

MODERN FİZİK PROBLEMLERİ

(Özel Görelilik, Atom ve Molekül Fiziği, Nükleer Fizik, Katılal fiziği)

ÖZEL GÖRELİLİK-1

Formüller: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$, $L=L_0/\gamma$, $T=T_0\gamma$, $P=\gamma m_0 v$, $E_0=m_0 c^2$, $E_T=\gamma m_0 c^2$, $E_k=m_0 c^2(\gamma-1)$, $E^2-p^2 c^2=m_0^2 c^4$

1)Özel göreliliğin postülalarını (varsayımlarını) kısaca yazınız. Cevap: 1-Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır, 2-Işığın hızı referans sisteminden bağımsızdır ve boşlukta $c=3.10^8$ m/s büyüklüğünde sabittir.

2)Işık hızının ilk ölçümünü yapan Michelson-Morley deney düzeneğini kabaca çizerek, bu deneyden elde edilen sonuçların bilim tarihindeki önemini belirtiniz. Cevap: Deneyde; ışık kaynağı, bir yarı geçirgen, iki tam yansıtıcı ayna ve bir alıcı kullanılmıştır. Deney sonucunda ışık hızının değeri ölçüldü, dünya çevresinde esir denilen maddenin olmadığı ve ışık hızının referans sistemine bağılı olmadığı kanıtlandı.

3)Işık hızına yakın hızla hareket eden cisimler durgun haldekine göre hangi fiziksel nicelikleri değişir? Nasıl? Cevap: Uzunluk büzülür, zaman genleşir, görelil kütle büyür.

4)Durgun halde iken boyu 30 m olan bir uzay gemisi, yeryüzünde duran bir gözlemciye göre $v=0,6 c$ hızıyla hareket etmektedir. Bu gözlemci uzay gemisini kaç metre uzunlukta görür? Cevap: 24

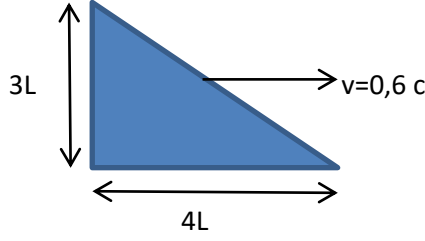
5)Durgun haldeki boyu L_0 olan bir çubuk, ışık hızına yakın bir v hızıyla hareket ediyor. Duran bir gözlemciye;

a) Çubuğun boyu $L_0/2$ olarak görünüyorsa, çubuğun maksimum hızı kaç c dir? Cevap: $\frac{\sqrt{3}}{2}$

b)Çubuğun boyu L_0 olarak görünüyorsa, çubuk nasıl hareket etmektedir ve hızı ne olabilir? Cevap: Çubuk hareket doğrultusuna diktir. $0 < v < c$

c)Çubuğun bulunduğu doğrultu ile hareket doğrultusu arasında 37^0 açı varsa, $v=0,8 c$ için çubuk hangi boyda görünür? Cevap: $\frac{3\sqrt{41}}{25} L_0$

6)



Durgun halde iken dik kenarlarının uzunlukları 3L ve 4L olan bir üçgen levha şeklindeki gibi $v=0,6 c$ hızıyla hareket ederse, duran gözlemciye göre alanı kaç L^2 olur? Cevap: 4,8

7) Bir çubuğun boyunu %25 kısa görmek için çubuğu bulunduğu doğrultuya paralel olarak, hangi hızla hareket ettirmek gerekir? Cevap: $v = \frac{\sqrt{15}}{4} c$

8) İki özdeş saatten birisi dünyada bırakılır, diğeri $v=0,8 c$ sabit hızla dünyadan uzaklaştırılarak uzaya götürülüyor. Hareketten 1 saat sonra dünyadaki gözlemci saatine baktığında, saati 12:00:00 olarak görüyor.

a) Uzay gemisindeki gözlemci saatine bakarsa ne görür? (ivmelenmeyi yok sayın) Cevap: 12:00:00

b) Dünyadaki gözlemci uzaydakinin saatine bakarsa ne görür? Cevap: 11:36:00

c) Uzaydaki gözlemci dünyadakinin saatine bakarsa ne görür? Cevap: 11:36:00

d) Bunların hangisi doğru? Gerçek zaman ne? Cevap: ikisi de doğru-paradoks.

9) 20 yaşındaki ikizlerden biri dünyada kalıyor, diğeri $0,8 c$ sabit hızla uzaya gidip durmadan geri dönüyor. Yolculuk sonunda dünyadaki ikiz 40 yaşında olduğuna göre, uzaydan dönen ikiz kaç yaşındadır? Cevap: 32

10) Bir parçacığın toplam enerjisi durgun kütle enerjisinin 2 katı ise;

a) Parçacığın hızı ışık hızının kaç katıdır? Cevap: $\frac{\sqrt{3}}{2}$

b) Parçacığın kinetik enerjisi durgun kütle enerjisinin kaç katıdır? Cevap: 1

11) Hızı 0,5 c olan bir protonun klasik momentumunun görelî momentumuna oranı P_k/P_g nedir?

Cevap: $\frac{\sqrt{3}}{2}$

12) Görelî bir parçacığın kinetik enerjisi durgun kütle enerjisinin 3 katı ise, parçacığın hızı ışık hızının kaç katıdır? Cevap: $\frac{\sqrt{15}}{4}$

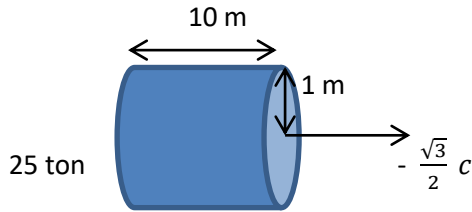
ÖZEL GÖRELİLİK-2

Formüller: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$, $L=L_0/\gamma$, $T=T_0\gamma$, $P=\gamma m_0 v$, $E_0=m_0 c^2$, $E_T=\gamma m_0 c^2$, $E_k=m_0 c^2(\gamma-1)$, $E^2-p^2 c^2=m_0^2 c^4$

, $x'=\gamma(x-vt)$, $y'=y$, $z'=z$, $t'=\gamma(1-xv/c^2)$, $V'_x = \frac{v_x-v}{1-(v_x v/c^2)}$, $V'_y = \frac{v_y}{\gamma[1-(v_x v/c^2)]}$, $V'_z = \frac{v_z}{\gamma[1-(v_x v/c^2)]}$,

$f_g = f_k \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$, $\beta=v/c$

1)



Durgun halde boyu 10 m, yarıçapı 1 m ve kütlesi 25 ton olan bir uzay gemisinin $-\frac{\sqrt{3}}{2} c$ hızıyla dünyaya yaklaştığını varsayın.

a) Dünyadaki bir gözlemci bu uzay gemisinin hacmini kaç m^3 olarak görür (ölçer)? Cevap: 15,7

b) Uzay gemisinin öz kütlesini kaç kg/m^3 olarak ölçer? Cevap: 318,47

2) 30 yaşındaki ikizlerden birisi dünyada kalıyor, diğeri 3 ışık yılı uzaktaki bir yıldızda, $3c/5$ 'lik sabit hızla hareket eden bir uzay gemisiyle gidiyor ve hiç durmadan dünyaya geri dönüyor. Yolculuk sona erdiğinde her iki kardeşin yaşları ne olur? Cevap: $t_d=40$ yıl, $t_u=38$ yıl

3)Yeryüzündeki bir laboratuvarında 0,9 c hızıyla hareket eden μ mezonlarının yarı ömrü $4 \cdot 10^{-6}$ s olarak ölçülüyor.

a) Bu mezonların durgun olduğu bir gözlem çerçevesinde yarı ömürleri kaç saniye dir? Cevap: $1,74 \cdot 10^{-6}$

b)Bu mezonlar yer yüzeyinden 20 km yüksekte atmosferin dış tabakasında 10^{25} tene meydana gelirse, yer yüzeyindeki laboratuvara kaç tanesi bozulmadan ulaşır? Cevap: $2 \cdot 10^{19}$

4)Bir X bakterisi her 15 günde sayıca iki kat çoğalmaktadır. Bu bakterilerden iki tanesi 0,8 c sabit hızla hareket eden bir uzay gemisine sızıp, gemiyle birlikte dünyadan, 300 dünya günü uzağa gidiyor. Gemi hiç durmadan, aynı hız büyüklüğüyle dünyaya geri döndüğüne göre, gemide kaç bakteri vardır? Cevap: 2^{25}

5)İki uzay gemisi yer yüzeyindeki bir gözlemciye göre birbirine doğru 0,6 c hız büyüklükleriyle hareket etmektedir. Uzay gemilerinden birindeki gözlemci karşısındakini hangi hız büyüklüğüyle kendisine doğru geliyormuş görür? Cevap: 0,88 c

6)Durgun kütlesi m_0 olan bir görelî parçacığın toplam enerjisi E dir. Bu parçacığın momentumu E, m ve c türünden nedir? Cevap: $p = \sqrt{\left(\frac{E}{c}\right)^2 - (mc)^2}$

7)Lorentz koordinat dönüşümleri $x' = \gamma(x - vt)$, $y'=y$, $z'=z$, $t' = \gamma\left(t - \frac{xv}{c^2}\right)$ şeklindedir. Bu denklemlerden yararlanarak hız dönüşüm formüllerini çıkarınız. Cevap: $u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \left(\frac{v}{c^2}\right)u_x}$, $u'_y = \frac{u_y/\gamma}{1 - \left(\frac{v}{c^2}\right)u_x}$, $u'_z = \frac{u_z/\gamma}{1 - \left(\frac{v}{c^2}\right)u_x}$

8)Yer yüzeyinde duran bir gözlemci yağmurlu bir havada bulutlarda çakan şimşegin hız koordinatlarından şimşegin hızını $\sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = c$ olarak ölçüyor. Aynı şimşegin hızını v sabit hızla hareket eden bir jet uçağındaki gözlemci $\sqrt{v_x'^2 + v_y'^2 + v_z'^2} = v'$ olarak ölçüyor. Bu gözlemcinin ölçtüğü hız v' nedir? Sonucu yorumlayınız. Cevap: c , ışık hızı gözlemcinin hızından bağımsızdır.

9)İş enerjisi ilkesini kullanarak, görelî kinetik enerjinin formülünü çıkarınız. Cevap: $E_k = mc^2(\gamma - 1)$

10) Bir sodyum elementin atomlarında belirli bir geçiş sonucu $5 \cdot 10^{14}$ Hz frekansında ışımaya oluşuyor. Uzak bir galakside meydana gelen bu geçişte yayılan ışık dünyaya $4 \cdot 10^{14}$ Hz frekansında ulaşıyor.

a) Bu olaya fizikte ne ad verilir? Cevap: Doppler-kırmızıya kayma.

b) Bu galaksinin dünyadan uzaklaşma hızı ışık hızının kaç katıdır? Cevap: $v_s = -\frac{9}{41}c$

11) Bir parçacığın toplam görelî enerjisi, onun görelî kinetik enerjisinin 2 katıdır.

a) Parçacığın hızı kaç c dir? Cevap: $\frac{\sqrt{3}}{2}$

b) Bu parçacığın hızı yarıya indirilirse, toplam enerjisi kinetik enerjisinin kaç katı olur? Cevap:

$$\frac{E_T}{E_K} = \frac{4}{4 - \sqrt{13}}$$

12) Durgun kütlesi m_0 ve yükü $+q$ olan bir parçacık düzgün bir $\vec{E} = E_0 \hat{x}$ elektrik alanına $+x$ yönünde v_0 hızıyla giriyor.

a) Parçacığın hareket denklemini yazınız. (kütle çekim etkisi yok) Cevap: $m \frac{d}{dt} \left(\frac{v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \right) = qE_0$

b) Bu parçacık aynı hızla düzgün bir $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ manyetik alanına $+x$ yönünde girerse, çizeceği yörüngenin yarıçapı ne olur? Cevap: $r = \frac{\gamma m v}{qB}$

13) Durgun kütlesi m olan bir parçacığa bir hızlandırıcıda sabit bir F net kuvveti etki ediyor. Bu parçacığın her hangi bir andaki:

a) Hızını m , F , c ve t türünden bulunuz. ($v(0)=0$) Cevap: $v = \sqrt{\frac{(Ft/m)^2}{1 + (Ft/mc)^2}}$

b) İvmesini m , F , c ve t türünden bulunuz. ($v(0)=0$) Cevap: $a = \frac{\left(\frac{F}{m}\right)^2 t}{\left(1 + \left(\frac{Ft}{mc}\right)^2\right)^{5/2}}$

14)



Durgun kütleleri M_0 olan iki parçacık, bir birine yaklaşarak $0,8 c$ ve $-0,6 c$ hızlarla merkezi çarpışma yapıyorlar. Çarpışma sonucu parçacıklar birbirine yapıştığına göre, parçacıkların ortak hızı kaç c olur? (Çarpışmadaki iç etkileşimleri yok sayınız) Cevap: $7/25$

ATOM VE MOLEKÜL FİZİĞİ-1

(Kara cisim ışıması, fotoelektrik olay, Compton saçılması, Bohr atom modeli, Kuantum mekaniği)

Formüller: $E=hc/\lambda=hf$, $E=nhf$, $E=p.c$, $E_f=E_b+E_{kmax}\pm eV$, $E_{kmax}=eV_k$, $E=\sigma T^4$, $\lambda=h/mv$, $\lambda'-\lambda=\lambda_c(1-\cos\theta)$, $\lambda_c=h/mc$, $L=mvr \rightarrow L_n=n\hbar/2\pi$, $E_n=-13,6.Z^2/n^2$ (eV), $r_n=0,53.n^2/Z$ (A^0), $v_n=v_1Z/n$,
 $\frac{1}{\lambda} = Z^2 R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$, $\Delta x.\Delta p > \hbar/2$, $\Delta E.\Delta t > \hbar/2$, $L_l = \sqrt{l(l+1)}\hbar$

1)Fiziğin tarihsel gelişim süreci içerisinde, ışığın yapısıyla ilgili iki görüş ortaya atılmıştır: parçacık ve dalga yapısı.

a)İşğin sadece dalga yapısına sahip olduğunu destekleyen üç tane fiziksel olayı yazınız. Cevap: Kırınım olayı, girişim olayı, renklere ayrışması olayı.

b)İşğin sadece parçacıklı yapıya sahip olduğunu destekleyen üç fiziksel olayı yazınız. Cevap: Kara cisim ışıması, compton olayı, fotoelektrik olay.

c)İşğin hem dalga hem de parçacık yapısına (ikili karaktere) sahip olduğunu destekleyen fizik felsefesini yazınız. Cevap: Kuantum

2)Üzerine düşen ışığı tamamen soğuran ideal cisimlere kara cisimler denir. Bir kara cisim sıcaklığından dolayı dışarıya ışıma yapar.

a)Kara cisimden yayılan ışınların şiddetinin pik değerlerine karşılık gelen dalga boyları ile kara cismin sıcaklığı arasındaki ilişki nasıldır? Cevap: Sıcaklık arttıkça şiddet artar dalga boyu azalır (mora doğru kayar)

b)İşıma şiddetinin pik değerlerine karşılık gelen dalga boyu ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen yasayı yazınız. Cevap: Wien yer değiştirme yasası ($\lambda_{max}T=2,898.10^{-3}$ mK)

3)Güneşin yüzeyinden gelen ışınların maksimum dalga boyu 500 nm olarak ölçülüyor. Bu durumda Güneş yüzeyinin sıcaklığı yaklaşık kaç K dir? Cevap: 5796

4)Sağlıklı bir insanın yaydığı elektromanyetik dalgaların maksimum dalga boyu yaklaşık kaç A^0 dir? Bu ışınlar elektromanyetik spektrumun hangi bölgesine düşer? Cevap: 9360, kızılötesi

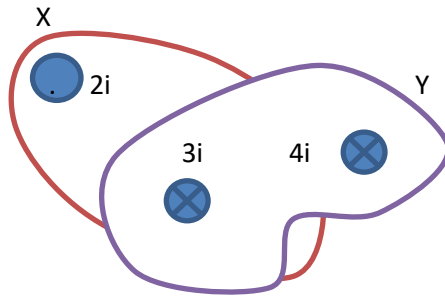
5)a)Elektromanyetik spektrumu oluşturan dalgaları, dalga boyu büyükten küçüğe doğru sınıflandırınız. Cevap: Radyo dalgaları, mikro dalgalar, kızıl ötesi ışınlar, görünür ışınlar, mor ötesi ışınlar, x-ışınları, gama ışınları.

b)Elektromanyetik dalgaların genel özelliklerini yazınız. Cevap:

c)Radyo dalgalarını sınıflandırınız. FM dalgalarının yaklaşık frekans aralığını belirtiniz. Cevap: Uzun dalga, orta dalga, kısa dalga. 88-108 MHz.

