

M.İ. Murquzov C. İ. Hüseyinov T. A. Cəfərov

ATOM VƏ NÜVƏ FİZİKASI



QISA NƏZƏRİ MƏLUMAT



SUALLAR



MƏSƏLƏLƏR



TESTLƏR

Ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti

*Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyi tərəfindən (01.07.2010 –cu il
tarixli 955 saylı əmr) dərs vəsaiti kimi
təsdiq edilmişdir.*

B A K I - 2010

Rəyçilər:

f.r.e.d., professor

f.r.e.d., professor

f.r.e.n., dosent

İ.H.Cəfərov (ADPU)

S.Q.Abdullayev (BDU)

H.Ə.Həsənov

M.İ.Murquzov, C.İ.Hüseynov, T.A.Cəfərov.

Atom və nüvə fizikası (Qısa nəzəri məlumat, Suallar, Məsələlər, Testlər). Ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti. Bakı, «Ləman Nəşriyyatı Poliqrafiya» MMC, 2010 səh.386

Dərs vəsaiti ümumi fizika kursunun “Atom və nüvə fizikası” bölməsinə aid məsələ və müvafiq testlərin həllinə həsr olunmuşdur. Təklif olunan bütün məsələ və testlər Bakalavr pilləsi üçün mövcud “Fizika ” proqramına uyğun olaraq paraqraflara ayrılmış və hər bir paraqrafta əvvəlcə qısa nəzəri məlumat və mövzunu tam əhatə edən suallar verilmiş, sonra nümunəvi məsələlərin həlli geniş izahatla aydınlaşdırılmışdır. Paraqrafın sonunda müstəqil həll olunacaq məsələlər və testlər verilmişdir. Kitabın sonunda isə tələbələrin öz biliklərini müstəqil dəyərləndirməsi üçün sınaq testləri verilmişdir.

Vəsait ali məktəb tələbələri, müəllimlər, Fizika ilə maraqlanan şəxslər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

M $\frac{1704070000 - 104}{2010}$

© «Ləman Nəşriyyatı Poliqrafiya» MMC, 2010

Kitabın içindəkilər

<i>Ön söz</i>	4
I Fəsil. İstilik şüalanması.	
§1. Stefan-Bolsman, Vin qanunları. Plank düsturu...	6
II Fəsil. Şüalanmanın kvant təbiəti.	
§2. Işıq kvantları – foton	29
§3. Fotoeffekt hadisəsi	43
§4. Işığın təzyiqi	61
§5. Tormozlanma və xarakteristik rentgen şüaları ...	71
§6. Kompton effekti	88
III Fəsil. Maddənin dalğa təbiəti.	
§7. De-Broyl dalğaları	108
§8. Qeyri müəyyənlik prinsipi	126
§9. Şredinger tənliyi	139
IV Fəsil. Nüvə fizikası.	
§10. Elementar zərrəciklər	162
§11. Nüvənin quruluşu və əsas xarakteristikaları	175
§12. Radiaktiv parçalanma qanunu	188
§13. Kütlə defekti və nüvənin rabitə enerjisi	210
§14. Nüvə reaksiyaları	223
V Fəsil. Atom fizikası.	
§15. Atom spektrində qanunauyğunluqlar	237
§16. Atom modelləri. Hidrogen atomunun Rezerford - Bor nəzəriyyəsi	251
§17. Hidrogen atomunun kvant nəzəriyyəsi	267
§18. Mürəkkəb atomlar. Atomun vektor modeli.....	280
VI Fəsil. İki atomlu molekullar.	
§19. Fırlanma və rəqsi spektrlər	298
VII Fəsil. Bərk cisimlər	
§20. Bərk cisimlərdə kvant hadisələri	322
<i>Sınaq testləri</i>	341
<i>Əlavələr</i>	364
<i>Testlərin cavabı</i>	377

Ön söz

Ümumi fizika kursunun öyrənilməsində nəzəri materialların verilməsi, ona uyğun məsələ həll etmək bacarığının inkişaf etdirmək və tələblərin müstəqil təcrübələr aparmaq, alınan nəticələri analiz etmək vərdişlərini aşılamaq nəzərdə tutulur. Ümumiyyətlə ixtiyari səviyyədə fizikanın mükəmməl öyrədilməsi prosesinin ayrılmaz tərkib hissələrindən biri də məsələ həllidir. Buna görə də Fizika kursunun tədrisində məsələ həllinə mühüm əhəmiyyət verilir və tədris proqramında ona xeyli saat ayrılır.

Məsələ həlli tələbələrə əsas fiziki qanunları və düsturları yadda saxlamağa və onları dərinləndirən dərk etməyə imkan verir, onların xarakterik xüsusiyyətləri və onların tətbiq olunma sahələri haqqında müəyyən təsəvvürlər yaradır. Praktiki və idrak əhəmiyyəti olan konkret məsələlərin həlli üçün maddi aləmin ümumi qanunlarından istifadə etmək vərdişini inkişaf etdirilməsində mühüm rol oynayır. Məsələ həlli etmək bacarığı proqram materialının öyrənilmə dərinliyini qiymətləndirməyin ən yaxşı meyarlarından biridir.

Ümumi fizika kursunun yekunu olan «Atom və nüvə fizikası» mahiyyətə müasir fizika olub bütün təbiət elmlərinin əsasını təşkil edir. Təbiətdə baş verən proses və hadisələrin mahiyyətinin aydınlaşdırılmasına, onları makroskopik baxımdan tədqiq etməyə imkan yaradır.

Son zamanlar qəbul imtahanları ilə yanaşı olaraq Ali məktəblərdə semestr imtahanları da test üsulu ilə keçirilir. Tələbələrin bu fənni yaxşı mənimsəməsi üçün proqramı tam əhatə edən və müvafiq suallar və testlərlə təchiz olunmuş uyğun məsələ kitablarına ciddi ehtiyac duyulur. Tələbələrə təklif olunan bu vəsait uyğun çatışmamazlıqları aradan qaldırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Vəsait 20 paragraf və məsələ həlli zamanı istifadə olunan cədvəllərdən ibarətdir. Hər bölmənin əvvəlində mövzuya aid zəruri olan qısa nəzəri məlumat verilmiş, uyğun suallar

tərtib olunmuş, məsələ həllinə aid tipik nümunələr göstərilmiş, tələbələrin müstəqil həll etmələri üçün məsələlər təklif olunmuşdur. Hər bölmənin sonunda mövzuya aid kifayət qədər testlər verilmişdir. Testlərin ümumi sayı mindən artıqdır. Vəsaitin sonunda tələbələrin bilik mənimsəmə faizlərini müstəqil qiymətləndirmək üçün imtahana uyğun 5 variantda sınaq testləri verilmişdir.

Dərs vəsaiti universitetlərdə tədris olunan ümumi fizika kursunun «Atom və nüvə fizikası» bölməsinin proqramına uyğun tərtib olunmuşdur.

Dərs vəsaitinin ərsəyə gəlməsində göstərdikləri köməyə görə ADPU-nun Eltekri və optika kafedrasının bütün əməkdaşlarına, əlyazmasını oxuyub ona faydalı təkliflər verən ADPU-nun Nəzəri fizika kafedrasının müdiri prof. İ.H.Cəfərova, BDU -nün Nəzəri fizika kafedrasının professoru S.Q.Abdullayevə və dosent H.Ə.Həsənova öz səmimi təşəkkürümüzü bildiririk.

