

BÖLÜM 2

KLASİK FİZİK DÖNEMİ

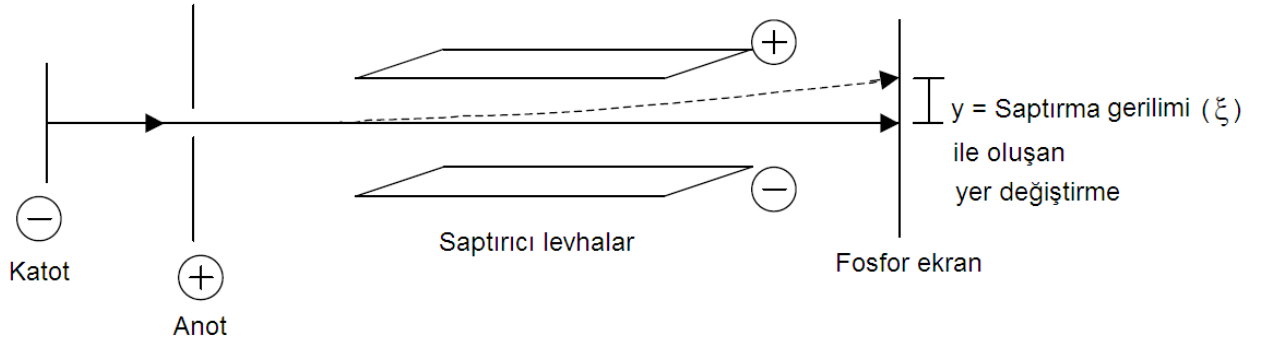
(a) Elektronun Keşfi

1897'de, J.J. Thomson, elektronu keşfetti ve (e/m_e) oranlarını ölçtü

(ve farkında olmadan katot ışınları tüpünü (TV ekran tüpü) buldu).

Faraday (1860-1870 arasında), bir elektrolitik hücrede serbest kalan elektrik akımı miktarının bazı maddelerin miktarlarıyla ilişkili olduğu esasına dayanan elektrokimyanın kullanılabileceğini gösterdi. "Elektron" terimi, Elektrik Bilimi'nin doğal "birim"i olarak öne sürüldü.

Ancak Thomson, deneysel olarak elektronları, yükü ve kütlesi olan parçacıklar şeklinde gözlemledi.



Thomson, sonuçların; (1) katot malzemesinden

(2) kalan gaz bileşiminden

bağımsız olduğunu buldu.

⇒ "Elektron", bütün maddelerde var olan, ayrı bir parçacıktır !

Klasik Mekanik ⇒ Saptırma gerilimi sebebiyle elektrona etkiyen kuvvet:

$F_y = \xi e$ (Elektronlar, plakalar arasındaki bölgeye girdiğinde, $t = 0$ anındaki kuvvet)

$$= m \frac{dv_y}{dt} \quad (F = ma) \quad \therefore \frac{dv_y}{dt} = \xi \left(\frac{e}{m_e} \right)$$

İntegrasyonla $\Rightarrow v_y = \left(\frac{e}{m_e} \right) \xi t$ bulunur. [Not: $v_y(t=0) = 0$]

$$v_y = \frac{dy}{dt} \quad \text{ve} \quad y(t=0) = 0 \quad \text{olduğundan}$$

yeniden integrasyonla $\Rightarrow y = \left(\frac{e}{m_e} \right) \frac{\xi t_f^2}{2}$ bulunur.

t_f = Elektronun plakalar arasında bulunduğu toplam süre (kolayca hesaplanır)

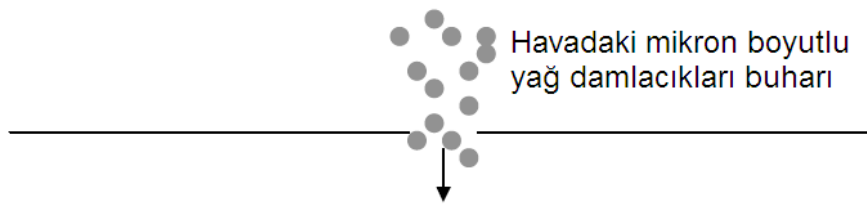
Gerilim (ξ) ayarlanıp süre (t_f) hesaplandıktan sonra

yer değiştirme, $y \Rightarrow \left(\frac{e}{m_e} \right) = 1 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ olarak ölçülür.

Günümüzdeki değeri ise $\left(\frac{e}{m_e} \right) = 1.758 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ dır.

(b) 1909 Millikan Yağ Damlası Deneyi

Bu deneyde, e ve m_e ayrı ayrı tayin edilir.