d)Frekansı 200 MHz olan karasal yayın VHF 3 TV-bandındaki elektromanyetik dalganın dalga boyu kaç m dir? Cevap: 150

6)



Şekilde sayfa düzleminden dışarıya doğru 2i, içeriye doğru 3i ve 4i akımları geçmektedir.

a)X halkası içindeki manyetik dolanımın büyüklüğünü bulunuz. Cevap: $D_x=4\pi Ki$

b)Y halkası içindeki manyetik dolanımın büyüklüğünü bulunuz. Cevap: $D_y=28\pi Ki$

7)Bir elektron tabancası V potansiyel farkı altında elektronlar üretiyor. Üretilen elektronlar hızla yoğun bir metale çarptırılarak ortalama d kadar mesafede durduruluyorlar. Elektronların metal içinde yavaşlamaları sonucu üretilen x-ışınları için;

a)Frekans e, V, m, d türünden nedir? (Görelilik etkisi yoktur). Cevap: $f = \sqrt{\frac{eV}{2md^2}}$

b)Dalga boyu e, V, m, d, c türünden nedir? Cevap: $\lambda = c \sqrt{\frac{2md^2}{eV}}$

c)Elektron tabancasının potansiyel farkı iki katına çıkarılırsa frekans kaç katına çıkar? Cevap: $\frac{\sqrt{2}}{2}$

8) 2 eV enerjili bir fotonun;

a) Dalga boyu kaç \AA dır? ($hc=12400 \text{ eV}\cdot\text{\AA}$) Cevap: $\lambda=6200 \text{\AA}$

b) Frekansı kaç Hz dir? ($c=3\cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{\AA}=10^{-10} \text{ m}$) Cevap: $f=(3/62)\cdot 10^{16} \text{ Hz}$

9) Gücü 60 Watt olan bir lamba 6200\AA dalga boylu turuncu ışık yaymaktadır. Bu lamba 2 dakikada çalıştırıldığında;

a) Yayılan toplam enerji kaç eV dur? ($1 \text{ eV}=1,6\cdot 10^{-19} \text{ J}$) Cevap: $4,5\cdot 10^{22}$

b) Yayılan toplam foton sayısı nedir? ($hc=12400 \text{ eV}\cdot\text{\AA}$) Cevap: $2,25\cdot 10^{22}$

c) Yayılan fotonların frekansı kaç MHz dir? ($c=3\cdot 10^8 \text{ m/s}$) Cevap: $(3/62)\cdot 10^{10}$

10) Akı yoğunluğu 45 kW/m^2 olan düzgün bir ışık demeti 2 cm^2 lik tam soğurucu bir ekrana 1 dakika süreyle dik bir şekilde geliyor.

a) Ekrana uygulanan ışık basıncı kaç Pa dır? Cevap: $15\cdot 10^{-5}$

b) Ekrana uygulanan itme kaç Ns dir? Cevap: $9\cdot 10^{-7}$

11) Bir metal üzerine 3100\AA dalga boylu ışık düşürüldüğünde, metalden sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi 1,5 eV oluyor.

a) Bu metalin bağlanma enerjisi (iş fonksiyonu) kaç eV dur? ($hc=12400 \text{ eV}\cdot\text{\AA}$) Cevap: 2,5

b) Bu metale 6200\AA dalga boylu ışık düşürülürse sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV olur? Cevap: 0

12) Eşik dalga boyu 3λ olan bir metal yüzeyine λ dalga boylu ışınlar gönderildiğinde sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi E oluyor. Aynı metal yüzeyine dalga boyu $\lambda/2$ olan ışınlar gönderilirse sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç E olur? Cevap: 5/2

13) Bir fotoselin katodu bir bataryanın eksi kutbuna, anodu artı kutbuna bağlıdır. Katot metalinin eşik enerjisi 2 eV, bataryanın kutupları arasındaki potansiyel farkı 1,5 V dur. Fotoselin katoduna 3100\AA dalga boylu ışık düşürülüyor. Fotosel, batarya, ampermetre ve bir anahtarın seri bağlanmasıyla oluşturulan bu devrede anahtar kapatıldığında;

a) Anoda ulaşan foto elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV dur? ($hc=12400 \text{ eV}\cdot\text{\AA}$) Cevap: 3,5

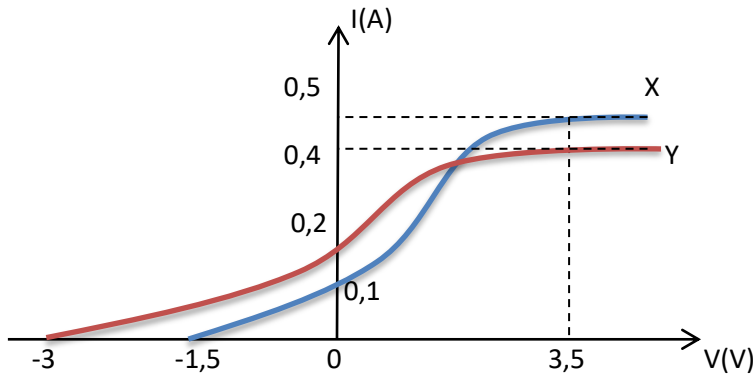
b) Bataryanın kutupları ters çevrilirse anoda ulaşan elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV dur? Cevap: 0,5

c) Ampermetrede akımın kesilmesi için kesme potansiyeli en az kaç V dur? Cevap: -2

d) Bataryanın kutupları arasındaki potansiyel farkı sıfır olduğuna ampermetre 0,2 Amperi ve $V > 1,5$ Volt olduğunda ampermetre maksimum 1 Amperi gösterdiğine göre; devrenin geriliminin akımına karşı grafiği kabaca nasıl olur? Çiziniz. Cevap:

14) Bir fotosele E enerjili fotonlar düşürülünce kesme potansiyeli 2V oluyor. Aynı fotosele 3E enerjili fotonlar düşürülünce kesme potansiyeli 12 V oluyor. Bu fotoselde kullanılan metalin eşik enerjisi kaç eV dur? Cevap: 3

15)



X, Y fotosellerinin akım gerilim grafiği şekildeki gibidir. Fotosellerin anot ve katotlarının yüzey alanları ile fotosellere düşen ışık demetlerinin gelme açıları aynıdır. Buna göre;

a) Kesme potansiyelleri kaç V dur? Cevap: $V_x = -1,5$, $V_y = -3$

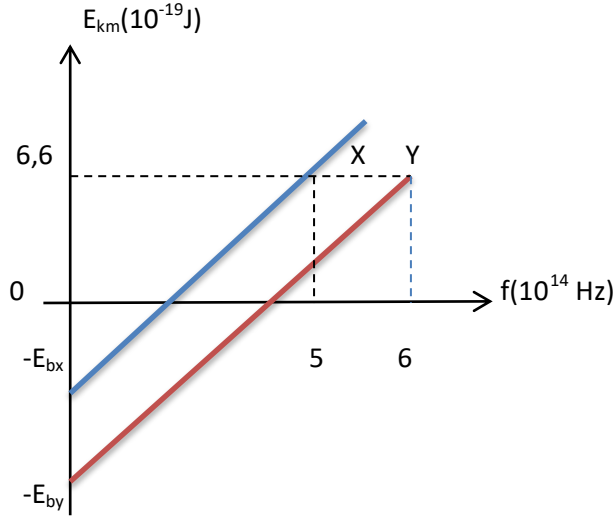
b) Doğal akımları kaç A dir? Cevap: $i_{x0} = 0,1$, $i_{y0} = 0,2$

c) Doyum akımları kaç A dir? Cevap: $i_{xm} = 0,5$, $i_{ym} = 0,4$

d) Fotosellerde kullanılan metallerin eşik enerjileri kaç eV dur? Cevap: $E_{bx} = 1,5$ eV , $E_{by} = 3$ eV

e) Gerilim 3,5 V iken anoda ulaşan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri $E_{kx} = 3,8$ eV ve $E_{ky} = 2,4$ eV olduğuna göre, katoda düşen ışınların dalga boyları kaç \AA dir? ($hc = 12400 \text{ eV}\text{\AA}$) Cevap: $\lambda_x = 3888,9$, $\lambda_y = 3526,3$

16)

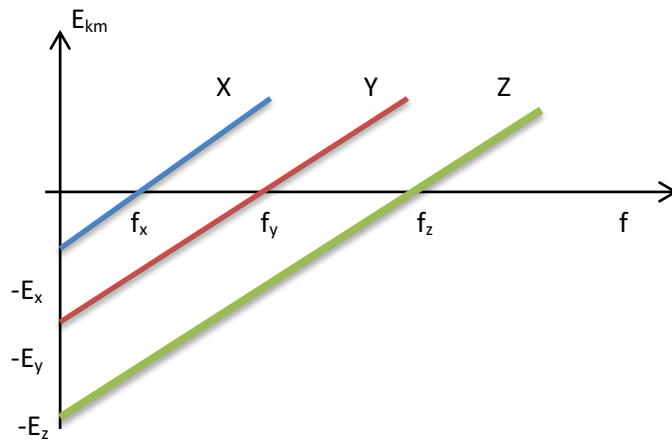


Bir foto elektrik olayda, X ve Y metallerinden sökülen elektronların maksimum kinetik enerjilerinin, metaller üzerine düşürülen ışığın frekansına karşı grafiği şekildeki gibidir. Planck sabitini $h=6,6 \cdot 10^{-34}$ Js alarak;

a) Metallerin eşik frekanslarını bulunuz. Cevap: $f_{0x}=4 \cdot 10^{14}$ Hz, $f_{0y}=5 \cdot 10^{14}$ Hz

b) Metallerin bağlanma enerjilerini bulunuz. Cevap: $E_{bx}=2,64 \cdot 10^{-19}$ J=1,65 eV, $E_{by}=3,3 \cdot 10^{-19}$ J=2,1 eV

17)



X, Y, Z metallerinin düşürülen ışığın metallerden söktüğü foto elektronların frekansa karşı grafiği şekildeki gibidir. $f_x=f$, $f_z=4f$, $E_x=E$, $E_y=3E$ olduğuna göre;

a) Bu doğruların eğimleri hakkında ne söylenebilir? Cevap: Eğim=Planck sabiti (h)

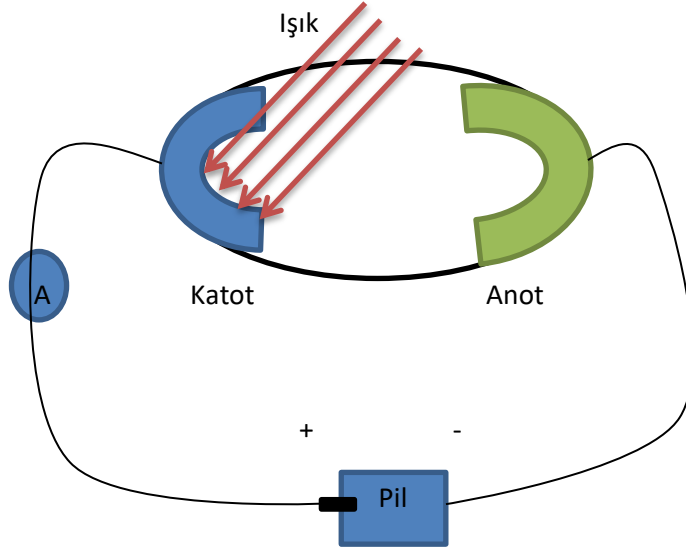
b) f_y kaç f dir? E_z kaç E dir? Cevap: $f_y=3f$, $E_z=4E$

c) Kesme potansiyel farklarının büyüklüklerini karşılaştırın. Cevap: $V_x < V_y < V_z$

d) X in eşik dalga boyu λ ise; Y ve Z nin ki kaç λ dır? Cevap: $\lambda/3, \lambda/4$

e) Metallerne düşen ışığın frekansı $5f$ olduğunda, sökülen elektronların maksimum kinetik enerjileri kaç E olur? Cevap: $E_{kx}=4E, E_{ky}=2E, E_{kz}=E$

18)



Bir fotoselde oluşan foto elektron akımı nelere bağlıdır? Kısaca yazarak açıklayınız. Cevap: Katot metalinin türü, kullanılan ışığın dalga boyu, ışığın şiddeti, gelme açısı, metalin yüzey alanı, anot katot arası mesafe, kullanılan batarya

19)a) Planck'ın kuantum hipotezini ve bu hipotezin ne amaçla kurulduğunu kısaca yazınız. Cevap:

b) De Broglie hipotezini kısaca yazınız. Cevap: $\lambda = h/P$

c) Einstein'in fotoelektrik denklemini yazınız. Cevap: $E_{\text{foton}} = E_{\text{bağ}} + E_{\text{max}}$

20) Kütlesi $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, hızı $4 \cdot 10^6$ m/s olan bir elektrona eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyu kaç m dir? ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js) Cevap: $\lambda = 1,82 \cdot 10^{-10}$ m

21) Kütlesi m hızı v olan bir parçacığa eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyu λ dır. Kütlesi $2m$, hızı $2v/3$ olan parçacığa eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyu kaç λ dır? Cevap: $\frac{3}{4}$

22) Bir parçacık fiziği deneyinde parçacık tabancası fitilinden V potansiyel farkı altında m kütleli ve +q yüklü parçacıklar, düzgün bir B manyetik alanı içerisine dik olarak fırlatılıyorlar. Bu durumda manyetik alan içinde hareket eden parçacıklara eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu λ oluyor. Parçacık tabancasının fitili ve manyetik alan değiştirilerek; potansiyel farkı 2V, parçacık kütlesi m/4, parçacık yükü -3q ve manyetik alan 3B/2 yapılıyor. Bu durumda, manyetik alana dik olarak giren bu m/4 kütleli parçacıklara eşlik eden, de Broglie dalgalarının dalga boyu kaç λ olur? (Görelilik etkisi yok) Cevap: $\sqrt{\frac{2}{3}}$

23) X ve Y parçacıklarının kütleleri oranı $m_x/m_y=3/2$, kinetik enerjileri oranı $E_x/E_y=24/25$ olduğuna göre parçacıklara eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyları arasındaki oran λ_x/λ_y nedir? (Parçacıklar göresizdir) Cevap: 5/6

24) Bir A parçacığı L açısal momentumuyla $r_A=r$ yarıçaplı bir yörüngede dolanmaktadır. Bu durumda parçacığa eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu λ dır. Bir B parçacığı 3L açısal momentumuyla r_B yarıçaplı bir yörüngede dolandığında, parçacığa eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu 2λ olduğuna göre; r_B kaç r dir? Cevap: 6

25) Bir parçacığa eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyunu 4 kat azaltmak için parçacığın kinetik enerjisini kaç kat artırmalıyız ya da azaltmalıyız? (Parçacık göresizdir) Cevap: 2 kat artırmalı

26) Compton olayının ne olduğunu ve fizikteki önemini kısaca açıklayınız. Cevap: Bir fotonun durgun bir elektrondan saçılması olayıdır. Fotonun dalga boyu saçılma açısına bağlı olarak değişir. Compton olayında toplam enerji ve momentum korunur. Işığın parçacık karakterine sahip olduğunu gösterir.

27) Dalga boyu $1,846 \text{ \AA}$ olan X-ışını durgun bir elektrona çarparak 60° açıyla Compton saçılmasına uğruyor. Saçılan ışının dalga boyu kaç \AA dur? ($\frac{h}{mc} = 0,024 \text{ \AA}$) Cevap: 1,858

28) 2 \AA dalga boyu bir X-ışını durgun bir elektronla Compton saçılması yapıyor.

a) X-ışınının dalga boyunda maksimum artma kaç \AA dır? ($\lambda_c=0,024 \text{ \AA}$) Cevap: 0,048

b) X-ışını 53° lik açıyla saçılırsa dalga boyu kaç \AA olur? Cevap: 2,0096

c) Elektronun kinetik enerjisi en fazla kaç keV olur? ($hc=12400 \text{ eV} \cdot \text{ \AA}$) Cevap: 0,1453

29) E enerjili ve λ dalga boylu bir foton durgun bir elektrona çarparak Compton saçılmasına uğruyor. Saçılan elektronun kinetik enerjisi $E/3$ olduğuna göre;

a) Saçılan fotonun enerjisi kaç E dir? Cevap: $2/3$

b) Saçılan fotonun dalga boyu kaç λ dır? Cevap: $3/2$

c) Saçılan fotonun momentumunun büyüklüğü kaç E/c dir? Cevap: $2/3$

d) Fotonun saçılma açısı kaç derecedir? ($\lambda_c = 5\lambda/2$) Cevap: 37

e) Elektronun saçılma açısının tanjantı nedir? Cevap: $3/4$

f) Saçılan foton ile saçılan elektronun saçılma doğrultuları arasındaki açı kaç derecedir? Cevap: 74

30) Bir foton durgun bir elektrona çarparak enerjisinin % 40 'ını kaybediyor.

a) Gelen fotonun momentumunun saçılan fotonun momentumuna oranı P_g/P_s nedir? Cevap: $5/3$

b) Saçılan fotonun enerjisinin saçılan elektronun kinetik enerjisine oranı E_{fs}/E_{es} nedir? Cevap: $3/2$

c) Gelen fotonun dalga boyunun saçılan fotonun dalga boyuna oranı λ_g/λ_s nedir? Cevap: $3/5$

31)a) Atom modellerinin adlarını yazarak, ilk modeli kısaca açıklayınız. Cevap: Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Modern (kuantum)

b) Thomson atom modelinin yetersizliklerini kısaca yazınız. Cevap: Atomdaki pozitif ve negatif yüklerin dağılımı, negatif yükün (elektronların) durağan olması.

c) Rutherford modelini kısaca açıklayınız. Cevap: Atom büyük miktarda boşluklu yapıya sahip, çekirdek pozitif yüklü ve atomun kütlesini oluşturur, elektronlar çekirdek etrafında dairesel yörüngelerde dolanırlar.

d) Bohr atom modeli Rutherford modelinin hangi yetersizliği üzerine kurulmuştur? Cevap: Çekirdek çevresinde dolanan elektronların elektromanyetik teoriye göre ışıma yaparak enerjilerini kaybedip çekirdeğe düşmesi gerekir ve bu durumda atom çöker, atom spektrumlarının kesikli olmasını açıklayamaz.