Vəsait haqqında irad və təkliflərini bizə göndərən oxuculara əvvəlcədən minnətdarıq. Ünvan: Bakı, Ü.Hacıbəyov küçəsi 34, ADPU, Fizika fakültəsi, Elektrik və optika kafedrası

Müəlliflər

I FƏSİL. İSTİLİK ŞÜALANMASI

§ 1. Stefan-Bolsman, Vin qanunları. Plank düsturu

Stefan-Bolsman qanuna görə mütləq qara cismin integral şüalandırma qabiliyyəti mütləq temperaturun dördüncü dərəcəsi ilə düz mütənasibdir.

$$R(T) = \int_0^{\infty} R_{\nu,T} = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8} \frac{Vt}{m^2 K^4} - \text{Stefan -Bolsman sabitidir.}$$

Boz cisimlərin şüalandırma qabiliyyəti

$$R(T) = a \sigma T^4 \text{ düsturu ilə təyin olunur.}$$

a - boz cismin udma əmsəlidir.

Vinin yerdəyişmə qanununa görə maksimum şüalandırma qabiliyyətinə uyğun gələn dalğa uzunluğu mütləq temperaturla tərs mütənasibdir.

$$\lambda_m T = b$$

$$b = 2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K - \text{Vin sabitidir.}$$

Şüalandırmanın spektral sıxlığının maksimumu mütləq temperaturun beşinci dərəcəsi ilə mütənasibdir.

$$(R_{\lambda,T})_{\max} = C T^5$$

$$C = 1,3 \cdot 10^5 \frac{Vt}{m^3 K^5} \text{ sabitdir.}$$

Reley-Cins qanuna görə mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin spektral sıxlığı

$$R_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT \text{ düsturu ilə təyin olunur.}$$

Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin spektral sıxlığı üçün Plank düsturu

$$R_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Mövzuya aid suallar

1. Şüalanmanın neçə növü var?
2. Hansı şüalanma istilik şüalanması adlanır?
3. İstilik şüalanması digər şüalanmadan hansı cəhətinə görə fərqlənir?
4. Közərdilmiş cisimlərin buraxdığı şüalar hansı spektrə aiddir?
5. İnteqral şüalanma seli nəyi xarakterizə edir?
6. İnteqral şüa buraxma qabiliyyəti nəyə deyilir?
7. Spektral monoxromatik şüaburaxma qabiliyyəti nəyə deyilir?
8. İnteqral şüaburaxma qabiliyyətinin vahidi nədir?
9. İnteqral şüaburaxma qabiliyyəti hansı düsturla ifadə olunur?
10. Spektral şüaburaxma qabiliyyəti hansı düsturla ifadə olunur?
11. Spektral şüaudma, spektral şüakeçirmə və spektral şüaqaytarma qabiliyyəti arasında hansı münasibət var?
12. Spektral şüaudma qabiliyyəti nəyi xarakterizə edir və vahidi nədir?
13. Spektral şüakeçirmə qabiliyyəti nəyi xarakterizə edir və vahidi nədir?
14. Spektral şüaqaytarma qabiliyyəti nəyi xarakterizə edir və vahidi nədir?
15. Hansı cisimlər mütləq ağ cisimlərdir?
16. Hansı cisimlər boz cisimlərdir?
17. Hansı cisimlər mütləq qara cisimlərdir?
18. Şüaburaxma və şüaudma qabiliyyətləri arasındakı riyazi asılılıq hansı alim tərəfindən verilmişdir?
19. Kirxhof qanununu ifadə edin.
20. Kirxhof qanunundan hansı nəticələr çıxır?

21. MQC üçün Stefan -Bolsman qanunu ifadə edin?
22. Boz cisimlər üçün Stefan - Bolsman qanunun riyazi ifadəsi necədir?
23. Stefan - Bolsman sabitinin (σ) ədədi qiyməti nəyə bərabərdir?
24. Stefan - Bolsman qanunu MQC - in inteqral şüalandırma qabiliyyətinin hansı parametrdən asılılığını müəyyən edir?
25. Vin qanunu MQC - in şüalandırma qabiliyyətinin hansı parametrdən asılılığını müəyyən edir?
26. Vin qanunun riyazi ifadəsi necədir?
27. Vinin yerdəyişmə qaydası (qanunu) necə ifadə olunur?
28. Vin sabitinin ədədi qiyməti nə qədərdir?
29. Vin qanunu hansı şərt daxilində doğrudur?
30. Vin qanundan Stefan - Bolsman qanunun ifadəsini alın.
31. Reley - Cins qanun riyazi ifadəsi necədir?
32. Reley - Cins qanunu hansı halda doğrudur?
33. Ultrabənövşəyi fəlakət nədir?
34. Plank fərziyyəsini söyləyin.
35. Mütləq qara cismin şüalanması üçün Plank düsturunun riyazi ifadəsi necədir?
36. Plank düsturundan Vinin yerdəyişmə qanunu alın.
37. Plank düsturundan Stefan - Bolsman qanunu alın.
38. Plank düsturunda Reley - Cins qanunu alın.
39. Plank sabitinin fiziki mənası nədən ibarətdir?
40. Plank sabitinin ədədi qiyməti nəyə bərabərdir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ1. $1500Vt$ gücə malik elektrik sobasının sahəsi 30 sm^2 olan açıq yarığının daxili səthində temperatur 1300 K -dir. Sobanın yarığı mütləq qara cisim kimi şüalandırdığını qəbul edərək sobanın divarlarından onun gücünün hansı hissəsi səpildiyini tapın .

<p>Verilir.</p> $P=1500Vt$ $S=3 \cdot 10^3 m^2$ $T=1,3 \cdot 10^3 K$	<p>Həlli</p> <p>Qərarlaşmış temperatur rejimində sobanın 1 saniyədə sərf etdiyi elektrik enerjisi yarıq və divarlardan şüalandırılır:</p> $P=P_s+P_{şüa}$ <p>Stefan-Bolsman qanuna görə sahəsi S</p>
--	---

$$\alpha = \frac{P_s}{P} = ?$$

olan yarıqdan şüalanmanın gücü

$$P_{şüa} = RS = \sigma T^4 S$$

Onda $P_s = P - P_{şüa} = P - \sigma T^4 S$ və

$$\alpha = \frac{P_s}{P} = \frac{P - \sigma T^4 S}{P} = 1 - \frac{\sigma T^4 S}{P}$$

alarıq. Verilənləri sonuncu ifadədə yerinə yazmaqla

$$\alpha = \frac{P_s}{P} = 0,676 \text{ alarıq.}$$

Cavab: $\alpha = 0,676$

Məsələ 2. Günəş sabitini, yəni günəşdən yer məsafədə Günəş şüalarına perpendikulyar qoyulmuş vahid səthə vahid zamanda düşən şüa enerjisini tapın. Günəş səthinin temperaturu $T=5800K$ - dir. Günəş şüalanmasını mütləq qara cisim şüalanmasına yaxın hesab etməli. Günəşin radiusu $R=6,96 \cdot 10^8 m$, Yer orbitinin radiusu isə $r_y=1,5 \cdot 10^{11} m$ -dir.

<p>Verilir</p> $T=5800K$ $R=6,96 \cdot 10^8 m$ $r_y=1,5 \cdot 10^{11} m$ $J - ?$	<p>Həlli</p> <p>Günəş şüalanmasını mütləq qara cisim şüalanması kimi hesab etsək günəşin şüalanma gücünü</p> $P = \sigma T^4 S$ <p>kimi yazı bilərik.</p> <p>Burada $S = 4\pi R^2$ günəş səthinin sahəsidir.</p> $P = 4\pi \sigma R^2 T^4$
---	---

Günəş sabiti bu gücün radiusu yerdən günəşə qədər orta məsafəyə bərabər olan kürənin səthinin sahəsinə nisbətində bərabərdir.

$$J = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{\sigma R^2 T^4}{r^2}$$

Uyğun qiymətləri yerinə yazıb hesablasaq;

$$J = 1380 \text{ Vt} / \text{m}^2 \text{ alarıq.}$$

$$\text{Cavab: } J = 1,38 \text{ kVt} / \text{m}^2$$

Məsələ 3. Diametri $d=0,8 \text{ mm}$ olan volfram naqildən keçən cərəyan şiddəti nə qədər olmalıdır ki, vakuumda sabit temperatur $t=2800^\circ \text{C}$ olsun. Naqilin səthini udma əmsalı $a=0,343$ olan boz səth hesab etməli. Verilmiş temperaturda xüsusi müqavimət $\rho = 0,92 \cdot 10^{-4} \text{ Om} \cdot \text{sm}$, məftili əhatə edən mühitin temperaturu $t_0 = 17^\circ \text{C}$ -dir.