Aşağıya doğru yer çekimi kuvveti:

$$F_g = - Mg \quad M = \text{damlacık kütlesi}, \quad g = \text{yer çekimi sabiti}$$



Havadan dolayı yukarı doğru sürtünme kuvveti:

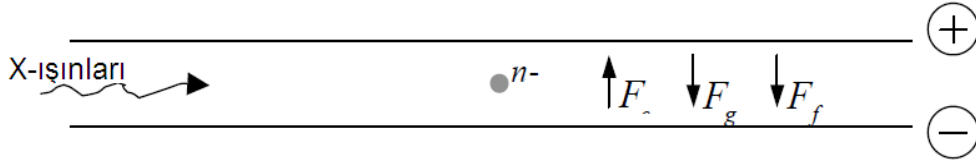
$$F_f = 6\pi r \eta v \quad r = \text{damlacık yarıçapı}, \quad \eta = \text{havanın viskozitesi}, \quad v = \text{damlacık hızı}$$

$F_f \propto v$ olduğundan, kuvvetler dengelendiğinde son hıza (v_t) ulaşılır.

$$6\pi r \eta v_t = Mg \quad \Rightarrow \quad \text{damlacık kütlesi, } M = 6\pi r \eta v_t / g \text{ bulunur.}$$

Damlacıklara belirli yük (ne) ilâve etmek için X-ışınları veya γ -ışınları kullanılır.

Plakalar arasındaki gerilim (ξ), yüklü damlacıklara $F_c = \xi ne$, Coulomb kuvveti uygular.



Damlacığın düşmesi duruncaya kadar gerilim ayarlanır: $v = 0 \Rightarrow F_f = 0, \quad F_c = F_g$

$$\xi ne = Mg \quad ne = Mg / \xi \quad \text{tayin edilir.}$$

Millikan bu deneyi, $i = 1, 2, 3, \dots$ pek çok damlacık için tekrarladı.

Bütün sonuçlar farklı (ne) yüklerine sahip olmasına rağmen (e) yükünün tam kat çarpanlarıdır.

Deneyle tayin edilen birim yük $e = 1.59 \times 10^{-19} \text{ C}$ dur.

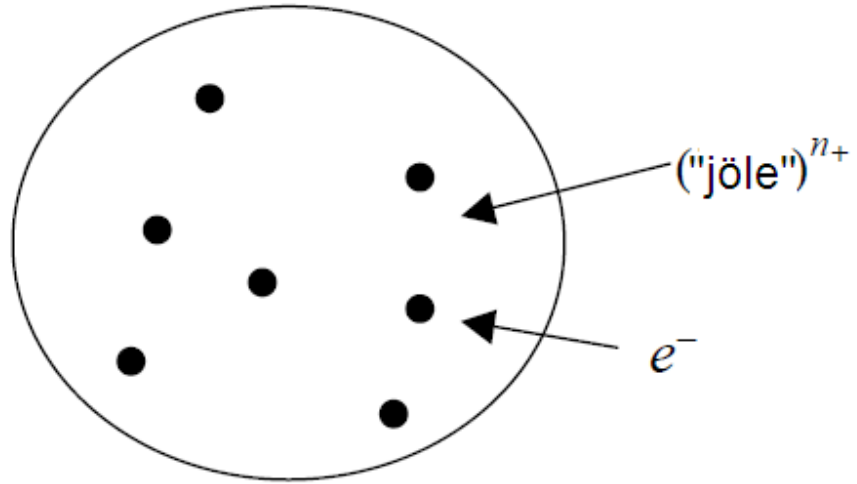
(Günümüz değerine oldukça yakındır, $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(e/m_e) ve (e) değerleri birleştirildiğinde $\Rightarrow m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ bulunur.

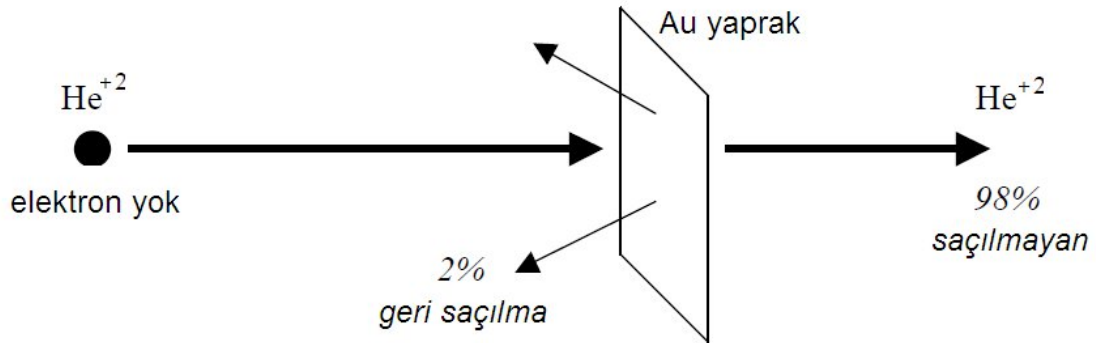
Hidrojenin bilinen kütlesi: $m_H = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} \Rightarrow$ Elektron atomdan küçüktür !!

