

FZM 305: Kuantum Mekaniköi I

2. HAFTA

Deniz Yılmaz

KAYNAKLAR

Bu ders sunumu hazırlanırken aşağıdaki kaynak kullanılmıştır:

Kuantum Mekanii ve Atom Fiziđi Ders Notları

Z. Zekeriya AYDIN

Ankara Üniversitesi

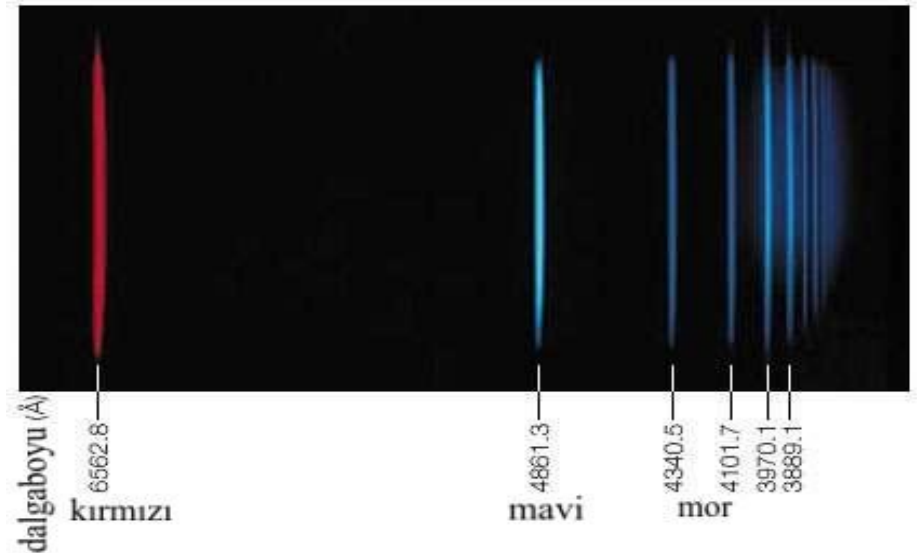
Spektroskopik Seriler

Isıtılan ya da elektrik boşalmasına uğratılan maddeler, görünür ya da görünmez bölgede ışınım yayınlarlar. Her kimyasal elementin, kendine özgü kesikli frekanslara sahip bir karakteristik ışınım spektrumu vardır.

Bu spektrumlardaki çizgiler seriler halinde ortaya çıkmaktadırlar. Hidrojende görünür bölgedeki ilk seriyi 1885 yılında Balmer bulmuş ve bu serideki çizgilerin frekansları için şöyle bir amprik formül vermiştir:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

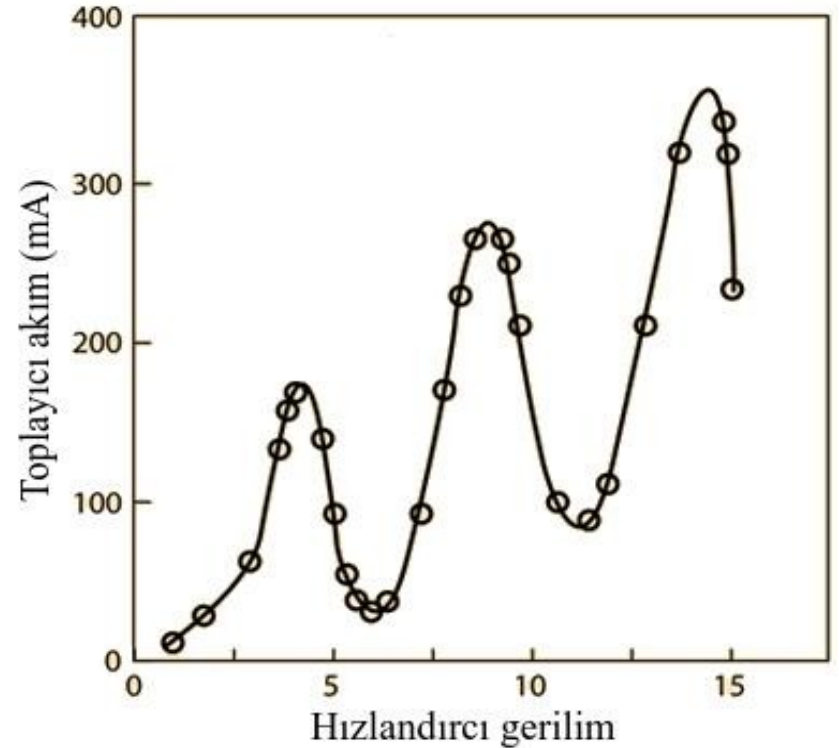
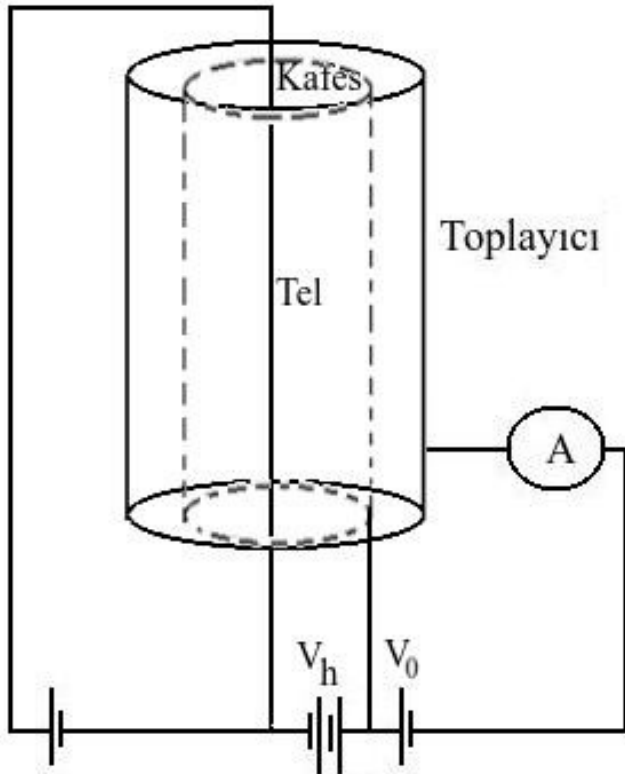
$$R_H = 109677.58 \text{ cm}^{-1}$$