Həlli

Verilir

$$d=0,8 \text{ mm}$$

$$T=3073 \text{ K}$$

$$a=0,343$$

$$\rho = 0,92 \cdot 10^{-7} \text{ Om} \cdot \text{m}$$

$$T_0 = 290 \text{ K}$$

$$J - ?$$

Volfram məftilin boz cisim kimi istilik şüalandırma və udma gücləri uyğun olar.

$$P_{\text{şüa}} = a \sigma T^4 S, P_{\text{ud}} = a \sigma T_0^4 S \text{ olur.}$$

Verilmiş temperaturda saxlamaq üçün naqildəki cərəyanın gücü

$$P = P_{\text{şüa}} - P_{\text{ud}} \text{ və ya}$$

$$J^2 R = a \sigma T^4 S - a \sigma T_0^4 S = a \sigma S (T^4 - T_0^4)$$

olmalıdır. Buradan

$$J = \sqrt{\frac{a \sigma S (T^4 - T_0^4)}{R}} \text{ alarıq.}$$

Diametri d olan volfram məftilin şüalandıran səthinin sahəsi $S = \pi d \ell$ və müqaviməti $R = \frac{4\rho \ell}{\pi d^2}$ olduğunu nəzərə

alsaq

$$J = \sqrt{\frac{a \sigma \pi^2 d^3 (T^4 - T_0^4)}{4 \rho}}$$

Hesablamaları aparsaq, $J = 48,8A$ alarıq.

Cavab: $J = 48,8A$.

Məsələ 4. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 720nm$ -dən $\lambda_2 = 400nm$ -ə qədər sürüşdükdə şüalanma gücü neçə dəfə dəyişir?

Verilir: $\lambda_1 = 720nm$ $\lambda_2 = 400nm$ $\frac{P_1}{P_2} = ?$	Həlli Şüalandırma gücü şüalandırma qabiliyyəti ilə şüalanma səthinin sahəsinin hasilinə bərabərdir. $P = RS$
---	--

Stefan-Bolsman qanununa uyğun olaraq mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $R = \sigma T^4$ -dur. Vinin yerdəyişmə qanununu $\lambda_m T = b$ nəzərə alsaq

$$R = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_m} \right)^4 \text{ kimi yaza bilərik.}$$

Beləliklə, şüalanma gücünü

$$P = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_m} \right)^4 S$$

düsturu ilə ifadə etmək olar. Bu düstürü hər iki hal üçün yazıb tərəf-tərəfə bölək.

$$P_1 = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_1} \right)^4 S$$

$$P_2 = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_2} \right)^4 S$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\lambda_1^4}{\lambda_2^4} = 10,5$$

$$\text{Cavab : } \frac{P_2}{P_1} = 10,5 .$$

Məsələ 5. 1227^0C temperatura qədər qızdırılmış $10sm$ diametrlı dəmir kürə açıq havada soyuyur. Nə qədər vaxtdan sonra onun temperaturu $1000K$ -ə düşər? Hesablama zamanı kürənin udma əmsalı $0,5$ olan boz cisim kimi şüalandırdığını qəbul etməli, havanın istilikkeçiriciliyini nəzərə almamalı.

Verilir

$$T_1=1500K$$

$$T_2=1000K$$

$$D=0,1m$$

$$a=0,5$$

$$\rho = 7900 \text{ kq/m}^3$$

$$c = 460 \text{ C/kqK}$$

$$t - ?$$

Həlli

Səthinin sahəsi S olan mütləq qara cismin dt müddətində şüalandırdığı enerji

$$dE_0 = \sigma T^4 S dt \text{ düsturu ilə hesab-}$$

lanır. Məsələdə verilmiş kürə boz cisim kimi şüalandırdığından bu düstür

$$dE = a\sigma T^4 S dt \text{ şəklinə düşür.}$$

Digər tərəfdən şüalanma nəticəsində kürənin itirdiyi enerjinin miqdarı

$$dE = -cm dT \text{ olur.}$$

Burada c -xüsusi istilik tutumu, m - kürənin kütləsidir. Bu ifadələri eyniləşdirməklə

$$a\sigma T^4 S dt = -cm dT \text{ və}$$

$$dt = -\frac{cm}{a\sigma S} \frac{dT}{T^4} \text{ alarıq.}$$

Sonuncu ifadəni inteqrallayaq

$$\int_0^t dt = -\frac{cm}{a\sigma S} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T^4} \quad \text{və ya} \quad t = \frac{cm}{3a\sigma S} \left(\frac{1}{T_2^3} - \frac{1}{T_1^3} \right)$$

$$m = \rho V ; V = \frac{1}{6} \pi D^3 ; S = \pi D^2 \text{ olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$t = \frac{c\rho D}{18a\sigma} \left(\frac{1}{T_2^3} - \frac{1}{T_1^3} \right) \text{ alarıq.}$$

Məsələnin şərtində verilənləri yerinə yazıb hesablasaq
 $t=500 \text{ san}$ alarıq.

Cavab: $t=500 \text{ san}$.

Məsələ 6. Günəş səthi mütləq qara cisim kimi şüalandırır. Şüalandırma qabiliyyətinin maksimumu $\lambda_m = 0,5 \text{ mkm}$ dalğa uzunluğuna düşür.

Təyin edin:

- günəş səthinin temperaturunu;
- Günəşin I_{san} ərzində elektromaqnit dalğaları şəklində şüalandırdığı enerjini;
- şüalanma hesabına günəşin I_{san} də itirdiyi kütləni;
- hansı müddətdə günəşin kütləsi iki dəfə azalar.

Günəşin şüalanmasını sabit hesab etməli. Günəşin radiusu və kütləsini $R=6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$, $M=1,97 \cdot 10^{30} \text{ kq}$ götürməli.

Verilir

$$\lambda_m = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$t = I_{\text{san}}$$

$$\Delta m = \frac{1}{2} M$$

$$R = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$M = 1,97 \cdot 10^{30} \text{ kq}$$

$$\text{a) } T - ?$$

$$\text{b) } P - ?$$

$$\text{c) } \Delta m - ?$$

$$\text{d) } \tau - ?$$

Həlli

a) Vinin yerdəyişmə qanununa görə

$$\lambda_m T = b; \quad T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5,8 \cdot 10^3 \text{ K}$$

$$\text{Cavab : } T = 5,8 \cdot 10^3 \text{ K.}$$

b) Günəş səthindən I_{san} -də şüalanan enerji, günəşin şüalanma gücü

$P = \sigma \pi R^2$ olur. Burada $S = 4 \pi R^2$ günəş səthinin sahəsidir.

$$P = 4 \pi \sigma R^2 T^4 = 4 \cdot 3,14 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} (6,96 \cdot 10^8)^2 \times (5,8 \cdot 10^3)^4 = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ Vt}$$

c) Şüalanma nəticəsində günəşin enerjisinin dəyişməsi $\Delta E = Pt$ bərabərdir. Digər tərəfdən enerji dəyişməsi $\Delta E = mc^2$ düsturu ilə təyin olunur.

$$mc^2 = Pt ; \Delta m = \frac{Pt}{c^2} = \frac{3,9 \cdot 10^{26}}{9 \cdot 10^{16}} = 4,3 \cdot 10^9 \text{ kq/san}$$

Cavab : $\Delta m = 4,3 \cdot 10^9 \text{ kq/san}$

d) $\Delta m = \frac{1}{2}M$ olarsa, onda $\frac{1}{2}Mc^2 = P\tau$

$$\tau = \frac{Mc^2}{2P} = 2,273 \cdot 10^{20} \text{ san} = 7,2 \cdot 10^{12} \text{ il}$$

Cavab: $\tau = 7,2 \cdot 10^{12} \text{ il}$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

1.1. Elektrik sobası $P=500Vt$ güc sərf edir. Onun diametri $d=5sm$ olan açıq yarığının daxili səthində temperatur $700^\circ C$ -yə bərabərdir. Sərf olunan gücün hansı hissəsi sobanın divarlarından səpilir?

