

## A. Fiziksel sabitler ve dönüşüm çarpanları

Nicelik	Simge	Değeri	Birimler
Atomik kütle birimi	amu	931.5 $1.661 \times 10^{-27}$	MeV/c <sup>2</sup> kg
Elektron kütlesi	m <sub>e</sub>	0.511 $9.109 \times 10^{-31}$	MeV/c <sup>2</sup> kg
Proton kütlesi	m <sub>p</sub>	939 $1.673 \times 10^{-27}$	MeV/c <sup>2</sup> kg
Elementer yük	q	$1.602 \times 10^{-19}$	C
Planck sabiti	h	$6.626 \times 10^{-34}$	J·s
		$4.136 \times 10^{-15}$	eV·s
Boşlukta ışık hızı	c	$1.054 \times 10^{-34}$	J·s
		$6.583 \times 10^{-16}$	eV·s
Boşlukta ışık hızı	c	$2.998 \times 10^8$	m/s
Boltzmann sabiti	k <sub>B</sub>	$1.381 \times 10^{-23}$	J/K
Boşluğun geçirgenliği	ε <sub>0</sub>	$8.854 \times 10^{-12}$	C <sup>2</sup> N <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>
Avagadro sayısı	N <sub>A</sub>	$6.022 \times 10^{23}$	mol <sup>-1</sup>
Rydberg sabiti	R <sub>∞</sub>	$3.158 \times 10^{15}$	Hz

$$1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$hc = 12400 \text{ eV \AA}$$

$$\hbar c = 1973 \text{ eV \AA}$$

## B. Seçilmiş bağıntılar

Rutherford saçınımının diferansiyel kesiti:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{(Z'Z)^2 q^4}{256\pi^2 \varepsilon_0^2 E^2} \frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$$

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  $a_0 = \frac{4\pi\varepsilon_0 \hbar^2}{q^2 m} = 0,529 \text{ \AA}$  ise Bohr yarıçapıdır.

Hidrojenin taban-durum enerjisi:

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

θ açısında, dθ ince halka genişliğinin katı açısı:

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

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

# MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

Bahar 2006  
Pratik Sınav 01

Fizik 8.04

Vuletic  
Sayfa 2(5)

## Kısa problemler (30puan)

Sayısal yanıtları virgülden sonra iki basamak yürütünüz.

### 1.a) Rutherford deneyi (10 puan)

i) (5 puan) İki cümlede lütfen cevaplayınız: Rutherford deneyindeki önemli özellik nedir ve atomun yapısı hakkında buradan ne çıkarılabilir?

ii) (5 puan) Gümüş ( $Z=47$ ) ten saçınmada Rutherford saçınma bağıntısının bozunduğu gelen enerjiyi( sayısal değerini T veya MeV olarak ) öngörünüz.

### b) Compton saçınması (10 puan)

Başlangıçta durmakta olan bir elektron tarafında bir fotonun saçındırıldığını kabul ediniz. En büyük Compton kaymasına hangi foto saçındırma açısı karşı gelir ve niçin ? Hangi minimum foton enerjisinde, foton enerjisinin yarısı elektrona aktarılabilir ?

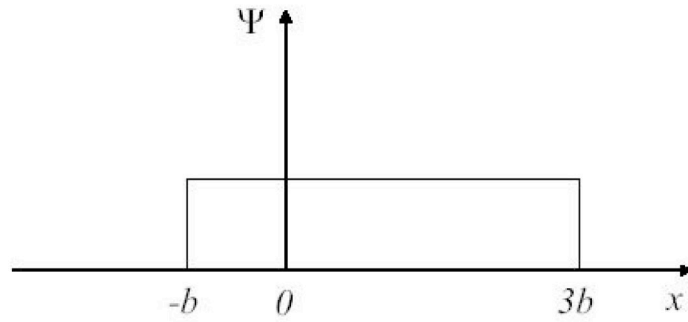
### c) x-ışınları (10 puan)

$1\text{Å}$  dalga boyu x-ışınları üretmek için ne kadar büyüklükte ivmelendirici bir elektron gerilimi gereklidir? Elektronların üzerine düştüğü metalin iç fonksiyonu  $5\text{eV}$  ise, dalga boyundaki kesri düzeltme hangi büyüklüktedir?

