

Nükleer Enerji ile Elektrik Üretimi

Hafta 2 – Atomlar ve Çekirdekler

İçerik

- Atom teorisi
- Periyodik tablo
- Gazlar
- Atom ve ışık
- Lazer demetleri
- Nükleer yapı
- Çekirdeklerin kütleleri ve büyüklükleri
- Bağlanma enerjisi
- Özet

Atom Teorisi

- Bilinen 100'den fazla element vardır.
- Bu elementlerin çoğu doğada bulunurken, bazıları ise yapay olarak üretilir.
- Her elemente periyodik tabloda özel bir numara verilir.
- Atomun kimyasal özelliklerini belirleyen ve atomdaki proton sayılarını temsil eden atom numarası Z sembolü ile gösterilir.
- Periyodik tablo Şekil 1' de gösterilmiştir.
- Genel olarak, periyodik tabloda soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru gidildikçe atomlar ağırlaşır.

Periyodik Tablo (Şekil 1)

| Grup → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
|-------------|----------|----------|----------|-----------------|------------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|--|
| Periyot ↓ | 1A | 2A | 3B | 4B | 5B | 6B | 7B | 8B | 8B | 8B | 1B | 2B | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A | |
| 1 | 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He | |
| 2 | 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne | |
| 3 | 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | |
| 4 | 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr | |
| 5 | 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe | |
| 6 | 55 Cs | 56 Ba | | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn | |
| 7 | 87 Fr | 88 Ra | | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Cn | 113 Uut | 114 Fl | 115 Uup | 116 Lv | 117 Uus | 118 Uuo | |
| Lantanidler | | | | 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu | |
| Aktinidler | | | | 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr | |
| | | | | Alkali Metaller | Toprak Alkali Metaller | | | Halojenler | | | Soygazlar | | | | | | | | |
| | | | | Metaller | Yarı metaller | | | Geçiş metalleri | | | Ametaller | | | | | | | | |

Gazlar

- Gaz halindeki maddeler basınç hacim ve mutlak sıcaklık ile ilişkili olarak mükemmel ya da ideal gaz yasasıyla yaklaşık $pV=nkT$ olarak tanımlanır.
- Burada n parçacık sayısı ve k ise Boltzmann sabitidir.
- Isınmanın bir sonucu olarak gazın sıcaklığındaki artış daha büyük moleküler hareketliliğe neden olur.
- Bu ise gazı çevreleyen duvarda parçacık bombardımanında bir artışa ve böylece duvar üzerinde bir basınca sebep olur.

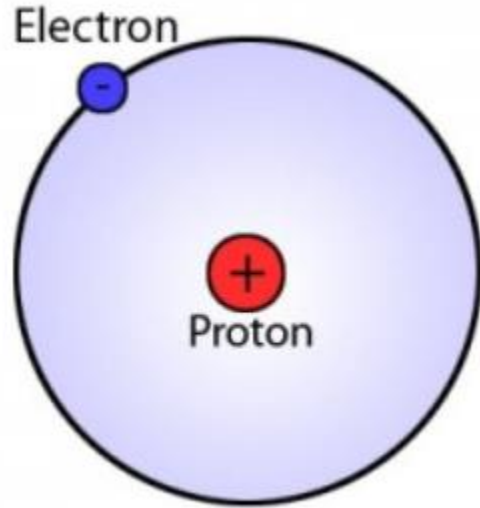
Atom ve Işık

- Atomların iç yapısı 20. yüzyıla kadar bilinmiyordu fakat elektrik yüklü ve kütesinin tekdüze olduğuna inanılıyordu.
- Rutherford, yüklü parçacıkların altın atomları üzerine bombardımanına tabii tutulmasıyla ilgili kontrollü bazı önemli deneyler yaptı.
- Rutherford 1911 yılında bir atomun pozitif yükü ve kütesinin çoğunun sadece atomun yaklaşık olarak 10^{-5} katı yarıçaplı bir çekirdekte toplandığını ve böylece atomun yaklaşık olarak 10^{-15} katı bir hacmi kapladığını ortaya çıkarmıştır.