Cavab: $\alpha = 0,8$

1.2. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu neçə dəfə azaltmaq lazımdır ki, onun şüalandırma qabiliyyəti 16 dəfə azalsın.

Cavab: $T_1/T_2 = 2$

1.3. Yer in işıqlanan səthinə Günəşdən 1 saniyədə $1,38 \text{ kVt/m}^2$ intensivlikli şüalanma düşür. Günəşin mütləq qara cisim kimi şüalandırdığını hesab edərək fotosferin temperaturunu təyin edin. Günəşin radiusu $R=6,96 \cdot 10^8 m$, Yer orbitinin orta radiusu $r=1,5 \cdot 10^{11} m$ -dir.

Cavab: $T=5800K$

1.4. Sobanın sahəsi $S=6,5sm^2$ olan yarığından şüalanma gücü $590Vt$ olduğu məlum olarsa onun temperaturunu tapın. Şüalanmanı mütləq qara cismin şüalanmasına yaxın hesab etməli.

Cavab: $T=2000K$

1.5. 25 Vt -lıq elektrik lampasının volfram közərmə telinin temperaturu $2450K$ –dir və onun şüalandırması həmin temperaturlu mütləq qara cismin şüalandırmasının 30% təşkil edir. Közərmə telinin səthinin sahəsini tapın.

Cavab: $S=0,4sm^2$

1.6. Temperaturu a) $3000K$, b) $5000K$, c) $7400K$ olan mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin maksimuma uyğun dalğa uzunluğunu tapın. Bu dalğa uzunluqları hansı spektral oblastlara düşür?

Cavab: a) $0,97mkm$; infraqırmızı oblast

b) $0,58mkm$; görünən oblast

c) $0,39mkm$; ultrabənövşəyi oblast

1.7. Yer səthinin şüalandırma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun gələn dalğa uzunluğu $10mkm$ -a bərabədirsə yer səthinin orta temperaturu nə qədərdir?

Cavab: $T=290K$

1.8. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $10kVt/m^2$ bərabərdir. Bu cismin şüalandırma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab : $\lambda_m = 4,47mkm$

1.9. Ətraf mühitin temperaturu $27^{\circ}C$ olduqda udduğu enerjiden 16 dəfə çox enerji şüalandıran cismin temperaturunu tapın.

Cavab: $T=600K$

1.10. Vakuumda volfram tel $J = 1A$ cərəyan şiddətində $T_1=1000K$ temperatura qədər közərir. Cərəyan şiddəti nə qədər olmalıdır ki, tel $T_2=3000K$ temperatura qədər közərsin? Verilmiş temperaturalarda volframın udma əmsalları və xüsusi müqavimətləri uyğun olaraq: $a_1=0,115$; $a_2=0,334$; $\rho_1 = 25,7 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$; $\rho_2 = 96,2 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$ bərabərdir.

$$\text{Cavab: } J_2 = J_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2 \sqrt{\frac{a_2 \rho_1}{a_1 \rho_2}} = 7,9 A$$

11.11. T_1 temperaturundan T_2 temperaturuna keçdikdə tarazlıq şüalanmasının enerji sıxlığı paylanma funksiyasının qrafiki ilə məhdudlaşan sahə 16 dəfə artır. Bu zaman mütləq qara cismin şüalanma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişir?

$$\text{Cavab: } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 2$$

11.12. İki mütləq qara cismin enerji şüalandırma spektrinin maksimumuna uyğun λ_1 və λ_2 dalğa uzunluqları $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 0,5 \text{ mkm}$ fərqlənirlər. Birinci cismin temperaturu $T_1 = 2500 \text{ K}$ olarsa ikinci cismin temperaturu nə qədər olar?

$$\text{Cavab: } T_2 = \frac{bT_1}{(b + \Delta\lambda T_1)} = 1747 \text{ K}$$

11.13. Temperaturu $T = 1000 \text{ K}$ olan mütləq qara cismin $S = 1 \text{ sm}^2$ sahədən l dəqiqə ərzində şüalandırdığı enerjini hesablayın.

$$\text{Cavab: } E = 340,2 \text{ C}$$

11.14. Temperaturu $T_1 = 3000 \text{ K}$ olan mütləq qara cisimi hansı temperatura qədər soyutmaq lazımdır ki, onun enerji şüalandırmasının spektral sıxlığının maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu $\Delta\lambda = 8 \text{ mkm}$ dəyişsin.

$$\text{Cavab: } T_2 = 323 \text{ K}$$

11.15. Yerə yaxın yerləşən atmosferdən kənardə mütləq qara lövhəyə günəş şüaları perpendikulyar düşür. Lövhədə qərarlaşmış temperaturu təyin edin. Günəş sabitini $J = 1,4 \text{ kVt/m}^2$ götürün.

$$\text{Cavab: } T = 396 \text{ K}$$

11.16. Mütləq qara cismin temperaturunun dəyişməsi nəticəsində şüalanmasının spektral sıxlığının maksimumu $\lambda_1 = 2,4\text{mkm}$ -dən $\lambda_2 = 0,8\text{mkm}$ -ə qədər sürüşür. Bu zaman a) şüalandırma qabiliyyəti və b) şüalandırmanın maksimal spektral sıxlığı necə və neçə dəfə dəyişir.

Cavab: a) artır, $\frac{R_2}{R_1} = 81$ dəfə

b) artır, $\frac{(r_2)_{\max}}{(r_1)_{\max}} = 243$ dəfə

1.17. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu iki dəfə artırıqda şüalandırmanın spektral sıxlığının maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu $\Delta\lambda = 0,4\text{mkm}$ azalır. Başlanğıc temperaturlarını tapın.

Cavab : $T_1 = 3620\text{K}$

1.18. Şüalandırmanın spektral sıxlığının maksimumunun $(r_{\lambda,T})_{\max} = 1,3 \cdot 10^{11} \text{Vt/m}^3$ qiyməti hansı dalğa uzunluğuna uyğun gəlir?

Cavab: $\lambda_{\max} = 183\text{mkm}$

1.19. Mütləq qara cismin temperaturunu 1% artırıqda onun şüalandırma qabiliyyətinin $\frac{\Delta R}{R}$ nisbi artmasını tapın.

Cavab: $\frac{\Delta R}{R} = 0,04$

1.20. Əgər Yer kürəsinə Günəş enerjisi daxil olmasa $t=100$ il ərzində onun temperaturu neçə dərəcə azalar? Yer radiusu $R=6,4 \cdot 10^6\text{m}$, sıxlığı $\rho = 5500\text{kg/m}^3$, xüsusi istilik tutumu $c=200 \frac{\text{C}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, orta temperaturu $T=300\text{K}$, udma əmsalı 0,8-ə bərabərdir.