2. **Kare dalga fonksiyonu**(30puan)

Serbest bir parçacığın durumu aşağıdaki dalga fonksiyonu ile belirlenmiştir:

$$\psi(x) = \begin{cases} 0 & x < -b & \text{için} \\ A & -b \leq x \leq 3b & \text{için} \\ 0 & x > 3b & \text{için} \end{cases}$$



- (5 puan) A'yı normalleştirme şartını kullanarak bulunuz (A'nın gerçel olmasıyla faz anlaşmasını seçebilirsiniz)
- (5 puan)  $[0, b]$  aralığında parçacığı bulma olasılığı nedir ?
- (10 puan) Bu durum için  $\langle x \rangle$  ve  $\langle x^2 \rangle$ 'yi hesaplayınız.
- (10 puan) Momentum olasılık yoğunluğunu hesaplayınız.

3. Heisenberg belirsizliği (25 puan)

a) İlk nötron modeli (10 puan)

Nötron, kütlesi yaklaşık olarak protonunkine eşit olan elektriksel olarak yüksüz bir parçacıktır. İlk nötron modelinde, o öyle bir nesne olarak ele alınmıştır ki burada elektron protonun içine sıkıştırılmıştır. Protonun yarı çapının  $R = 10^{-15}$  m kabul ederek, Heisenberg belirsizliğinden dolayı elektronun kinetik enerjisini öngörünüz, ve bunu nötronun durgun kütlesiyle kıyaslayınız.

b) Elektron demetinin enerji dağılımı (15 puan)

$t = 1$  ns için açılan bir kapayıcı üzerine, enerjisi  $E = 1$  keV olan bir monokromatik (tek dalga boylu) elektron demeti düşmektedir. Kapayıcıdan sonra elektron hızı  $v$ 'nin,  $\Delta v/v$  kesri enerji dağılımı nedir? (ilk önce rölativistik mi yoksa rölativistik olmayan bir hesaplama yapın.)

4. Çift yarık deneyi (15 puan)

Elektronlar, bir çift yarığa düşmekte ve konumsal aralığı  $s$  periyotlu uzaktaki bir ekranda bir girişim deseni teşkil etmektedir. Yarıklar, elektronların deBroglie dalga boyundan çok

daha küçük olan eşit aralıklara sahiptir. Girişim deseninin tezatı  $C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$  olup,

burada  $I_{\max}$ ,  $I_{\min}$  ekrandaki minimum ve maksimum şiddetlerdir.

- (5 puan) Dalga fonksiyonunun fazını, her bir yarıқта genliğini değiştirmeksizin bir değiştirme yoluna sahip olduğumuzu kabul ediniz. Dalga fonksiyonunun fazını yarık 1'de  $\phi_1$  kadar, ve fazını yarık 2'de  $\phi_2$  kadar değiştirirsek, ekrandaki elektron girişim desenine ne olur? (konum ve tezat.) Yanıtınızı bir bağıntı veya cümle ile açıklayınız
- (5 puan) Şimdide dalga fonksiyonlarının fazlarını yarıklarda değiştirmeyip, ancak yarık 1'i, yarık 2'nin yarısı değerine indirdiğimizi kabul ediniz. Ekrandaki girişim desenine ne olur? (konum ve tezat.) Yanıtınızı bir bağıntı veya bir cümle ile açıklayınız.
- (5 puan) Çift yarığa düşen elektronlar yerine aynı enerjili müonları kullanırsak, girişim desenine ne olur? Eğer girişim deseni değişirse, bu değişikliği niteliksel olarak belirleyiniz. Müonun kütlesi elektronunkinden 207 kez daha fazladır, ancak yükü aynıdır. Hem elektronlar hemde müonların rölativistik olmadıkları kabul edilmiştir.