

zaman, atom elektronun geçiş yaptığı durumlar arasındaki enerji farkı ile verilen, ν frekanslı ışımaya yapar

$$\Delta E = h\nu . \quad (3)$$

Burada, $h = 6,6256 \cdot 10^{-34} \text{Js}$ Planck sabitidir. Bohr atom modeline göre, bir izinli elektron yörüngesinin enerjisi E_n aşağıdaki şekilde verilir

$$E_n = -\frac{e^4 m_e}{8 \varepsilon_0^2 h^2 n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

Burada, $\varepsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{C}^2 / \text{Nm}^2$ uzayın elektriksel geçirgenliği (elektrik alan sabiti), $e = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{C}$ elektronun yükü ve $m_e = 9,1091 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ elektronun durgun kütesidir. Böylece, m seviyesinden n seviyesine geçiş için ışımaya frekansı ($n < m$),

$$\nu_{nm} = \frac{1}{h} (E_m - E_n) = \frac{e^4 m_e}{8 \varepsilon_0^2 h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad n, m = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

şeklindedir. Eğer, frekans yerine dalga sayısı $N = \lambda^{-1}$ kullanılırsa, $c = \lambda\nu$ kullanılarak, (5) denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir

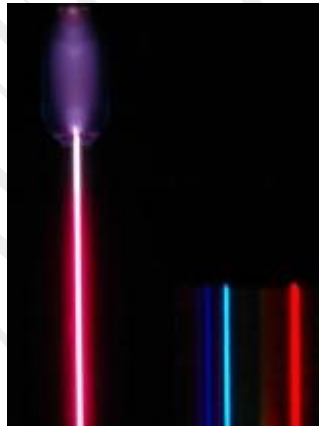
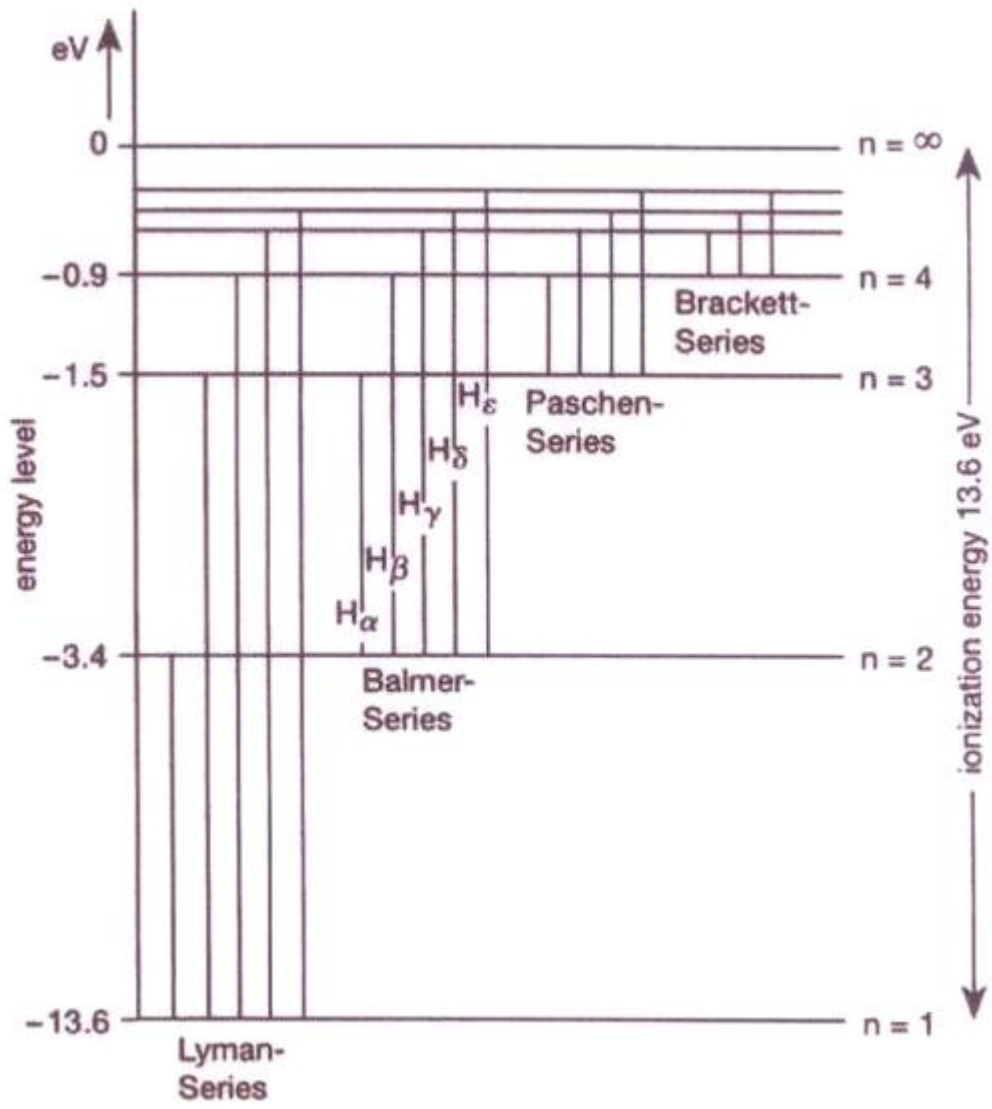
$$N = R_{th} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right). \quad (6)$$