Cavab: $\Delta T = 0,5\text{K}$

1.21. Közərmə lampasının diametri d və uzunluğu ℓ olan volfram telinin temperaturu T_1 -dir. Cərəyan kəsildikdən sonra telin temperaturu zamandan asılı olaraq hansı qanunla dəyişir? Şüalandırmadan başqa bütün enerji itkilərini nəzərə almayın. Telin xüsusi istilik tutumu c , udma əmsalı isə a -ya bərabərdir.

$$\text{Cavab: } T = \frac{T_1}{\sqrt{1 + \frac{3a\sigma\pi\ell d T_1^3 t}{c}}}$$

1.22. Mütləq qara cismin şüalandırmasının spektral sıxlığı üçün plank düsturunu ν dəyişənindən λ dəyişəninə keçin.

$$\text{Cavab: } R_{\lambda,T} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1}$$

1.23. Əritmə sobasının baxış yarığından şüalandırılan güc 34,2 Vt-dır. Yarığın sahəsinin 6 sm² olduğunu bilərək sobanın temperaturunu təyin edin. $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{Vt/m}^2\text{K}^4$ götürün.

$$\text{Cavab: } T = 1000 \text{ K}$$

1.24. Hansı temperaturda mütləq qara cismin inteqral şüalandırma qabiliyyəti 10 kVt/m² olar?

$$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{Vt/m}^2\text{K}^4 \text{ və } \sqrt[4]{\frac{1}{5,67}} = 0,648 \text{ götürün.}$$

$$\text{Cavab: } T = 1000 \text{ K}$$

1.25. Mütləq qara cismin temperaturu 2900 K-dir. Soyuma zamanı səthi şüalandırmanın spektral sıxlığının maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu 9mkm dəyişər. Cisim hansı temperatura qədər soyuyub? $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

$$\text{Cavab: } T = 290 \text{ K}$$

1.26. Səthi şüalandırmanın spektral sıxlığının maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu 720nm - dən 400nm -ə qədər sürüşərsə, mütləq qara cismin şüalandırma gücü necə dəyişər? $(1,8)^4 = 10,5$ götürün.

Cavab: 4% artar

1.27. Mütləq qara cismin temperaturu 1% artarsa, onun integral şüalandırma qabiliyyəti neçə faiz artar?

Cavab: 4% artar

1.28. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $r_{v,T}$ - nin λ - dan asılılıq əyrisinin maksimumu 17^0S -də hansı dalğa uzunluğunda yerləşir? $b=2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K$ götürün.

Cavab: $\lambda = 10mkm$

1.29. Hansı temperaturda mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $r_{v,T}$ - nin λ - dan asılılıq əyrisinin maksimumu $760nm$ dalğa uzunluğunda yerləşir? $b=2,888 \cdot 10^{-3} m \cdot K$ götürün.

Cavab: $T = 3800 K$

1.30. Parlaq qırmızı Arktur ulduzu üçün səthi şüalanmanın spektral sıxlığının maksimumu $580nm$ dalğa uzunluğunda yerləşir. Ulduzu mütləq qara cisim kimi qəbul edərək onun səthinin temperaturunu hesablayın. $b=2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K$ götürün.

Cavab: $T = 5800 K$

Test 1

1. Yüklü cisim nə zaman elektromaqnit dalğaları şüalandırır?

1. Təcilli hərəkət etdikdə

2. Düz xətti bərabərsürətli hərəkət etdikdə

3. Sükunətdə olduqda

A) yalnız 1

B) 2,3

C) yalnız 3

D) yalnız 2

E) 1,2,3

2. Təbiətdə neçə şüalanma növü vardır?

A) 5

B) 4

C) 3

D) 2

E) 1

3. Aşağıdakı şüalanmalardan hansı tarazlıq şüalanmasıdır?

1- İstilik

2- Lümenensensiya şüalanması

3- Çerenkov şüalanması

- A) 2 B) 1 və 2 C) 1 D) 2 və 3 E) 1, 2 və 3

4. İstilik şüalanması nəyə deyilir?

- A) Cisimlərin xarici enerji hesabına şüalanma
 B) Cisimlərin öz daxili enerjiləri hesabına şüalanma
 C) Cisimlərin şüaları əks etdirməsi hesabına şüalanma
 D) Cisimlərin toqquşması hesabına yaranan şüalanma
 E) Təbiətdə belə şüalanma mövcud deyil

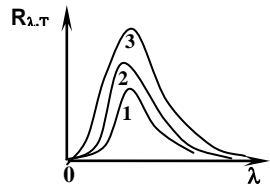
5. Cisimlərin öz daxili enerjisi hesabına enerji şüalandırması necə adlanır?

- A) Katodolümenensensiya şüalanması
 B) lümenensensiya şüalanması
 C) Çerenkov şüalanması
 D) Fotolümenensensiya şüalanması
 E) İstilik şüalanması

6. Kirxhof qanunu hansı şüalanma üçün ödənilir?

- A) Katodolümenensensiya şüalanması
 B) lümenensensiya şüalanması
 C) Çerenkov şüalanması
 D) Fotolümenensensiya şüalanması
 E) İstilik şüalanması

7. Şəkildə $T_1 < T_2 < T_3$ temperaturlarda mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin spektral asılıqları göstərilmişdir. Hansi halda Vinin yerdəyişmə qanunu pozulmuşdur?



- A) yalnız 1 B) yalnız 3
 C) 1 və 2 D) 2 və 3 E) yalnız 2

8. $h\nu \ll kT$ olduqda, yəni böyük tezlikli və kiçik temperatur oblastında mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti hansı düsturla hesablanır?

- A) $R = \sigma T^4$ B) $r_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$ C) $r_{\nu,T} = \nu^3 F\left(\frac{\nu}{T}\right)$

$$D) \lambda_{\max} = b/T \quad E) r_{v,T} = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

9. İnteqral şüa buraxma seli nədən asılıdır?

- A) Cismın təbiətindən və temperaturundan
- B) Cismın təbiətindən
- C) Cismın materialından
- D) Cismın temperaturundan
- E) Cismın şəffaflığından

10. $h\nu \ll kT$ olduqda, yəni kiçik tezlikli və böyük temperatur oblastında mütləq qara cismın şüalandırma qabiliyyəti hansı düsturla hesablanır?

$$A) R_e = \sigma T^4 \quad B) r_{v,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT \quad C) r_{v,T} = \nu^3 F\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

$$D) \lambda_{\max} = b/T \quad E) r_{v,T} = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

11. İnteqral şüavuraxma qabiliyyəti hansı düsturla təyin olunur?

$$A) R = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad B) R = \frac{\Phi}{\Omega} \quad C) R = \frac{\Phi}{S}$$

$$D) R = \frac{W}{t} \quad E) R = \frac{dR}{d\Omega}$$

12. Spektral şüaburaxma qabiliyyəti hansı düsturla təyin olunur?

$$A) R_{\lambda,T} = \frac{dR}{dt} \quad B) R_{\lambda,T} = \frac{d\Phi}{d\lambda} \quad C) R_{\lambda,T} = \frac{dR}{dS}$$

$$D) R_{\lambda,T} = \frac{dR}{d\lambda} \quad E) R_{\lambda,T} = \frac{dS}{d\lambda}$$

13. İnteqral şüavuraxma qabiliyyəti ilə spektral şüaburaxma qabiliyyəti arasındakı əlaqə necədir?

A) $R = \int_0^{\infty} R_{\lambda,T} dS$ B) $R = \int_0^{\infty} \frac{R_{\lambda T}}{\lambda} d\lambda$ C) $R = \int_0^{\infty} R_{\lambda,T} dt$
D) $R = \int_0^{\infty} R_{\lambda,T} d\lambda$ E) $R = \int_0^{\infty} R_{\lambda,T} d\Phi$

14. Hansı cismin şüaudma qabiliyyəti ən böyükdür?

- A) Mütləq qara cismin B) Mütləq ağ cismin
C) Şəffaf cismin D) Boz cisimlərin
E) Mütləq ağ və mütləq qara cismin

15. Şüaudma qabiliyyəti bütün tezliklər üçün eyni olan cisimlər necə adlanır?

- A) Şəffaf cisimlər B) Mütləq qara cisimlər
C) Mütləq ağ cisimlər D) Boz cisimlər
E) Bütün cisimlər

16. Boz cisimlər hansı şərti ödəyir?

- A) $a_{\lambda,T} = 1$ B) $a_{\lambda,T} = \infty$ C) $a_{\lambda,T} = const < 1$
D) $a_{\lambda,T} = 0$ E) $a_{\lambda,T} = const > 1$

17. Şüakeçirmə qabiliyyətinin sıfıra bərabər olması şərti hansı cisimlər üçün ödənilir?

