayrıca vakit harcamasını gerektirdiği hesaba katılırsa.

İZOTOP'ların bilinmesindeki sayısız yararlar...

Bir Atom'un kütlesine ait bölümün Çekirdek olduğu ve Çekirdek'te PROTON'dan başka NÖTRON'un da varlığı keşfedildikten sonra, bilim adamları, çekirdekteki NÖTRON/PROTON oranı üzerinde durmaya başlamışlardır.

Çekirdekte kaç Proton'a karşılık kaç Nötron'un var olduğu sorunu İZOTOPİ sorununun gün ışığına çıkmasından sonra, daha da büyük önem kazanmıştır. Çünkü, bakıyorlar, aynı elementin -örneğin Uranyum- atom ağırlığı değişik oluyor. Uranyum atomlarından % 99,3'ü 146 Nötron'lu % 0,7'si ise 143 Nötron'lu. Ama her ikisinin de Proton sayısı, yani pozitif elektrik yükü miktarı, aynı: 92 Proton.

İzotopi olgusu bilim adamlarını çekirdekteki Nötron/Proton oranının sırlarını çözme yoluna itmiştir.

Bilim adamları, hafif kütleli atomların çekirdeğinde PROTON ve NÖTRON sayısı'nın eşit olma eğiliminde olduklarını saptamışlardır.*

Proton ve Nötron'u bir arada ifade eden sözcük NÜKLEON'dur. Bu durumda, NÜKLEON, bir atom çekirdeğinin kütlesini ifade eder. Bir başka deyişle de ATOM AĞIRLIĞI dediğimiz şeydir. PERYODİK TABLO'daki elementlere baktığımızda her karadaki elementin üstünde Atom Sayısı vardır, altında da Atom Ağırlığı. Atom Sayısı, atom çekirdeğindeki Proton sayısıdır. Proton sayısına Nötron sayısını da eklerseniz o atom çekirdeğinin kütlesi yani ATOM AĞIRLIĞI ortaya çıkar. Proton ile Nötron'a verilen tek isim NÜKLEON'dur.

Nötron sayısı ile Proton sayısı arasındaki oran, atom çekirdeklerinin istikrarlı olup olmayışı açısından incelenmiştir. Şöyle bir sonuçla karşılaşmıştır:

- Z harfi ile ifade edeceğimiz Proton sayısının 20'ye kadar olduğu PERİYODİK TABLO elementlerinde Proton ve Nötron sayısının birbirine eşit olduğu görülür.

- PERİYODİK TABLO'daki elementlerden 1 Atom sayılı'dan 20 Atom sayılı'ya kadar olan elementlerde Proton ve Nötron sayısı eşittir. Grafikte Proton'lar Z harfiyle gösterilecektir.

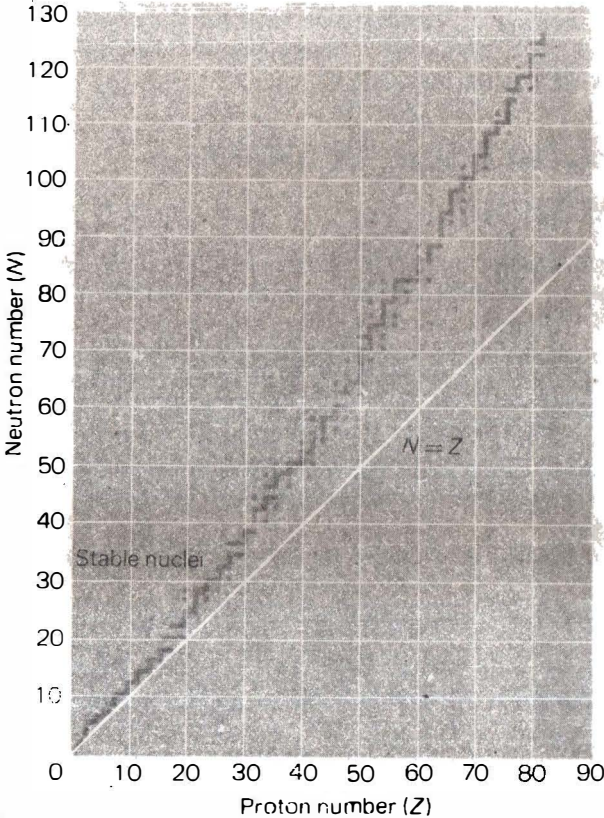
- 20'den 83'e kadar Atom Sayılı elementlerde Nötron'ların sayısı Proton'lardan çoktur.

- Atom Sayısı 83'den fazla olan elementlerin atom çekirdekleri istikrarsızdırlar.

- Atom Sayısı tek değil de çift olan elementlerin atomları daha istikrarlı izotoplara sahiptirler.

- İzotoplar arasında Nötron sayısı tek değil de çift olanlar daha istikrarlıdırlar.

- Hem Proton sayısı hem Nötron sayısı tek olduğu halde istikrar gösteren element sayısı ancak 10 tane'dir.



Yukarıda liste halinde çıkarılan durumlar şunu gösteriyor ki Proton ve Nötron sayısı tek olan elementlerde istikrarsızlık söz konusudur. Ayrıca şunu da ortaya koyuyor: Nötron'la Proton'un çift olması daha istikrarlı atom çekirdekleri demek oluyor.

Aktardığımız bu bilgiler ile Atom Bombasının yapılması sırasında Atom Sayısı 92 olan (bir başka deyişle 92 Proton'lu) Uranyum Atomu'nun neden 146 Nötron'lu değil de 143 Nötron'lusunun nükleer fisyon için uygun görüldüğü anlaşılır. Nötron sayısı tek olan Uranyum'un Nötron sayısı çift olana kıyasla daha az istikrarlı olması nedeniyle parçalanmaya (Fisyon) daha uygun düşeceği idi.

146 Nötron'a 92 Proton ekleyince 238 eder. 143 Nötron'a yine 92 Proton ekleyince 235 eder. Bu Uranyum elementinin birine U-238 deniyor. Diğetine de U-235 deniyor.

Gördüğünüz gibi Atom Sayısı hep aynı: 92. Yani 92 Proton'lu Uranyum hep Uranyum'dur. Kimyasal davranış bakımından U-238 ile U-235 arasında fark yoktur. Fark yalnızca Nötron sayısında. Yani bu iki Uranyum birbirinin İZOTOPU'dur: Aynı element aynı kütle. Bu nedenledir ki Atom Sayısı 92 olan Uranyum'un Atom Ağırlığı 238 olanı bulunduğu gibi Atom Ağırlığı 235 olarak gösterileni de vardır. Aynı elementin kütlesi hafif ve de ağır cesidi bulunabilir



Fermi ve Bohr

Radyoaktif İzotop'lardan normal element izotoplarına

Radyoaktif elementlerin yukarıda anlattığımız izotop'luk durumu bilgileri normal -yani radyoaktif olmayan- elementlerinde izotop'ları olup olamayacağı düşüncesine götürdü. Örneğin bir Klor elementinin Atom Ağırlığı nedir diye bakacak olursanız 35, 543 sayısını görürsünüz.

Neden 35 değil de 35,453? Böyle kesirli sayı mı olur Atom Ağırlığı olarak.

Bunun nedeni tıpkı uranyum Atomu'nun % 99,3'ünün Atom Ağırlığının 238 ve % 0,7'sinin de 235 olması gibi bir durumdan ileri geliyor. Çünkü, 1920'lerde yapılan Kütle Spektrografisi çalışmalarıyla Atom Sayısı 17 olan Klor elementinin Atom Ağırlığı 35 olanıyla 37 olanının varlığı saptandı. Doğada her dört Klor 35'e karşılık 1 adet Klor 37 bulunuyordu. Bu yüzden, Klor'un Atom Ağırlığı, sözünü ettiğimiz karışım-dan ötürü 35,453'e geliyordu.

Böylece bilim adamlarının zihnini çok meşgul etmiş olan ondalıklı Atom Ağırlığı sorunu çözüme kavuşuyordu. Nitekim Atom Sayısı 10 olan Neon elementi de doğada değişik Atom Ağırlıkları altında kendini gösteriyordu. Atom Ağırlığı 20 olanı vardı; 22 olanı vardı. Sonradan Atom Ağırlığı 21 olanı da bulundu. Doğada en çok bulunanı Neon 20 idi. Her 10 adet Neon 20 Atomuna karşılık 1 adet Neon 22 atomu bulunuyordu. Daha sonra atmosferdeki her 400 Neon atomuna karşılık 1 adet Neon 21 atomunun varlığı saptandı. Böylece Peryodik Tablo'da Atom sayısı 10 olan Neon'un Atom Ağırlığı 35,453 olarak gösterilmiştir.