Burada $R_{th} = \frac{e^4 m_e}{8 \varepsilon_0^2 h^3 c} = 1,097 \cdot 10^7 \text{m}^{-1}$, H atomunun bütün serileri elde edilirken deneysel olarak ölçülen Rydberg sabitidir. Şekil 2, hidrojen atomunun enerji düzeylerini ve spektral serilerini gösterir. $n = 2$ ve $m = 3, 4, 5, \dots$ için bulunan dizi Balmer serisi ve $n < m$ olmak üzere sırasıyla $n = 1$ Lyman, $n = 3$ Paschen, $n = 4$ Bracket serileri olarak adlandırılırlar. Balmer serisi görünür bölgede, Lyman serisi morötesi bölgede ve diğer seriler kızıl ötesi bölgededir. H atomunun en düşük izinli enerji düzeyi $n = 1$ taban durumudur ve taban durum enerjisi

$$E_1 = -\frac{e^4 m_e}{8 \varepsilon_0^2 h^2} = -13,6 \text{eV} \quad (7)$$

olarak verilir. $n \rightarrow \infty$ limiti en yüksek düzeyine karşı gelir. Bu durumda enerji $E_\infty = 0$ 'dır ve elektron çekirdekten ayrılır yani artık elektron her enerji değerini sürekli alabildiği serbest durumdadır. Elektronu taban durumundan sıfır enerjili duruma geçirmek için gerekli minimum enerji, H'nin iyonlaşma enerjisi, $E_i = 13,6 \text{eV}$ 'tur. Taban durumundan daha büyük enerjili düzeylere ise uyarılmış durumlar denir. Böylece, H atomunda elektronun alabileceği enerji değerleri iyonlaşma enerjisine bağlı olarak aşağıdaki gibi verilir:

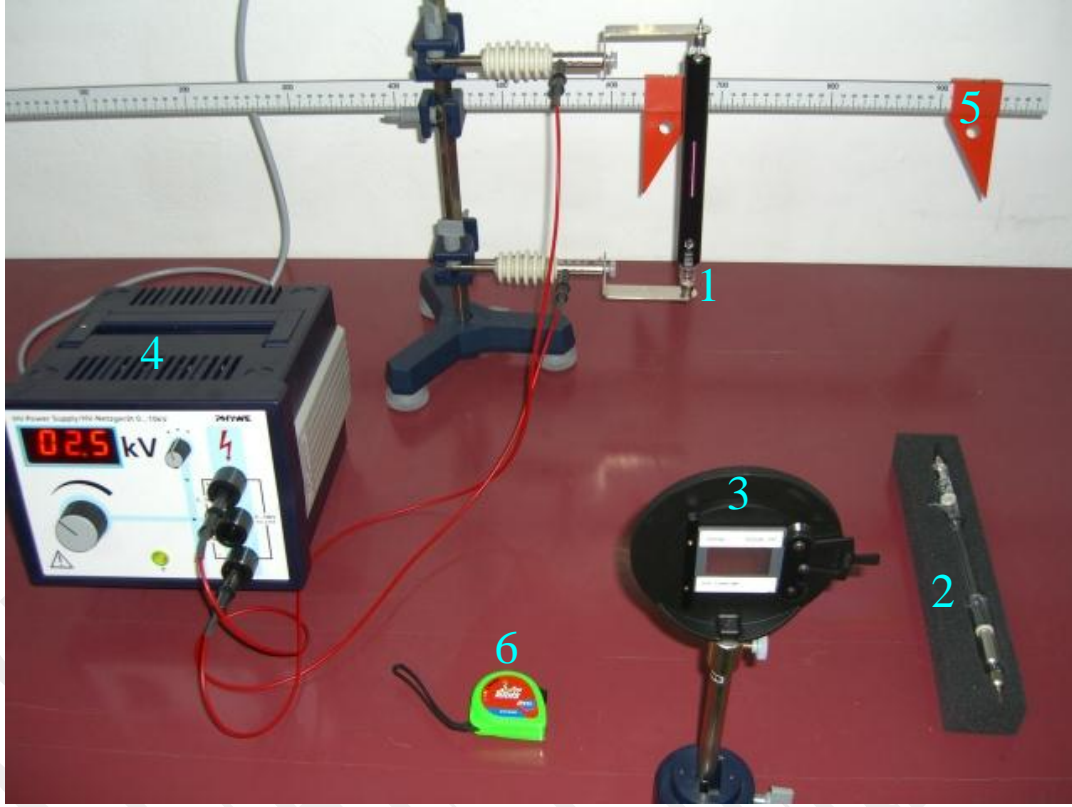
$$E_n = -\frac{E_i}{n^2}. \quad (8)$$



Şekil 2. Hidrojen atomunun enerji düzey diyagramı ve optik spektrumu (spektrumun Balmer serisine karşı gelen kısmı)

Deneyde Kullanılacak Araçlar

Bu deneyde, 1 adet Hidrojen tüpü (1), 1 adet Civa tüpü (2), tüpler için bir çift tutucu, 1 adet koruyucu tüpler için, 2 adet bağlantı kablosu, 1 adet nesne tutucu, 1 adet kırınım ağı (600 çizgi/mm) (3), 1 adet yüksek gerilim güç kaynağı (4), 2 adet yalıtkan destek, 1 adet 3 ayak taban, 1 adet taban kırınım ağı için, 1 adet destek çubuğu (400 mm), 3 adet tutucu, 1 adet cetvel (1 m), 1 çift gösterge (5), 1 adet şerit metre (2m) (6) kullanılacaktır (Bakınız Şekil 1). Hidrojen tüpü (06665-00), Hg tüpü (06664-00).



Şekil 3 Deney Düzenegi

Deney İçin Ön Hazırlık ve Deneyin Yapılışı

UYARI: Bu deneyde yüksek gerilim kullanıldığından tüplere ve tüp tutuculara gerilim varken dokunmayınız.

Deney düzenegi Şekil 3'de verilmiştir. Bu deneyde yüksek gerilim güç kaynağına (4) bağlanmış Hidrojen ve Civa tüpleri (1, 2) radyasyon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Tüpler, destek çubuğu üzerindeki tutucular yardımıyla yalıtkan destekler arasında yerleştirilir. Tüplere zarar gelmemesi için bu işlemin iki kişi tarafından yapılması önerilir. Güç kaynağı yaklaşık Hidrojen tüpü için 2.5–4kV'a ve civa tüpü için 0.3-0.4kV'a ayarlanır. Ölçüm hatalarını azaltmak için metre tüpün hemen arkasına yerleştirilir. Metre ve kırınım ağı (3) arasındaki uzaklık d ile gösterilir ve şerit metre (6) ile ölçülür. Kırınım ağı metreye paralel, tüpten yaklaşık $d = 45\text{cm}$ uzaklıkta ve tüple aynı yükseklikte olmalıdır. Ayrıca, laboratuvar sadece metre görülecek kadar karanlık olmalıdır. Bunun için ölçüm süresince bir masa lambası kullanılır. Kırınım ağından tüpün üzerindeki parlak olan yarığa bakıldığında, ortada bir parlak

çizgi ile sağında ve solunda aynı rengin birinci mertebeden spektral çizgileri gözlenir. Aynı renge karşı gelen sağdaki ve soldaki çizgiler arasındaki uzaklık 2ℓ 'dir. Bu uzaklığın yarısı ℓ , metre üzerindeki göstergeler (5) yardımıyla okunur. Göstergelerden biri tüpün merkezine, diğeri de ölçüm yapmak istenilen çizgi ile üst üste gelecek şekilde ayarlanır ve iki gösterge arasındaki uzaklık metreden okunur.