- A) Şəffaf cisimlər B) Qeyri şəffaf cisimlər
C) Yaşıl rəngli cisimlər D) Boz cisimlər
E) Bütün cisimlər

18. Mütləq qara cismin temperaturu 1000 K - dən 2000 K-ə qədər artarsa maksimal şüalanmaya uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) 2 dəfə azalar

19. Aşağıdakı düsturlardan hansı Reley-Cins qanununu ifadə edir?

A) $E(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot kT$ B) $E(T) = \sigma T^4$

$$C) E(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad D) \frac{E(\nu, T)}{A(\nu, T)} = f(\nu, T)$$

$$E) E(\nu, T) = \alpha\nu^3 F\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

20. Mütləq qara cismin integral şüalandırma qabiliyyətinin yalnız mütləq temperaturdan asılılığı hansı qanunla müəyyən edilir?

- A) Kirxor qanunu B) Stefan - Bolsman qanunu
C) Vin qanunu D) Reley- Cins qanunu
E) Vinin yerdəyişmə qanunu

21. Hansı maddələr mütləq qara cisim adlanır? (*a*-şüaudma, *r*-şüaqaytarma, *D*-şüakeçirmə qabiliyyətidir)

- A) $a = 0, r = 1, D = 0$ B) $a = const, r = const, D = const$
C) $a = 0, r = 0, D = 1$ D) $a = const, r = const, D = 0$
E) $a = 1, r = 0, D = 0$

22. Parlaqlıq temperaturu hansı istilik şüalanması qanununa əsasən təyin edilir?

- A) Plank qanununa B) Stefan-Bolsman qanununa
C) Reley-Cins qanununa D) Kirxhov qanununa
E) Vinin yerdəyişmə qanununa

23. Mütləq qara cismin şüalanması üçün Stefan-Bolsman qanununun riyazi ifadəsi necədir?

- A) $R = \sigma \cdot T^4$ B) $R = \sigma \cdot T^{-4}$ C) $R = \sigma \cdot T^5$
D) $R = \sigma \cdot T^{-5}$ E) $R = a \cdot \sigma \cdot T^4$

24. Mütləq qara cismin şüalanması üçün Reley - Cins qanunu hansı halda ödənilir?

- A) Bütün tezliklər və aşağı temperaturlarda
B) Böyük tezliklər və aşağı temperaturlarda
C) Kiçik tezliklər və yuxarı temperaturlarda
D) Bütün tezliklərdə və yuxarı temperaturlarda
E) Bütün tezliklərdə və temperaturlarda

25. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu necə dəyişmək lazımdır ki, onun şüalandırma qabiliyyəti 81 dəfə artsın?

- A) 9 dəfə artırmaq
B) 3 dəfə azaltmaq
C) 3 dəfə artırmaq
D) 9 dəfə azaltmaq
E) 81 dəfə artırmaq

26. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu necə dəyişmək lazımdır ki, onun şüalandırma qabiliyyəti 4 dəfə azalsın?

- A) $\sqrt{2}$ dəfə artırmaq
B) $\sqrt{2}$ dəfə azaltmaq
C) 2 dəfə azaltmaq
D) 2 dəfə artırmaq
E) 4 dəfə azaltmaq

27. Mütləq qara cismin temperaturunun dəyişməsi nəticəsində şüalanmanın spektral sıxlığının maksimumu $\lambda_1 = 4,8 \text{ mkm}$ - dən $\lambda_2 = 1,6 \text{ mkm}$ - ə qədər sürüşsə, şüalandırma qabiliyyəti necə dəyişər?

- A) 81 dəfə artar
B) 81 dəfə azalar
C) 9 dəfə artar
D) 3 dəfə azalar
E) 3 dəfə artar

28. Mütləq qara cismin temperaturunun dəyişməsi nəticəsində şüalanmanın spektral sıxlığının maksimumu $\nu_1 = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ Hs}$ -dən $\nu_2 = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hs}$ - ə qədər sürüşür. Bu zaman şüalandırma qabiliyyəti necə dəyişər?

- A) 81 dəfə artar
B) 81 dəfə azalar
C) 9 dəfə azalar
D) 9 dəfə artar
E) 3 dəfə artar

29. Aşağıdakı şüalanma növlərindən hansılar tarazlıq şüalanmasına aid deyil?

1 - İstilik şüalanması

2 - Lüminisent şüalanma

3 - Çerenkov şüalanması

- A) 1, 2 və 3
B) yalnız 2
C) yalnız 3
D) yalnız 1
E) 2 və 3

30. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu necə dəyişmək lazımdır ki, onun inteqral şüalandırma qabiliyyəti 16 dəfə azalsın?

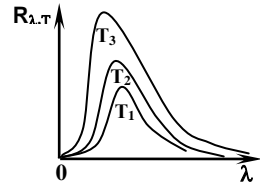
- A) 4 dəfə azaltmaq
 C) 8 dəfə azaltmaq
 E) 2 dəfə artırmaq

- B) 2 dəfə azaltmaq
 D) 4 dəfə artırmaq

31. Mütləq qara cismi 600 K-dən 2400K-ə qədər qızdırdılar. Bu zaman onun inteqral şüalandırma qabiliyyəti necə dəyişər?

- A) 4 dəfə artar
 D) 256 dəfə artar
- B) 16 dəfə artar
 E) 256 dəfə azalar
- C) 64 dəfə artar

32. Müxtəlif temperaturlarda mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin spektral əslılıqları göstərilmişdir. Bu temperaturları müqayisə edin.



- A) $T_1 < T_2 < T_3$
 C) $T_1 = T_2 = T_3$
- B) $T_1 > T_2 > T_3$
 D) $T_1 < T_3 < T_2$
- E) $T_1 > T_3 > T_2$

33. Vinin yerdəyişmə qanunu hansı düsturla ifadə olunur?

- A) $R_e = \sigma T^4$
 D) $r_{v,T} = \nu^3 F \left(\frac{\nu}{T} \right)$
- B) $r_{v,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$
 E) $r_{v,T} = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$
- C) $\lambda_{\max} = b/T$

34. Mütləq qara cismin temperaturunun dəyişməsi nəticəsində şüalanmanın spektral sıxlığının maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 2,4 \text{ mkm}$ -dən $\lambda_2 = 1,2 \text{ mkm}$ -ə qədər sürüşür. Bu zaman şüalandırmanın maksimal spektral sıxlığı necə dəyişər?

- A) 8 dəfə artar
 D) 32 dəfə artar
- B) 16 dəfə artar
 E) 8 dəfə azalar
- C) 16 dəfə azlar

35. Hansı şərt daxilində Plank düsturundan Vinin yerdəyişmə qanunu alınır?

- A) $h\nu \ll kT$
 D) $h\nu > kT$
- B) $h\nu < kT$
 E) $h\nu \gg kT$
- C) $h\nu = kT$

36. Hansı şərt daxilində Plank düsturundan Reley-Cins qanunu alınır?

- A) $h\nu \ll kT$ B) $h\nu < kT$ C) $h\nu = kT$
D) $h\nu > kT$ E) $h\nu \gg kT$

37. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu 3 dəfə artdıqda şüalanma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər

- A) 3 dəfə artar B) 81 dəfə artar C) 9 dəfə azalar
D) 9 dəfə artar E) 3 dəfə azalar

38. Mütləq qara cismin mütləq temperaturu 2 dəfə azaldıqda şüalanma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər.