32) Rutherford'un alfa parçacıklarının ince altın yapraktan saçılması deneyini ve deneyin sonuçlarını kısaca açıklayınız. Cevap: İnce altın yaprağa gönderilen alfa parçacıklarının büyük çoğunluğu saçılmadan geçti (geriye dönmedi). Bu durumda atom büyük oranda boşluklu yapıdadır (%99,99). Pozitif yüklü alfa parçacıklarının geriye dönmelerini sağlayan yoğun pozitif yüklü çekirdek olmalıdır (yaklaşık 10^{-13} m yarıçaplı).

33) Kinetik enerjileri T , yükleri q_α olan alfa parçacıklarının, yükü Q_c olan çekirdeğe en fazla yaklaşma mesafesini bulunuz. ($m_c \gg m_\alpha$ ve çekirdeğin durağan olduğunu varsayınız) Cevap: $b = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_\alpha Q_c}{T}$

34) Bohr postülalarını (varsayımlarını) kısaca yazınız. Cevap: Elektronlar çekirdek çevresinde $L_n = nh/2\pi$ ($n=1, 2, \dots$) açısal momentumlu yörüngelerde ışımaya yapmadan dolanırlar. Elektron bir üst yörüngelerden alt yörüngelere kendiliğinden geçebilir ve bu geçişte $hf = E_i - E_s$ enerjili foton salınır.

35) Bohr atom modeline göre hangi fiziksel büyüklükler kesiklidir (kuantumlu)? Nasıl? Cevap: Açısal momentum $L_n = nh/2\pi$ ($n=1, 2, \dots$), enerji $E_n = -13,6 Z^2/n^2$ (eV), yörünge yarıçapı $r_n = 0,53n^2/Z$ (A^0), hız $v_n = v_1 Z/n$

36) Bir hidrojen atomunda elektronun $n=2$ kuantum durumundaki;

a) Toplam enerjisi kaç eV dur? Cevap: -3,4

b) Yörünge yarıçapı kaç A^0 dur? Cevap: 2,12

c) Açısal momentumu kaç Js dir? ($h/2\pi = 1.10^{-34}$ J.s) Cevap: 2.10^{-34}

37) Bir hidrojen atomunda taban durumundaki bir elektronun toplam enerjisi E , yörünge yarıçapı r , açısal momentumu L , hızı ise v dir. Aynı atomda $n=3$ kuantum seviyesindeki elektronun;

a) Toplam enerjisi kaç E dir? Cevap: $1/9$

b) Yörünge yarıçapı kaç r dir? Cevap: 9

c) Açısal momentumu kaç L dir? Cevap: 3

d) Hızı kaç v dir? Cevap: $1/3$

e) Elektron bu seviyeden taban durumuna geçerse salınan fotonun enerjisi kaç E olur? Cevap: $8/9$

38) Taban durumundaki toplam enerjisi E ve yörünge yarıçapı r olan bir hidrojen atomunun elektronu uyarılarak n . seviyeye çıkıyor. Bu seviyedeki elektron, açısal momentumunu h/π kadar azaltarak taban durumuna döndüğüne göre;

a) n seviyesi nedir? Cevap: 3

b) Elektron n seviyesinde iken toplam enerjisi kaç E dir ve yörünge yarıçapı kaç r dir? Cevap: $1/9, 9$

c) Bu geçiş sürecinde kaç tane foton yayılabilir ve yayılan fotonların enerjileri kaç E olur? Cevap: 3 tane; $8/9, 5/36, 3/4$

39) Bir kez iyonlaşmış helyum atomunun elektronu taban durumunda iken toplam enerjisi E , yörünge yarıçapı r , hızı v dir. İki kez iyonlaşmış lityum atomunun elektronunu $n=4$ seviyesindeki toplam enerjisi, yörünge yarıçapı ve hızı nedir? Cevap: $9E/64, 32r/3, 3v/8$

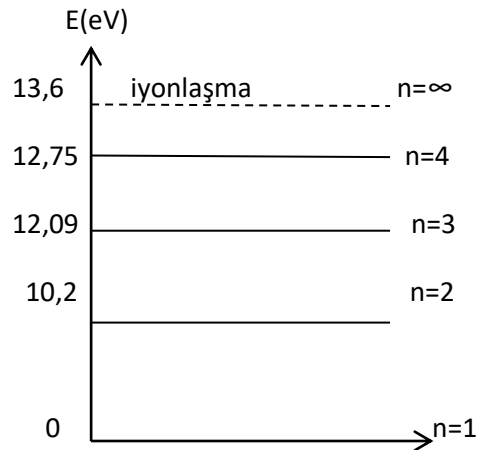
40) Birinci uyarılma seviyesinde dolanan bir hidrojen atomunun elektronu bir fotonla uyarılarak açılma momentumunu $2h/\pi$ kadar artırıp başka bir seviyeye geçiyor.

a) Elektron kaçınca enerji seviyesine geçmiştir? Cevap: 6

b) Elektronun son durumdaki yörünge yarıçapının ilk durumdaki yörünge yarıçapına oranı nedir? Cevap: $r_s/r_i=9$

c) Bu geçişi sağlayan fotonun enerjisi elektronun ilk durumundaki toplam enerjisinin kaç katıdır? Cevap: $8/27$

41)



Bir hidrojen atomunu uyarılma enerji seviyeleri şekildeki gibidir. Temel haldeki hidrojen atom buharının içerisinde;

a) 12,50 eV enerjili elektronlar gönderilirse buhardan çıkan elektronların enerjileri ne olabilir? Cevap: 0,41 eV, 2,30 eV, 12,50 eV

b) 12,75 eV enerjili fotonlar gönderilirse, buhardan çıkan fotonların enerjisi kaç eV olabilir? Cevap: 12,75 eV, 12,09 eV, 10,2 eV, 0,66 eV, 2,55 eV, 1,89 eV

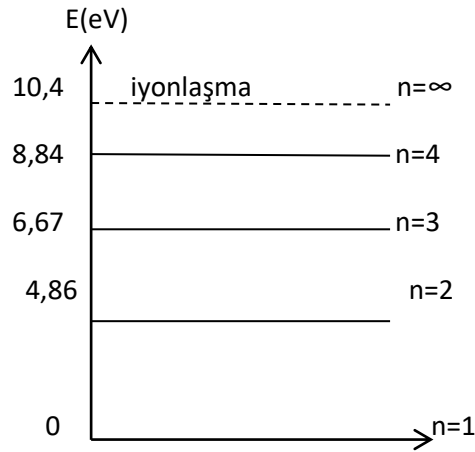
c) 11,45 eV enerjili fotonlar gönderilirse, buhardan çıkan fotonların enerjisi kaç eV olabilir? Cevap: 0

d)14 eV enerjili fotonlar gönderilirse, buhardan çıkan fotonların enerjisi kaç eV olabilir? Cevap: Ancak etkileşmeyen fotonlar 14 eV enerjiyle buhardan çıkabilir, etkileşenler ise tüm enerjilerini elektronlara vererek onları koparırlar (iyonlaşma).

e) 14 eV enerjili elektronlar gönderilirse, buhardan çıkan elektronların enerjisi kaç eV olabilir? Cevap: iyonlaşma olur. 14 eV, 0,4 eV, ..., 1,25 eV, 1,91 eV, 3,8 eV olabilir.

42) Bir X gazı buharının bulunduğu ortama 6,4 eV enerjili elektronlar gönderilince, ortamdan ayrılan elektronların enerjileri 2,3 eV, 2,9 eV, 3,6 eV, 4,1 eV ve 6,4 eV olmaktadır. Bu gazdan yayılabilecek fotonların enerjileri neler olabilir? (X gazının iyonlaşma enerjisi $E_i > 6,4$ eV ve gaz taban durumundadır) Cevap: 4,1 eV, 3,5 eV, 2,8 eV, 2,3 eV, 0,6 eV, 1,3 eV, 1,8 eV

43)



Cıva atomunun bazı enerji seviyeleri şekildeki gibidir. Cıva buharının içerisine 8,50 eV enerjili elektronlar gönderilerek atomlar uyarılıyor.

a)Uyarılan atomlardan salınan en büyük enerjili fotonun enerjisi ve frekansı nedir? Cevap: $1,6 \cdot 10^{15}$ Hz

b)Uyarılan atomlardan yayılan en büyük dalga boylu fotonun enerjisi ve dalga boyu nedir? Cevap: 1,81 eV, 6850 \AA

c) $n=2$ den $n=1$ e geçerken salınan fotonun enerjisi, frekansı ve dalga boyu nedir? ($h=6,63 \cdot 10^{-34}$ Js, $hc=12400 \text{ eV \AA}$, $1 \text{ eV}=1,6 \cdot 10^{-19}$ J, $c=3 \cdot 10^8$ m/s) Cevap:4,86 eV, $1,176 \cdot 10^{15}$ Hz, $2551,4 \text{ \AA}$

44)Hidrojen atomunun spektrumundaki serilerin adlarını yazarak, özelliklerini kısaca açıklayınız. Cevap: Lyman ($n_s=1$)→Morötesi bölge, Balmer ($n_s=2$)→Görünür bölge, Paschen ($n_s=3$)→Kızıl ötesi bölge, Brackett ($n_s=4$)→Kızıl ötesi bölge, Pfund ($n_s=5$)→Kızıl ötesi bölge.

45) Bir hidrojen atomu $n=6$ seviyesine uyarılıyor. Uyarılmış bu atom temel hale dönerken;

a) Spektrumda toplam kaç çizgi oluşur? Cevap: 15

b) Spektrumda hangi serilerin hangi çizgileri oluşur? Cevap: Lyman (5 tane), Balmer (4 tane), Paschen (3 tane), Brackett (2 tane), Pfund (1 tane).

c) Fotonların maksimum frekansının minimum frekansına oranı f_{\max}/f_{\min} nedir? Cevap: $875/11=79,6$

d) Paschen serisindeki minimum dalga boyunun, Lyman serisindeki minimum dalga boyuna oranı nedir? Cevap: $35/3$

e) En büyük görünür dalga boyu kaç Å dır? ($hc=12400 \text{ eV}\text{Å}$, $R=13,6 \text{ eV}$) Cevap: 6564,74

46) Tek elektrona sahip bir atomda $n=2$ den $n=1$ 'e geçişte λ dalga boylu foton yayılıyor. Aynı atomda $n=3$ den $n=2$ 'ye geçişte kaç λ dalga boylu foton yayılır? Cevap: 3/5

47) a) atomları uyarmanın yollarını yazınız. Cevap: Çarpışma ile, ısıtma ile, elektronlar ile, fotonlarla.

b) Elektronun yükünün ve kütlesinin bulunmasına katkıda bulunan üç tane deneyin adını yazınız. Cevap: Faraday'ın elektroliz deneyi, Milikan'ın yağ damlası deneyi, Thoson'un katot ışınları deneyi.

48) Atomlardaki kuantum sayılarını, bu sayılar arasındaki bağıntıları ve bu sayıların temel özelliklerini yazınız. Cevap: n : baş kuantum sayısı (1, 2, ... tam sayılar), l : yörünge (orbital) kuantum sayısı (0, 1, .. $n-1$ tamsayılar), m : manyetik kuantum sayısı (- l , ..-1, 0, 1, .., l tam sayılar), s : spin kuantum sayısı (-1/2, +1/2). Baş kuantum sayısı kabukları (K, L, M,...), yörünge kuantum sayısı kabuktaki orbital sayısını (s , p , d , f) ve alt enerji düzeylerini, manyetik kuantum sayısı orbitallerin uzaydaki yönelimlerini, spin manyetik kuantum sayısı orbitaldeki elektronun spinini (dönme yönünü) belirler.

49) Heisenberg'in belirsizlik ilkesini ve ölçülen fiziksel büyüklükler arasındaki belirsizlik bağıntılarını kısaca yazınız. Cevap: Bir elektronun konumunu ve momentumunu aynı anda tam bir doğrulukla ölçemeyiz. $\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$, $\Delta E \cdot \Delta t \geq h/4\pi$, $\Delta \theta \cdot \Delta L \geq h/4\pi$

50) Baş kuantum sayısı $n=2$ olan bir atomun;

a) Orbital, manyetik ve spin kuantum sayılarını yazınız. Cevap: $l=0, 1$; $m=-1, 0, 1$; $m_s=-1/2, +1/2$

b) Bu atomda en fazla kaç elektron bulunabilir? Hangi kabuklardadır? Cevap: 10. K (2), L(8)

c) Tüm orbitallerin dolu olduğunu düşünerek elektron dağılımını yapınız. Cevap: $1s^2 2s^2 2p^6$

51)Pauli dışarlama ilkesini kısaca yazınız. Cevap: Bir atom içinde aynı kuantum sayı setine sahip iki elektron bulunmaz.

52)Baş kuantum sayısı $n=3$ olan bir atomda;

a) Orbital, manyetik ve spin kuantum sayıları nedir? Cevap: $l=0, 1, 2$; $m=-2,-1, 0, 1, 2$; $m_s=-1/2, +1/2$

b) $n=2$ olan toplam orbital ve elektron sayısı kaçtır? Cevap: 9 ve 18.

c) Bu atomda maksimum kaç orbital olabilir? Cevap: 16

53)Bir atomun M kabuğuna bulunan maksimum elektron sayısının, L kabuğunda bulunan maksimum elektron sayısına oranı n_M/n_L nedir? Cevap: 9/4

54)Bir atomun bir orbitalindeki bir A elektronunun kuantum sayıları (2, 1, -1, +1/2) dur. Aynı atomda bir B elektronunun ise (3, 2, 1, -1/2) dir.

a)Her iki elektronun bulunduğu kabuğu ve alt kabuğu yazınız. Cevap: A için; kabuk L, alt kabuk p, B için; kabuk M, alt kabuk d.

b)Bohr atom modeline göre elektronların açısai momentumları oranı L_A/L_B nedir? Cevap: 2/3

c)Kuantum mekaniğine göre açısai momentumları oranı L_A/L_B nedir? Cevap: $\frac{\sqrt{3}}{3}$

55)LASER'in anlamını, lazer ışınlarının oluşum mekanizmasını ve bu ışınların genel özelliklerini yazınız. Cevap: LASER; uyarılmış yayım yoluyla ışığın çoğaltılması. Alt enerji seviyelerinde daha çok sayıda bulunan atomlar, optik, elektrik ya da enjeksiyon yoluyla daha üst seviyelere uyarılarak "nüfus terslenimi" oluşturulur. Metasatabil (yarı kararlı) seviyeye yığılan atomlar buradan taban durumuna geçer. Gelen uyarıcı fotonla uyumlu fotonlar salınır. Böylece ışık uyumlu bir şekilde çoğaltılmış olur. Örneğin üç seviyeli lazerde biri gelen ikisi salınan olmak üzere üç foton salınır. Lazer ışınları tek renklidir.