- Şekil 3'de görüldüğü gibi Civa (Hg) tüpünü yerleştiriniz. Kırınım ağını yukarıda anlatıldığı gibi ayarlayınız ve d uzaklığını okuyup not ediniz. d uzaklığının tüm ölçümler için sabit olması gerektiğini unutmayınız ve kırınım ağına ayarını deney süresince bozmayınız. Daha sonra, ışığı kapatıp masa lambasını açınız.
- Kırınım ağından, tüpün üzerindeki parlak yarığa başınızı sabit tutarak bakınız. Tüpün sağında ve solunda yarığa göre simetrik olan spektrum çizgilerini göreceksiniz.
- Hg için sırasıyla birinci mertebeden mavi, yeşil ve sarı renkler için ℓ uzaklıklarını yukarıda anlatıldığı gibi okuyup Tablo 1'e kaydediniz.
- $\sin \alpha$ ve kırınım ağı sabiti g_d 'yi hesaplayıp Tablo 1'i doldurunuz. g_d için bu üç değerden yararlanarak, ortalama bir değer bulunuz ve bunu teorik kırınım ağı sabiti ($g_t = \frac{1}{600}$ mm) ile karşılaştırınız.

Renk	λ (nm)	ℓ (cm)	$\sin \alpha = \frac{\ell}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$	$g_d = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$ (cm)	g_d (μ m)
Mavi	437 ± 2				
Açık Yeşil	494 ± 2				
Koyu Yeşil	550 ± 1				
Sarı	581 ± 1				

Tablo 1 Hg'nin spektrumundan yararlanarak kırınım ağı sabitinin belirlenmesi

- Hg tüpü yerine Hidrojen (H_2) tüpünü yukarıda anlatıldığı yerleştirip 1. ve 2. adımları takip ediniz. $d=45$ cm alınız. Bu durumda, sürekli spektrum ve kesikli spektrumu üst üste göreceksiniz.
- Spektrumun en belirgin çizgileri için sırasıyla birinci mertebeden mor, turkuaz ve kırmızı renkler için ℓ uzaklıklarını yukarıda anlatıldığı gibi okuyup Tablo 2'ye yazınız.
- $\sin \alpha$ ve kırınım ağı sabiti g_d 'den (deneysel değer) her bir geçişe (renge) karşı gelen dalga boyunu ve daha sonra da Rydberg sabitini hesaplayıp Tablo 2'yi doldurunuz. Rydberg sabiti için ortalama bir değer bulunuz ve bunu teorik değeri ($R_t = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$) ile karşılaştırınız.

Renk (Çizgi)	ℓ (cm)	$\sin \alpha = \frac{\ell}{\sqrt{d^2 + \ell^2}}$	$\lambda_d = g_d \sin \alpha$ (m)	$R_d = \frac{n_{\text{ilk}}^2 n_{\text{son}}^2}{\lambda_d (n_{\text{ilk}}^2 - n_{\text{son}}^2)}$ (m^{-1})
Mor ($H_\gamma : n_{\text{ilk}} = 5 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				
Turkuaz ($H_\beta : n_{\text{ilk}} = 4 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				
Kırmızı ($H_\alpha : n_{\text{ilk}} = 3 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				

Tablo 2 H'nin spektrumundan yararlanarak Rydberg sabitinin belirlenmesi

8. Tablo 2'deki her bir geçişe (renge) karşı gelen dalga boyu değerlerini Tablo 3'e geçiriniz. Her bir geçişte yayınlanan fotonun enerjisini deneysel ΔE_d ve teorik ΔE_t olarak hesaplayıp Tablo 3'ü doldurunuz. Bulduğunuz teorik ve deneysel enerji değerlerini karşılaştırınız.

Renk (Çizgi)	$\lambda_d = g_d \sin \alpha$ (m)	$\Delta E_d = \frac{hc}{\lambda_d}$ (J)	ΔE_d (eV)	$\Delta E_t = 13.6 \left(\frac{1}{n_{\text{son}}^2} - \frac{1}{n_{\text{ilk}}^2} \right)$ (eV)
Mor ($H_\gamma : n_{\text{ilk}} = 5 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				
Turkuaz ($H_\beta : n_{\text{ilk}} = 4 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				
Kırmızı ($H_\alpha : n_{\text{ilk}} = 3 \rightarrow n_{\text{son}} = 2$)				

Tablo 3 H'nin spektrumu için enerji değerlerinin deneysel ve teorik olarak hesaplanması

Sorular

1. Kırınım nedir tanımlayınız?
2. Atom modellerini tarihsel sırasına göre yazınız ve kısaca açıklayınız.
3. Bohr'un postülalarını ayrıntılı olarak yazıp, Bohr teorisinin eksikliklerini tartışınız.
4. Atom ve molekül spektrumu arasındaki fark nedir? Nedenleri ile açıklayınız.
5. Lyman serisinin, ilk λ_{21} ve son $\lambda_{\infty 1}$ dalga boylarını hesaplayıp sonucu tartışınız.