5.111 Ders Özeti #5

Bugün için okuma: Bölüm 1.3 (3. Baskıda 1.6) – Atomik Spektrumlar, Bölüm 1.7, eşitlik 9b'ye kadar (3. Baskıda 1.5, eşitlik 8b'ye kadar) – Dalga Fonksiyonları ve Enerji Düzeyleri, Bölüm 1.8 (3. Baskıda 1.7) – Baş Kuantum Numarası
Ders #6 için okuma: Bölüm 1.9 (3. Baskıda, 1.8) – Atomik Orbitaller.

Ödev: Problem seti #2 (Oturum # 8 e kadar)

Konular **Hidrojen Atomu**

I. Elektronun çekirdeğe bağlanma enerjisi ($\hat{H}\psi = E\psi$)
II. Hidrojen atomu enerji seviyelerinin incelenmesi
- A. Foton emisyonu (yayılması)
- B. Foton absorbsiyonu (soğurması)

III. Hidrojen atomunun dalga fonksiyonları (orbitaller) ($\hat{H}\psi = E\psi$)

HİDROJEN ATOMU

I. ELEKTRONUN ÇEKİRDEĞE BAĞLANMA ENERJİSİ (E_n)

H atomu için Schrödinger eşitliği:

$$\hat{H}\Psi = E \cdot \Psi$$

$$\hat{H}\Psi_n = \underbrace{\frac{-1}{n^2}\,\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}}_{E_n} \cdot \Psi_n$$

H atom orbitali veya dalga fonksiyonu

E_n =elektronun çekirdeğe bağlanma enerjisi

m = _______ = ______________

e = _________________________

ε_0 = geçirgenlik sabiti

h = Planck sabiti

Bu eşitlikteki sabitler birleştirilerek tek sabite indirgenebilir:

$$\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = R_H = \text{Rydberg sabiti} = \_\_\_\_\_\_\_\_$$

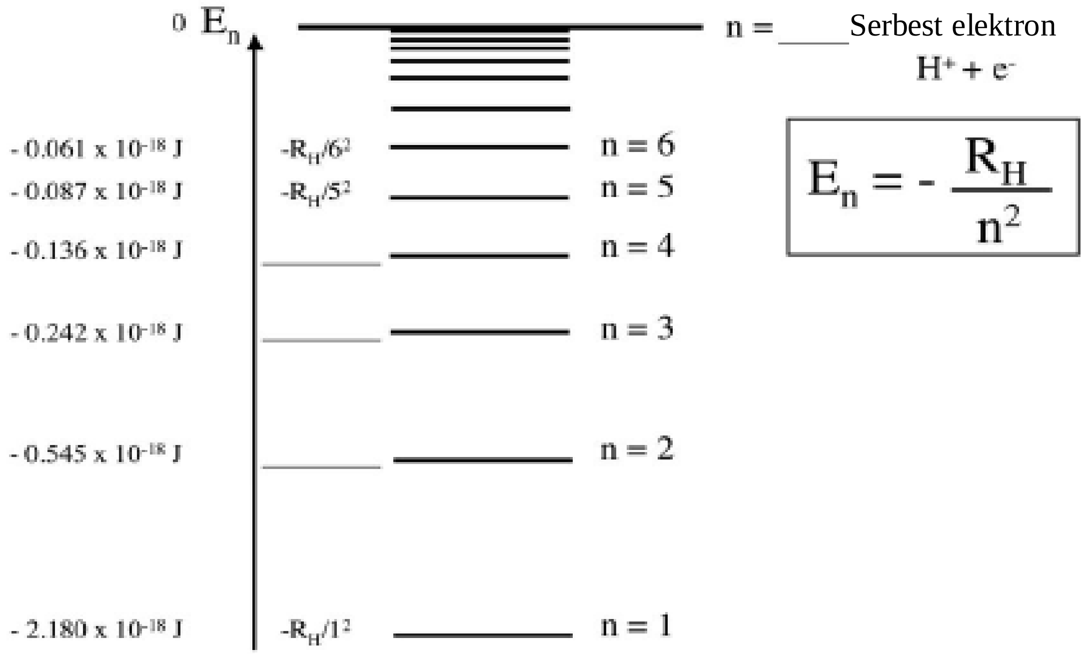
Hidrojen atomu için elektronun çekirdeğe **bağlanma enerjisi**

$$E_n = \frac{1}{n^2}\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = -\frac{R_H}{n^2}$$

burada n = __________________________ (bir tamsayı) = ____________________________

ANA FİKİR Bağlanma enerjileri kuantlıdır(belirlidir)!

