

MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

Fizik Bölümü

Fizik 8.04

Bahar 2006

SINAV 1

Salı, Mart 14, 2006

11:00-12:30

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SOYADI

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ADI

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Öğrenci No.

Talimat:

1. TÜM ÇABANIZI GÖSTERİN. Tüm cevaplar sınav kitapçığında gösterilmelidir?
2. Bu kapalı bir sınavdır.
3. KİTAPLAR, NOTLAR, BİLGİSAYAR ve CEP TELEFONLARINA İZİN VERİLMEMİŞTİR.
4. Bütün soruları cevaplayınız.
5. Sınav süresi 90 dak.dır. Cevap kağıtları, 12:30'da toplanacaktır.

Soru	En fazla	Not	Not veren
1	30		
2	30		
3	20		
4	20		
TOPLAM	100		

MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

Bahar 2006
Sınav 01

Fizik 8.04

Vuletic
Sayfa 2(6)

A. Fiziksel sabitler ve dönüşüm çarpanları

Nicelik	Simge	Değeri	Birimler
Atomik kütle birimi	amu	931.5 1.661×10^{-27}	MeV/c ² kg
Elektron kütlesi	m _e	0.511 9.109×10^{-31}	MeV/c ² kg
Proton kütlesi	m _p	939 1.673×10^{-27}	MeV/c ² kg
Elementer yük	q	1.602×10^{-19}	C
Planck sabiti	h	6.626×10^{-34} 4.136×10^{-15}	J·s eV·s
	$\hbar = h/2\pi$	1.054×10^{-34} 6.583×10^{-16}	J·s eV·s
Boşlukta ışık hızı	c	2.998×10^8	m/s
Boltzmann sabiti	k _B	1.381×10^{-23}	J/K
Boşluğun geçirgenliği	ϵ_0	8.854×10^{-12}	C ² N ⁻¹ m ⁻²
Avagadro sayısı	N _A	6.022×10^{23}	mol ⁻¹
Rydberg sabiti	R _∞	3.158×10^{15}	Hz

$$\begin{aligned}1\text{eV} &= 1.602 \times 10^{-19} \text{ J} \\1 \text{ \AA} &= 10^{-10} \text{ m} \\hc &= 12400 \text{ eV \AA} \\ \hbar c &= 1973 \text{ eV \AA}\end{aligned}$$

B. Seçilmiş formüller

Rutherford saçınımının diferansiyel kesiti:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{(Z'Z)^2 q^4}{256\pi^2 \epsilon_0^2 E^2} \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

Compton kayması

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

Bohr'un hidrojenimsi atom modelinde izinli yörüngelerin yarıçapı:

$$r_n = \frac{n^2}{Z} a_0,$$

olup burada $a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{q^2 m} = 0,529 \text{ \AA}$ ise Bohr yarıçapıdır.

Hidrojenin taban-durum enerjisi:

$$E_1 = -13,6 \text{ eV}$$

θ açısında, $d\theta$ ince halka genişliğinin katı açısı:

$$d\Omega = 2\pi \sin \theta d\theta$$

Fourier dönüşümü: $\phi(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(x) e^{-ikx} dx$, $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \phi(k) e^{-ikx} dx$

1. Kısa problemler (30 puan)

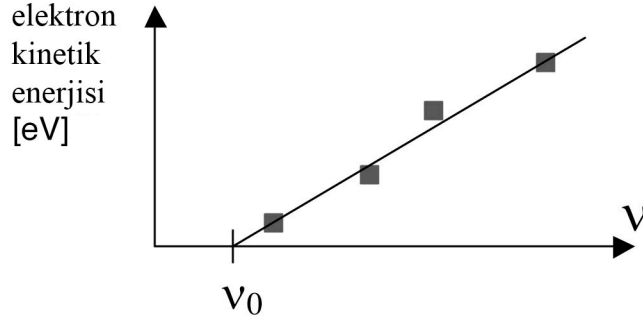
Sayısal yanıtları virgülden sonra iki basamak yürütünüz.

a) **Rutherford Saçınımı** (10 puan)

- (i) (5 puan) Rutherford saçınma deneyinde, bir α -parçacıkları demeti ince bir altın tabakaya çarpılmaktadır. $\theta = 3\pi/4$ de ince bir kalınlıktaki $d\theta$ halkadan $\theta = \pi/4$ deki ince bir kalınlıktaki $d\theta$ halkasına doğru saçınan parçacıkların oranını bulunuz.
- (ii) (5 puan) Bir veya iki cümle ile bir diferansiyel kesit alanının neyi temsil ettiğini açıklayınız.

b) **Fotoelektrik etki** (12 puan)

Bir bakır metal levha için fotoelektrik etkinin ölçümü aşağıdaki sonucu ortaya çıkarır.



En iyi doğrusal uydurma, $4,31 \times 10^{-15}$ eV/Hz'lik eğim ve $\nu_0 = 1,12 \times 10^{15}$ Hz kesme frekansını verir.

- i) (6 puan) $\nu < \nu_0$ için hiçbir fotoelektronların gözlemlenmediğini açıklayınız.
- ii) (6 puan) Bu ölçümden, Planck sabitini ve bakırın iş fonksiyonunu tayin ediniz (her ikisi de SI biriminde).

c) **Protonlarla Compton Etkisi?** (8 puan)

Bir elektron yerine bir protonun hedef olarak kullanarak eşdeğer Compton etkisinin gözlemlenip gözlemlenemeyeceğini belirlemek istiyoruz. Başlangıçta duran bir protondan saçınan bir $\lambda = 1 \text{ \AA}$ dalga boylu gelen fotonunun maksimum kesirsel frekans kaymasını hesaplayınız. Hedef bir elektrona ait sonuçla birlikte fiziksel bir tartışmayı kullanabilirsiniz.

MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

Bahar 2006
Sınav 01

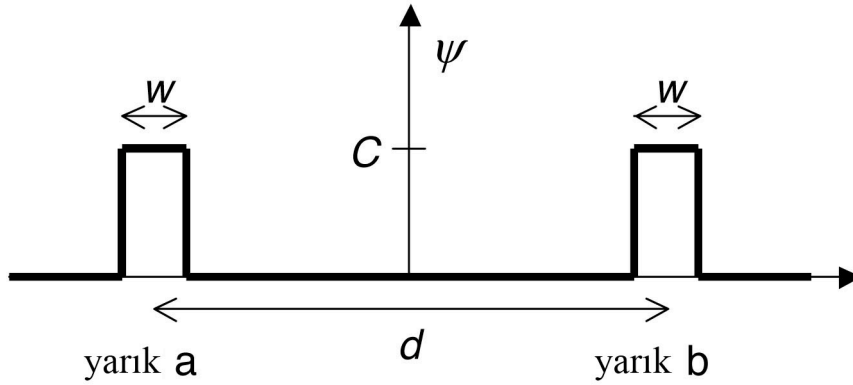
Fizik 8.04

Vuletic
Sayfa 4(6)

2. Çift Yarık (30 puan)

Yarık aralığı d ve yarık genişliği $w < d$ (w, d her ikisi de pozitif nicelikler) olmak üzere, yarıkların düzeliminde, bir çift- yarık deneyindeki bir parçacığın dalga fonksiyonu şöyle bitimlenmiştir

$$\psi(x) = \begin{cases} C & -\frac{d}{2} - \frac{w}{2} \leq x \leq -\frac{d}{2} + \frac{w}{2} \text{ (yarık a)} \\ C & \frac{d}{2} - \frac{w}{2} \leq x \leq \frac{d}{2} + \frac{w}{2} \text{ (yarık b)} \\ 0 & \text{başka durumda} \end{cases}$$



- (5puan) Normalleştirme sabiti C ' yi bulunuz
- (5puan) $w \ll d$ limitinde $\langle x \rangle$ ve $\langle x^2 \rangle$ 'yi bulunuz, yani nihai sonuçta, w/d 'den daha yüksek ve w/d mertebesindeki terimleri ihmal ediniz
- (10puan) parçacık momentumu $p \in [p, p+dp]$ 'yi ölçecek olan olasılık yoğunluğunu hesaplayınız. $w \ll d$ kabul etmeyiniz.
- (10puan) uzakda bulunan bir ekranda girişin deseninin nasıl değişeceğini, şayet dalga fonksiyonu

$$\psi(x) = \begin{cases} C & \text{for } -\frac{d}{2} - \frac{w}{2} \leq x \leq -\frac{d}{2} + \frac{w}{2} \text{ (yarık a)} \\ C e^{i\varphi} & \text{for } \frac{d}{2} - \frac{w}{2} \leq x \leq \frac{d}{2} + \frac{w}{2} \text{ (yarık b)} \\ 0 & \text{başka durumda} \end{cases}$$

belli sabit (gerçel) faz φ ile değişirse, nitelikli olarak açıklayınız. Çift yarık için hiçbir hesap veyahut en fazla basit bir hesaplama, derste gösterildiği gibi, gerekebilir. $d \gg w$, λ_{dB} iken, parçacığın deBroglie dalgaboyuna kıyasla, w nin küçük olduğunu kabul edebilirsiniz.

3. **Saçınma ve Heisenberg belirsizliği** (20puan)

Rutherford saçınmasında, atomun yapısı α -parçacığı saçınmasıyla araştırılmış ve çekirdeğin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Benzer şekilde çekirdeğin kendi yapısı da araştırılabilir, örneğin, elektron saçınımı ile.

- (10puan) Bir hedef protondan saçınan elektronu kabul ederek, $R=10^{-15}$ m den daha düşük bir mesafeyi çözünürlemek zorundasınız,elektron momentumunda bir şartı birleyip,bunu bir veya iki cümle ile doğrulayınız. Bunun bir rölativistik mi yoksa rölativistik olmayan bir duruma karşı geldiği hakkında karar veriniz.
- (5puan) Elektron saçınımında, protonon yapısını çözünürleyecek gerekli elektron enerjisini hesaplayınız. Hedef protonun durgun olduğunu kabul ediniz.
- (5puan) Proton –proton saçınmasında ($m_p=1800 m_e$) aynı mesafe ölçeğini çözündürmek için ne kadar parçacık enerjisine aşağı yukarı az veya çok sahip olurdunuz? Buna dayanarak, bir elektron-proton mu yoksa bir proton-proton çarpıştırıcısı mı inşa ederdiniz?

4. **Heisenberg belirsizlik ilkesinin öngörü gücü**(20 puan)

Heisenberg belirsizliği ekseriya ölçümlere bir kısıtlama olarak görünür, ancak enerji minimumlaştırılması ile birlikte kullanıldığında, kuantum mekaniksel büyüklüğünü öngörmekte önemli güce sahiptir.

Bir harmonik potansiyel

$$V(x) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

de m kütleli bir parçacığımız olsun.

- (8 puan) $x=0$ civarında çok dar bir bölgede yerleşik bir parçacığın, büyük bir toplam enerjiye niçin sahip olabildiğini bir veya iki cümleyle tartışınız.
- (12 puan) Parçacığın konum dağılımı Δx ve momentum dağılımı Δp arasındaki bağıntıyı Heisenberg belirsizliğine tabi tutarak, toplam enerjiyi minimumlaştırmak suretiyle, harmonik salınıcıdaki taban durumunun Δx büyüklüğünü hesaplayınız.