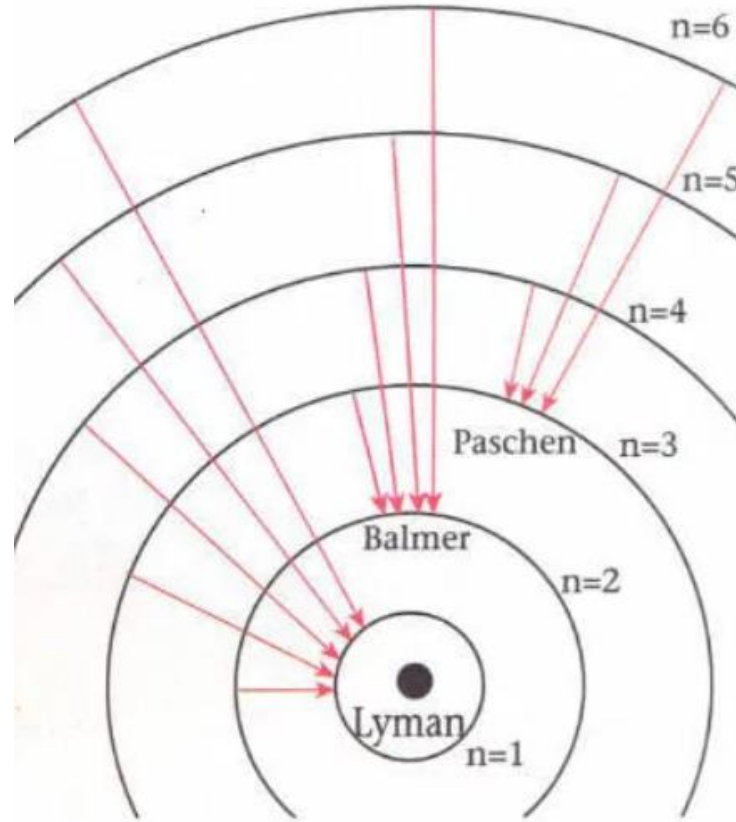
Atom ve Işıık

- Fotonlar h Planck sabiti olmak üzere ν frekansıyla orantılı olan ve $E=h\nu$ ile verilen E enerjisinin belirli miktarıyla soğurulur ve yayınlanır.
- Bohr ilk olarak 1913 yılında hidrojen atomunun yeni bir modeli ile akkor haline gelmiş hidrojen gazından ışığın yayınlanmasını ve soğurulmasını açıklamıştır.
- Bohr atomu bir çekirdek – bir proton- etrafında dairesel bir yörüngede sabit süratle hareket eden tek bir elektrondan oluştuğunu varsaymıştır.
- Buna göre her bir parçacık 1.6×10^{-19} Coulomb elektrik yüküne sahiptir ancak pozitif yüklü protonun kütlesi negatif yüklü elektronun kütlesinin yaklaşık 2000 katıdır.

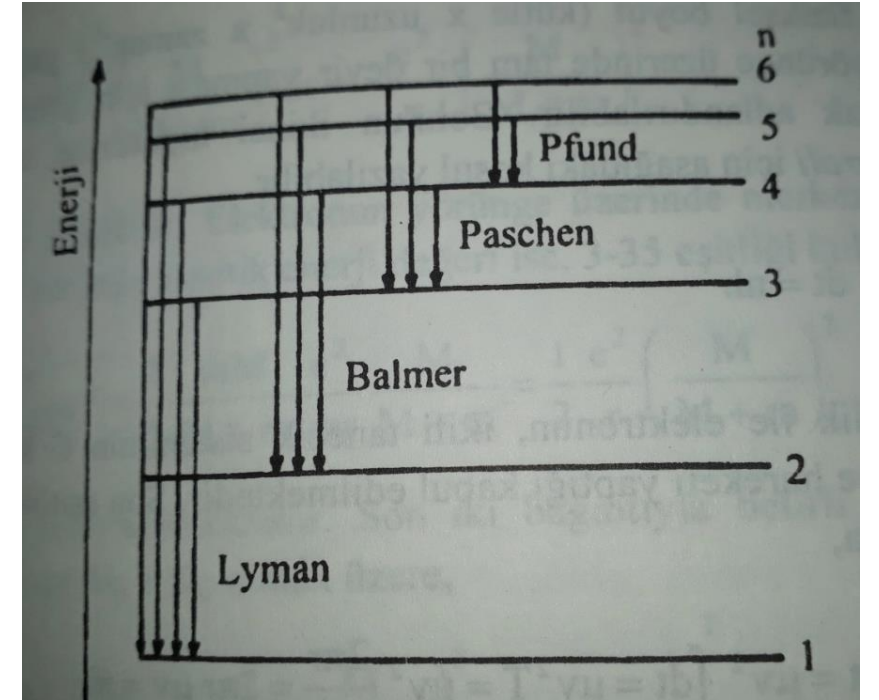
Atom ve Işık



Bohr Hidrojen Atomu



Hidrojenin Elektron Yörüngeleri
(Bohr Teorisi)