Baş kuantum sayısı, n, Schrödinger denkleminin çözümünden gelir.
H atomunun enerji seviyesi diyagramı



NOT: Tüm bağlanma enerjileri negatiftir. Negatif enerji, elektronun çekirdeğe bağlandığı anlamına gelir. **n=∞** da, $\mathbf{E_n}$ = _____. **n=** ∞ da elektron çekirdekten bağımsızdır.

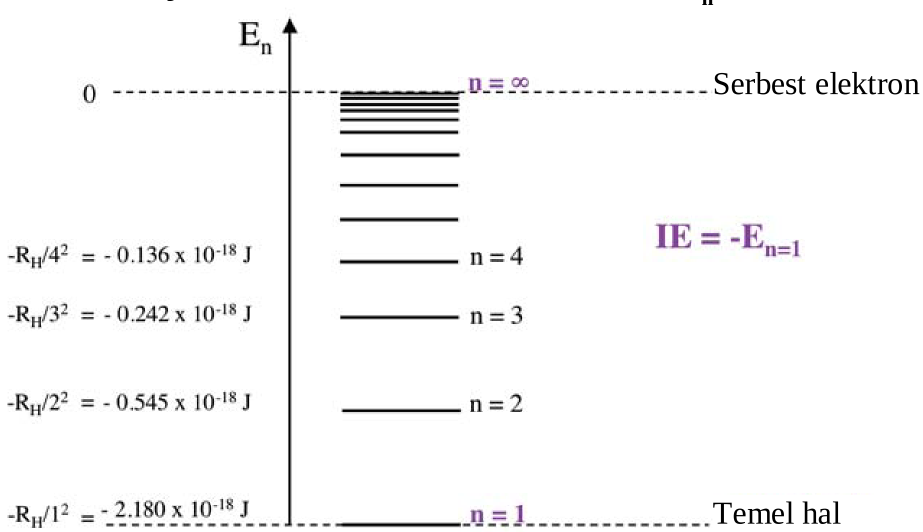
En düşük (en negatif) enerji _________________________ olarak adlandırılır.

. • Temel hal en kararlı konumdur.

. • Temel hal n = 1 konumudur.

E_n Bağlanma enerjisinin fiziksel önemi nedir?

Hidrojen atomunun n. konumundaki $\mathbf{E_n}$ = _________ (iyonlaşma enerjisi).



İyonlaşma enerjisi (İE), gaz fazındaki atom, molekül veya iyonların n. konumundan bir elektron koparmak için gereken minimum enerjidir. (Aksi belirtilmedikçe, temel hal n=1 kabul edilir.)

- Temel halde hidrojen atomu için İE = ______________ J. Bu şu anlama gelir: Temel haldeki hidrojen atomuna bu miktarda enerji verilirse, elektron artık çekirdeğe bağlanmayacaktır.
- Hidrojen atomu için n = 2 (ilk uyarılmış hal) deki İE ______________ J dür.
- Hidrojen atomu için **üçüncü** uyarılmış haldeki (n = __) İE ______________ J dür.

Aşağıdaki eşitlik herhangi tek-elektronlu atomlar (ve iyonlar) için bağlanma enerjisini tanımlar:

$$\boxed{E_n = \rule{2cm}{0.4pt}}$$

burada Z = atom numarası

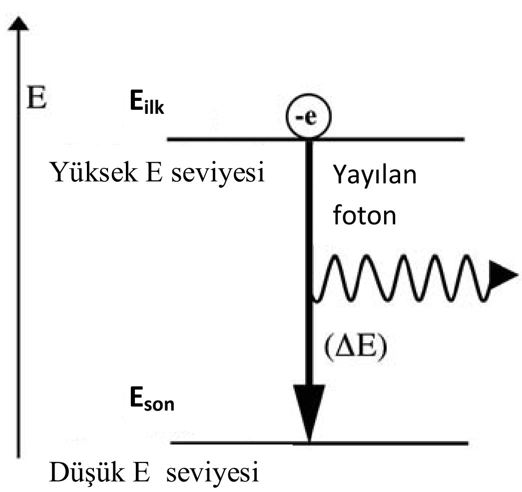
H	≡ tek elektronlu atom	Z = 1 (atom numarası)
He^{+}	≡ tek elektronlu atom	Z = 2
Li^{2+}	≡ tek elektronlu atom	Z = _____
Tb^{64+}	≡ tek elektronlu atom	Z = _____