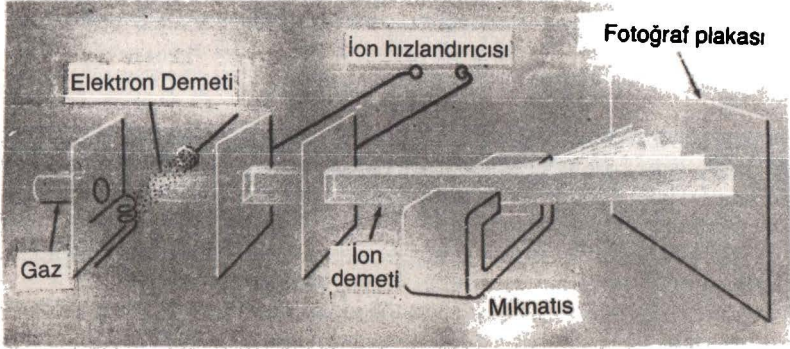
"Aynı element aynı kütle" kavramı 1913'den itibaren İZOTOPI buluşuyla ortaya çıkıp bir Atomun kütlesinin bulunduğu yer olan Çekirdeğin ağırlığını belirleyen ögenin yalnız PROTON değil aynı zamanda NÖTRON olduğu de 1932'den itibaren ortaya çıkınca kesirli Atom Ağırlığı'nın sırrı anlaşılıyordu: Atom Ağırlığı, birbirinden farklı (fakat aynı Atom Sayılı yani Proton'lu) elementler söz konusuydu. Neon'un her üç çeşit ağırlıkta olanı yine 10 Atom Sayılı idi. Klor'un iki çeşit ağırlıkta olanı yine 17 Atom Sayılı idi. Atom Sayısı için önemli olan Proton adedidir. Kütle Sayısı ya da Atom Ağırlığı için önemli olan Nötron adedidir.

Saydığımız bu elementlerin, değişik kütlelerin ortalama ağırlığından meydana geldiği KÜTLE SPEKTOGRAFİSİ yöntemini bulan İngiliz bilgini F.W. Aston tarafından meydana çıkarıldı.

Şekilde görüldüğü üzere Atom tarafından icat edilen aygıt, belirli bir elementin atomlarını Elektronlarla bombardıman ederek o atomları "ion" laştırıyor. Bunlar pozitif "ion" haline geliyorlar. Söz konusu İon'lar bir elektrik alanından zorlanıp hızlandırılıyorlar ve bir dizi yarıklarından geçiriliyorlar. Daha sonra da bir magnetik alan tarafından sapıtılıyorlar. Elektrik yükü/Kütle oranı küçük olan İonlar elbet daha az sapıtılabilirler.*

Sapmadaki farklar bir elementin izotoplarını ortaya çıkardı.*

Böylece bir elementin değişik kütleli olanların orantısı Kütle Spektrografisi yöntemiyle saptanmıştır.



Peki, elementlerin Atom Ağırlıkları'nın -ya da kütlelerinin- kesirli oluşunun sırrını çözmek ne işe yaramıştır?

Daha 1816 yılında İngiliz fizikçisi William Prout, tüm atomların yapı-taşlarının Hidrojen atomu olduğunu iddia etmişti. Aradan zaman geçip her elementin atoma ağırlığı inceden inceye saptanmaya çalışıldıkça Prout'un teorisi unutuldu. Bunun nedeni, birçok elementin atom ağırlığının kesirli oluşuydu. Oksijen atomunun ağırlığı standard kabul edilmiş ve 16 olarak saptanmıştı. Klor elementinin atoma ağırlığı 35,5 idi. Daha kesin söylemek gerekirse 35,453 idi. Diğer örnekler olarak şunları vereyim: antimuan 121,75; baryum 137,34; bor 10,811; kadmiyum 122,40.*

İzotopinin, Nötron'un anlaşılmasından ve Kütle Spektrografilerinin yapılmasından sonra ondalıklı Atom Ağırlıkları'nın yarattığı karışık durum biraz aydınlandı.

Böylece yaklaşık 100 yıl süren yanlış takiplerden sonra Prout'un fikri nihayet intikam almış oluyordu. Evet, elementler, tek tip -yapı taşlarından meydana gelmiş bulunuyordu: hidrojen atomlarından meydana gelmiş olmasa da Hidrojen atomu kütlesi birimlerinden meydana gelmişti. Elementlerin bu gerçeği itiraf etmeyişlerinin nedeni, atom ağırlıklarının, değişik sayıda yapıtaşı bulunduran İZOTOP'lar karışımından ibaret oluşuydu. Nitekim elementlerin "göre"li atom ağırlıklarını ölçmede

standard olarak 16 diye saptanan Oksijen'in atom ağırlığı da güvenilir değildi. Çünkü her 10.000 adet 16 ağırlıklı Oksijen Atomu'na karşılık atom ağırlığı 18 olan 20 adet 17 birim ağırlıklıydı.*

PERYODİK TABLO'daki elementlerin birbirine kıyasla "görelî" ağırlıklarını saptamak için ölçü olarak seçilen Oksijen bile yalnızca Oksijen 16 olmayıp aynı zamanda Oksijen 17 ve Oksijen 18 kütleleri varsa işin içinden nasıl çıkılırdı? İşte ancak KÜTLE SPEKTROGRAFİSİ ile "karışık durum" aydınlığa kavuştu.

Oksijen 16 tüm Oksijen atomlarının % 99,759'u oranındaydı. Yani en çok bulunan oksijen, kütlesi 16 olanıydı.

Peki, bu durumda, Oksijen için kabul edilmiş olan 16 Atom Ağırlığı, geçerliliğini koruyabilir miydi? Oksijen elementinin % 99,759'u 16 kütleli Oksijenden ise, demek ki, Oksijen dediğimiz elementin Atom Ağırlığı ancak 16 olabiliirdi. Tam 16'yı tutturamazdı. Kütlesi 17 ve 18 olan Oksijen katmak suretiyle Oksijen 16'nın kütlesi "tam 16" olabiliyordu.

Oksijen 17 ve 18'in 1929 yılında William Giaque tarafından keşfinden sonraki bir nesil kimya bilgini, bu keşiften rahatsız olmadılar ve Oksijen'in 16 olarak yüz yıldır kabul edilen Atom Ağırlığı'nın aynen kalmaya devam etmesini tercih ettiler. Fakat fizik bilginleri itiraz ettiler ve oranı % 99,759 olan Oksijen 16 izotopunun Atom Ağırlığı'nı "ölçü" olarak alalım dediler. Ve diğer elementlerin "görelî" atom ağırlıklarını bu yeni temele göre değiştirelim görüşünü öne sürdüler.

Eskiden Oksijen'in Atom Ağırlığı 16'dır denilince tüm oksijenin bir çeşit ağırlıklı olduğu sanılmıştı. Oysa Oksijen 17 ve 18 demek, değişik kütleli Oksijenler de var demekti. Bu nedenle yeni bir Oksijen 16 temel ölçüsü istedilere fizikçiler. Çünkü daha ağır kütleli olan Oksijen 17 ve 18'le Oksijen 16 eşittir 16 standardı bozulmuş ve 16,0044 olmuştu. Malûm, 17 ve 18 kütleleri daha ağır olduğundan Oksijen 16 şimdi olmuştu 16,0044!

Kimyacıların kabul ettiği "kimyasal atom ağırlıkları" ile fizikçilerin kabul ettikleri "fiziksel atom ağırlıkları" ölçütleri bir arada yaşamaya koyuldular. Genellikle fizikçilerin atom ağırlığı kimyacılarınkine kıyasla % 0,027 fazlaydı.*

1961 yılında fizikçilerle kimyacılar bir uzlaşmaya vardılar ve Karbon-12'yi 12,0000 kütleli olarak kabul ettiler. Bu hesaba göre, yani Karbon-12 eşittir 12 standardına göre, Oksijen'in Atom Ağırlığı 15,9994 idi. Bugün PERYODİK TABLO'ya göz gezdirenler göreceklerdir ki Atom Sayısı 8 olan Oksijen'in Atom Ağırlığı 15,999 olarak gösterilmiştir. Bu 15,999 sayısının 8'i Proton'dur elbet. Çünkü 8 Proton'ludur. Bu 8 değişmez, çünkü, değiştiği takdirde başka bir element olur! Ama Atom Ağırlığı değişik olabilir, çünkü aynı elementin değişik kütlesi "İzotop"u olarak kabul edilmiştir. Atom Ağırlığı başka, Atom Sayısı başka!