- A) 2 dəfə azalar B) 16 dəfə artar C) 2 dəfə artar
D) 16 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

39. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu 3 dəfə artdıqda şüalanma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun tezlik necə dəyişər

- A) 3 dəfə azalar B) 81 dəfə artar C) 9 dəfə azalar
D) 9 dəfə artar E) 3 dəfə artar

40. Mütləq qara cismin termodinamik temperaturunu 2 dəfə azaldıqda şüalanma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun tezlik necə dəyişər.

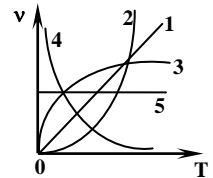
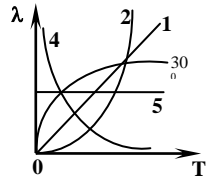
- A) 2 dəfə azalar B) 16 dəfə artar C) 2 dəfə artar
D) 16 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

41. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğunun mütləq temperaturdan asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 2 E) 1

42. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin maksimumuna uyğun tezliyin mütləq temperaturdan asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 1 B) 3 C) 5 D) 2 E) 4



43. İstilik şüalanması hansı spektrə malikdir?

- A) zolaqlı B) xətti C) bütöv
D) kəsilən E) xətti və zolaqlı

44. Mütləq qara cismin şüalanması üçün Vin qanunu hansı halda ödənilir?

- A) Böyük tezliklər və aşağı temperaturlarda
B) Kiçik tezliklər və yuxarı temperaturlarda
C) Bütün tezliklər və aşağı temperaturlarda
D) Bütün tezliklərdə və yuxarı temperaturlarda
E) Bütün tezliklərdə və temperaturlarda

45. Stefan - Bolsman qanunu mütləq qara cismin inteqral şüalandırma qabiliyyətinin hansı parametrdən asılılığını müəyyən edir?

- A) Tezlik və temperaturdan B) Dalğa uzunluğundan
C) Qaytarma əmsalından D) Mütləq temperaturdan
E) Şüalandırıcının növündən

46. Vin qanunu mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin hansı parametrdən asılılığını müəyyən edir?

- A) Qaytarma əmsalından B) Dalğa uzunluğundan
C) Mütləq temperaturdan D) Tezlik və temperaturdan
E) Şüalandırıcının növündən

47. İnteqral şüaburaxma qabiliyyətinin vahidi nədir?

- A) $\frac{Vt}{m^2}$ B) $\frac{C}{m^2}$ C) $Vt \cdot m^2$ D) $\frac{Vt}{m^3}$ E) $\frac{Vt}{m^2 \cdot san}$

48. Kirxhof qanunundan çıxan nəticələr hansılardır (a - şüa-udma, R - şüaburaxma qabiliyyətidir)?

1 - Əgər $a=0$ olarsa, onda $R=0$ olar.

2 - Əgər $a=1$ olarsa, R maksimum olar

3 - Əgər $a=1$ olarsa, $R=0$ olar

- A) 2, 3 B) yalnız 1 C) yalnız 2 D) 1, 2 E) yalnız 3

49. Mütləq qara cismin inteqral şüalandırma qabiliyyəti nədən asılıdır?

- A) cisim səthinin sahəsindən B) şüalanmanın tezliyindən
C) şüalanmanın müddətindən D) cismin temperaturundan

E) cismin növündən

50. Müəyyən şəraitdə cisimlərin şüalandırma qabiliyyətinin şüaudma qabiliyyətinə nisbəti nədən asılıdır?

A) cisimlərin təbiətindən

B) cisimlərin təbiətindən və tezlikdən

C) cisimlərin təbiətindən və temperaturdan

D) yalnız tezlik və temperaturdan

E) doğru cavab yoxdur

II FƏSİL . ŞÜALANMANIN KVANT TƏBİƏTİ

§ 2. Işıq kvantları-foton

Fotonun enerjisi

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

düsturları ilə hesablanır. Burada $h=6,625 \cdot 10^{-34} \text{C} \cdot \text{san}$ Plank sabiti, $c=3 \cdot 10^8 \text{m/san}$ işığın boşluqda yayılma sürətidir.

Fotonun kütləsi

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$$

düsturları ilə təyin olunur.

Foton impulsa malikdir. Bu impuls aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$P = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Mövzuya aid suallar

1. Elektromaqnit qarşılıqlı təsirin daşıyıcısı hansı zərrəcikdir?
2. Foton maddə, yoxsa sahə zərrəciyidir?
3. Fotonun enerjisi hansı düsturla ifadə olunur?
4. Fotonun impulsu hansı düsturla ifadə olunur?
5. Fotonun antizərrəciyi hansı zərrəcikdir?
6. Fotonun relyativistik kütləsi necə ifadə olunur?
7. Foton yükü nəyə bərabərdir?
8. Foton hansı sürətlə hərəkət edir?
9. Fotonun yaşama müddəti nə qədərdir?
10. Fotonun spini nə qədərdir?
11. Foton hansı statistikaya tabedir?
12. Maddə ilə qarşılıqlı təsir zamanı foton udulması, buraxılması və səpilməsi necə baş verir?

13. Nisbilik nəzəriyyəsinə görə fotonun kütləsi hansı düsturla təyin etmək olar?

14. Fotonun enerjisinin dairəvi tezliklə ifadəsi necədir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Elektron hansı sürətlə hərəkət etməlidir ki, onun impulsu, $\lambda = 2pm$ dalğa uzunluqlu fotonun impulsuna bərabər olsun.

Verilir

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-12} m$$

$$P_e = P_f$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$$

$$v = ?$$

Həlli

Dalğa uzunluğu λ olan fotonun impulsu

$$P_f = \frac{h}{\lambda};$$

v sürəti ilə hərəkətdə olan zərrəciyin relyativist impulsu isə

$$P_e = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ olur.}$$

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{h^2}{\lambda^2} = \frac{m^2 v^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m^2 v^2 c^2}{c^2 - v^2}$$

$$h^2 c^2 - h^2 v^2 = m^2 v^2 c^2 \lambda^2$$

$$h^2 c^2 = (m^2 c^2 \lambda^2 + h^2) v^2$$

$$v = \frac{ch}{\sqrt{m^2 c^2 \lambda^2 + h^2}}$$

Uyğun hesablamalar aparmaqla

$$v = 0,77c \text{ alarıq.}$$

$$\text{Cavab: } v = 0,77c$$

Məsələ 2. ν_0 tezlikli foton kütləsi M və radiusu R olan ulduz səthindən buraxılmışdır. Ulduzdan çox uzaq məsafələrdə fotonun tezliyinin qravitasiya $\left(\frac{\Delta\nu}{\nu_0}\right)$ sürüşməsinin qiymətini tapın.

Verilir

ν_0

M

R

$$\left(\frac{\Delta\nu}{\nu_0}\right) \text{ -?}$$

Həlli

Fotonun kütləsi aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

Ulduzun qravitasiya sahəsində ona cazibə qüvvəsi təsir edir.