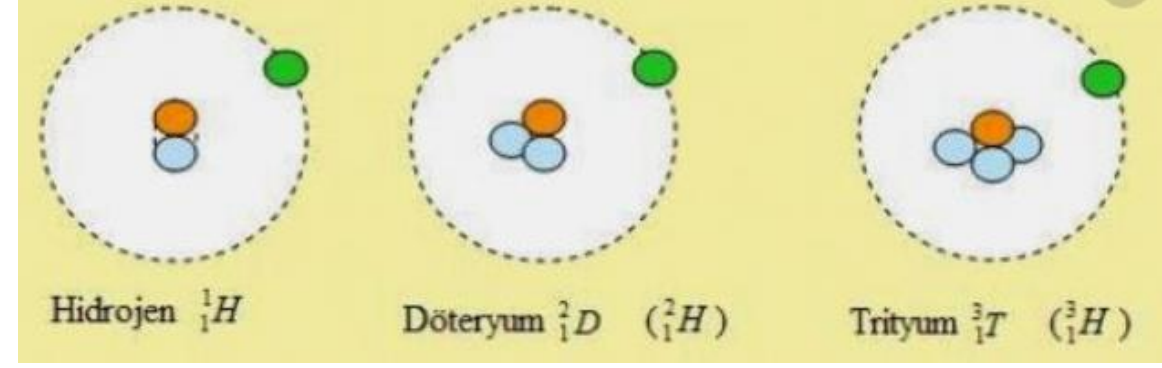


Hidrojen Atomunun
Elektron Enerji Seviyeleri

Lazer Demetleri

- Görünür aralıktaki sıradan ışık bir çok frekansın, yönün ve fazın karışımıdır.
- Buna karşılık bir lazerdeki ışık 'light amplification by stimulated emission of radiation' cümlesinin kısaltmasıdır.
- Türkçe'de 'uyarılmış radyasyon yayılımı ile ışığın güçlenmesi' olarak ifade edilir.
- Tek renkli ve dalgaları aynı anda oluşan bir ışık demetinden ibarettir.
- Cihaz, atomları yüksek enerji durumlarına uyaran ve bunun için kendisine enerji uygulanan bir malzeme tüpünden ibarettir.

Nükleer Yapı



- Bir çok element izotop adı verilen farklı kütleli atomların birleşiminden oluşmaktadır.
- Örneğin hidrojen 1,2 ve 3 ağırlık oranlarında 3 izotopa sahiptir.
- Bunlar: hidrojen, döteryum (ağır hidrojen) ve trityumdur.
- Her birinin atom numarası $Z=1$ olup aynı kimyasal özelliklere sahiptir ancak kütlelerinin büyük kısmını oluşturan çekirdeklerinin bileşimi farklıdır.
- Yukarıdaki şekilde 3 hidrojen izotopunun nükleer ve atomik yapısı görülmektedir.

Çekirdeklerin Kütleleri ve Büyüklükleri

- Çekirdeklerin boyutları atomlarından çok daha küçüktür.
- Hidrojen atomu yaklaşık olarak 5×10^{-9} cm'lik yarıçapa sahipken, onun çekirdeği ise yalnızca yaklaşık olarak 10^{-13} cm yarıçapa sahiptir.
- Protonun kütlesi elektronun kütlesinden çok daha büyük olduğu için çekirdek son derece yoğundur.
- Diğer izotopların çekirdekleri nükleon sayısına (A) bağlı $\frac{4}{3}\pi r^3$ lük bir küre formundaki nötron ve proton parçacıklarından oluşan sıkı paketlenmiş bir madde olarak düşünülebilir.
- Çekirdeklerin yarı çaplarını hesaplamak için aşağıda verilen ifade kullanılır.

$$R[\text{cm}] = 1.25 \times 10^{-13} A^{1/3}$$

Bağlanma Enerjisi

- Aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişen yükler arasındaki itici elektrostatik kuvvetin çok büyük olmasından dolayı çekirdeğin oluşmaması beklenirdi.
- Ancak çekirdeklerin varlığı ile ilgili gerçek itici elektrostatik kuvvetin yanında daha büyük bir çekici kuvvetin var olduğunun kanıtıdır.
- Nükleer kuvvet önceki yarıçap bağıntısından anlayacağımız gibi çok kısa menzile sahiptir.
- Nükleer kuvvet sadece nükleonlar birbirine çok yakın olduğunda etki eder ve onları sıkı bir yapı içerisine bağlar.
- Net kuvvet bağlanma potansiyel enerjisi ile ilişkilidir.
- Sırasıyla çekirdek ve dış elektronları içeren bir atomun kütlesi M , nötronun kütlesi m_n ve elektronla eşleşen protonun kütlesi M_H olarak alındığında kütle eksikliği;
 $\Delta m = Nm_n + ZM_H - M$ olarak alınır.

Özet

- Tüm maddeler kimyasal etkileşimleri elektron sayısına bağlı olan elementlerden meydana gelmiştir.
- Işık atomun elektronlarının atom yörüngeleri arasında geçiş yapması sırasında foton şeklinde emilir ve yayılır.
- Elementlerin izotopları nükleon sayısına göre değişir.
- Çekirdekler atomlardan çok daha küçüktür ve atomun kütlesinin çoğunu içerir.
- Nükleonlar elektrostatik itme kuvvetlerinden çok daha büyük bir nükleer çekim kuvvetini de içeren net bir kuvvet ile birbirine bağlanmışlardır.
- Bir çekirdeği bileşenlerine ayırmak için ona dışarıdan enerji verilmelidir.

Kaynakça

NÜKLEER ENERJİ; Nükleer Süreçlerin Kavramları, Sistemleri ve Uygulamalarına Giriş;
Raymond L. MURAY ve Keith E. HOLBERT; 7. Basımdan Çeviri; Nobel.