Bu nokta üzerinde bu denli durmamızın nedeni Einstein'in $E = cm^2$ formülünün anlatılabilmek içindir.

* Asimov's to Science - E Yayınları sayfa 410

* " " " " " sayfa 532

Einstein'in kütle-enerji ilişkisine ait $E=mc^2$ frml göz önünde tutulursa aradaki fark, akınlık yaratacak düzeyde değildir. Bunu anlamak için göz önünde tutmamız gereken durum şudur: Bir Helyum Atom'u meydana getirmek üzere 2 Nötron'la 2 Proton birleşme sürecine girdiklerinde ortaya bir miktar enerji çıkarırlar. Bu enerji, onların kütlelerinden doğmuştur. Böylece Helyum Atomu'nda mevcut tüm kütle başlangıçtaki bileşenlerin -2 Nötron ve 2 Proton- kütlelerinin toplamından birazcık eksiktir.

Eğer Kütle Kaçağı sayısını o atomun kütle sayısına bölersek o atomun beher Nükleon'u (bir Proton ve bir Nötron Nükleon denir) başına "Kütle Kaçağı" miktarı bulunur. Aslında kütle kaybolmuş değildir elbet. Einstein'in denklemi uyarınca enerjiye dnmtir. Bu nedenle "Kütle Kaçağı" atom ekirdeğinin "Bağ Enerjisi" dir aynı zamanda. Bir Atomun ekirdeğini (Bu çekirdekte birden çok Proton ve Nötron olduğunu unutmayalım) onu meydana getiren bireysel Proton ve Nötron'lara parçalamak için "Bağ Enerjisi"ne eşit bir enerji girdisi gereklidir. Çünkü bu "girdi" enerjiye e bir kütle oluşacaktır.*

Helyum Atomu kütlesinin onu oluşturan bireysel zerreciklerin (Proton ve Nötron) toplamından eksik olması, aslında fizik bilginlerini uzun süre zihinlerini kurcalayan bir soruya da genel bir yanıt getirir: Atomun çekirdeğinde, hepsi de pozitif elektron yüklü oldukları için birbirlerini iten protonlar öbeği nasıl olur da bir arada barınır? Çünkü, ekirdek, yeterli Kütle'ye sahip değildir ki "serbest" Proton ve Nötron olutursun. Bu nedenle de o "kayıp" kütlenin karşılığında enerji "girdi"si verilmedikçe parçalara bölünmez; yani, çekirdek, kendini oluşturan zerreciklere bölünmez. Helyum Atomu normalde istrarlı bir atom çekirdeğine sahiptir, fakat, bir çarpışmaya iterek ona dıştan enerji vererek aldığı o enerjinin etkisiyle çekirdeği parçalanabilir.*

Uranyum elementinin ilk Atom Bombası yapılırken nasıl parçalandığına ve bu parçalanmadan (Nükleer Fisyon) ne müthiş enerji çıktığına dair örnek vermeden Uranyum'un doğada (daha önceki sayfalarda verdiğimiz listeye göre) Kurşun'a dnnceye dek kaybettiği kütle ve yaydığı enerji hakkında bir fikir verelim.

Uranyum-238'un çekirdeği birçok bozunma sürecinden sonra Kurşun-206'ya dönüşmektedir. Bu süreçte 8 Alfa Zerreciği salar. (Gerçi Beta Zerrecikleri de salar ama bunlar o denli hafiftirler ki hesaba katılmayabilir.) Kurşun-206'nın kütlesi 205,9745'dir ve 8 Alfa Zerreciğinin kütlesi 32,0208 eder. Hepsini toplarsak (yani Kurşun ve 8 Alfa Zerreciğini) 237,9953 sayısını elde ederiz. Oysa, sözünü ettiğimiz kütlelerin başlangıç kaynağı olan Uranyum-238'in kütlesi 238,0506'dır. Aradaki farkya da kütle kaybı 0,0553'tür. Bu KÜTLE KAYBI Uranyum parçalanırken -doğada ve kendiliğinden parçalanırken- eyaydığı enerjinin yaratımından sorumlu kütledir.*

Şimdi de insanoğlunun Uranyum'u laboratuarda ya da kocaman bir nNkleer Santralda NTRN "mermi"siyle paralayıını ve bu parçalanmadan üretebildiği enerjiyi göreceğiz.

* Fundamentals of Physical Science sayfa 308

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 532-533

* Fundamentals of Physical Science sayfa 309

* Asimov's Guide To Science - E Yayınları sayfa 533

Nucleus'daki Bağ Enerjisi'nde saklı büyük güç!

KÜTLE KAÇAĞI'nın ne olduğunu biliyoruz. Bir Atom'un çekirdeği (bu Atom Çekirdeği 2 Proton'lu ve 2 Nötron'lu Helyum Atomu da olabilir 92 Proton'lu ve 140 küsur Nötron'lu Uranyum da olabilir) o çekirdeği oluşturan Proton kütlesi ile Nötron kütlesinin toplam sayısından muhakkak daha eksik kütlelidir. Hemen bir örnek verelim: Bir Helyum Atomu çekirdeğinde 2 Proton ve 2 Nötron kütlelerinin toplamı 4.0330 olmalı. Çünkü 1 Proton kütlesi 1.0078'dir. Bir Nötron kütlesi de 1.0087'dir. bu sayıların ikişer Proton ve ikişer Nötron olarak hesaplanıp toplanması sonucunda karşımıza çıkan sayı 4,0330'dur. Fakat Helyum Atomu Çekirdeği'nin kütlesini incelediğinizde kütlesi 4,0026 karşımıza çıkıyor. Aradaki KÜTLE FARKI - KÜTLE KAÇAĞI-0,0304'tür. Bu miktar kütle nereye gitmiştir?

"Kayıp gibi görünen" bu KAÇAK KÜTLE söz konusu atom çekirdeğinin ENERJİ OLARAK KARŞILIĞI'dır. Bu Enerjiye de BAĞ ENERJİSİ adı verilmiştir.

Bağ Enerjisi bir atom çekirdeği'nin (Nucleus) istikrar ölçüsüdür. Başka bir deyişle söz konusu element atomunun çekirdeğini parçalamak için gerekecek enerjiyi ifade eder. Eğer bir elementin -örneğin demir- bağ enerjisi yüksekse o element atomunun çekirdeğini parçalamak için dıştan sağlanacak enerji miktarının çok büyük olması gerekmektedir.

Kütle Spektrografisi'nin mucidi olduğumu söylediğimiz Aston, birçok elementin atom çekirdeğindeki Kütle Kaçağı miktarını hesaplamıştır. hidrojen elementinden itibaren demir elementine kadar olan elementlerde KÜTLE KAÇAĞI'nın epey artış gösterdiği ve Peryodik Tablo'nun Demir'den sonraki elementlerde KÜTLE KAÇAĞI'nın az da olsa bir azalma gösterdiği bulgusuna varmıştır. Başka bir deyişle nükleon başına (Proton artı Nötron nükleon adını alır) bağ enerjisinin en güçlü olduğu elementler Peryodik Tablo'nun orta bölümüne rastlayan elementlerdeydi. Bunun anlamı, periyodik Tablo'daki elementler listesinin ya başındakilerin ya da sonundakilerin Peryodik Tablo'nun orta bölümündeki elementlere dönüştürülmesinden çok enerji elde edilebilirdi.*

Uranyum elementi atomlarının Nötron bombardımanıya ikiye bölünmesinden müthiş enerji elde edilmesinin nedeni, Peryodik Tablo'nun sonlarındaki karelerde yer almış bulunan Uranyum'un (Atom Sayısı 92 olan bir ağır elementtir) Peryodik Tablo'nun orta bölümündeki karelerde yer alan Baryum ve Kripton'a dönüşmesidir. (Bakınız Peryodik Tabloya: Baryum Atom Sayısı 56 Kripton Atom Sayısı 36) Şimdi de yine Peryodik Tablo'daki aynı karelere bakarak söz konusu üç elementi yani Uranyum, Baryum ve Kripton'un Atom Ağırlıkları'na (kütleleri) bakalım: Uranyum-238,02; Baryum-137,34; Kripton-83,80.