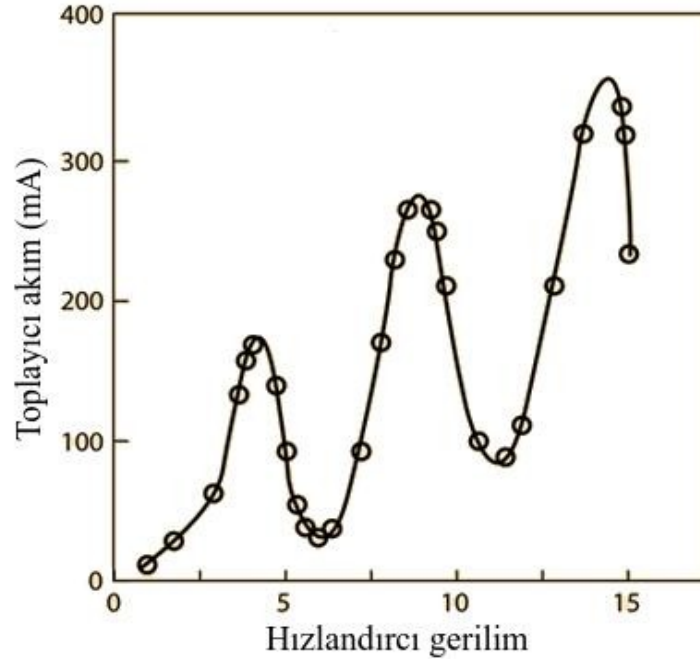
Franck Hertz Deneyi

Franck ve Hertz 1914 yılında mekanik enerjinin de atomlar tarafından kesikli kuantumlar şeklinde soğurulduğunu duyurdular.

Yaptıkları deney sonucunda toplayıcı akımın hızlandırıcı potansiyele göre değişimini incelediler.



Deney sonucuna göre 4.9 eV' dan daha düşük enerjili elektronlar civa atomlarına çarptıklarında enerji aktaramıyorlar. Hızlandırıcı gerilim 4.9 Voltun üzerine çıkarıldığında toplayıcı akım birdenbire düşer. 4.9 eV' dan daha yüksek enerjili elektronlar civa atomlarıyla esnek olmayan çarpışmalar yapar, yani atomlara tam 4.9 eV' luk enerji aktarırlar. Hızlandırıcı potansiyel 9.8 Voltun hemen üzerine çıktığında ise ikinci minimum ortaya çıkar. Bu da gösteriyor ki, civa atomları mekanik enerjiyi 4.9 eV' luk enerji kuantumları halinde soğuruyorlar.



Bohr Atom Modeli

Rutherford modeli, atomun kararlı oluşunu açıklayamıyordu. Çünkü çekirdek etrafında dolanan elektronlar ivmeli yükler demektir. İvmeli yükler ise klasik elektrodinamiğe göre elektromanyetik dalga yayarlar. Elektromanyetik dalga yayınlayarak enerji kaybeden elektron, kısa bir sürede çekirdeğin üzerine düşer. Gerçekte ise atomlar kararlıdır.

1913 yılında Bohr, Rutherford atom modelinin bu güçlüklerini halletmek için, atomun ancak bazı kesikli durağan (kararlı) durumlara sahip olduğunu varsaydı.

Bohr' un varsayımları:

1) Elektronlar çekirdek etrafında ancak bazı belirli yörüngelerde dolanabilirler ve böyle bir yörüngede dolanırken ışımaya yapmazlar.

