



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

## FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

### Fizik Bölümü

#### Modern Fizik Laboratuvarı

#### FRANCK-HERTZ DENEYİ

#### 9.DENEY

## 1 Deneyin Amacı

Atomlardaki belirli ve ayrık enerji düzeylerinin deneysel olarak ortaya konulması

## 2 Araçlar

İçinde Hg bulunan tüp, güç kaynağı, miliampermetre, voltmetre.

## 3 Teorik Bilgi

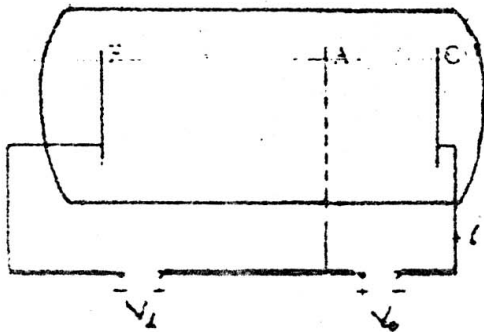
Herhangi bir atomda, temel haldeki bir elektronu atomdan uzaklaştırmak veya daha üst enerji düzeylerinden birine çıkarmak için gerekli enerjilere iyonlaşma ve uyarma enerjileri, bunların volt cinsinden sayıca karşılıklarına ise iyonlaşma ve uyarma gerilimleri denir.

Bilindiği gibi kuantum teorisi atomlarda kesikli enerji seviyeleri olduğunu ortaya koymuştur. Atomların enerji soğurması veya yayması iki enerji seviyesi arasındaki enerji farkı ile verilen enerji kuantumlarının soğurulması veya yayılması ile olur.

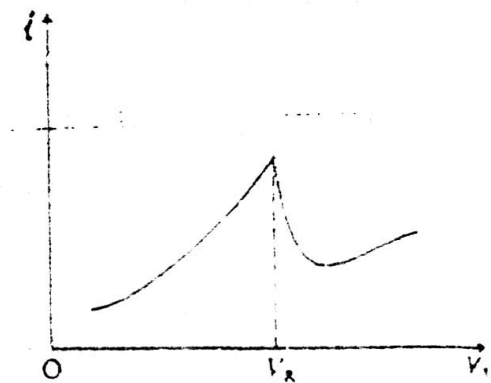
Bir atomu temel durumdan yukarıdaki bir enerji düzeyine uyararak, atomun ışıma yapmasını sağlayacak belli başlı iki yöntem vardır. Birinci yöntem bir başka parçacıkla çarpışma süresince, çarpışmadan parçacıklardan ortak kinetik enerjilerinin bir kısmının atom tarafından soğurulmasıdır. Bu yolla uyarılmış bir atom, bir veya daha fazla foton salarak, ortalama  $10^{-8}$  sn.de temel düzeye dönecektir. Farklı bir uyarma yöntemi, bir atomun , bir üst enerji düzeyine geçmesine tam yetecek kadar enerjisi olan bir fotonu soğurmasıdır. örneğin, bir hidrojen atomu  $n=2$  durumundan  $n=1$  e indiğinde, dalga boyu  $1217 \text{ \AA}$  olan bir foton salınır. Başlangıçta  $n=1$  durumunda olan bir hidrojen atomu tarafından dalga boyu  $1217 \text{ \AA}$  olan bir fotonun soğurulması ise, atomu  $n=2$  düzeyine getirir. Bu süreç, soğurma spektrumlarının kökenini izah eder. Dolayısıyla atom içindeki ayrık enerji düzeylerinin varlığının tek araştırma yolu, bu spektrumlar değildir. Yukarıdaki birinci uyarma yöntemine dayalı bir dizi deney, 1914'te Franck ve Hertz tarafından yapılmıştır. Bu deneyler, atomik enerji düzeylerinin gerçekten var olduğunu ve ayrıca çizgi spektrumlarının gözlenmesi yardımıyla ortaya konan enerji düzeyleri ile aynı olduklarını doğrudan doğruya gösterirler.

Franck ve Hertz çeşitli elementlerin buharlarını, Şekil-1'dekine benzer bir tüp kullanarak enerjileri bilinen elektronlarla bombardıman etmişlerdir. Kafesle toplayıcı plaka arasında  $V_0$  gerilimi muhafaza edildiği için, yalnızca belirli bir minimum enerji üzerindeki elektronlar devreden geçen akımı (i) oluşturmaktadırlar, ivmelendirici gerilim (V) arttırıldıkça daha fazla elektron plakaya ulaşacak ve (i) artacaktır. Bir elektronla buhardaki atomlardan biri arasındaki bir çarpışmada şayet kinetik enerji korunursa, elektron yalnızca, geliş doğrultusundan farklı bir doğrultuda geri sıçrar. Bir atom, bir elektrondan çok daha ağır

olduğundan, elektron bu süreçte hemen hemen hiç kinetik enerji kaybetmez, öte taraftan, belirli bir kritik elektron enerjisine ulaşılmca, plaka akımı aniden düşer. Bu olayın yorumu şudur; atomlardan birisiyle çarpışan bir elektron, kinetik enerjisinin bir kısmını veya tamamını, bir atomu temel düzeyinden yukarda bir enerji düzeyine uyararak için verebilir. Kinetik enerjinin korunduğu bir (elastik) esnek çarpışmaya karşıt olmak üzere, böyle bir çarpışmaya esnek olmayan (inelastik) çarpışma denir. Burada kritik elektron enerjisi, atomun uyarılma enerjisine karşılık gelir, ivmelendirici gerilim arttırılmaya devam edilirse aynı olaylar tekrar eder. Yani atomlar uyarılma seviyesine uyarılırlar ve plaka akımında tekrar düşme olur (Şekil-2).