Lise Meitner ve Otto Frisch, Uranyum'un, toplam ağırlığı Uranyum'dan az olan iki hafif elemente (Baryum ve Kripton) bölündüklerini belirttiler. Arada "kayıp" olan Uranyum kütlesi enerjiye dönüşmüştü!*

* Asimov's Guide to Science - E Yayınları sayfa 533

* Time - Life Pocket Books, Energy sayfa 138

Peryodik Tablo'nun orta sıralarındaki elementlerin KÜTLE KAÇAĞI daha büyük-tür demiştik. Başka bir deyişle BAĞ ENERJİSİ fazladır. Peryodik Tablo'da BAĞ enerjisi en fazla olan element demirdir (Atom Sayısı 26, Atom Ağırlığı 55,847) Aynı zamanda bu, elementlerin istikrarlı olduklarını anlatır.Bağ Enerjisi'nin fazla oluşu.

Böylesi istikrarlı element atomlarının onları oluşturan Proton'larına ve Nötron'larına ayrılabilmesi için çok enerji harcamak gereklidir. Bunun anlamı, büyük kütleli çekirdeğe sahip elementler (örneğin 92 Atom Sayılı ve 235 kütleli Uranyum) hafif kütleli elementlere bölünebilirse bu bölünmeden büyük enerji elde edileceğidir. İşte buna NÜKLEER FİSYON (Atom Çekirdeği Bölünüşü) denir.*

Biz, daha önce, Rutherford'un TRANSMÜTASYON başarıları dolayısıyla bir elementin bir başka elemente dönüştürülmesini görmüştük. O deneylerde söz konusu olan da bir element atomunun çekirdeğine enerji verip bombardımandaki parçalanmada ayrılan zerreciklerden daha büyük enerji elde etmektir. Ne var ki o deneylerde bir element -olsa olsa- bir aşağı bir yukarı sayıdaki elemente dönüşüyordu. Böyle Uranyum gibi Peryodik Tablo'nun ta en yüksek sıralarındaki bir elementin Peryodik Tablo'nun orta sıralarındaki Baryum ve Tektenyum'a dönüşmesi olacak şey değildi!

İşte Alman bilgini Otto Hahn'ın 1938 yılında elde ettiği başarının büyüklüğü şuradan ileri geliyordu: bir Nötron'un azıcık enerjisiyle kocaman Uranyum elementi çekirdeğini bölüp müthiş enerji elde etmek. Evet ama, burada, gözden kaçırılmaması gereken nokta şudur: insanoğlu böylesi büyük bir parçalama başarısı için gerekli Nötron'ları kendisi sağlamamıştır. Her bir Uranyum-235 elementinin atom çekirdeğinin parçalanmasından kendiliğinden iki-üç nötron salınması ve bu nötronların da yeniden başka Uranyum atomları parçalamaları ve bu parçalanmalardan yine Nötron çıkararak başka atom çekirdeklerini parçalaması ZİNCİRLEME REAKSİYON'u yaratmıştır. Bu ZİNCİRLEME REAKSİYON'dur ki insanoğlunu azıcık enerji ile -Bir nötron enerjisiyle nice Nötron enerjisine kavuşmak!- tarihte görülmemiş miktarda çok enerjiye kavuşmasını sağlamıştır. Böylesi müthiş bir enerji elde ettikten sonra elektrik santrallerinde kömür yerine elbet Atom Çekirdeği kullanılırdı yakıt olarak. Çünkü Einstein'ın $E=mc^2$ kuramı gereğince azıcık madde -birkaç gram Uranyum-tonlarıyla kömüre ya da petrole eş değerde enerji sağlıyordu.

Uranyum-235 elementinin atom çekirdekleri nükleon başına (proton artı nötron bir nükleon eder) 7,6 Mev'lik (milyon elektron volt) Bağ Enerjisi'ne sahiptirler, oysa, bölüntü parçaları (Fisyon'dan ortaya çıkan yeni ve daha küçük atom çekirdeklerine verilen isim)-nükleon başına 8,5 Mev'lik enerjiye sahiptirler. Bu da şu demektir: bölünme sırasında nükleon başına 0,9 Mev'lik bir enerji salıverilmektedir. Bir uranyum atomunda 235 nükleon söz konusu olduğuna göre salıverilen enerji miktarı 200 Mev'i bulur.*

Şimdi de Nükleer Reaksiyon'da oluşan bu müthiş enerjiye karşılık Kimyasal Reaksiyon'larda ne kadar oluştuğuna dair bir örnek verelim.

Normal kimyasal reaksiyonlar -örneğin kömür ve petrolün yanmasındaki reaksiyonlar- her bir reaksiyon başına ancak birkaç elektron/volt'luk enerji salarlar. Hattâ nükleer reaksiyonlar bile -NÜKLEER FİSYON dediğimiz nükleer reaksiyonların dışındaki nükleer reaksiyonlar bile- ancak birkaç milyon elektron/voltluk enerji sağlar.*

* Fundamentals of Physical Science sayfa 310

* " " " " " sayfa 311

* " " " " " " "

Demek oluyor ki ZİNCİRLEME REAKSİYON sonucu büyük kütleli Uranyum'u küçük kütleli Baryum ve Kripton'a bölebildiğimiz içindir ki insanoğlu azıcık enerji harcamasıyla müthiş enerji elde etmeyi başarmıştır. Bunu da çok az bir kütleyle Einstein'ın $E=mc^2$ formülüne uygun olarak enerjiye dönüştürmeyi uzun çabalar sonunda öğrenebilmesine borçludur.

Az enerji harcamasıyla çok enerji elde etmek derken "hiç yok"tan bol enerji anlamı çıkmasın sakın. Doğa enerji konusunda müsrif değildir. Einstein'ın sözünü ettiğimiz formülüne uygun olarak doğadan harcadığımız her gram -ya da zırnık-madde kütlesine karşılık enerji elde ediyoruz. Ne var ki insanoğlu küçücük bir madde kırıntısından büyük miktarda enerji elde etmeyi öğrenmiştir! 1800 yılında gazlar üzerinde başlattığımız ATOM AĞIRLIKLARI'nı ölçme merakından bu yana neler elde ettiğimiz, kitabımızın bundan önceki sayfaların konusunu oluşturmaktadır.

Nükleer Bağ Enerjileri (Elementlerin Atom Çekirdeklerindeki yani nükleus'larındaki bağ enerjileri) şaşırtıcı biçimde büyüktür. Bunların ne denli büyük olduğunu kavrama açısından nükleon başına milyon elektron/volt ölçüsünden günlük yaşamda daha çok kullandığımız enerji birimlerine geçelim ve kilo başına kilokalori olarak verelim değerleri. Nükleon başına 8 Mev'lik bir bağ enerjisi kilogram başına Kilo kalori olarak 185 milyar'dır. Oysa suyun buharlaşması için gereken ısı olarak kilogram başına 540 kilokaloridir. Petrolün kilogram başına kilokalori olarak verdiği enerji miktarı ise Nükleon başına 8 Mev'lik bağ enerjisinden 10 milyon kez azdır.

Şimdi anlaşıyor değil mi Elektrik üretimi için neden Nükleer Santraller yapıldığı? Çünkü elektrik enerjisi üretimi çok ucuza geliyor! 31 gramlık Uranyum fisyonundan z(bölünmesinden) 90 ton kömür ya da 10 ton petrole eşdeğer enerji elde ediliyor.

Elektrik Santrali için önemli olan, türbinleri döndürecek ısı elde etmektir. Buharı ister kömür ister petrol ister nükleer yakıt sağlasın önemli olan ısı enerjisini hareket enerjisine dönüştürmektir. Hidroelektrik santrallerde türbinleri hızla döndüren suyun düşüsüdür. Termik Santrallerde türbinleri döndüren buhardır. Buhar ucuza elde edildikten ve türbinler döndürüldükten sonra jeneratörlerin elektrik üretmesi kolaydır. Bu nedenle Nükleer Enerji, bazı güçlü devletler tarafından kâra kâr katmak için tercih edilmektedir.

Peki böylesine küçük olan atomların bir de öylesine küçük olan çekirdeklerindeki parçalanmadan nasıl oluyor da böyle çok büyük miktarda enerji çıkıyor?

Maddeyi birarada tutan o muhteşem güç olmasa madde unfak olur dağılırdı. İşte, maddeyi sıkı sıkıya birarada tutan atomun çekirdeğindeki o muhteşem güç birden saliverilince ortaya Nükleer (Çekirdekse) Enerji çıkıyor. Atomun çekirdeğini bağlayan güçleri serbest bırakmak yani çekirdeği bölmek için bir "yol" buldunuz mu bu güçleri saliverip enerji üretiminde kullanabiliyorsunuz. Bu yolun ne olduğunu ise kitabımızın özellikle bu SON BÖLÜMÜ'nde anlattık. Binbir çaba ve zorlukla keşfedilen NÖTRON'u "mermi" olarak bir atomun çekirdeğine gönderebildiğinizde o "mermi"yi "yem" olarak kapalı çekirdek sağlanan enerji yüzünden bölünüyor. Bölünürken çekirdekteki Nötronlardan iki-üç tanesi "serbest" kalıyor. Bunlar da gidip "yem" olarak çevredeki Uranyum atomlarını parçalıyor ve böylece ZİNCİRLEME REAKSİYON sürerek Uranyum atomlarını bölüyor. Bölündükçe Baryum ve Kripton elementlerine dönüşüyor. Bu arada başka zerrecikler de saçıyor.