2) Elektron izinli yörüngelerinden birinden diğerine geçiş yapabilir; bir E_n enerjili n . yörüngeden daha küçük E_m enerjili m . yörüngeye geçtiğinde

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}$$

frekanslı bir ışınım (foton) yayınlar. Tersine, elektron E_m enerjili durumdayken böyle bir foton soğurursa, E_n enerjili yörüngeye geçer.

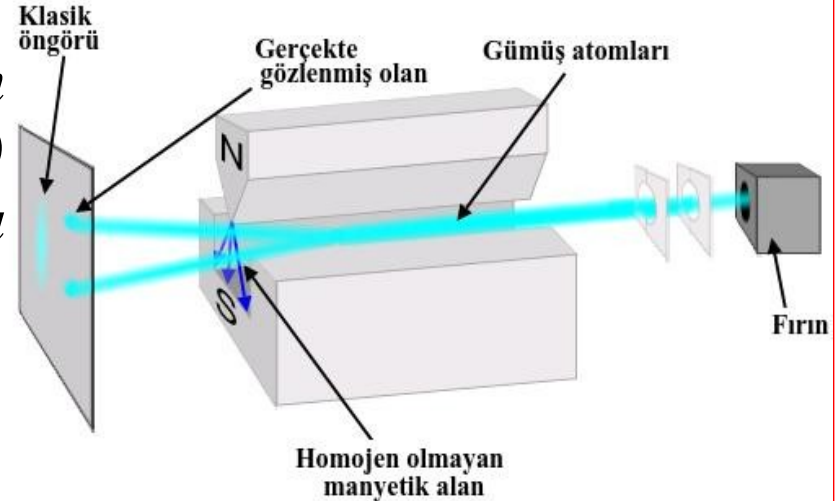
3) Bu yörüngelerde elektronun açısal momentumu $\hbar = h/2\pi$ ' nin bir tam katıdır: $L = n\hbar$, $n = 1, 2, 3, \dots$ Dairesel yörüngeler halinde $mVr = n\hbar$ ' dir. Buna Bohr' un **kuantumlama koşulu** denir. Bu koşula uyan yörüngeler izinli yörüngelerdir.

Stern-Gerlach Deneyi

Stern ve Gerlach 1921' de gümüş atomlarından oluşturdukları bir demeti, demete dik yönde gradyente sahip şiddetli bir homojen olmayan manyetik alan içinden geçirerek demetteki sapmayı incelediler.

Klasik teoriye göre, demetteki atomların değişik ve sürekli miktarlarda sapsmaları beklenir. Oysa ki yapılan deneyde demetin keskin bir şekilde ikiye ayrıldığı gözlenmiştir.

Bu deney gümüş atomlarının toplam açısal momentumlarının (burada spin) uzaysal yönelmelerinin kuantumlu olduğunu göstermektedir.



De Broglie Modeli

Elektromanyetik ışınının dalga-parçacık ikili doğasından esinlenen de Broglie, 1924 yılında elektron, proton nötron gibi durgun kütleli atom-altı parçacıklarının da dalga özelliğine sahip olabileceklerini öne sürdü.

E enerjili ve p momentumlu serbest parçacığa bir dalga kimliği verilecekse, parçacık doğasına ait bu büyüklüklerle dalga doğasına ait w ve k arasında bağıntılar kurulması gerekir. Parçacığın hızı, dalganın grup hızına eşit olmalıdır. $V_g = dw/dk$ tanımından

$$dk = \frac{1}{v_g} \left(\frac{dw}{dV} \right) dV = \frac{1}{\hbar} \frac{1}{V_g} \left(\frac{dE}{dV} \right) dV$$

yazabiliriz. Sağ tarafı parçacık büyüklükleri olarak düşünüp E yerine $mV^2/2$ veya $mc^2(1-V^2/c^2)^{-1/2}$ yazar ve integre edersek

$$p = \hbar k$$

bağıntısını buluruz. Dolayısıyla de Broglie dalga boyu $\lambda = h/p'$ dir.

PROBLEMLER

1) Bir kovuk içindeli siyah cisim ışıınının birim hacimdeki toplam enerjisini hesaplayınız.

2) Evrende 3°K denge sıcaklığına karşı gelen bir foton ışıınının varlığını gösteren deneysel kanıtlar vardır. Bu siyah cisim ışıınınındaki λ_{\max} dalgaboylu fotonun enerjisini hesaplayınız.

3) 5890 Å dalga boylu sarı ışığın bir enerji kuantumunun enerjisini hesaplayınız. 100 W gücündeki sarı ışık ampulünün bir saniyede yayınladığı ışık kuantumu (foton) sayısını bulunuz.

4) Çinkonun iş fonksiyonu 3.6 eV olduğuna göre, 3000 Å dalgaboylu morötesi ışıkla sökülebilecek foto-elektronların en büyük enerjisi ne kadar olur?