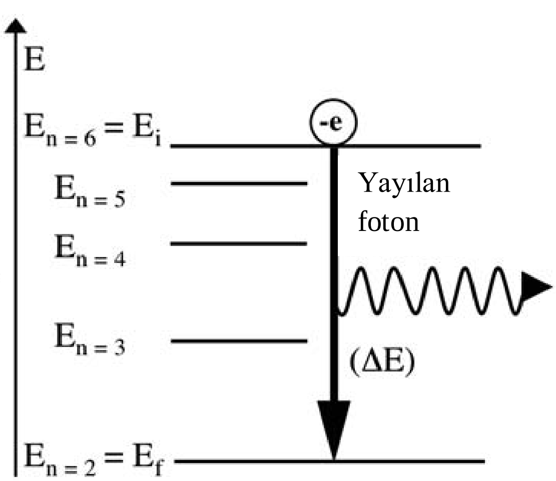
.

II. HİDROJEN ATOMUNUN ENERJİ SEVİYELERİNİN İNCELENMESİ

A. FOTON YAYINLANMASI

Uyarılmış H atomu daha düşük E seviyesine inerken foton yayar. Elektron, yüksek E seviyesinden düşük enerji seviyesine geçerken, iki seviye arasındaki ______________enerji farkına eşit bir foton yayınlar.





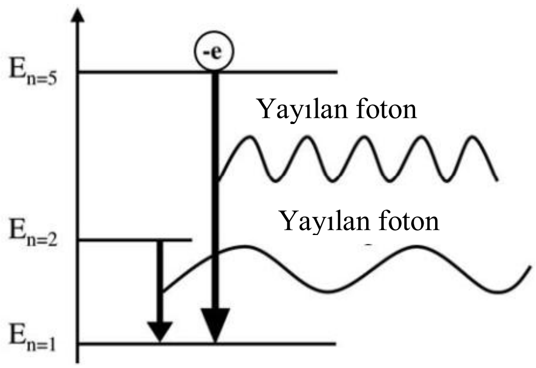
Yayılan fotonun enerjisi hesaplanabilir.

ΔE = ____ – ____ ΔE = _______ – _______

Yayılanan fotonun enerjisini hesaplandığına göre, $\Delta E = h\nu$ eşitliğini kullanarak , frekansı (ν) da hesaplanabilir.

ν = _______ ν = ______________

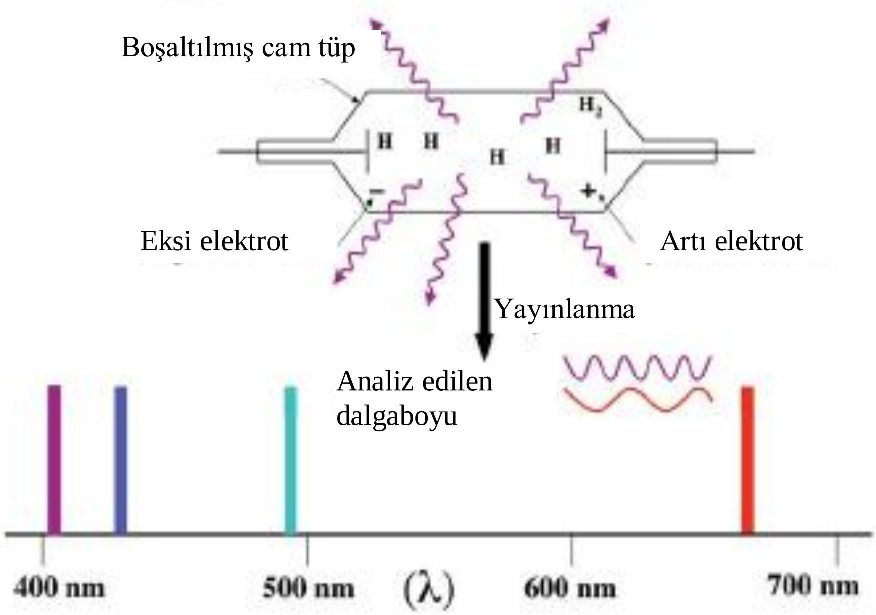
Yayınlanan fotonun E, λ, ve ν değerleri arasındaki ilişkiyi düşünelim:



$n_i = 5 \Rightarrow n_s = 1$ büyük ΔE _______ ________

$n_i = 2 \Rightarrow n_s = 1$ küçük ΔE ______ ________

Sunum: hidrojen atomunun görünür bölge spektrumundaki hatların gözlenmesi.