Tüm bu olguların konusu olan ATOM'ların küçüklüğünü son bir kez hatırlatalım Bir Atom bir santimetrenin 100 milyonda biri kadardır. Yani 100 milyon atom -örneğin Uranyum atomu- yanyana getirilirse bir santimetre eder! Sonra bir de şunu göz önüne getirin: Eğer bir atomu bir oda büyüklüğünde kabul edince o atomun çekirdeği bir "kum danesi" kadardır! Çünkü atomun çekirdeği, atomun kendisine kıyasla 100.000 kez daha küçüktür!

Böylesine küçük zerreciklerden böylesine büyük güç çıkartmak: işte bütün mesele!

tüm bu anlattıklarımız 1940 yılında teorik ve biraz da pratik olarak bilinmekle birlikte ilk Atom Bombası'nı yapmanın zorluğu muhteşemdi. Bomba atmadan önce "deneme bombası" bir laboratuarda yapılacağından ZİNCİRLEME REAKSİYON çok hesaplı olmalıydı. Çünkü her Uranyum atomunun bölünmesinden iki-üç NÖTRON fırlar ve bunlar da çevredeki Uranyum atomlarını böler ve bunlardan da fırlayan NÖTRON'lar diğer Uranyum atomlarını bölerse "Dur" denilmesi imkansız bir enerji çıkacak ve ortalığı kasıp kavuracaktı. Çok dengeli bir ZİNCİRLEME REAKSİYON zorluğunu yenecek olan bilgin İtalyan fizikçisi Enrico Fermi olacaktır.

İtalya'da Mussolini yönetiminden Amerika'ya kaçan Enrico Fermi 1932 yılında Nötron'un İngiliz bilgin Chadwick tarafından keşfedilişini pratik izleyen yıllarda birçok elementi Nötron'la bombardıman ederek büyük bir pratik kazanmıştı. Elde ettiği en önemli pratik bilgi de bir atomun çekirdeğinden büyük bir enerjiyle fırlayan Nötron'u "yavaşlatmak"tı. Çünkü fazla süratli Nötron'u, parçalanması istenen atom çekirdeği "yem" olarak kapamıyordu. parçalanmak istenen atom çekirdeğinin "mermi" olarak yöneltilen Nötron'u "yem" olarak yem alması için Nötron'un biraz yavaşlatılması gerekiyordu. İşte, Fermi'nin büyük dehası bu noktada kendini göstermiştir. Daha önceki yıllarda yaptığı deneylerde sudan ya da parafinden geçirilen Nötron'ların hızının yavaşlatıldığını saptamıştı.

NÜKLEER ÇAĞ'a girildiği gün...

Dünyanın Nükleer Çağ'a girdiği gün bu "önemli gün" gizli tutulmuştu. Ne olur ne olmaz! ABD savaş halinde olduğu Hitler Almanya'sının haber almasını istemiyordu. Yıl 1942, İkinci Dünya Savaşı'nın en kızgın günleri. Almanya ve Japonya Amerika'yı epey terletiyor ve korkutuyor. Fakat ABD sessiz sedasız Manhattan Project adı altında ir Atom Bombası yapmaya çalışıyordu.

Uranyum Atomu'nun NÖTRON'nu NÖTRON'la bombardıman edip atomu ikiye bölen ilk bilginin de bir Alman bilgin, otto Hahn olduğunu unutmayalım. Hitler'in istediği gibi çalıştırabilirdi bilim adamlarına Atom'u bölen (Nükleer Fisyon) bilim adamı da katılmıştı.

Otto Hahn'ın 1938 yılı Aralık ayında ikiye bölmeyi başardığı Uranyum Atomu4nu NÖTRON'la bombardıman tekniğini en iyi bilenlerden biri de İtalyan bilim adamı Enrico Fermi idi. Mussolini, Enrico Fermi'yi elinden kaçırmıştı. nitekim Yahudi olanhanımının takibat altında olmasından korkan Enrico Fermi 1938 yılında ABD'ne iltica etmişti.

Fermi'nin ABD toplumu için ne büyük hizmet gördüğü 1942 yılında savaş içindeki ABD'nin, stadyum büyüklüğünde bir dev laboratuvarında, Enrico Fermi önderliğinde ZİNCİRLEME NÜKLEER REAKSİYONU gerçekleştirmesinden birkaç dakika sonra onun hakkında kullandığı şu sözlerden anlaşılır: "İtalyan kâşif YENİ DÜNYA'ya ayak bastı."

Başkan Roosevelt'e çekilen telgraftaki bu 6 kelimelik mesaj ABD'nin 2 Aralık 1942 günü öğleden sonra saat 3,25'de ATOM BOMBASI'nı yapacak deneyime artık sahip bulunduğunu ortaya koyuyordu.

Bizi, işin bu tarafından çok Atom Çekirdeği'nin bölünmesi ve NÜKLEER ZİNCİRLEME REAKSİYON'un bilimsel gelişimi ilgilendirdiğinden, şimdi, Enrico Fermi'nin birkaç Nötron'la yüzlerce, binlerce, milyonlarca, milyarlarca ve trilyonlarca atom çekirdeğinde ilk ZİNCİRLEME REAKSİYONU nasıl başlatabildiğine bilimsel açıdan bakalım.

Bir ZİNCİRLEME REAKSİYON için geekli olan şart şudur: her atom bölünüşünde (fisyonda) bu bölünmeden ortaya çıkan nötronlarından en azından "ortalama olarak 1 adet" nötron, bir atom bölünmesine daha neden olmalıdır. Bölünmeye yatkın olmayan atom çekirdekleri de vardır; bu yüzden nötron "yem" işlevini görmeyebilir. Eğer bölünmeleri başlatan nötron sayısı az olursa zincirleme reaksiyon yavaşlar ve olgunlaşır. Eğer her bölünmeden "tam 1 adet nötron bir başka atom çekirdeğini parçalamaya yönelirse sabit oranda enerji çıkar. NÜKLEER REAKTÖR'lerde arzulanan durum budur. Çünkü, Nükleer Reaktörde nükleer fisyonun denetimli güç (enerji) elde edilmesi amaçlanır. Eğer fisyon sayısı çoğalırsa ve her fisyonun birden fazla Nötron çıkar da bunlar da daha çok fisyonu neden olursa ZİNCİRLEME REAKSİYON öylesine hızlı olur ki infilak meydana gelir. Başka bir deyişle Atom Bombası'nda arzulanan durum çıkar ortaya."

Görüldüğü gibi Nükleer Reaktör "denetimli" Atom Bombası "denetimsiz" Nükleer Reaksiyon elde edilmesidir. Aradaki fark bu kadar basit ve bu kadar da önemlidir. Eğer nükleer Reaktörde kaza olursa "denetim"den çıkan zincirleme reaksiyon ürünleri (bölüntü döküntüleri) dünyamızı feci halde tehdit eder.

Nükleer Reaktörlerde kasten birçok elementin radyoaktiflik kazanması işlemi de yapılabilmektedir. Bütün mesele "denetim"de ve "dozaj"da. Radyoaktif kılınmış nice normal element radio-izotopunun tıpta izotop olarak kullanıldığına değinmiştik.

Fermi'nin dehası: birkaç nötron'la atomları kendi endine patlar duruma getirmek

Fermi'nin bütün ustalığı hangi elementlerin Nötron'u yavaşlattığını deneyler ve sezgilerle saptamasıdır. Çünkü Nötron yavaşlatılınca "yem" olarak atom çekirdeğinin yanında daha uygun bir süre park edebilir. Atom Çekirdeği'ni daha iyi bölebi-

ılıyor. Ayrıca bu bölünmeden çıkan nötron-fazlasını hangi elementlere yedireceğini de Fermi çok iyi biliyordu. Bunun önemi zincirleme reaksiyonun kontrolden çıkması için nötron-fazlasını (ki her fisyon'dan çıkan Nötron'lardan yalnızca 1'inin yeni bir uranyum atomunu bölmeyi sürdürmesi yeterliydi) ykasten bir elemente kaptırmaktı. Bu element grafit; başka bir deyişle saf karbon.