ATOM VE MOLEKÜL FİZİĞİ-2

(Kara cisim ışıması, fotoelektrik olay, Compton saçılması, Bohr atom modeli, Kuantum mekaniği)

Formüller: $E=hc/\lambda=hf$, $E=nhf$, $E=p.c$, $E_f=E_b+E_{kmax}\pm eV$, $E_{kmax}=eV_k$, $E=\sigma T^4$, $\lambda=h/mv$, $\lambda'-\lambda=\lambda_c(1-\cos\theta)$, $\lambda_c=h/mc$, $L=mvr \rightarrow L_n=nh/2\pi$, $E_n=-13,6.Z^2/n^2$ (eV), $r_n=0,53.n^2/Z$ (A^0), $v_n=v_1Z/n$,
 $\frac{1}{\lambda} = Z^2 R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$, $\Delta x.\Delta p > h/2\pi$, $\Delta E.\Delta t > h/2\pi$, $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, $L_z=m_l\hbar$, $H\psi=E\psi$,
 $E=(P^2/2m)+U$, $H = -\frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial t}$, $\vec{P} = -i\hbar\vec{\nabla}$, $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$, $\psi_{nlm}(r,\theta,\phi)=R_{nl}(r)Y_{lm}(\theta,\phi)$,
 $S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$, $S_z=m_s\hbar$, $\langle x \rangle = \int_a^b \psi^* x \psi . dx$, $\psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} e^{-Zr/a_0}$, $\mu_l =$
 $g_l \frac{eh}{2m} \sqrt{l(l+1)}$, $\Delta E=\mu_l\mu_B B_0$, $[A,B]=AB-BA$,

1) Kara cisim ışımada Planck'ın ifade ettiği birim hacimdeki enerji yoğunluğu $E(\lambda, T)d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{hc/\lambda kT}-1}$ şeklindedir.

a) Kısa dalga boyları için Planck ifadesinden Wien yasasını elde ediniz. Cevap: $\lambda_{max}T=hc/5k$

b) Büyük dalga boyları için Planck ifadesinden Rayleigh-Jean yasasını elde ediniz. Cevap:
 $E(\lambda, T)=8\pi kT.d\lambda/\lambda^4$

c) Planck ifadesinden Stefan yasasını türetiniz. Cevap: $E_r=(2\pi^5 k^4/15c^2 h^3)T^4=\sigma T^4$

2) Güneşin ortalama yarıçapı 7.10^8 m, ortalama yüzey sıcaklığı 5800 K dir. Stefan-Boltzman yasasını kullanarak;

a) Güneşin yüzeyindeki ışımaya gücünü bulunuz. ($\pi=3,14$, $\sigma=5,67.10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$, $e=1$) Cevap: $395.10^{26} W$

b) Güneş-dünya arası yaklaşık $1,5.10^8$ km ve dünyanın yarıçapı $6,4.10^6$ m ise dünya yüzeyine düşen ışımaya gücü kaç W dir? Cevap: $225,8.10^{22} W$

3) Bağlanma enerjisi 2,3 eV olan sodyum metali yüzeyine $3100 A^0$ dalga boylu ışık düşürülüyor.

a) Bu fotonların enerjisi kaç eV dur? ($hc=12400 eV.A^0$) Cevap: 4

b) Bu metalden elektron sökebilmek için en fazla kaç A^0 dalga boylu ışık gerekir? Cevap: 5391,3

c) Metalden sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV dur? Cevap: 1,7

4) Durgun kütlesi 2m olan bir A parçacığı 0,6c hızla hareket etmektedir. Bu durumda A parçacığına eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyu λ dir. Durgun kütlesi m olan bir B parçacığı -0,8c hızla

hareket etmektedir. Bu durumda B parçacığına eşlik eden de Broglie dalgasının dalga boyu kaç λ dır?

Cevap: 9/8

5)Kütleleri m , yükleri $+q$ olan iki özdeş parçacık bir birinden d kadar uzaklıkta tutulmakta iken, aynı anda serbest bırakılıyor. Parçacıklar arasındaki uzaklık $4d$ olduğunda, parçacıklara eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu k , q , m , d , h türünden nedir? Cevap: $\lambda = \frac{2h}{\sqrt{3kq^2m/d}}$

6)Compton saçılma ifadesini elde ediniz. Cevap: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos\theta)$

7)Bir X- ışını demeti bir eylemsiz referans sisteminde durgun düzgün sıralı elektronların üzerine gönderilerek 60° açıyla Compton saçılmasına uğratıldıklarında dalga boylarındaki değişim $\Delta\lambda$ oluyor. Bu ışınların enerjileri değiştirilerek aynı elektronların üzerine gönderilip Compton saçılması yaptırıldığında ışınların dalga boylarındaki değişim $2\Delta\lambda$ oluyor. Bu durumda saçılma açısı kaç derecedir? Cevap: 90°

8)İki kez iyonlaşmış Lityum atomunun;

a)Bohr atom modelini kullanarak ilk dört uyarılma enerji seviyelerini belirleyiniz. ($Z=3$, $R=13,6$ eV, $hc=12400$ eVÅ) Cevap: $E_1=0$, $E_2=91,8$ eV, $E_3=108,8$ eV, $E_4=114,75$ eV, ... $E_\infty=122,4$ eV.

b)Uyarılmış Lityum atomundan yayınlanabilecek en küçük dalga boylu fotonun dalga boyunu bulunuz. Cevap: $101,3$ Å

c)Lityum atomu spektrumunda Balmer serisindeki minimum dalga boyunun Lyman serisindeki maksimum dalga boyuna oranı kaçtır? Cevap: 3

d)Atom $114,75$ eV enerjili fotonla uyarılırsa, spektrumunda hangi serilerin hangi çizgileri oluşur? Cevap: Lyman (L_α , L_β , L_γ), Balmer (H_α , H_β), Paschen (P_α).

9) Bohr atom modeline göre; elektronun n .yörüngedeki toplam enerjisi ve yörünge yarıçapı ifadesini çıkarınız. Cevap: $E_n = -\frac{k^2 2\pi^2 e^4 m Z^2}{h^2 n^2}$, $r_n = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 e^2 m Z}$

10)Bir hidrojen atomunu $n=2$ kuantum seviyesinde iken elektronun toplam enerjisi E_2 , yörünge yarıçapı ise r_2 dir. Atom uyarılarak elektron $n=3$ seviyesine geçiyor. Bu durumda elektronun toplam enerjisi E_3 , yörünge yarıçapı ise r_3 tür. Buna göre E_3/E_2 ve r_3/r_2 oranları nedir? Cevap: $4/9$ ve $9/4$

11) Kuantum mekaniğinin postülalarını kısaca yazınız. Cevap: 1) $0 < r < \infty$ aralığında $\psi(r)$ dalga fonksiyonu ve $d\psi(r)/dr$ türevi sürekli, $r \rightarrow \infty$ da $\psi(r)=0$ olmalı. 2) Fiziksel kavramlar operatör (işlemci) ile temsil edilir ve $O\psi = o\psi$ şeklinde dalga fonksiyonuna uygulanır. Buradaki o (sağdaki), O 'nun öz değeridir. 3) ψ normalize edilmiş dalga fonksiyonu için O işlemcisinin (a,b) aralığında beklenen değeri; $\langle O \rangle = \int_a^b \psi^* O\psi \cdot dv = \text{şeklindedir.}$

12) Bohr tümlleme ilkesini kısaca yazınız. Cevap: hareketli parçacıkların, tanecik ve dalga karakteri bir birini bütünlür. Yüksek hızlarda dalga, düşük hızlarda tanecik karakteri ağır basar.

13) Bir parçacığa eşlik ederek yayılan düzlem dalganın bir boyutta dalga fonksiyonunu, momentum ve enerji operatörlerini yazınız. Cevap: $\psi(x, t) = Ae^{i(kx - \omega t)} = Ae^{i(px - Et)/\hbar}$, $P = \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dx}$, $H = -\frac{\hbar}{i} \frac{d}{dt}$

14)a) Toplam mekanik enerjisi $E = \frac{p^2}{2m} + U$ olan bir parçacık için Schrödinger denklemini yazınız.

Cevap: $-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + U\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$

b) Toplam enerjisi $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$ şekline olan rölativistik serbest parçacığın Schrödinger dalga

denklemini (Klein-Gordon denklemi) yazınız. Cevap: $(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2})\psi = \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \psi$

15) Durgun enerjisi 750 MeV olan bir ρ parçacığının ölçümlerdeki standart sapması 50 MeV dir. Bu parçacığın yarı ömrü en az kaç s'dir? ($\hbar = 1,06 \cdot 10^{-34}$ Js, $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$ J) Cevap: $4,73 \cdot 10^{-25}$ s

16) $[-a, +a]$ konum aralığında bir boyutta hareket eden bir parçacığın dalga fonksiyonu $\psi(x) = A \cdot \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)$ şeklindedir.

a) Bu dalga fonksiyonunu normlayınız. Cevap: $\psi(x) = \sqrt{\frac{1}{a}} \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)$

b) Parçacığın konumundaki Δx ve momentumundaki Δp belirsizliğini hesaplayınız. Cevap: $\Delta x = a \sqrt{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{\pi^2}\right)}$

17) $0 < x < a$ için $U(x)=0$, $x < 0$ ve $x > a$ için $U(x)=\infty$ olan sonsuz derinlikli bir boyutlu potansiyel kuyusu içerisindeki m kütleli serbest bir parçacığın;

a) n . kuantum seviyesindeki enerjisini bulunuz. Cevap: $E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$

b) Bu kuantum durumunda normalize edilmiş dalga fonksiyonunu konuma bağlı olarak yazınız. Cevap:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$$

18) Bir dalganın genlik dağılım fonksiyonu dalga sayısına bağlı olarak $\phi(k) = e^{-a|k|}$ şeklindedir. Bu dalganın bir boyutta dalga fonksiyonunu konuma bağlı olarak bulunuz. Cevap: $\psi(x) = \frac{a}{\pi(x^2+a^2)}$

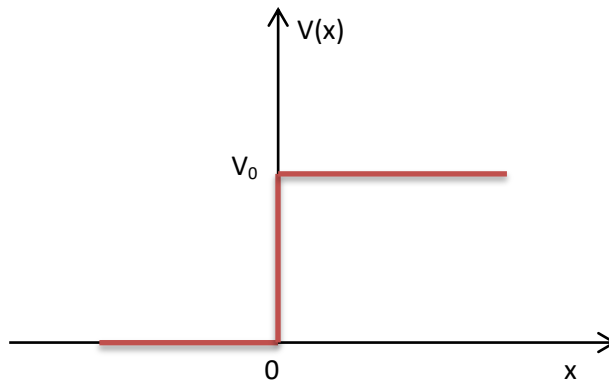
19) m kütleli bir parçacığın $[-a, a]$ aralığında dalga fonksiyonu $\psi(x) = (a-x)^2$ şeklindedir.

a) Dalga fonksiyonunu normalize ediniz. Cevap: $\psi(x) = \sqrt{\frac{5}{32a^5}} (a-x)^2$

b) Parçacığın $[0, a/2]$ aralığında bulunma olasılığını hesaplayınız. Cevap: 31/1024

c) Kinetik enerjinin beklenen değerini bulunuz. Cevap: $\langle E \rangle = \frac{5}{48} \left(\frac{\hbar^2}{2ma^2} \right)$

20)



E enerjili ve m kütleli bir parçacık $V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \text{ ise} \\ V_0 & x > 0 \text{ ise} \end{cases}$ potansiyel basamağıyla karşılaşılıyor.

a) Parçacığın enerjisi $E > V_0$ ise parçacığın dalga fonksiyonu $\psi(x)$ nedir? ($k^2 = 2mE/\hbar^2$ ve $k'^2 = 2m(E-V_0)/\hbar^2$

alınız) Cevap: $\psi(x) = \begin{cases} Ae^{ikx} + A \frac{k-k'}{k+k'} e^{-ikx} & x < 0 \text{ ise} \\ A \frac{2k}{k+k'} e^{-ik'x} & x > 0 \text{ ise} \end{cases}$

b) Parçacığın enerjisi $0 < E < V_0$ ise parçacığın dalga fonksiyonu $\psi(x)$ nedir? ($k^2 = 2mE/\hbar^2$ ve $\alpha^2 = 2m(V_0 -$

$E)/\hbar^2$ alınız) Cevap: $\psi(x) = \begin{cases} Ae^{ikx} + A \frac{k-i\alpha}{k+i\alpha} e^{-i\alpha x} & x < 0 \text{ ise} \\ A \frac{2k}{k+i\alpha} e^{-\alpha x} & x > 0 \text{ ise} \end{cases}$

c) $E=8$ eV ve $V_0=6$ eV için yansıma ve geçirme katsayıları nedir? Cevap: $R=1/9$, $T=8/9$

21) Potansiyel engelden tünelleme yapan bir parçacığın yansıma katsayısı $R = \left[1 + \frac{4E(V_0-E)}{V_0^2 \sinh^2 \alpha a} \right]^{-1}$ dir. Potansiyel engeli bir boyutta $[0, a]$ genişliğinde ve V_0 yüksekliğindedir. $E=4$ eV, $V_0=5$ eV ve $a=20$ Å, $m=0,91 \cdot 10^{-31}$ kg, $\hbar=1,05 \cdot 10^{-34}$ Js) ise geçme katsayısı T nedir? Cevap: $T=0,0029$

22) Bir boyutta harmonik salınım yapan bir parçacığın toplam enerjisi $E = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$ şeklindedir. Bu parçacığın dalga fonksiyonu $\psi_n(x) = A_n H_n(\alpha x) e^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}}$ dir. Burada $A_n = \left(\frac{\alpha}{\sqrt{\pi} 2^n n!} \right)^{1/2}$, $H_n(\alpha x)$ n.mertebeden Hermite polinomudur. Hermite polinomları $H_n(y) = (-1)^n e^{y^2} \frac{d^n}{dy^n} e^{-y^2}$ Rodrigues formülüyle türetilir. ($\alpha^2=2m/\hbar$)

a) n.kuantum durumunda harmonik salınıcının toplam enerjisini bulunuz. Cevap: $E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega$

b) $n=1$ için $\psi_1(x)$ dalga fonksiyonunu yazınız. Cevap: $\psi_1(x) = \left(\frac{\alpha}{2\sqrt{\pi}} \right)^{1/2} (2\alpha x) e^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}}$

c) Konum ve momentumun beklenen değerlerini bulunuz. Cevap: $\langle x \rangle = 0$ ve $\langle p \rangle = 0$

d) Potansiyel enerjinin beklenen değerini bulunuz. Cevap: $\langle V_n \rangle = \frac{1}{2} \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega$

23) Bir hidrojen atomu elektronu için, küresel koordinatlarda Schrödinger denklemi

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \left[\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{d}{dr} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin \theta \frac{d}{d\theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{d^2}{d\phi^2} \right] \psi - \frac{Ze^2}{4\pi \epsilon_0 r} \psi = E \psi \text{ dir.}$$

a) $\psi(r, \theta, \phi) = R(r) Y(\theta, \phi)$ yi kullanarak denklemi iki kısma ayırınız. Cevap:

b) $R(r)$ ve $Y(\theta, \phi)$ bileşenlerinin içerdiği kuantum sayılarını belirtiniz. Cevap: $R \rightarrow n, l$; $Y \rightarrow l, m$

c) Açısal kısmın çözümü olan $Y_l^m(\theta, \phi)$ 'yi Legendre polinomlarını içerecek şekilde, normlanmamış olarak (kapalı biçimde) yazınız. Cevap: $Y_l^m(\theta, \phi) = N_{lm} P_l^m(\cos \theta) e^{im\phi}$

24) Hidrojen atomunun taban enerji seviyesinin dalga fonksiyonu $\psi_{100}(r) = (\pi a_0^3)^{-1/2} e^{-r/a_0}$ şeklindedir. Burada a_0 Bohr yarıçapıdır.

a) Elektronun bulunabileceği en olası r değerini bulunuz. Cevap: $r=a_0$

b) Elektronun çekirdekten beklenen r uzaklık değerini bulunuz. Cevap: $\langle r \rangle = 3a_0/2$

25) Spin kuantum sayısı $s=1/2$ olan elektronlar için Pauli spin matrisleri $\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$, $\sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ şeklindedir. Spin açısai momentumun karesinin büyüklüğü $|S^2|$ nedir? Cevap:
 $|S^2| = \frac{3}{4}\hbar^2$

26) Bir atomun elektronun toplam açısai momentumu $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$ şeklindedir.

a) Bu elektronun toplam dipol momentini Bohr manyetonuna ($\mu_B = \frac{e\hbar}{2m}$), j toplam yörünge kuantum sayısına ve g_j Lande çarpanına bağılı olarak yazınız. Cevap: $\mu_j = \frac{e\hbar}{2m} \sqrt{j(j+1)} g_j$

b) j , l ve s kuantum sayıları arasındaki ilişkiyi yazınız. Cevap: $(l-s) < j < (l+s)$

c) Lande çarpanı $g_j = 1 + \frac{j(j+1)+s(s+1)-l(l+1)}{2j(j+1)}$ olduğuna göre, spektral gösterimi $3^2D_{3/2}$ olan sodyum atomunun g_j Lande çarpanı nedir? Cevap: $g_{3/2}=4/5$

27) $^{14}_7N$ atomunun;

a) Elektron dağılımını yazınız. Cevap: $1s^2 2s^2 2p^3$

b) Spektral gösterimini yazınız. Cevap: $^4S_{3/2}$

28) a) Stark olayını kısaca açıklayınız. Cevap: Atomun elektronunun bir dış elektrik alanla etkileşmesi olayıdır. Bu durumda hamiltoniyene ek terimler gelir, spektrumda yarılmalar oluşur.

b) Zeeman olayını kısaca açıklayınız. Cevap: Atomun elektronunun bir dış manyetik alanla etkileşmesidir. Elektronun sadece yörünge dipol momenti etkileşiyorsa normal Zeeman, hem yörünge hem spin dipol momenti etkileşiyorsa anormal Zeeman olayı meydana gelir. Bu durumda hamiltoniyene ek terimler gelir ve spektrumda yarılmalar oluşur.

c) Lamp kaymasını kısaca açıklayınız. Cevap: Atomda alt kabuklardaki elektronlardan bir kısmının üst seviyede olması gerekirken alt seviyede olmasıdır. Bunun nedeni kuantum elektrodinamik ile açıklanır.