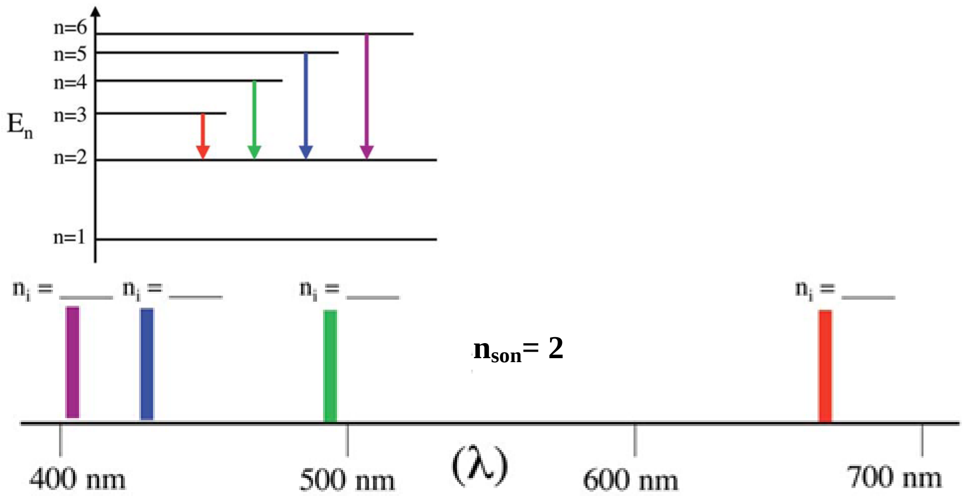
Hidrojen atomunun bu hatlarının ilk kez gözlendiği tarih bize oldukça uzak.

1885 J.J. Balmer H atomlarının görünür bölgede bir seri emisyon hattını gözledi, bu hatların frekanslarını basit bir formülle tanımladı.

$\nu = 3.2910^{15}\ s^{-1}\ [(1/4) - (1/n^2)]$ burada n = 3, 4, 5…

Bu formülün kökeni o zamanlar anlaşılamadı, fakat şimdi biliyoruz:

- Son enerji seviyesinin n = 2 olduğu elektron geçişlerinden kaynaklanmaktadır.
- Frekans değerleri E = hν eşitliği ile kesin olarak hesaplanabilir.



Hidrojen atom spektrumunun görünür bölge hatları için, $E_s = E_{n=2}$.
Bu geçişlerin öngörülen dalga boyu ve frekanslarını hesaplayabiliriz:

$$\nu = \frac{E_i - E_S}{h}$$

ve Schrödinger eşitliğinin çözümünden şunu biliyoruz:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

Öyleyse,

$$\nu = \_\_\left(\_\_\_ - \_\_\_ \right) \qquad \boxed{\nu = \_\_\left(\_\_\_ - \_\_\_ \right)}$$

o zaman $n_s = 2$ için,

$$\nu = \frac{R_H}{h}\left(\frac{1}{\_\_} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$ BALMER SERİSİ

R_H/h= ℜ = 3.29×10^{15} s^{-1}, bu Balmer serisinde gördüğümüz sabitin tam bir çözümüdür.

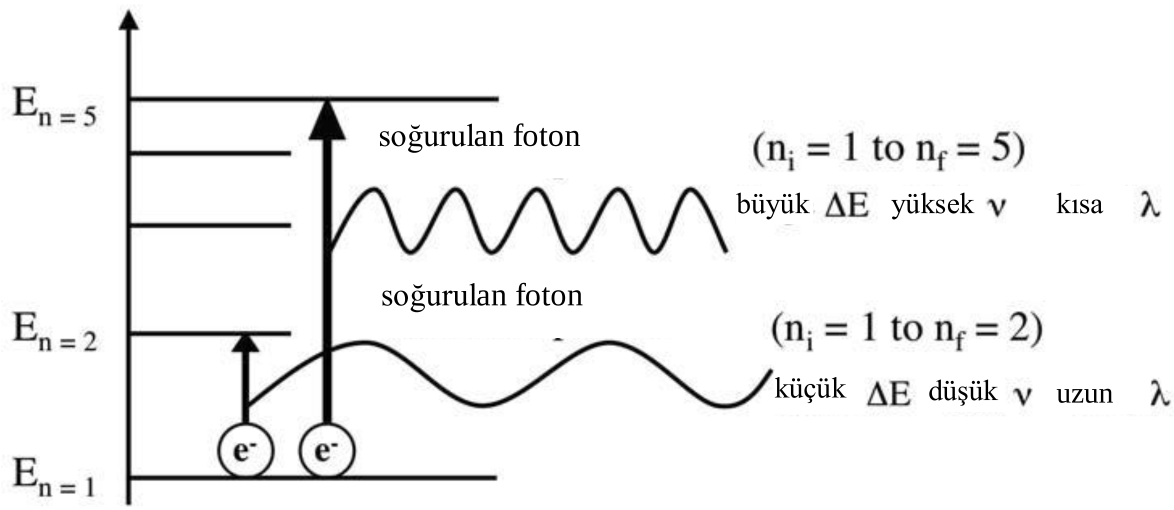
Önce, n_i = 3, 4, 5, 6… için ν hesaplanır, sonra λ = c/ν eşitliği ile λ belirlenir.