Uranyum-235 ve Grafit katmanlarını yanyana koyarak 2 Aralık 1942 günü ilk Atom Pili hazırıldı. Bu Pili 8 metre yüksekliğindeydi.*

Siz buna "Pli" denildiğine bakmayın, çünkü aslı bir Nükleer Reaktördür. Zaten Nükleer Reaktör demek, atom çekirdeği bölünmesi olan Nükleer Fisyon'un yer aldığı bir reaksiyon yeri demektir.

Laboratuvarın bir stadyum büyüklüğünde olması ise doğuracağı enerji yüzünden ısınacak boruları uzatmak, boruları soğutma tesisleriyle apmak, patlamaya karşı önlemler almak gibi yan- ihtiyaçlardan doğmaktadır.

Fermi, kadmiyum elementinin de çok iyi bir Nötron-soğurucusu olduğunu ve nötron soğurmasına rağmen atomlarının parçalanmaya yatkın gözükmediğini biliyordu. Fermi, nükleer reaksiyon sırasında, birkaç nükleer fizik öğrencisini de Kadmiyum Çubuklarını Atom pili dellikleri içinde tıpkı kahvelerimizdeki masa futbolu kollarının oynatılmasına benzer manivelalar gibi oynatmakla görevlendirerek tarihin ilk zincirleme reaksiyonlu nükleer fisyonuna girişti.

2 Aralık 1942 günü bu başarıyla ABD NÜKLEER ÇAĞ'ın kapısını açıyordu.

ABD İtalyan bilgini Enrico Fermi'yi ikinci bir "Kıstof Kolomb" olarak göklere çıkardı. İkinci Kıstof Kolomb bir Yeni Dünya keşfetmişti.

Olayların 1942'den sonraki gelişmeleri Atom Bombası yapımına ilişkindir. Bizim konumuz dışındadır.

Biz, kitabımızda, barışta elektrik enerjisi üretimi için kullanılan ve bu arada yan-ürün olarak bazı radlo-izotop üretimini mümkün kılan Nükleer Reaktörlerin bir kaza nedeniyle saçabilecekleri tehlikeler üzerinde durduk. Bunun da nedeni 26 Nisan 1986 günü dünyayı korkutan Sovyetlerin Çernobil Nükleer Santral Kazasıdır.

Neden Uranyum-235 kullanıldı da Uranyum-238 kullanılmadı?

Periyodik Tablo'daki Uranyum elementinin Atom sayısı 92'dir. Ne var ki İzotop'lar konusunda gördük "Aynı atom sayısına sahip fakat aynı kütleli" Uranyum bulunmaktadır. Bunlardan birinin Atom Ağırlığı 238'dir, diğeri de 235'dir.

92 Proton ve 143 nötron'a sahip (dolayısıyla Kütleli 235) Uranyum doğada çok az bulunuyor. Buna karşılık 92 Proton ve 146 Nötron'a sahip (dolayısıyla kütleli 238) Uranyum doğada çok bulunuyor. O kadar ki U-238'in %99,3 bulunmasına karşılık U-235 ancak %0,7 oranında bulunuyor.

Nötron'u yiyince kolayca bölünmeye müsait olan da U-235! Bu durumda ne yapılması gerekiyor? Bir ton U-238 saflaştırılarak 7 kilo Uranyum-235 elde edilecek.

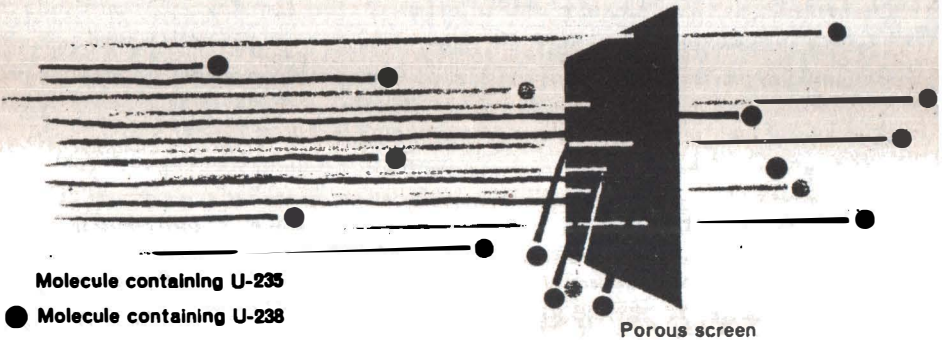
Nötron bombardımanıyla bölünecek Uranyum Atomları arasında U-235'in daha kolay bölünebileceği tahminini ünlü bilgin Nieys Bohr 1938'de söylemişti. Dahası da 1935'lerde Amerikalı fizikçi Arthur Dempster Kütle Spektrografisinde ustası Aston'un aygıtlarından yararlanarak doğada U-238'in %99,3 oranında U-235'in %0,7 oranında bulunduğunu saptamıştı. Diyeceğim "Bugünün buluşları dünün çalışmaları" dayanıyor, hattâ daha öncelerinin!

1935 yılında Dempsten yaptığı deneylerle her 993 Uranyum atomunun 238 kütleli olmasına karşılık 7 Uranyum atomunun 235 olduğunu saptadı. Bunun, kısa bir süre sonra ne denli anlam taşıyan bir buluş olduğu anlaşılacaktı.*

Evet, İkinci Dünya Savaşı'nı sona erdirecek Atom Bombasının "âcilen" imali için ilgi birikimi 1920'lerden itibaren başlamış bulunuyordu!

U-235'leri U-238'lerden ayırmak ise yeni bir icadı gerektiren ayrı işlemdi.

Her ikisi de aynı kimyasal özelliklere sahip olduğundan U-235'i U-238'den kimyasal yöntemlerle ayırmanın imkânı yoktu. 238 ve 235 sayılarının da ifade ettiği gibi birinin diğerinden 3 adet fazla Nötron'u vardır. Muhakkak ki atomlar çok küçük olduklarından kalburdan geçirir gibi teker teker geçirilemezler. Ne var ki flor gazıyla birleşince gazlı bir bileşik halini alır ve bu gazlı bileşik molekülleri de birbirinden ayırma olanağı doğmuş olur. Hafif moleküllerin ağır moleküllere kıyasla daha hızlı uçtuklarını biliyoruz. Bilim adamları bir "gaz süzgeci" icat ettiler. Son derece ince birsüzgeç olan ekrana doğru Uranyum Egzafluorid gazı püskürtüldü. Hafif ve hızlı moleküller diğerlerinden yani ağır ve yavaş uçanlardan daha büyük bir süratle süzgeci aşıyorlardı. Sonuçta ekranın arkasında toplanan gazdaki u-235 birikimi ekranın berisinde toplanan gazdakinden daha fazlaydı. bu işlem binlerce kez tekrarlanarak U-235 elde edildi.*



U-238'den u-235 izotopunu ayırma tertibatı da Manhattan Projesi çerçevesinde Tennessee'de Oak Ridge'de kuruldu.

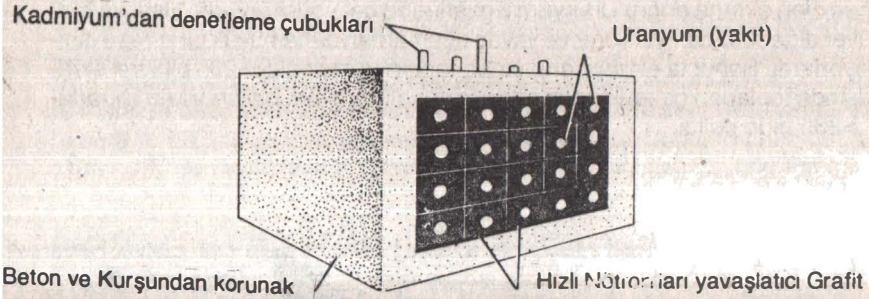
Einstein'in Başka Rossevelt'e yazdığı son derece gizli ve önemli bir mektup ABD Cumhurbaşkanının Manhattan Projesi'ni başlatmasına yol açtı. Proje 1942 yılının Ağustos ayında uygulamaya konuldu. İş başına çağrılan bilim adamları bir Atom Bombası yapımı içinde Alman fizikçileriyle kıyasıya bir yarış içinde bulunduklarını sanarak çalıştılar.