(c) Elektronlar nerededir? Atomun yapısı nasıldır?

Angström (10^{-10} m) atomik boyut skalası, gazların kinetik davranışından ortaya çıkmıştır. Önce, “düzgün dağılmış elektron gazının pozitif geri planı içinde bulunan küresel boşluk” anlamına gelen “jöle” modeli uzun sürmedi.



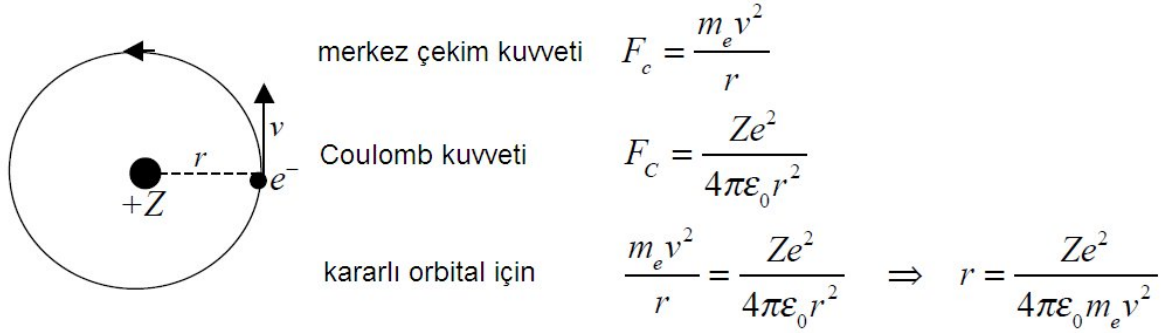
Rutherford Geri Saçılma Deneyi



- ⇒ (1) He^{+2} çekirdeği çok küçüktür, $\ll 10^{-10}$ m (Rutherford'un tahmini 10^{-14} m)
(2) Au atomları, çoğunlukla boştur !

Rutherford gezegen modeli: Klasik mekanik atom yapısı modeli

Coulomb çekim kuvvetleri, yer çekimi rolünü üstlenir.



Bu model, ayrılmış çekirdek-elektron modeliyle karşılaştırıldığında kararlıdır.

$$E = \text{K.E.} + \text{P.E.} = \frac{1}{2} m_e v^2 + \left(-\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = -\frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} < 0$$

Ancak model, Klasik Elektrodinamik ile uyumlu değildir:

Hızlandırılmış elektron radyasyon yayar ! (merkez çekim kuvvetiyle hızlanma = v^2/r)
ve Işığın bir enerjisi olduğundan enerji (E), süreyle birlikte daha negatif değer almalıdır.

⇒ r, süreyle birlikte küçülmelidir

⇒ Elektron, $\sim 10^{-10}$ s'de çekirdeğin içinde dönmelidir !

Ayrıca, r küçüldükçe v artmalıdır.

Yayılan ışığın frekansı (ν) = Dönme frekansı

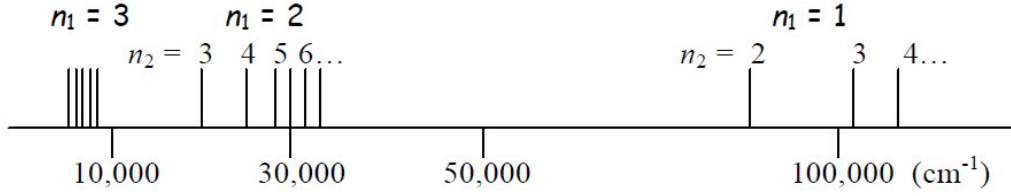
$$\nu \text{ (Hz = devir/s)} = \frac{v \text{ (m/s)}}{2\pi r \text{ (m/devir)}}$$

↖
orbitalin çevresi

⇒ Atom, bütün frekanslarda ışık yaymalıdır, bir başka deyişle sürekli spektrum oluşturmaktadır.

Ancak atomlardaki emisyonlar, sürekli değil kesikli olarak bilinmektedir !

H için:



Rydberg, H atomu için spektrumun aşağıdaki basit formülle uyumlu olduğunu göstermiştir:

$$\bar{\nu} \text{ (cm}^{-1}\text{)} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$n_1 = 1, 2, 3, \dots \quad \text{ve} \quad n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, n_1 + 3, \dots$$

$$R = 1.097 \times 10^5 \text{ cm}^{-1} \text{ (Rydberg sabiti)}$$

$n_1 = 1$ Lyman serisi

$n_1 = 2$ Balmer serisi

$n_1 = 3$ Paschen serisi UV ve görünür bölge çizgileri iyi bilinmektedir.

Özet : Rutherford'un Atom Modeli

- (1) Elektronun çekirdek içine düşmesi ile ilgili olarak kararsızdır,
- (2) Kesikli emisyon çizgileri vermez,
- (3) Rydberg formülünü açıklamaz.