Şekil 1: Franck-Hertz deney düzeneği



Şekil 2:  $i(p) = F (V)$  grafiği

#### 4 Deneyin Yapılışı

Yapacağınız bu deneyde yukarda yapılan anlatımlar doğrultusunda He atomu için Franck-Hertz deneyini gerçekleştirerek He atomu için uyarılma enerjileri hesaplanacaktır. .

Kullanılan deney düzeneği Şekil-3'ten de görüleceği üzere, çok basit bir anlatımla, düşük basınçta He gazı içeren kritik potansiyel tüpü ve değişik büyüklüklerde güç kaynaklarından oluşmaktadır.

Tüpün iç yüzeyi, basit bir diyod tabancasının anoduyla bağlantılı olan, şeffaf iletken ; bir tabakayla kaplıdır. Tungsten katottan yayılan elektronlar, bir koni şeklinde anottaki çıkış yangından geçerek kollektöre doğru saçılırlar. Kollektör (Toplayıcı) kottottan direkt olarak gelen elektronlara maruz kalmayacak şekilde tüp içinde konumlanan bir tel halkadan ibarettir. Dolayısıyla anot ve katot arasındaki potansiyel azar azar arttırılarak, elde edilen elektronların kinetik enerjilerindeki değişim doğrultusunda He atomlarının uyarılması sağlanabilir. Atomları uyararak elektronlar (ki enerjileri sıfırlanmış veya çok az enerjisi kalmış) tüp'ün

serbest bölgesinde tüpün duvarlarına yayılarak katoda geri dönecektir. Kollektörün anoda göre birkaç volt pozitif değere sahip olmasından dolayı bir kısım elektron kollektörde toplanacaktır. Böylece elektron demetinin ortalama enerjisinin He atomunu uyarmak için yeterli olduğunu kollektördeki ölçülen akımın değişiminden gözleyebiliriz.

Sonuç olarak, deney düzeneğinizdeki güç kaynağınıza bağlı voltmetre yardımıyla çok küçük değişimlere karşılık kollektör akımında (i) elde edilecek değişimleri gözleyiniz. Elde ettiğiniz değerlere karşı çizeceğimizi = f (v) grafiğinden, minumumlara karşılık gelen kritik potansiyellerden hareketle, He atomunun uyarılmış düzeyden taban düzeyine inerken yayınladığı fotonun dalga boyunu hesaplayınız. Bu iş için

$$\lambda = h.c / e.V_0$$

formülünü kullanınız. Bulduğunuz dalga boyu değerlerini yorumlayınız.

## 5 Verilerin Analizi

### I. Civa'nın Uyarma Potansiyellerinin Ölçülmesi

$V_2 =$

flaman akımı  $\dot{I}_f =$

$V_1$ (volt)	$\dot{I}$ ( $\mu$ A)	$V_1$ (volt)	$\dot{I}$ ( $\mu$ A)	$V_1$ (volt)	$\dot{I}$ ( $\mu$ A)

Grafikten okunan uyarma potansiyelleri:

### II. Civa'nın Birinci İyonlaşma Potansiyelinin Ölçülmesi

V (volt)									
$\dot{I}$ ( $\mu$ A)									

Grafikten okunan iyonlaşma potansiyeli:  $V_i =$

### III. Ölçülen Uyarma Potansiyellerine Karşılık Olan Enerji Düzeylerine Çıkan Elektronların Temel Hale Dönerken Yayabilecekleri Fotonların Dalga Boylarının Hesaplanması

Uyarma Potansiyeli V (volt)					
Enerji (e V)					
Enerji (erg)					
Dalgaboyu $\lambda$ (nm)					

#### Sorular

1-) Atomlarda kesikli enerji seviyelerinin varlığını başka hangi deneyle gösterebilirsiniz?

2-) Bir yüklü parçacığı V gerilimi altında kazandırılacak kinetik enerjiye karşılık gelen dalga boyu ifadesini elde ediniz.

3-) Termiyonik yayılma nedir?

4-) Franck-Hertz deneyinde maksimum ve minimumların çıkış nedeni nedir?

5-) Bu maksimum ve minimumlar neyi ifade eder?

6-) Bohr kuantum postulatlarından hareketle herhangi bir enerji seviyesindeki elektronun enerjisini veren ifadeyi türetiniz?

7-) Franck-Hertz deneyinde, tüp içinde hidrojen gazı bulunduğunda anot akımında kayda değer bir azalma gözlemlenmesi için anot katot arasındaki hızlandırıcı gerilimin en az ne kadar olması gerektiğini bulunuz?