Uranyum'un Nötron'la bombardıman edilerek ilk kez tarihte bölünmesi 1938 yılının aralık ayında gerçekleşmişti. Gerçekleştiren bilgin Alman fizikçisi Otto hahn'dı. 1942 yılının Aralık ayında ABD Nötron'la bombardıman edilen Uranyum-235'in ZİNCİRLEME REAKSİYON'la bölünmesini sağlama yöntemini keşfetti. Atom Bombası yapımına giden yol kısalmıştı. 1945 yılının Ağustos ayında BOMBA hazırды. Yeni bir BOMBA! Yeni bir Dünya. Yeni bir Çağ başlamıştı.

Peki, U-235-i parçalamak üzere kullanılan "mermi" olan ilk nötron'la nerede bulundu?

Biliyoruz ki 1930 yılında Alman fizikçileri Bothe ve Becker doğada mevcut Radium gibi radyoaktif bir elementten kendiliğinden çıkan alfa Zerrecekleri ile Berilyum elementini bombardıman edince müthiş enerjili bir radyasyon keşfetmişlerdi. Son-

Nükleer Reaktör



ra da İngiliz bilgini Chadwick aynı deneyi tekrarlamış ve Berilyum'dan çıkan müthiş radyasyonun atomlarını Berilyum Atomu'ndan ayrılan bir NÖTRON olduğunu saptamıştı. İşte, U-235'i'nin Zincirleme reaksiyon'la bir sürü Nötron yaymaya zorlayan "ilk maya" öyle bir işlemle doğan bir NÖTRON'du.

1 Röntgen nedir?

Daha önce "1 Curie nedir?" başlığı altında bir radyoaktif elementin bozunurken çıkardığı zerreciklerin sayısını ifade eden bir ölçüyü tanıtmıştık.

Şimdi de "1 Röntgen nedir?" başlığı altında bir başka ölçü tanıtmaya çalışacağız.

Hatırlayacağınız üzere "ion"laşmanın ne olduğunu derinlemesine anlatmış ve radyoaktif elementlerden saçılan Alfa Zerrecikleri'nin havayı "ion"laştırdığını söylemiştik. bunun daha açık anlamı da havanın "elektrik"lenmesi idi. Çünkü bir maddenin -örneğin bir gazın ya da gazlardan ibaret havanın- atomlarındaki Elektron'lar sökülürse negatif elektrik yüklerini kaybeden atomlar pozitif elektrik yüklü olurlar ve "ion"laşmış duruma geçerler.

Her bir Alfa Zerreciği'nin atmosferde 100.000 çift ion meydana getirdiğini daha önceki sayfalarda anlatmıştık. 1 cm³ havadan geçen radyasyonun 2 milyar "ion çifti" meydana getirmesi, 1 Röntgen'lik radyasyon ifade etmektedir.

Kütleli olan Alfa Zerrecikleri saniyede 30.000 km. hızla (yani ışık hızının onda biri kadar süratle) uçarlar. Kütleleri nedeniyle, yolları üzerinde rastladıkları atomların elektronlarını sökerler ve atomları "ion"laştırır.

Alfa Zerrecikleri diğer radyasyon çeşitlerine göre fazla nüfuz edici olmadığından vücuda dıştan bir tehlike oluşturmaz. Daha çok içte tehlike yaratır. Alfa Zerrecikleri sahip oldukları yüksek derecedeki "ion"laştırma gücü nedeniyle vücudun içinde önemli tehlikelere yol açarlar.*

Hücrelerimizi meydana getiren moleküller, ionlaşmaları sonucunda, normal çalışma düzenlerini sürdüremezler. Eğer radyasyon dozajı çoksa, hücre, üreme sürecindeyen ölür. Üreme organlarına isabet eden radyasyon genler de bozulmalara yol açar.*

Radyasyonun çeşidi önemlidir. Vücut dokularında değişikliğe yol açan hafif zerreciklerden ziyade kütleli zerreciklerdir. Bu nedenle de alfa zerrecikleri şeklindeki enerji elektron şeklindeki aynı miktar enerjiden daha tehlikelidir. Vücuda ulaşan radyasyonun kimyasal bakımdan verdirdiği zarar vücudumuzdaki çoğu dokuların büyük bir bölümünü oluşturan su moleküllerinin parçalanmasına yol açmasıdır. Su molekülleri parçalanarak çok aktif parçalara dönüşürler ve dokularımızın armaşık moleküllerinde reaksiyon yaratırlar. Kemik iliğine verdirdiği zarar alyuvar hücresi yapımına engel olacağından ölüm kaçınılmaz olur.*

ABD Atom Enerjisi Komisyonu, kendi kuruluşlarında çalışan işçiler için yılda 15 Röntgen'lik radyasyon tavanı saptamıştır. Bunun üstünde dozajdaki radyasyon tehlikelidir. ne var ki bu miktarın yıl boyunca olması zararsızdır. Eğer aynı dozajda birdenbire maruz kalınırsa elbet sonuç tehlikeli olur.

Pilot kabinlerinin parıltılı 100 kadar kadrın arasında kalmaları yılda 1300 miliröntgen radyasyon almalarına neden oluyor. Söz konusu kadrarlarda radyoaktif maddelerin yaydığı ışınlar fosforesanlı zemini parlatmaktadır.

Nükleer Santrallerdeki mahfazalı ve güvenli aygıtların içinde Uranyum parçalandığı zaman bu Nükleer Fisyon (bölünme) dan meydana gelen çeşitli "bölüntü döküntüleri" söz konusudur. Baryum ya da Tektenyum izotopları dahil muhtemel 200 çeşit radyoaktif döküntü çıkar. Bu bölüntü döküntülerin tümü, sahip oldukları dayasyonun çeşidi ve enerji miktarlarına göre değişik tehlikeler oluşturlar.

Bu zerreciklerin YARI-ÖMÜR'lerinin önemine daha önceki bölümlerde değinmiştik. Yarı-Ömür'leri şu bakımdan önemlidir, çünkü, her radyoaktif nüklidin kaç yıl da yarı miktara ineceğini belirler. Yarı-miktara inmesi demek vücuttaki radyoaktif maddenin azalması demektir. Bu da zararın asgarileşmesi demektir.

Bölüntü döküntüleri arasında Strontium-90'nın süt ve özellikle sebze yoluyla vücuda geçmesinin tehlikelerini de belirtmiştik.

Böylesine akıl-almaz küçüklükteki zerreciklerin böylesine büyük enerji taşımaları ve ionlaşma yoluyla vücut dokularımıza tamiri imkansız zararlar verebilmelerine rağmen ÇERNOBİL NÜKLEERE SANTRAL kazasından sonra Cumhuriyet Gazetesi'nin 26 Nisan 1987 tarihli sayısında "Yıldönümü yazısı"nda ifade edildiği üzere Cumhurbaşkanımız sayın Kenan Evren'in "Ben radyasyona radyasyona aldırma. Bizim vücudumuz öyle şeylere alışık" Başbakanımız Sayın Turgut Özal'ın da "radyasyonu çay daha lezzetli oluyor" demiş olmaları için öneminin gerçek boyutlarını kavrayamamak olarak nitelenebilir.

Radyoaktif nüklidlerin bozunma süreleri önemlidir. Çabucak bozulan bir nüklid, yavaş bozulan bir nüklide kıyasla, vücuda saniyede ya da saatte daha çok radyasyon yayar. Bir radyoaktif nüklidin parçalanma hızından söz edebilmek için çok sayıda nüklid girmiş olması gerekir. Tek başına vücuda giren bir nüklidin parçalanması er zaman olabilir -bir saniye sonra olabileceği gibi bir milyar yıl sonra da olabilir ya da bu iki zaman zili arasında herhangi bir an- bunu tahmin etmenin imkânı yoktur. Ama çok miktarda radyoaktif nüklid girerse vücuda, bu Yarı-Ömür kuralı geçerlidir.*

İCATLAR DA -ZİNCİRLEME REAKSİYON ÖRNEĞİ- ÜRÜYOR YA DA DURUYOR

Kitabımızın bir amacı da icatların tıpkı ZİNCİRLEME REAKSİYON'da olduğu gibi çoğaldığını ya da durduğunu gözler önüne sermekti. Nasıl ki bölünen bir Atom Çekirdeği'nden çıkan iki-üç Nötron gidip kendiliğinden bir Atom Çekirdeği'ni daha bölme sürecine katılıyor ve Nükleer Enerji üretmek için ortalama "1 Nötron"u sağlaması gerekiyorsa, bir ülkedeki icatlar dizisinin artış göstermesi de benzer bir süreç gerektiriyor.