29) Çok elektronlu atomlarda, elektronların bir birini perdelemesi sonucu çekirdeğin numarası Z değişir (azalır). Çok elektronlu bir atomda yapılan X-ışınmasında $Z_{et}=Z-\sigma$ ve K-serisi için ışınım frekansı $\nu_{xK} = Rc(Z - \sigma_K)^2 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_s^2} \right)$ şeklindedir. Buradaki Z ile σ arasındaki ilişkiye Moseley kanunu denir. Burada σ_K , K-serisi için perdeleme sabitidir. Bir mobilden hedeften alınan X-ışınlarının; K-serisinde $\sigma_K=1$, $n_i=1$, $n_s=3$ ve L-serisinde $\sigma_L=15/2$, $n_i=2$, $n_s=4$ için frekanslar oranı ν_{xK}/ν_{xL} nedir? ($Z=42$) Cevap: 6,7

30) Hidrojen atomunda orbital kuantum sayısı $l=1$ iken açıl momentumun $\langle L \rangle$ ve $\langle L_z \rangle$ matrislerini

yazınız. Cevap: $\langle L \rangle_{m'l'm} = \sqrt{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \hbar$, $\langle L_z \rangle_{m'l'm} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} \hbar$

31) Hamiltoniyen matrisi $H = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}$ olan bir parçacığın;

a) Özdeğerlerini hesaplayınız. Cevap: $E_1=0, E_2=4$

b) Öz vektörlerini hesaplayınız. Cevap: $\psi_1 = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} \\ -2/\sqrt{5} \end{pmatrix}$, $\psi_2 = \begin{pmatrix} 1/\sqrt{5} \\ 2/\sqrt{5} \end{pmatrix}$

c) Dönüşüm matrisini hesaplayınız. Cevap: $R = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -2 & 2 \end{pmatrix}$

d) Hamiltoniyen matrisi köşen yapınız. Cevap: $H' = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$

32) $[L_x, y]$, $[L_y, P_z]$, $[L^2, L_z]$, $[H, P^2]$, $[S_z, S_y]$, $[J_x, S_z]$ komütatörlerini hesaplayınız. Cevap: $[L_x, y] = i\hbar z$, $[L_y, P_z] = i\hbar P_x$, $[L^2, L_z] = 0$, $[H, P^2] = 0$, $[S_z, S_y] = -i\hbar S_x$, $[J_x, S_z] = i\hbar S_y$

33) Bir atomda elektron $3p^1$ orbitalinde ise; bu elektronun yörünge açıl momentumu, spin açıl momentumu ve toplam açıl momentumunun büyüklüğü nedir? Cevap: $L = \sqrt{2}\hbar$, $S = \frac{\sqrt{3}}{2}\hbar$, $J = \frac{\sqrt{15}}{2}\hbar$

34) Bir atomun hamiltoniyeni $H = \frac{-\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + U(r) + \xi(r) \vec{S} \vec{L} + a \vec{\mu}_j \vec{\mu}_l - \vec{\mu}_j \vec{B}_0 - \vec{\mu}_l \vec{B}_0 - \vec{D} \vec{\epsilon}_0$ terimlerinden oluşmaktadır. Soldan sağa doğru sırasıyla tüm terimlerin fiziksel anlamını (özellikliğini) yazınız. Cevap: 1) Kinetik enerji, 2) Potansiyel enerji, 3) Spin yörünge etkileşmesi enerjisi (ince yapı terimi), 4) Çekirdekle elektronun dipol-dipol etkileşme enerjisi (aşırı ince yapı terimi), 5) Normal Zeeman enerjisi terimi (elektronun dış manyetik alanla etkileşmesi), 6) Anormal Zeeman enerjisi terimi (çekirdeğin dış manyetik alanla etkileşmesi), 7) Stark enerjisi terimi (elektronun dış elektrik alanla etkileşmesi)

35) Bir atomik sistemde elektronların yörünge dipol momentlerinin bir dış manyetik alanla etkileşmesi sonucu normal Zeeman olayı meydana gelir. Bu etkileşim enerjisi $\Delta E_{NZ} = (e/2m) L_z B_0 = m_l \mu_B B_0$ şeklindedir. Buna göre;

a) $\Delta m_l = 1, 0, -1$ geçişlerine karşılık gelen frekansları bulunuz. Cevap: $\vartheta = \vartheta_0 + \Delta m_l \mu_B B_0 / h$

b) S, P ve D seviyelerinin kaç çizgiye yarıldığını belirtiniz. Cevap: $S \rightarrow 0, P \rightarrow 3, D \rightarrow 5$

36) Hidrojen atomu üzerine sabit bir \vec{E}_0 elektrik alanı uygulandığında, atomda Stark etkileşim enerji terimi ortaya çıkar. Bu durumda hamiltoniyene $H^{(1)} = e \cdot \epsilon_0 \cdot r \cos\theta$ terimi eklenir. Atomun $n=1$ taban durumundaki dalga fonksiyonunu $\psi_{100}(r) = (\pi a_0^3)^{-1/2} e^{-r/a_0}$ alarak, enerjinin ikinci mertebeden düzeltilmiş terimini (kuadratik Stark terimini) bulunuz. Cevap: $(9/4)a_0^3 \epsilon_0^2$

37) Atomlar arasında meydana gelen bağ çeşitlerini yazarak, kısaca açıklayınız. Cevap: 1) İyonik bağ: elektronların alınıp verilmesiyle oluşur, örneğin NaCl. 2) Kovalent bağ: elektron ortaklığı ile oluşur, örneğin H_2 . 3) Van der Waals bağı: dışarıya karşı nötr olan gaz atomları arasındaki zayıf bağ, örneğin H_2 -Ne. 4) Metalik bağ: metal atomları arasındaki valas elektronlarının ortak paylaşımları sonucu oluşan bağıdır.

38)a) CO_2 , $MgCl_2$, H_2O , Ne-Ar, O_3 , Cu atomları arasındaki kimyasal bağları sırasıyla yazınız. Cevap: Apolar kovalent, iyonik, polar kovalent, van der Waals, apolar kovalent, metalik.

b) Bir Na atomunun en dış yörüngesinden elektron koparmak 5,1 eV, bir Cl atomunun elektron ilgisi ise -3,8 eV kadardır. Bu iyonların (Na^+ ve Cl^-) 4 \AA kadar mesafede kararlı bir molekül oluşturması için Coulomb potansiyeli -3,6 eV kadardır. Tam kararlı bir NaCl molekülünün oluşması sürecinde ($2,4 \text{ \AA}$ da) kaç eV enerji açığa çıkar? Cevap: 2,3

39)a) İki atomlu bir molekül hangi tür hareketleri yapabilir? Cevap: Öteleme (uyarılma), titreşim, dönme.

b) Bu hareketlerin enerji mertebelerini karşılaştırınız. Cevap: $E_u > E_T > E_D$, 10^{-10} eV arası.

c) Molekülün bağ yapısı ile yaptığı hareketler arasında nasıl bir ilişki vardır? Cevap: İyonik \rightarrow salt titreşim ya da salt dönme, kovalent \rightarrow hem dönme hem titreşim.

40)a) Uyarılma, titreşim ve dönme hareketinin üçünü birden yapan bir molekülün toplam enerji bağıntısını yazınız. Cevap: $E = E_e + \left(\nu + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_0 + r(r+1) \frac{\hbar^2}{2I}$

b) Molekül $\nu_1=1 \rightarrow \nu_2=2$ ve $r_1=1 \rightarrow r_2=3$ kuantum durumlarına geçiyor. Titreşim ve dönme terimleri için geçiş frekanslarının ilk frekanslara oranı $(\Delta\nu/\nu_i)$ sırasıyla nedir? Cevap: 2/3, 5

41) Bir iyondaki atomlar arasında potansiyel enerji $U(r) = \frac{-\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + Ae^{-r/\rho}$ şeklindedir.

Bu ifadedeki terimlerin temel özelliklerini yazarak, $r=\rho$ da atomlar arasındaki toplam etkileşme kuvvetini bulup yorumlayınız. Cevap: Birinci terim çekici, ikinci terim itici potansiyeldir. $F(\rho) = \frac{\alpha}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\rho^2} - \frac{A}{\rho e}$

42) Atom ve moleküllerde elektronik ışımaya türlerini yazınız. Cevap: 1) Rezonans ışınması, 2) Floresans ışınması, 3) Fosforesans ışınması, 4) Raman ışınması.

43) İki atomlu bir molekül $\psi(\theta, \varphi) = [5Y_1^1 + 3Y_5^1 + 2Y_5^{-1}] / (38)^{1/2}$ durumundadır. Bu molekül için l ve m kuantum sayılarının ölçülmesinde, molekülü l=5 kuantum durumunda bulma olasılığı nedir? (Y_l^m küresel harmoniktir). Cevap: 13/38

ÇEKİRDEK FİZİĞİ, PARÇACIK FİZİĞİ -1

(Çekirdek Fiziği, Parçacık Fiziği, Kozmoloji)

Formüller: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, $R = dN/dt = N\lambda$, $t_0 = 1/\lambda$, $t_{1/2} = 0,693/\lambda$, $\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 = \dots$, $r = r_0 A^{1/3}$, $\alpha = {}^4_2\text{He}$,
 $\beta^- = {}^0_{-1}e$, $\beta^+ = {}^0_{+1}e$, $\gamma = h\nu$, $b = \frac{4kZe^2}{mv^2}$, $V = H \cdot d$

1)a) Atom çekirdeğini oluşturan kararlı parçacıkların adlarını yazınız. Cevap: proton, nötron

b) Çekirdeği oluşturan parçacıklar arasındaki etkileşme kuvvetlerini yazınız. Cevap: Zayıf nükleer kuvvet, elektromanyetik kuvvet, güçlü nükleer kuvvet

c) Atom numarası, kütle numarası nedir? Cevap: Atom no: proton sayısı, kütle no: proton+ nötron sayısı.

2) ${}^{27}_{13}\text{Al}$ atomu çekirdeğinin yarıçapı kaç metredir? (Çekirdeğin Fermi yarıçapı; $r_0 = 1,2 \cdot 10^{-15}$ m) Cevap: $r = 3,6 \cdot 10^{-15}$ m

3) a) Atom çekirdeğinin kendiliğinden yapabileceği radyoaktif ışınmaları yazınız. Cevap: alfa (α), beta (β), gama (γ).

b)Çekirdekten yayılan bu radyoaktif ışınların oluşturduğu tanecikleri yazınız. Cevap: $\alpha \rightarrow {}_2^4\text{He}$, $\beta^- \rightarrow {}_{-1}^0\text{e}$, $\beta^+ \rightarrow {}_{+1}^0\text{e}$, $\gamma \rightarrow$ foton (hf).

4) a)Radyasyon ölçümünde kullanılan başlıca radyasyon sayaçlarının adlarını yazınız. Cevap:
1)Elektroskop, 2)İyonlaşma odası, 3)Orantılı sayaç, 4)Geiger-Müller sayacı, 5)Sis odası, 6)Difizyon odası, 7)Kabarcık odası, 8)Nükleer emülsiyon, 9)Sintilasyon sayacı, 10)Katihal sayacı, 11)Kıvılcım (spark) odası, 12)Cerenkov sayacı.

b)Çekirdeklerin q/m oranlarının ya da kütlelerinin (m) belirlenmesinde kullanılan başlıca kütle spektrometrelerinin adlarını yazınız. Cevap: 1)Pozitif ışın analizi, 2)Dempster'in kütle spektrometresi, 3)Matched doublet metodu, 4)Elektrostatik spektrometreler, 5)Manyetik spektrometreler, 6)Kristal-kırınım spektrometresi, 7)Çift spektrometre.

5) Elektrik yükü +2 olan bir atomun kütle numarası, elektron sayısının 2 katından 1 fazladır. Bu atomdaki yüksüz parçacık sayısı 12 olduğuna göre;

a)Elektron ve proton sayısı nedir? Cevap: e=13, p=15

b)Atom numarası (Z) ve kütle numarası (A) nedir? Cevap: Z=15, A=27

c)Atomun metalik özelliği nedir? Cevap: Ametaldir.

6)Enerjisi 4 MeV olan bir gama fotonu, ağır radon çekirdeği (${}_{86}^{222}\text{Rn}$) yakınından geçerken çift oluşumla bir elektron ve bir pozitrona dönüşüyor. Elektronun durgun kütle enerjisi 0,51 MeV olduğuna göre pozitronun hızı kaç c dir? Cevap: 0,967

7)Radyum çekirdeği alfa ışınması yaparak radon çekirdeğine dönüşüyor. Radyumun atomik kütle enerjisi 226,0254 u, radonun atomik kütle enerjisi 222,0176 u, alfa parçacığının atomik kütle enerjisi 4,0026 u dur. Atomik kütle enerji birimi u=931 MeV ise, bu olayda açığa çıkan enerji kaç MeV dir? Cevap: 4,87

8) a) ${}_{6}^{14}\text{C}$ çekirdeğinin önce β^- bir süre sonra β^+ bozunumu yapıyor. Bozunum denklemlerini yazınız. Cevap: ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}$, ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{5}^{14}\text{B} + {}_{+1}^0\text{e} + \nu$

b) ${}_{93}^{238}\text{Np}$ çekirdeği ardışık 2α , $1\beta^-$, $2\beta^+$ ve 1γ ışınması yapıyor. Tüm bu süreç sonunda açığa çıkan ürün çekirdeğin proton ve nötron sayısı nedir? Cevap: p=90, n=140

9) Aynı tür radyoaktif atomların bulunduğu bir sistemde, atomların yarı ömrünün dört katı kadar süre geçtiğinde;

a) Atomların yüzde kaçını bozunmuştur? Cevap: 93,75

b) Yarı ömür 15 dakika ise, 45 dakika sonra bozunmadan kalan atom miktarı % kaçtır? Cevap: 12,5

c) Atomların sıcaklığı bir miktar artırılırsa bozulan atom sayısı nasıl değişir? Cevap: Sıcaklık arttıkça bozunma hızı azalır.

10) a) Fisyon nedir? Kısaca açıklayarak bir örnek veriniz. Cevap: Ağır çekirdeklerin parçalanarak hafif çekirdeklere dönüşmesi olayıdır. Örneğin nötronla bombardıman edilen uranyumdan; Kr, Ba çekirdekleri ve 3 nötron elde edilmesi. Kontrollü zincirleme fisyonla nükleer enerji santrallerinde elektrik enerjisi elde edilir. Kontrolsüz fisyon atom bombasıdır.

b) Füzyon nedir? Kısaca açıklayarak bir örnek veriniz. Cevap: Hafif çekirdeklerin birleşerek daha ağır çekirdekleri oluşturması olayıdır. Örneğin iki döteronun birleşerek bir kararlı helyum çekirdeğini oluşturması. Yıldızlardaki tepkimeler füzyondur. Kontrolsüz füzyon hidrojen bombasıdır.