Schrödinger eşitliğinden üretilen E_n eşitliği ile hesaplanan λ değeri, gözlenen emisyonun λ veya ν değerine çok yakındır (10^8 de bir kadar).

Daha üst seviyelerden alt seviyelere yapılan tüm geçişler. Bu serilerin isimleri şöyledir:

$n_s = 1$	Lyman serisi	______________________________
$n_s = 2$	**Balmer serisi**	**Görünür bölge**
$n_s = 3$	Paschen serisi	______________________________
$n_s = 4$	Brackett serisi	______________________________

A. FOTON SOĞURMASI



Soğurulan ışığın frekansı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$\boxed{\nu = \frac{R_H}{h}\left(\frac{1}{} - \frac{1}{}\right)} \qquad n_s > n_i \text{ için}$$

Not: Yayınlanan veya soğurulan ışığın enerjisi, frekansı ve dalgaboyu daima **pozitif** bir sayı olmalıdır! Soğurma ve yayınlanma kelimesi enerjinin kaybedildiğini veya kazanıldığını ifade eder.

$n_s > n_i$ ise ____________________. Elektronlar düşük E seviyesinden daha yüksek E seviyesine çıkarken enerji alır, yani enerji soğurur.

$n_i > n_s$ ise ____________________. Elektronlar yüksek E seviyesinden daha düşük E seviyesine inerken enerji verir, yani enerji yayınlar.

Rydberg formülünü kullanarak bir örnek yapalım:

Hidrojen atomunda n =3 den n=2 enerji seviyesine geçiş yapan bir elektron tarafından yayınlanan ışımanın dalgaboyunu hesaplayınız.

$\nu=$ $\nu=$ $=$

$\nu\lambda = c$ eşitliğini kullanarak,

λ = __________ = ____________

λ = _____________________________________ = ____________

Hesapladığımız dalgaboyu, Balmer serisinde kırmızı hatta karşılık gelir. H atomunda bir elektron, n = 3 düzeyinden n = 2 düzeyine inerken, bu dalgaboyuna sahip ışık yayınlanır. Buna karşılık, elektron n= 2 düzeyinden n =3 düzeyine çıkarken, bu dalgaboyuna sahip ışık soğurulur.

III. HİDROJEN ATOMU İÇİN DALGA FONKSİYONLARI (ORBİTALLER)

H Ψ =EΨ çözüldüğünde, çözümler E_n ve $\Psi(r,\theta,\varphi)$ dir.
$\Psi(r,\theta,\varphi) \equiv$ dalga fonksiyonunun durgun hali: zamandan bağımsız

$\Psi(r,\theta,\varphi)$ çözümünde, iki yeni kuantum sayısı ortaya çıkar! Dalga fonksiyonunu 3 boyutlu tanımlamak için toplam 3 kuantum sayısı gerekir.

1. n ≡ baş kuantum sayısı
   n = 1, 2, 3… … ∞
   bağlanma enerjisini belirler.

2. *l* ≡ açısal momentum kuantum sayısı
   l = ______________________________
   l, n ile ilişkilidir.
   en büyük değeri *l* = n – 1
   elektronun açısal momentumunu belirler.

3. m ≡ manyetik kuantum sayısı
   m = _____________________________________
   m, *l* ile ilişkilidir
   en büyük değeri +*l*, en küçük değeri –*l* dir.
   manyetik alanda atomun davranışını belirler.