Bu kitap boyunca dikkat etmiş olacağınız üzere bir alandaki -örneğin fizik alanında- bir icat Astrofizik alanında bir buluşa yol açıyor. Astrofizik alanındaki bir buluş bir elementin keşfini azırıyor. Bir elementin keşfi Kimya alanında yeni bir buluşun kapılarını açıyor. Elektrik deneyleri X-Işınlarının keşfine yol açıyor. X-Işınları arayışı Radyoaktivite'yi ortaya çıkarıyor vb... Kısacası icatlar da ZİNCİRLEME REAKSİYON örneği çoğalıyor bir toplumda.

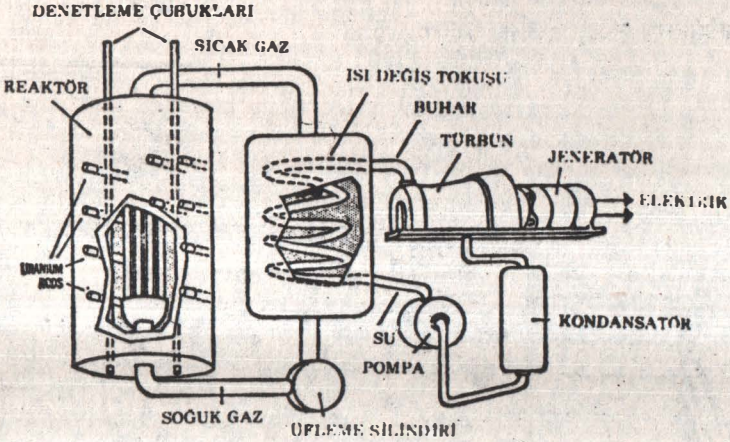
Kitabımızın tüm bölümlerini başından sonuna okuyunca, elektrik akımının bir fizikçi ile bir biolog arasında süren 15 yıllık tartışmadan doğduğunu; içinin havası boşaltılmış camtüplere yüksek voltajlı elektrik akımı verilmesinin Elektronik denen olguyu yarattığını; Atom'un dış bölümlerindeki negatif elektrik yüklü Elektron zerreçiklerini bulmanın "Hani bu Atom'un pozitif elektrik yükü? sorusunu doğurduğunu; bu araştırmaların da Atom'un Çekirdeğine yönelttiği insanoğluna Çekirdeksel (nükleer) Fiziğin kapısını açtığını gördük.

Biri olmayınca diğeri olmuyor. Her bilgi birikimi, bilim zincirinin halklarını sağlamlaştırıyor.

Avrupa'da ve Amerika'da Elektronığe geçildiğinde ülkemize Elektrik yeni geliyor-du. Biz Buhar makinasıyla tanışırken onlar İçten Yanmalı motoru icat ediyordu. Biz Röntgen makinalarını getirirken onlar Atom'un Çekirdeğine nüfuz ediyorlardı.

PERYODİK TABLO'daki 105 Element'ten bir tanesinin keşfi bize ait değildir.

Nükleer Santrali çalıştırmak hem çok kolay hem çok zordur. Çok kolaydır, çünkü tesis kurulduktan sonra "Bir reaktör en basit benzin motorundan da basittir".* Çok



Nükleer reaktör. Gazla soğutulan tipte bir nükleer reaktörün şematik çizimi. Reaktörün ısısı gaza aktarılıyor. Isı da suyu buhara dönüştürmekte kullanılıyor.

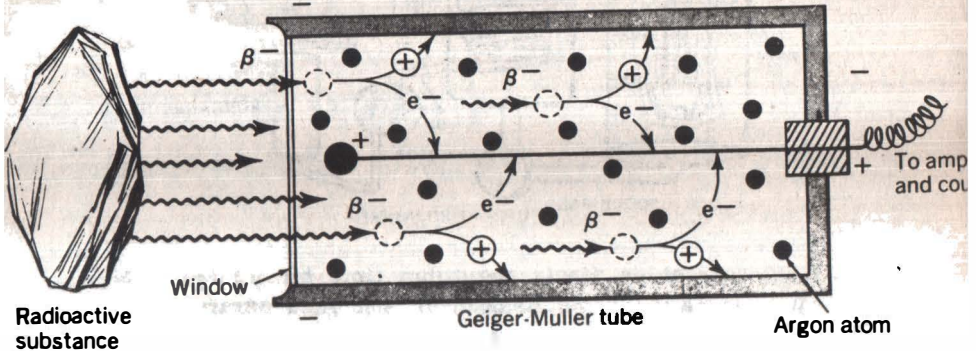
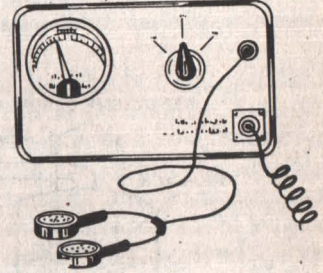
zordur, çünkü, kitabımızın sayfaları boyunca anlattığımız gibi Atom'u tanımak çok büyük çalışma ve çabaları gerektirmiştir. Bazen madde ile "hayalet" karıştırılacak kadar "akla kararı seçme" zorluğuna sokmuştur insanı ATOM denen cisim.

Bilgi birimiminde böylesine tehlikeli "boş"luklarımız bulunmasına ve Atom'un Bölünmesi'ne (NÜKLEER FİSYON) hiç bir katkımız olmamasına rağmen bir Atom-Parçalayıcı ithal edip de atom parçalamak ne derece sağlıklı bir girişim olur bilemiyoruz. Bu alanda bunca "Bilemiyoruz" durumu varken "Biz parçalamayı biliriz" demek büyük bir cesaret işi doğrusu. Çernobil Nükleer Santral kazasından sonraki halimiz cesaret kırıcıdır.

Atom'un Elektronlarını bile zaptedemediğimiz televizyonumuzun, elektronik araç-gereçlerimizin, bilgisayarlarımızın âriza rekorlarından açıkça belliyken Atom'un Çekirdeği'ne yönelmek çok tehlikeli bir yolculuk olacaktır. Bu, kilometre taşlarını bilmediğimiz Atom'un Çekirdeği'ne acemi bir turist yolculuğundan başka bir şey olmayacaktır.

GEİGER SAYACI

GEİGER'in Radyoaktivite Ölçüm Aygıtı



Gazların nasıl iyonlaştıklarını ayrıntılı olarak anlattığımız için GEİGER SAYACI'nın anlaşılması kolaylaşacaktır. Çünkü Radyoaktivite gazları iyonize etmektedir. Gaz iyonize olunca Geiger-Müller tüpü içindeki Argon gazı atomlarının pozitif iyon'ları negatif yüklü levhaya gidiyorlar; negatif iyon'lar da pozitif yüklü merkez tele gidiyorlar. Her bir iyon-çifti (pozitif ve negatif iyon'ların birer çift oluşturduklarını biliyoruz) aygıtta duyulabilir bir "klinik" sesi çıkarırlar. Amplifikatör aracılığıyla ionizasyon yoğunluğu böylece kaydedilebilmektedir.



Atom Bombası atıldıktan sonraki Hiroşima'dan bir doğa görüntüsü

Radyoaktiviteyi ve Radyasyonu anlamak Atom'u anlamaktan geçer

- 1800'lerde Avrupa'da Gaz'ların incelenmesi
Molekül ve Atom farkını ortaya çıkarıyor
- Gaz'ların incelenmesinde Osmanlılar
geri kalıyorlar
- 1800'lerde Avrupa'da ELEKTRİK incelemeleri
1897'de ELEKTRON'un keşfini hazırlıyor
- 1897'de Atom'da ELEKTRON zerreciğinin keşfi
MADDE'nin Elektriksel Yapısı'nı ortaya koyuyor
- ELEKTRON'un keşfi Atom üzerine çalışmaları
yoğunlaştırıyor, ELEKTRONİK BİLİMİ doğuyor
- Avrupa ve A.B.D. ELEKTRONİK'te ilerlerken
20.nci yüzyıl başında Osmanlılar ELEKTRİK'le
yeni tanışıyorlar
- Atom'daki ELEKTRONİK zerreciği incelemeleri
Atom'un Çekirdeğinin keşfini hazırlıyor
- ELEKTRONİK yeni bir bilim dalı olurken
bizler ELEKTRONİK'le ancak elektronik araç-gereç
(Televizyon dahil) dolayısıyla tanışıyoruz
- Atom Çekirdeği NÜKLEER Fizik 1900'lerden
itibaren Avrupa ve A.B.D.yi sararken
bizler Atom'la bir "kazada" (Çernobil kazası)
tanışıyoruz
- A.B.D., AET ve Japonya
Atom'un ELEKTRON'larına Yarı-iletkenlerde
Sek-Sek oynatırken biz seyrederiz