11) Bir kaptaki bozunmamış çekirdek sayısı 8N, yarı ömrü 2t olan X maddesi ve bozunmamış çekirdek sayısı 4N ve yarı ömrü bilinmeyen Y maddesi denge durumunda bulunmaktadır.

a) Y maddesinin yarı ömrü kaç t dir? Cevap: 1

b) Başlangıç durumundan 8t kadar süre sonra kaptaki bozunmamış toplam kaç tane radyoaktif çekirdek kalır? Cevap: 33N/64

12) Uranyum çekirdeği ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{138}\text{Ba} + {}_{36}^A\text{Kr} + 3 {}_0^1\text{n} + Q$ şeklinde fisyon reaksiyonu gerçekleştiriyor. Bu tepkimedeki bilinmeyen Z ve A nedir? Cevap: Z=56, A=95

13) Bir nükleer füzyon zincirleme reaksiyonu: ${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_a^2\text{X} + {}_{+1}^b\text{e} + 0,4 \text{ MeV}$,
 ${}_a^2\text{X} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_c^2\text{Y} + 5,5 \text{ MeV}$, ${}_c^2\text{Y} + {}_c^2\text{Y} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_d^f\text{Z} + 12,9 \text{ MeV}$, şeklinde gerçekleşiyor. Burada bilinmeyen; a, b, c, d, f, X, Y, Z nedir? Cevap: a=1, b=0, c=3, d=1, f=1, X=H, Y=He

14) Başlangıçta (t=0 da) N_0 tane bulunan bozunmamış radyoaktif çekirdek sayısı, bir t anında N tane bozunmamış olarak kalmaktadır. Çekirdeklerin bozunma sabiti λ olduğuna göre;

a) Çekirdeklerin ortalama ömrü nedir? Cevap: $T_0=1/\lambda$

b) Çekirdeklerin yarı ömrünü bulunuz. Cevap: $T_{1/2}=0,693/\lambda$

c) Çekirdeklerin radyoaktif aktivitesi nedir? Cevap: $dN/dt = \lambda N$

d) $N = N_0/4$ için t nedir? Cevap: $t = 2 \ln 2 / \lambda$

15) Bir arkeolog bulduğu fosil bir ağacın yaşını belirleyecektir. Bu fosile C-14 testi yapıyor. Henüz yaşayan ağaçtaki C-14 izotopu miktarının, fosilde belirlenen C-14 izotopu miktarına oranını 0,025 olarak belirliyor. C-14 ün yarı ömrü 5730 yıl olduğuna göre, bu fosil ağacın yaşı kaç yıldır? Cevap: 30500

16) ${}^{60}_{27}\text{Co}$ tıbbi tanı ve tedavide radyasyon kaynağı olarak kullanılır. Kobaltın yarı ömrü 5,3 yıldır. 4 g lık materyalden her bir saniyede kaç tane kobalt atomu bozunmaya uğrar? Cevap:

17) Başlangıçta bozunmamış çekirdek sayısı $301 \cdot 10^{22}$, yarı ömrü 2,772 s olan bir radyoaktif bir materyalin;

a) Bozunma sabiti kaç s^{-1} dir? ($\ln 2 = 0,693$) Cevap: 0,25

b) Ortalama ömrü kaç s dir? Cevap: 4

c) Yarılanıncaya kadar ki aktifliği (bozunma hızı) kaç tanecik/s dir? Cevap:

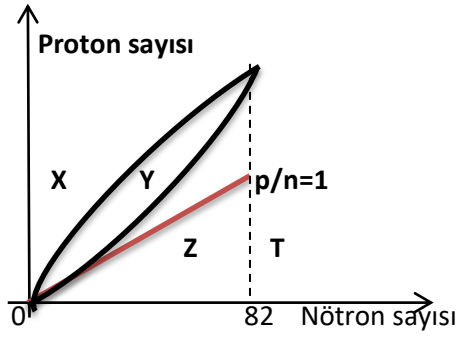
18) a) Radyoaktivite kaç gruba ayrılır? Bunlar nelerdir? Cevap: 2 grup. Doğal radyoaktivite ve yapay radyoaktivite.

b) Elementlerin radyoaktif olmalarının temel nedeni nedir? Kısaca açıklayınız. Cevap: Nötron proton dengesizliğidir (n/p oranı). $1 < n/p < 1,5$ arası kararlı; $1,5 < n/p < 2,5$ arası kararsız (doğal radyoaktif); $2,5 < n/p$ kararsız (yapay radyoaktif).

c) Periyodik cetvelde en kararlı elementlerin atom numaralarını oluşturan sayılara sihirli sayılar denir. Bu sihirli sayılar nelerdir? Cevap: 2, 8, 20, 28, 50, 82 ve 126 dır.

19) Doğal radyoaktif serilerin adlarını yazınız ve özelliklerini kısaca açıklayınız. Cevap: 1) Toryum serisi (4n); Th-232 ile başlar ve Pb-208 ile son bulur. 2) Neptinyum serisi (4n+1): Np-239 ile başlar ve Bi-209 ile son bulur. 3) Uranyum serisi (4n+2): U-238 ile başlar ve Pb-206 ile son bulur. 4) Aktinyum serisi (4n+3): U-235 ile başlar ve Pb-207 ile son bulur. Genelde atom numarası $Z > 82$ olan atomlar doğal radyoaktiftir.

20)



Elementlerin proton sayılarının nötron sayılarına karşı grafiği şekildeki gibidir. Grafikte verilen X, Y, Z, T bölgelerinde bulunan elementlerin kendiliğinden yapabileceği ışınları ve Y bölgesinin temel özelliğini kısaca yazınız. Cevap: X→ β^- , Y→ kararlı, Z→ β^+ , T→ α ışınması. Y bölgesi kararlılık kuşağı.

21)a) Parçacıklar kütleli büyüklükleri dikkate alınarak üç gruba ayrılır. Bu grupları yazarak temel özelliklerini kısaca belirtiniz. Cevap: 1) Leptonlar: küçük kütleli parçacıklar. Her parçacığın bir nötrinosu vardır. Altı tanedir → e, ν_e , μ , ν_μ , τ , ν_τ . 2) Mezonlar: orta büyüklükte parçacıklar. Bir kuark ve bir anti-kuarktan oluşurlar. Başlıcaları; pionlar (π^+ , π^0 , π^-), kaonlar (K^+ , K^0 , K^-), eta (η), D-mezonu ... 3) Baryonlar: büyük kütleli parçacıklar. Üç kuarktan oluşur. Başlıcaları; proton (p), nötron (n), sigma (Σ), lamda (Λ), Ksi (Ξ), omega (Ω),..

b) Temel parçacıkları sınıflandırarak yazınız. Cevap: 1) Leptonlar → e, ν_e , μ , ν_μ , τ , ν_τ . 2) Kuarklar → u, d, s, c, b, t. 3) Bozonlar → foton (γ), graviton (g), zayıf alan bozonları (W^+ , W^- , Z^0), gluonlar (G-8), Higgs bozonu (H).

22) Doğada gözlenen parçacıkların yükleri elementer yükün (e) tam sayı katıdır. Sadece quark denilen parçacıkların yükleri elementer yükün kesirli katıdır ($\pm 1/3$ ve $\pm 2/3$). Kuarklar tek başına gözlenmezler. İki kuark veya üç kuark birleşerek mezonları ve baryonları oluştururlar.

a) Kuarkları sembolü ve yükleriyle birlikte yazınız. Cevap: Yukarı (u, $+2e/3$), aşağı (d, $-1e/3$), Tılsımlı (c, $+2e/3$), acayıp (s, $-1e/3$), üst (t, $+2e/3$), alt (b, $-1e/3$).

b) Leptonlar, mezonlar, baryonlar, quarklar ve bozonlar sınıfının spin özelliklerini belirtiniz. Cevap: Leptonlar → $s=1/2$, mezonlar → s = tam sayı, baryonlar → s = buçuklu sayı, quarklar → $s=1/2$, bozonlar → $s=2$ ve 1 (graviton 2, diğerleri 1).

23)a) Standart model de karşıtlarıyla birlikte toplam kaç kuark vardır, neden? Kısaca belirtiniz. Cevap: Bir kuark üç renkten oluşabilir; kırmızı, yeşil ve mavi. 6 tane kuark ve 6 tane de anti kuark var. Bu durumda toplam kuark sayısı 36 olur.

b) Proton ve nötronu oluşturan kuarkları yazınız. Cevap: p → u+u+d, n → u+d+d.

c) Kuarkları bir arada tutan kuvvetlere ne ad verilir? Bunların kuvvet taşıyıcı parçacıkları nelerdir?

Cevap: Renk kuvvetleri, Gluonlar .

d) Bir π^+ mezonu hangi kuarklardan oluşur? Cevap: $\pi^+ \rightarrow u + \bar{d}$

24)a) Evrenin oluşumunu açıklayan, günümüzdeki en önemli kuramı ve bu kuramın dayandığı en önemli kanıtı yazınız. Cevap: Büyük patlama kuramı. Evrenin genişlemesi.

b) Evrenin genişlediğini kanıtlayan bilim insanının adını ve bu kanıttan oluşturduğu yasayı yazınız.

Cevap: Edwin P. Hubble. Hubble yasası; $v=H.R$. Burada v , galaksilerin bizden uzaklaşma hızı H , Hubble sabiti R ise galaksilerin bize olan uzaklığı.

25) Büyük patlama kuramının kanıtlarını maddeler halinde kısaca yazınız. Cevap: 1-Einstein'in gelen görelilik kuramı, 2-Kozmolojik prensip (evrenin gözlemcinin konumuna bağlı olmaksızın homojenliği), 3-Yıldızlardan gelen ışığın Doppler kırmızıya kayması (Buradan elde edilen Hubble yasası), 4-Kozmik mikrodalga arka alan ışınması, 5-Yıldızlardaki nükleosentez ve galaksilerin evrimi, 6-Standart modelin öngörülleri.

26)a) Evrenin yaşı nedir? Cevap: 13,7 Milyar yıl.

b) Evrenin ortalama sıcaklığı nedir? Cevap: 2,7 K

c) Büyük patlama sonrası oluşan ilk atom hangisidir? Cevap: Hidrojen

d) Bugün evrende en fazla hangi madde türü bulunmaktadır? Cevap: Karanlık madde

e) Gözlenen/hesaplanan olağan madde evrenin yaklaşık % kaçını oluşturur? Cevap: 4,6

27) Evreni oluşturan enerji ve madde türlerini, yüzdelerle birlikte yazınız. Cevap: Karanlık enerji \rightarrow % 72, karanlık madde \rightarrow % 23, olağan (gerçek) madde \rightarrow % 4,6 , fotonlar ve nötrinolar \rightarrow % 0,4 .

28)a) Güneşin 10 katı büyüklüğünde bir yıldızın evrimsel süreçlerini sırayla yazınız. Cevap: 1-Yakıtın tükenmesi sonucu merkezde çökme dış kısımda süpernova patlaması, 2-Nötron yıldızı (kısa süre), 3- Kara delik.

b) Güneşin bu günden sonraki evrimsel süreçlerini sırasıyla yazınız. Cevap: 1-Yakıtı tükendiğinde çöker, 2-Helyum yakıt olarak kullanılır ve ağır elementlere dönüşerek yakıt tükenir, 3-Güneş kırmızı dev olur ve sonra dış katmanlarını uzaya fırlar, 4-Beyaz cüce olur.

29) Bir kuasarın yaydığı ışının Doppler kayması ölçülerek uzaklaşma hızı $0,6c$ olarak bulunuyor. Bu kuasarın bize uzaklığı kaç ışık yılıdır? ($H=17 \cdot 10^{-3}$ m/s-ışık yılı). Cevap: $10,6 \cdot 10^9$ ışık yılı.

ÇEKİRDEK FİZİĞİ, PARÇACIK FİZİĞİ -2

(Çekirdek Fiziki, Parçacık Fiziki, Kozmoloji)

Formüller: $N=N_0e^{-\lambda t}$, $R=dN/dt=N\lambda$, $t_0=1/\lambda$, $t_{1/2}=0,693/\lambda$, $\lambda_1N_1=\lambda_2N_2=...$, $r=r_0A^{1/3}$, $\alpha = \frac{4}{2}He$,
 $\beta^- = -1e$, $\beta^+ = +1e$, $\gamma=h\nu$, $b = \frac{4kZe^2}{mv^2}$, $E_c = \frac{3}{5} \frac{Z^2e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$, $P_r=e^{-2G}$, $\sigma=R_b/I_0N$, $\Delta E=2\mu B$, $\frac{d\sigma}{d\Omega} =$
 $\left(\frac{ZZe^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \left(\frac{1}{2T\alpha}\right) \frac{1}{\sin^4(\frac{\theta}{2})}$, $\nu = \frac{qB}{2\pi m}$, $E_B = a_1A - a_2A^{\frac{2}{3}} - a_3 \frac{Z(Z-1)}{A^{\frac{1}{3}}} - a_4 \frac{(A-2Z)^2}{A} + a_5 \frac{\delta}{A^{\frac{3}{4}}}$, $r_s = \frac{2Gm}{c^2}$,

1) Protonu düzgün yük dağılımlı bir küre kabul ederek;

a) Yarıçapını k , e , m ve c türünden bulunuz. (k ; Coulomb sabitidir) Cevap: $r = \frac{3ke^2}{5mc^2}$

b) $k=9 \cdot 10^9$ Nm²/C², $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, $c=3 \cdot 10^8$ m/s olarak yarıçapı hesaplayınız. Cevap:

c) Bu sonucu çekirdeğin kütle numarasına bağlı yarıçap formülüyle bulunan değerle karşılaştırın. Cevap: $r=r_0A^{1/3}$, burada $r_0=1$ fermi = $1,2 \cdot 10^{-15}$ m

2) İki döteron (2H) arasındaki uzaklık $r=r_d$ iken çekici nükleer kuvvet itici Coulomb kuvvetine eşit oluyor. Döteron başına bağlanma enerjisi $E = \frac{3}{2} k_B T$ olduğuna göre,

a) Bir döteronun potansiyel engeli aşması için gerekli minimum sıcaklık T_{min} ; k_C , e , r_d , k_B türünden nedir? (Burada k_C , Coulomb sabitidir). Cevap: $T_{min} = \frac{k_C e^2}{3k_B r_d}$

b) $r_d=10^{-14}$ m, $k_C=9 \cdot 10^9$ Nm²/C², $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $k_B=1,34 \cdot 10^{-23}$ J/K değerlerini kullanarak minimum sıcaklığı bulun. Cevap: $T_{min}=5,56 \cdot 10^8$ K

3) 9_4Be çekirdekleri alfa parçacıklarıyla bombardıman edilerek bir nötron ve bir kararlı ürün çekirdek elde ediliyor.

a) Bu çekirdek tepkimesini yazınız. Cevap: ${}^9_4Be + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + {}^1_0n$

b) Berilyumun atomik kütle birimi 9,0123 u, alfa parçacığının atomik kütle birimi 4,0015 u, nötronun atomik kütle birimi 1,0078 u ve tepkimede açığa çıkan enerji 5,70 MeV olduğuna göre, ürün çekirdeğin atomik kütle birimi kaç u dur? Cevap: 12,000 u

4) Başlangıçtaki bozunmamış çekirdek sayısı N_0 , çekirdeğin bozunma sabiti λ , herhangi bir t anında bozunmamış çekirdek sayısı N arasındaki ilişkiyi belirleyen yasa olan istatistiksel radyoaktif bozunma yasasını çıkarınız. Cevap: $N = N_0 e^{-\lambda t}$

5) N tane A_ZX atomlarından oluşan V hacminde ve ρ yoğunluğundaki bir materyaldeki, çekirdeklerin $R=R_0A^{1/3}$ yarıçaplı küreler şeklinde olduğunu varsayarak, çekirdeğin yoğunluğunu bulunuz. (Elektronların kütlelerini ihmal ediniz.) Cevap: $\rho_c = \frac{3\rho V}{4\pi R_0^3 N A}$

6) Bir füzyon reaksiyonunda bir A_ZX çekirdeğinin Coulomb potansiyel engelini aşarak reaksiyona katılabilmesi için gerekli en düşük sıcaklık; k, e, ϵ_0 , R_0 , Z, A türünden ne olmalıdır? Cevap: $T_m = \frac{e^2 Z^2}{12k\pi\epsilon_0 R_0 A^{1/3}}$

7) İyonize radyasyon, doz ve aktivite birimlerini yazarak kısaca açıklayınız. Cevap: 1) İyonize radyasyon birimleri \rightarrow C/kg ve Röntgen (R), 1C/kg=3,876.10³R. 2) Soğrulan doz birimleri \rightarrow Gray (Gy) veya J/kg ve Rad, 1Gy=1J/kg=100Rad. 3) Eşdeğer doz birimleri \rightarrow Sievert (Sv) ve Rem, 1Sv=100Rem. 4) Aktivite birimleri \rightarrow Becquerel (Bq) ve Curie (Ci), 1 Ci=3,7.10¹⁰ Bq. Belirtilen birimlerden birincisi SI'da diğeri özel olarak kullanılan birimdir.

8) Alfa bozunması yapan ağır bir çekirdeğin kütle numarası A, açığa çıkan enerji Q dur. Ürün çekirdeğin kütlesi alfa parçacığının kütlesinden çok büyük olduğuna göre ($m_\alpha/m_U \ll 1$), alfa parçacığının kinetik enerjisi nedir? Cevap: $T_\alpha = Q \left(1 - \frac{4}{A}\right)$

9) Atom numarası Z, kütle numarası A olan bir atom çekirdeğindeki nükleonların yarı-deneysel bağlanma enerjisi; $E_B(Z, N) = a_1 A - a_2 A^{2/3} - a_3 \frac{Z(Z-1)}{A^{5/3}} - a_4 \frac{(A-2Z)^2}{A} + a_5 \frac{\delta}{A^{3/4}}$ şeklindedir. Burada $a_1=15,5$ MeV, $a_2=16,8$ MeV, $a_3=0,72$ MeV, $a_4=23$ MeV, $a_5=35$ MeV dir. ${}^{232}_{90}Th$ çekirdeğinin nükleon başına bağlanma enerjisini bulunuz. (Z ve N çift için $\delta = +1$, Z çift N tek için $\delta = 0$) Cevap: 2017,98 MeV/232=8,698 MeV

10)Rutherford'un altın yapraktan alfa parçacıklarının saçılması deneyinde; altın yaprağa E_α kinetik enerjilerle gelen α parçacıkların çok azının saçıldığı gözleniyor. Bir α parçacığının Ze yüklü çekirdeğe b vurma parametresiyle gelip, θ açısıyla saçıldığını düşünün.

a)Bu durumda b vurma parametresi k, Z, e, E_α ve θ türünden nedir? (k: Coulomb sabiti). Cevap:

$$b = \frac{kZe^2}{E_\alpha} \cot\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

b)Birim hacimdeki atom sayısı n, metal yaprağın kalınlığı t, çekirdek başına etki kesiti σ iken saçılma kesri $f=n\pi b^2$ dir. Deneyde ölçüm süresince metal yaprağa çarpan α parçacığı sayısı N_α olduğuna göre, ekrana çarpan parçacık sayısı nedir? (Ekranı çekirdekten R kadar uzaklıkta küresel ekran kabul ediniz).

Cevap: $N(\theta) = N_\alpha \frac{df}{dS} = \frac{N_\alpha n t Z^2 e^4}{4k^2 E_\alpha^2} \frac{1}{\sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}$

11)Cherenkov ışıması; yüklü taneciklerin yalıtkan materyallerden, materyal içindeki ışığın hızından daha büyük hızla geçtiğinde, yayılan ışıdır. Kırıcılık indisi 2 olan bir materyalden bir proton demeti geçiyor. Proton demetiyle 15° açıyla ışın yayıldığına göre, protonun kinetik enerjisi kaç MeV dir?

($m_p c^2 = 938$ MeV, $\cos 15^\circ = 0,966$). Cevap: $K = \left[\left(1 - \left(\frac{1}{\mu \cos \theta} \right)^2 \right)^{-1/2} \right] m_p c^2 = 1096,3$ MeV

12)İnsan vücudundaki yarı ömrü 8 gün olan bir radyoaktif maddeden, nükleer tıp tedavisi gören bir hastaya 3 gram veriliyor.

a)Bu hastanın vücudundaki radyoaktif madde miktarı kaç gün sonra 375 mg'a düşer? Cevap: 24

b)Radyoaktif madde verildikten 32 gün sonra, hastanın vücudunda kaç mg'a düşmüştür? Cevap: 187,5

c)Bu radyoaktif maddenin ortalama ömrü kaç gündür? ($\ln 2 = 0,7$ alınız) Cevap: 80/7

13)Doğada 1 mol karbon atomunun; %98,9 \rightarrow C-12, %1 \rightarrow C-13 ve %0,1 \rightarrow C-14 izotopları karışımından oluştuğunu varsayarak karbonun bağıl kütlelerini bulunuz. Cevap: 12,012 g

14)Parçacıkları spin istatistiğine göre sınıflandırarak, bu sınıfları kısaca açıklayınız. Cevap: 1) Bose-Einstein istatistiği (bozonlar) $\rightarrow s=0, 1, 2, \dots$ tam sayı. Dalga fonksiyonları ψ simetriktir. Örneğin fotonlar, ${}^4_2\text{He}$ parçacığı. 2) Fermi-Dirac istatistiği (fermionlar) $\rightarrow s=1/2, 3/2, \dots$ buçuklu sayı. Dalga fonksiyonu anti-simetriktir. Örneğin elektronlar, protonlar, nötronlar.

15)Yukawa'nın mezon teorisini kısaca açıklayınız. Cevap: atom içerisindeki nükleonlar arasında sürekli bir mezon alış verişi (π^+ , π^- , π^0) vardır. Nükleonlar bunlar sayesinde bir arada tutulurlar. Nükleonlar yük dağılımına göre $p \rightarrow n$ ve $n \rightarrow p$ dönüşümlerine uğrayarak çekirdek kuvvetlerini oluştururlar. Bu

kuvvetlerin ürettiği Yukawa potansiyeli $U(r)=g^2(1/r).e^{-r/a}$ şeklindedir. Burada $a=h/(2\pi mc)$, $g^2=(15/2\pi)hc$ dir.

16)a)Kuark yapısı uud olan bir parçacığın yükü kaç e dir? Cevap: +1

b)Nötrinoların temel özelliklerini yazınız. Cevap: 1)Işık hızına yakın hızla yayılırlar, 2)Kütleleri hemen hemen sıfırdır, 3)Elektrik yükleri sıfırdır, 4)Maddelerin içinden hemen hemen etkileşmeden geçerler,5)Deniz dibine yerleştirilmiş içinde ağır su bulunan tanktaki dedektörle az da olsa tespit edilirler (Süper-Kamiokande dedektörü), 6)Güneş ve nükleer santraller nötrino kaynaklarıdır.

17)Murray Gell-Mann ve George Zweig, bir birinden bağımsız olarak yaptıkları çalışmalarla Standart modele temel oluşturan kuarklar kavramını ortaya atılmıştır (1964). Kuarklar; özellikle Gell-mann'ın 8-katlı yol, yani parçacık sınıflandırmasındaki SU(3) çeşni simetri, formülasyonundan ortaya çıkmıştır. Aynı yıl, bağımsız şekilde Yuval Neeman; bu 8-katlı yola benzer bir şema geliştirmiştir. $S=1/2$ spinli 8 tane baryonu içeren 8-katlı yolu çiziniz. Cevap: Λ^0 ve Σ^0 baryonları merkezde, diğer baryonlar köşelerde (n, p, Σ^+ , Ξ^0 , Ξ^- , Σ^-) olmak üzere bir altıgen oluştururlar. Baryonlar üzerinden geçen yatay ve eğik paralel çizgiler çizilir. Yatay paralel çizgiler acayıplığı ($S=0, -1, -2$), eğik paralel çizgiler elektrik yükünü ($Q=+1, 0, -1$) gösterir.

18)a)Standart modelin birleştirdiği temel kuvvetleri yazınız. Cevap: Elektromanyetizma, zayıf nükleer kuvvet ve güçlü nükleer kuvvet

b)Temel kuvvetlerin hepsini birleştirdiğini öne süren kuramı yazınız. Cevap: Sicim kuramı

c)Sadece parçacık fiziğinde kullanılan korunum ilkelerini yazınız. Cevap: Lepton sayısı, mezon sayısı, baryon sayısı, izospin, acayıplık, parite, CPT.

d)Temel parçacıkların etkileşimlerini açıklamada kullanılan diyagramlara ne ad verilir? Cevap: Fynman diyagramları.

e)Parçacık fiziğinde kullanılan "kendiliğinden simetri kısılması" ne demektir? Cevap: uyarılmış durumdaki bir sistemin kendiliğinden taban durumundaki başka bir sisteme geçmesidir. Örneğin bir tepenin üzerine konulan (uyarılan) bir topun serbest bırakıldığında bir tarafa yuvarlanarak başka bir duruma geçme hali (taban).

19)a) $\pi^- \rightarrow \mu^- + X$, $Y + n \rightarrow p + e^-$, $K^+ \rightarrow \mu^+ + Z$ tepkime veya bozunmalarda X, Y ve Z hangi parçacıklardır? Cevap: $X = \bar{\nu}_\mu$, $Y = \nu_e$, $Z = \nu_\mu$ nötrinoları.

b) $p \rightarrow \pi^+ + \pi^0$, $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$, $p + p \rightarrow p + \pi^+$ tepkime ve bozunmalarından hangilerinin meydana gelip gelemeyeceğini belirleyiniz ve nedenini belirtiniz. Cevap: 1.ve 3. baryon korunumuna uymadığından gerçekleşmez. 2. Korunum yasalarına (L, M, B) uyar, gerçekleşir.

c) $\mu^- \rightarrow e^- + \gamma$, $p + \pi^- \rightarrow K^0 + \Lambda^0$, $\Xi^0 \rightarrow \pi^- + p$ tepkime ve bozunmalarında hangi korunum yasaları ihlal edilir?

Cevap: 1.denklem: zayıf etkileşme ($\bar{\nu}_e$ ve ν_μ olmalı), 2.denklem: ihlal yok, 3.denklem: acayıplık korunmaz.

20) $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$, $p + p \rightarrow p + n + \pi^+$, $\pi^- + p \rightarrow \Sigma^+ + \pi^0$ tepkimelerindeki korunum yasalarını belirleyiniz.

Cevap: 1.tepkimede: enerji, momentum, yük, lepton sayısı, mezon sayısı, baryon sayısı, acayıplık. 2.tepkimede: enerji, momentum, yük, lepton sayısı, baryon sayısı, acayıplık. 3.tepkimede: enerji, momentum, lepton sayısı, mezon sayısı, baryon sayısı.

21) Atom çekirdeğinde çekirdek kuvveti yoluyla etkileşen bir proton ve bir nötron arasında, kuvvete aracılık eden π^0 mezonu için Feynman diyagramını çiziniz. Cevap:

22) Başlıca evren modellerini, bu modellerin temel özelliklerini ve evrenin geleceğiyle ilgili öngörülerini yazınız. Cevap: 1-Düz evren modeli: evren sonsuza kadar sabit hızla genişler ($\Omega=1$). 2-Açık evren modeli: evren sonsuza kadar hızlanarak genişler ($\Omega>1$). 3-Kapalı evren modeli: evrenin genişlemesi yavaşlar ve sonra büyük patlamaya geri döner ($\Omega<1$). Burada Ω kozmolojik sabittir.

23) a) Evrenin büyük patlamayla başlayan genişleme sürecinde ilk ayrılan kuvvet hangisidir? Cevap: Güçlü çekirdek kuvveti

b) Evrenin kütle yoğunluğu kritik yoğunluktan ($\rho_c=3 \text{ atom/m}^3$) büyük ise sonu ne olabilir? Cevap: Büyük çöküş.

c) Evreni ısı ölümüne sürükleyecek fiziksel koşul nedir? Cevap: Evrendeki yoğunluğun kritik yoğunluğa eşit veya bunun altında olması durumu.

24) Enerjinin korunumu kanunu ve Hubble kanununu kullanarak, evrenin kritik kütle yoğunluğunu; H ve G türünden bulunuz. (H: Hubble sabiti, G: evrensel kütle çekim sabiti) Cevap: $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$

25) Yıldızların ışımaya güçlerinin etkin sıcaklıklarına karşı dağılımını veren Hertzsprung-Russel diyagramı (HR), astronomi ve astrofizikte önemlidir. Bu diyagramı basitçe çizerek, Güneşin bulunduğu yeri belirtiniz. Cevap: Çapraz gruplar şeklinde aşağıdan yukarıya doğru sırasıyla; beyaz cüceler, anakol, devler, süper devler. Güneş anakol bölümünde yer alır.

26) Bir karadeliğin Schwarzschild yarıçapını G, m ve c türünden türetiniz. Cevap: $r_s = \frac{2Gm}{c^2}$

27)Einstein'in genel görelilik kuramına göre madde ve enerji nedeniyle uzay eğridir. Madde yada enerjinin fazla olduğu yerde eğrilik de fazladır. Bu nedenle kara delikler çok büyük kütle çekimine sahiptir ve olay ufku giren ışık dahi kaçamaz (kaçışlar ancak Hawking ışımasıyla olur). Einstein uzay-zamanın eğriliğiyle ilgili $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$ alan denklemlerini yazdı. Bu denklemdeki terimlerin anlamını kısaca yazınız. Cevap: $R_{\mu\nu}$ →Ricci eğrilik tensörü, R → skaler eğrilik, $g_{\mu\nu}$ → metrik tensör, Λ → kozmolojik sabit, G → evrensel kütle çekim sabiti, c → ışığın boşluktaki hızı, $T_{\mu\nu}$ → enerji-momentum tensörü. Soldaki terimlerin hepsine birlikte Einstein tensörü de denir. Buradaki tensörler 4x4 boyutunda matrislerdir ($\mu, \nu: 0, 1, 2, 3$).

KATIHAL FİZİĞİ-1

Formüller: $\sigma = (1/\rho) = ne\mu$, $J = (I/A) = \sigma E$, $V = IR$, $I = I_0(e^{e\Delta V/k_B T} - 1)$, $n = C \cdot T^{3/2} \cdot e^{-E_g/k_B T}$, $2d \sin\theta = n\lambda$, $R_H = E_V/J_x B = -1/ne$

1)Katıları atomik düzen ve bağ yapılarına göre sınıflandırınız. Cevap: 1-Amorf katılar, 2-Kristal katılar (a-iyonik kristaller, b-moleküler kristaller, c-kovalent kristaller, d-metalik kristaller)

2)Cam, elmas, yemek tuzu, Na ve CO₂ buzu ne tür katılardır? Cevap: Cam →Amorf, Elmas→ Kovalent kristal, Yemek tuzu (NaCl) → iyonik kristal, Na → metalik kristal, CO₂ buzu → moleküler kristal.

3)Grafit ve elmas için;

a)Oluştugu atom türleri nelerdir? Cevap: Karbon.

b)Kristal yapıları nasıldır? Cevap: Grafit altıgen, elmas sekizgen yapıdadır.

c)Elektriksel ve termal özellikleri nasıldır? Cevap: Grafit ısı ve elektriği iletir, elmas iletmez.

d)Optik özelliklerini ve dayanıklılıklarını belirtiniz. Cevap: Grafit opak, elmas saydamdır. Grafit yumuşak, elmas ise çok serttir.

e)Aynı atomlardan oluşmuş fakat yapısı farklı olan kristallere ne ad verilir? Cevap: Allotrop.

4) Katıların ısı ve elektriği iletimi elektronlar vasıtasıyla olur. Katıyı oluşturan atomların elektronlarının aynı enerji seviyelerinin üst üste gelmesiyle bantlar oluşur. Elektronların tamamen doldurduğu bantlar değerlik bandı, bunun üzerindeki kısmen boş ya da tamamen boş bantlar iletkenlik bandıdır. Değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasındaki enerji aralığının büyüklüğü katının ısıl ve elektriksel iletkenlik özelliklerini belirler. Maddeleri elektrik iletkenliğine göre sınıflandırarak, nedenini band teorisine göre kısaca açıklayınız. Cevap: 1) Yalıtkanlar: enerji aralığı büyük, dolayısıyla elektronların iletkenlik bandına geçişleri zor. 2) İletkenler: enerji aralığı çok küçük veya bir kısmı değerlik bandının içine girmiş, dolayısıyla iletkenlik bandındaki elektronlar serbestçe (rahatça) hareket ediyorlar. 3) Yarı iletkenler: değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasındaki aralık az, dolayısıyla bir miktar enerjiyle elektronlar iletkenlik bandına geçerler. Yarı iletkenlerde elektrik iletimi hem elektronlar, hem de holler (elektronların bıraktığı boşluklar) vasıtasıyla sağlanabiliyor.

5) Saf bir yarı iletken metale bir elektrik alan uygulandığında;

a) Deşiklerin (hollerin) ve elektronların hareket yönü nasıl olur? Cevap: elektronlar alana ters, deşikler alanla aynı yönde hareket ederler.

b) Bu yarı iletkene donör atomlar enjekte ediliyor ($E_g \gg E_d$). Bu durumda yarı iletkenin elektrik iletiminde ne tür değişimler olabilir? Cevap: Donör atomların enerji seviyeleri yarı iletken atomların iletkenlik bandına daha yakın ise yarı iletken N-tipi, değerlik bandına daha yakınsa P-tipi olur. Akım N-tipi yarı iletkenlerde elektronlar, P-tipi yarı iletkenlerde deşikler vasıtasıyla iletilir.

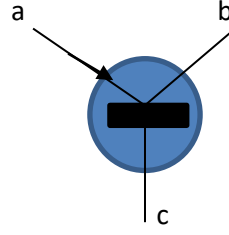
6)a) Bir yarı iletkene 5-değerlik elektronlu arsenik atomları enjekte edilirse, yarı iletken hangi tip olur? Cevap: N tipi

b) Bir yarı iletkene 3-değerlik elektronlu bor atomları enjekte edilirse, yarı iletken hangi tip olur? Cevap: P tipi

7)a) Diyot nedir? Nasıl yapılır? Cevap: Tek yönlü akım geçiren devre elemanıdır. N ve P tipi yarı iletkenleri birbirine yapıştırarak yapılır.

b) Transistör nedir? Nasıl yapılır? Cevap: Küçük elektrik sinyallerini yükseltmek yada anahtarlama için kullanılan 3 bacaklı devre elemanıdır. NPN veya PNP şeklinde yarı iletkenlerin birbirine yapıştırılmasıyla yapılır. Ortadaki taban (base), kenarlardakilerden biri yayıcı (emiter) diğeri toplayıcı (collector). N de emiter negatif, P de emiter pozitif kutuptur. Kollektör bunun tam tersidir.

8)



Bir transistörün kabaca yapısı ve elektronik sembolü yukarıdaki gibidir. Şekillerde verilen; X, Y, a, b ve c yerine gelecek harf veya sözcükleri yazınız. a, b ve c'nin işaretlerini belirtiniz. Cevap: X=P, Y=N, a=emitter (+), b=kollektör (-), c=base (nötr).

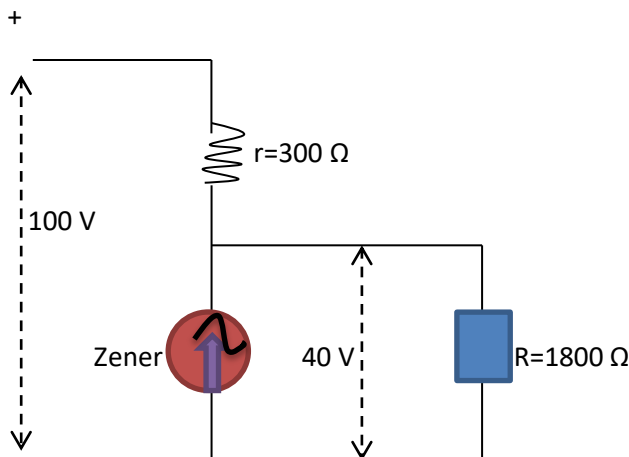
9)Yaygın olarak kullanılan diyot çeşitlerini yazınız. Cevap: 1-Kristal diyotlar, 2-Zener diyotlar, 3-ışık yayan diyotlar (LED), 4-Tünel diyotlar, 5-Foto diyotlar, 6-Ayarlanabilir diyotlar (Varaktör-Verikap).Bunlardan başka özel uygulamalar için kullanılan diyotlar da vardır. Örneğin; Gunn, Schottky, Pin diyotları..vb.

10)Tıpta kullanılan başlıca görüntüleme teknikleri nelerdir? Cevap: 1-Röntgen, 2-Bilgisayarlı tomografi (BT), 3-Pozitron emisyon tomografisi (PET), 4-Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), 5-Ultrasonografi (US).

11)Plazma ekran ile LCD ekran arasındaki temel fark nedir? Cevap: Plazma ekranda iyonize gaz, LCD ekranda sıvı kristal kullanılır.

12) 0°C de bir PN diyota doğru yönde 0,1 V'luk gerilim uygulandığında, direnci $10\ \Omega$ oluyor. Aynı diyota aynı gerilim ters yönlü uygulanırsa direnç kaç Ω olur? ($k=1,38 \cdot 10^{-23}\ \text{J/K}$) Cevap: 692

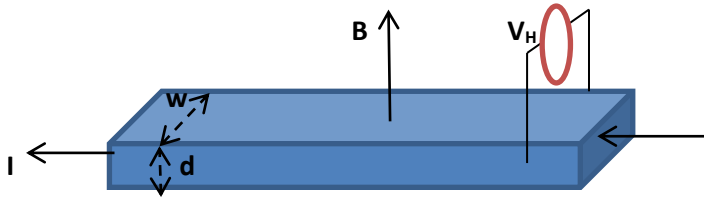
13)



Bir Zener diyotu ile şekildeki devre oluşturuluyor. R, r ve Zener diyotundan geçen akım kaç amperdir?
Cevap: $I_R=1/45$ A, $I_r=1/5$ A, $I_z=8/45$ A .

14)Hall olayı nedir? Ne amaçla kullanılır? Cevap: Bir manyetik alanda, içerisinde elektrik akımı geçirilen bir yarı iletkende, oluşan fiziksel etkiye Hall olayı denir. Burada manyetik alan, elektrik alan ve akımın doğrultusu diktir. Yarı iletken kristalde hareket eden yükler (elektronlar) bir yüzeye toplanır. Yüzeyler arasında oluşan potansiyele Hall potansiyeli denir. Hall olayı özellikle yarı iletkenlerin tiplerini ve akım taşıyıcı yük yoğunluklarını belirlemede kullanılır. Endüstride konum, uzaklık ve dönüşüm algılayan Hall sensörleri kullanılmaktadır.

15)



B manyetik alanı içerisinde bulunan bir yarı iletkenin şekildeki gibi I akımı geçtiğinde, Hall gerilimi V_H oluyor. Yarı iletkenin yüksekliği d, genişliği w dir. Birim hacimdeki yük taşıyıcıları yoğunluğu n ise;

a)Hall gerilimi; I, e, d, n ve B türünden nedir? Cevap: $V_H=IB/ned$

b)Hall direnci (Hall katsayısı) e ve n türünden nedir? Cevap: $R_H=-1/ne$

16)Potasyumun Hall katsayısı (Hall direnci) $4,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/\text{C}$ olarak ölçülüyor. Metreküpteki serbest elektron sayısı nedir? Potasyumun yoğunluğu $862 \text{ kg}/\text{m}^3$ ise, atom başına serbest elektron sayısı nedir? ($e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) Cevap: $n=1,38 \cdot 10^{28}$, $\eta=1$.

17)Metrenin milyarda biri kadar küçük boyutlarda atom ya da moleküllerin kontrolü ve yeni malzemeler üretiminde kullanılan teknolojiye ne denir? Bu teknolojiyle üretilen malzemelerden birkaç tanesini yazınız. Cevap: Nanoteknoloji. Bu teknoloji günümüzde, mühendislik, tıp, temel bilimler, uzay bilimleri, güvenlik,... gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Bu teknolojiyle yeni malzemeler geliştirilmektedir. Örneğin; lens kamera, elektron mikroskobu, nano-piller, nano-teller, hafıza kartları, tıbbi ilaçlar ve makineler, nano-kumaşlar... vb.

18) Bir materyalin çok düşük sıcaklıklarda hiç direnç göstermemesi onun süper iletken duruma geldiğini gösterir. Süperiletkenlik ilk kez 1911 yılında Hollandalı fizikçi Kamerlingh Onnes tarafından civa elementinde keşfedilmiştir (4,2 K). Bu olayın tam fiziksel mekanizması 1957’de C.Bardeen, L. Cooper ve R.Schrieffer tarafından açıklanmıştır.

a) Süper iletkenliği sağlayan elektron çiftlerine ne ad verilir? Cevap: Cooper çiftleri

b) Bir süper iletken madde bir manyetik alana konulduğunda, manyetik alanla nasıl etkileşir? Bu etkiye ne ad verilir? Cevap: Manyetik alan çizgilerini içine almaz, dışarı iter. Bu etkiye Meissner etkisi denir.

c) Bir süperiletken metalin özdirenç-sıcaklık grafiğini kabaca çiziniz. Cevap:

d) Süperiletkenliğin meydana geldiği sıcaklığa ve bu sıcaklığa karşılık gelen manyetik alana ne ad verilir? Cevap: Kritik sıcaklık, kritik manyetik alan

e) Süperiletkenliği açıklayan teoriye ne ad verilir? Cevap: BCS teorisi.

19) Süperiletkenliğin teknolojideki başlıca kullanım alanlarını yazınız. Cevap: 1-Süper hızlı trenler (MAGLEV), 2-Parçacık hızlandırıcıları, 3-MR cihazlarında, 4-Bazı endüstriyel uygulamalarda (NMR, Kaolin kil işleme, katı atık temizleme, HTS indüksiyon ısıtıcı, ilaç geliştirme, uzay teknolojileri..)

KATIHAL FİZİĞİ-2

Formüller: $\sigma=(1/\rho)=ne\mu$, $J=(I/A)=\sigma E$, $V=IR$, $I = I_0(e^{e\Delta V/k_B T} - 1)$, $n = C.T^{3/2}.e^{-E_g/k_B T}$,
 $2d\sin\theta=n\lambda$, $R_H=E_y/J_x B=-1/ne$, $E_F = \frac{\hbar^2}{2m}(3\pi^2 n)^{2/3}$, $p=\hbar k$, $D(E)=dN/dE$, $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$, $\psi_k(r)=U_k(r)e^{ikr}$,
 $U=-\mu B$, $C_v=dE/dT$, $U = \frac{\alpha}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$, $f_F = \frac{1}{1 + e^{(E-E_F)/k_B T}}$, $f_B = \frac{1}{e^{h\nu/k_B T} - 1}$, $H_c = H_0 \left(1 - \left(\frac{T}{T_c}\right)^2\right)$

1) Bir metalin özdirenci ρ ve Hall katsayısı R_H ise;

a) Elektriksel iletkenliği ve mobilitesi nedir? Cevap: $\sigma=1/\rho$, $\mu=R_H/\rho$

b) Elektron yoğunluğu ve elektronların çarpışma süresi nedir? (elektron yükü e , kütlesi m) Cevap:
 $n=1/eR_H$, $\tau=(mR_H)/(e\rho)$.

2) Bir boyutlu NaCl kristalinin Madelung sabitini bulunuz. Cevap: $2\ln 2$

3) Katılardaki elektronların belirli bir E enerji durumunda bulunma olasılığı $f(E) = \frac{1}{1 + e^{(E-E_F)/k_B T}}$ Fermi-Dirac dağılım fonksiyonuyla belirlenir. Burada E_F , Fermi enerjisidir. Termal dengede, E ve E+dE enerji aralığında sahip bir metalin birim hacimdeki elektron sayısı $N(E)dE = C \frac{E^{1/2}dE}{f(E)}$ dir. birim hacimdeki elektronların toplam sayısı n_e ise;

a) T=0 K'de Fermi enerjisi $E_F(0)$, \hbar , m_e , n_e türünden nedir? ($C = \frac{8\sqrt{2}\pi m_e^{3/2}}{h^3}$). Cevap: $E_F(0) = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3n_e}{8\pi}\right)^{2/3}$

b) Metaldeki bir iletim elektronunun T=0 K'deki ortalama enerjisini bulun. Cevap: $E_{ort} = \frac{3}{5} E_F$

4) Bakır metalinde her atom, metale bir serbest elektron vererek iletkenliğe katkıda bulunur. Bakır metalinin serbest elektron yoğunluğu $n_e = 8,5 \cdot 10^{28}$ elektron/m³ olduğuna göre;

a) Bakırın fermi enerjisini bulunuz. ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, $\pi = 3,14$). Cevap: $20,9 \cdot 10^{-19}$ J.

b) Fermi sıcaklığını bulunuz. ($k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J.s) Cevap: $15,1 \cdot 10^4$ K

c) Fermi hızını bulunuz. Cevap: $2,14 \cdot 10^6$ m/s.

5) Bir kenarı a olan kübik bir kutu içinde hareket eden m kütleli parçacığın toplam enerjisi $E = 7\hbar^2/4ma^2$ dir. Parçacığın kaç kat dejenere duruma sahip olduğunu bulunuz. Cevap: 6

6) Bir kristal dalga boyu 1 \AA olan X-ışınlarıyla inceleniyor. X-ışınları paralel demet şeklinde kristal atomları üzerine (kristal düzlemlerine) gönderiliyor. Yansıyan ışınların doğrultusu ile gelen ışınların doğrultusu arasındaki açı 30° iken yapıcı girişim gözleniyor (Bragg yansıması). Buna göre kristal düzlemleri arasındaki minimum uzaklık (atomlar arası uzaklık) kaç Å dır? Cevap: $(\sqrt{6} + \sqrt{2})/2$

7) N molekülden oluşan ideal bir gaz T sıcaklığında iken, hızları v ile v+dv arasındaki moleküllerin sayısı $n(v) = 4\pi v^2 N \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-mv^2/2kT}$ şeklinde Maxwell-Boltzman dağılımına fonksiyonuna sahiptir. Burada m bir molekülün kütlesi k ise Boltzman sabitidir.

a) Moleküllerin ortalama hızını, m, k ve T türünden bulunuz. Cevap: $\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$

b) Moleküllerin hızının kare ortalamasını karekökünü, m, k ve T türünden bulunuz. Cevap: $v_{kok} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

c) En olası hızı, m , k ve T türünden bulunuz. Cevap: $v_{eo} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

8) T sıcaklığındaki N molekülden oluşan bir moleküler sisteminde bir molekülün enerjisi $E=c.x^2$ şeklinde davranmaktadır. Burada $c>0$ sabittir. Bu sistemin ortalama enerjisi $\langle E \rangle = a.k.T$ şeklinde ise, a nedir? ($\Gamma(n) = \int_0^{\infty} u^{n-1} e^{-u} du$, $\Gamma(n+1)=n\Gamma(n)$, $\Gamma(1)=1$, $\Gamma(1/2)=\sqrt{\pi}$) Cevap: $N/2$

9) Bir kristali oluşturan atomlar denge konumları etrafında harmonik salınımlar yaparlar. Einstein; saf bir kristaldeki atomların ortalama aynı frekanslarda salınımlar yaptığını, dolayısıyla kristalin ortalama enerjisinin $\langle E \rangle = \frac{N h \nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$ şeklinde olabileceğini belirtmiştir. Burada N atom sayısı, h Planck sabiti, ν frekans, k Boltzman sabiti, T ise sıcaklıktır (K). Bu kristale Einstein kristali de denmektedir.

a) Bu kristalin düşük sıcaklıklarda sabit hacimdeki ısı sığasını bulunuz. ($h\nu \gg kT$) . Cevap: $C_v = 3kN \left(\frac{h\nu}{kT}\right)^2 e^{-h\nu/kT}$

b) Yüksek sıcaklıklarda sabit hacimde ısı sığasını bulunuz. Cevap: $C_v = 3Nk$.

10) Katkılı yarı iletkenlerde oda sıcaklığı civarında deşik konsantrasyonu p , elektron konsantrasyonu n ise, $n.p$ çarpımı kütle eylemi yasasıdır. Bu yasa m_p , m_e , T ve E_g değişkenlerine bağlıdır. Burada E_g yasak bant enerji aralığıdır. T sıcaklığında, E_g yasak band aralığında bir yarı iletkenin $n.p=x$ ise; $6T/5$ sıcaklığında, $3E_g/4$ yasak band aralığındaki yarı iletkenin $n.p$ çarpımı kaç x olur? Cevap: $\frac{216}{125} e^{3E_g/8kT}$

11) T sıcaklığında bir B manyetik alan içinde bir paramanyetik kristal bulunmaktadır. Kristaldeki toplam iyon sayısı N , her iyonda çiftlenmemiş spine sahip elektron bir ve bir elektronun manyetik momenti μ_B dir. Bu kristalin birim hacim başına mıknatıslanması N , μ_B , k_B , B ve T türünden nedir?

Cevap: $M = N\mu_B \tanh\left(\frac{\mu_B B}{k_B T}\right)$

12) Alüminyumun $T=0$ K deki süper iletken durumunun kritik manyetik alanı $H_c(0)=0,01$ Tesla, Cıvanın $T=0$ K' deki süper iletken durumunun kritik manyetik alanı $H_c(0)=0,04$ Tesla dir. Cıvanın süper iletken olması için kritik sıcaklık $T_c=4,2$ K ise alüminyumun süper iletken olması için kritik sıcaklığı kaç K olmalıdır? ($T=1$ K için $H_{cAl}/H_{cHg}=0,081$ alınız) Cevap: $1,2$

13) Bir kristal içinde birbirini tekrarlayan en küçük kafes yapıya birim hücre denir ve kristallerdeki atomlar birim hücredeki kafes noktalarında bulunurlar. Kafes noktalarının bir birine göre yerleşim geometrisi kafes parametreleri ile tanımlanır ve yapının karakteristiğini oluşturur. Doğadaki tüm kristaller belirli sayıda kafes oluşturur ve bunlara Bravais kafesleri veya Bravais örgüleri denir.

a) Doğada kaç çeşit kristal sistemi ve Bravais kafesi vardır? Kristal sistemlerin adlarını yazarak, sahip olduğu Bravais kafes sayısını parantez içinde belirtiniz. Cevap: 7 çeşit kristal sistemi, 14 adet Bravais kafesi vardır. 1-Triklinik (1), 2-Monoklinik (2), 3-Ortobombik (4), 4-Rombohedral (1), 5-Tetragonal (2), 6-Hegzagonal (1), 7-Kübik (3).

b) Na, Cu, Mg ve Cr nasıl bir Bravais kafes yapısına sahiptirler? Cevap: Na→Hacim merkezli kübik, Cu→Yüzey merkezli kübik, Mg→Hegzagonal, Cr→Hacim merkezli kübik.

c) Bir yüzey merkezli kübik hücreye dahil kaç atom vardır? Cevap: 4

14a) Bir kristal örgüde birim hücre hacmindeki toplam atom hacmine, o kristalin atomik dolgu faktörü denir. Basit kübik birim hücrelere sahip bir kristalin atomik dolgu faktörünü bulunuz. Cevap: 0,52

b) Bu kristaldeki bir birim hücrenin bulunduğu tüm düzlemlerin ve bir cisim köşegeninin bulunduğu düzlemin miller indislerini yazınız. Cevap: (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1) ve (1,1,1).

Mehmet Taşkan

www.fizikevreni.com