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = G \frac{Mh\nu}{c^2 r^2}$$

Burada r -ulduzun mərkəzindən fotona qədər olan məsafədir. Bu qüvvə fotonun yerdəyişməsinin əksinə yönəldiyindən mənfə iş görür və nəticədə fotonun elektromaqnit enerjisi (tezliyi) azalır. Fotonun elementar dr yerdəyişməsində F cazibə qüvvəsinin gördüyü işi

$$dA = -Fdr = -G \frac{Mh\nu}{c^2 r^2} dr \text{ kimi yaza bilərik. Bu}$$

iş fotonun elektromaqnit enerjisinin dəyişməsinə bərabərdir:
 $d(h\nu) = dA$

$$hd\nu = -G \frac{Mh\nu}{c^2 r^2} dr$$

Sonuncu tənliyi dəyişənlərinə ayırmaqla həll edək:

$$\frac{d\nu}{\nu} = -G \frac{M\nu}{c^2 r^2} dr$$

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v} = -G \frac{M}{c^2} \int_R^{\infty} \frac{dr}{r^2}$$

$$\ln v \Big|_{v_0}^v = G \frac{M}{c^2 r} \Big|_R^{\infty} ; \ln \frac{v}{v_0} = -G \frac{M}{c^2 R} ; v = v_0 e^{-\frac{GM}{c^2 R}}$$

$$\frac{\Delta v}{v_0} = \frac{v - v_0}{v_0} = \frac{v}{v_0} - 1 = e^{-\frac{GM}{c^2 R}} - 1$$

Cavab: $\frac{\Delta v}{v_0} = e^{-\frac{GM}{c^2 R}} - 1$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

2.1. Aşağıdakı şüalar üçün fotonun kütləsini, fotonun enerjisini və fotonun impulsunu tapın:

a) dalğa uzunluğu $\lambda = 0,72 \text{ mkm}$ olan qırmızı işıq;

b) dalğa uzunluğu $\lambda = 2,5 \text{ nm}$ olan rentgen şüası,

c) dalğa uzunluğu $\lambda = 0,124 \text{ pm}$ olan γ -şüası

Cavab: $m=3,1 \cdot 10^{-36} \text{ kq}$, $E=1,7 \text{ eV}$, $p=9,2 \cdot 10^{-28} \text{ kq m/san}$

$m=8,8 \cdot 10^{-34} \text{ kq}$, $E=500 \text{ eV}$, $p=2,6 \cdot 10^{-25} \text{ kq m/san}$

$m=1,8 \cdot 10^{-29} \text{ kq}$, $E=10 \text{ MeV}$, $p=5,3 \cdot 10^{-21} \text{ kq m/san}$

2.2. Enerjisi $E=1 \text{ MeV}$ olan fotonun dalğa uzunluğunu, kütləsini və impulsunu tapın.

Cavab: $\lambda = 1,24 \text{ pm}$ $m=1,8 \cdot 10^{-30} \text{ kq}$, $p=5,3 \cdot 10^{-22} \text{ kq m/san}$

2.3. Kütləsi $m=1,655 \cdot 10^{-35} \text{ kq}$ olan fotona hansı dalğa uzunluğu uyğun gəlir?

Cavab: $\lambda = 1,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

2.4. İmpulsu, $v=10^7 \text{ m/san}$ sürətinə malik elektronun impulsuna bərabər olan fotonun dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda = 73 \text{ pm}$

2.5. Elektron hansı sürətlə hərəkət etməlidir ki, onun impulsu

$\lambda = 600nm$ dalğa uzunluqlu fotonun impulsuna bərabər olsun.

Cavab: $\nu = 1,2km/san$

2.6. Helium-Neon lazeri $\lambda = 630nm$ dalğa uzunluqlu işıq şüalandırır. $P=2mVt$ gücündə olan belə lazer bir saniyədə neçə foton şüalandırır.

Cavab: $N=6,3 \cdot 10^{15}$

2.7. Fotonun dalğa uzunluğu nə qədər olmalıdır ki, onun enerjisi $T=3000K$ temperaturdakı biratomlu ideal qaz molekulunun orta kinetik enerjisinə bərabər olsun?

Cavab: $\lambda = 3,2mkm$

2.8. $P=40Vt$ gücündə olan monoxromatik işıq mənbəyi $t=1san$ ərzində $N=1,2 \cdot 10^{20}$ foton şüalandırır. Şüalanmanın dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda = 596nm$

2.9. Elektronun sürəti nə qədər olmalıdır ki, onun impulsu $\lambda = 1pm$ dalğa uzunluqlu fotonun impulsuna bərabər olsun?

Cavab: $\nu = 0,92c$

2.10. Səthinin sahəsi $S=1sm^2$ olan ideal əksətdirici güzgü səthinə elektrik qövsündən işıq normal düşür. Güzgüyə düşən şüalanma selinin səthi sıxlığı $0,15MVt/m^2$ olarsa onun aldığı impulsu tapın. Şüalanma 2 san davam edir.

Cavab: $P = 2 \cdot 10^{-7} kq \frac{m}{san}$

2.11. M kütləli ulduzun radiusu nə qədər olmalıdır ki, o işıq şüalandırmasın.

Cavab: $R < \frac{GM}{c^2}$

2.12. Günorta Yer səthində Günəş işıq selinin gücü $P=1,3 kVt/m^2$ olur. Sadəlik üçün günəş şüalarının $\lambda = 0,6mkm$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq olduğunu hesab edərək fotonların konsentrasiyasını tapın.

$$\text{Cavab: } n=1,3 \cdot 10^{13} \frac{\text{foton}}{m^3}$$

2.13. Gücü $P=100Vt$ olan elektrik lampasının faydalı iş əmsali $\eta = 3,3\%$ dir. Əgər şüalanan fotonların orta enerjisi $\lambda = 600nm$ dalğa uzunluğuna uyğun olarsa, lampa 1 saniyədə neçə foton şüalandırır?

$$\text{Cavab: } N=10^{19}$$

2.14. Bir dəqiqədə $N=2 \cdot 10^{21}$ foton şüalandıran mono-xromatik işıq mənbəyinin gücünü təyin edin. Şüalanma spektri $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} m$ dalğa uzunluğuna malikdir.

$$\text{Cavab: } P=13,24 Vt$$

2.15. İmpulsu $U=9,8V$ potensiallar fərqi keçən elektronun impulsuna bərabər olan fotonun dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda = 392nm$$

2.16. $m=0,2q$ kütləli su damcısı $\lambda = 550nm$ dalğa uzunluqlu işıqla qızdırılır. Damcı hər saniyədə neçə foton udmalıdır ki, onun qızma sürəti $\frac{\Delta T}{\Delta t} = 5 K/san$ olsun? Suyun xüsusi istilik tutumu $C = 4200 C/kq \cdot K$ -dir.

$$\text{Cavab: } N=1,2 \cdot 10^{19} san^{-1}$$

2.17. $\lambda = 10^{-10} m$ dalğa uzunluğuna uyğun foton sükunətdə olan elektronla elastiki mərkəzi toqquşaraq geriə səpilir. Elektron hansı sürət alır?

$$\text{Cavab: } v = 1,4 \cdot 10^7 m/san$$

2.18. Hansı temperaturda biratomlu qazın istilik hərəkətinin orta kinetik enerjisi $\lambda = 0,1mkm$ dalğa uzunluqlu fotonun enerjisinə bərabər olar.

$$\text{Cavab: } T=96000K$$

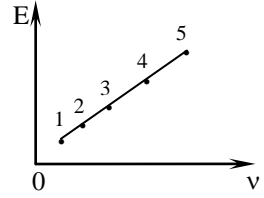
2.19. $T=10^4 K$ temperaturda ikiatomlu qaz molekulunun orta kinetik enerjisinə bərabər olan fotonun dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda = 576nm$$

Test 2

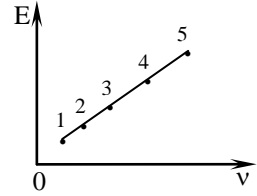
1. Şəkildə görünən işıq oblastı üçün fotonun enerjisinin tezlikdən asılılıq qrafiki verilmişdir. Hansı nöqtə bənövşəyi işığa uyğundur?

A) 4 B) 1 C) 2 D) 5 E) 3



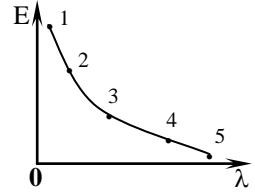
2. Şəkildə görünən işıq oblastı üçün enerjisinin tezlikdən asılılıq qrafiki verilmişdir. Hansı nöqtə qırmızı işığa uyğundur?

A) 1 B) 4 C) 2 D) 5 E) 3



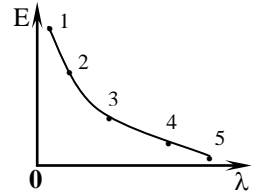
3. Şəkildə görünən işıq oblastı üçün enerjisinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki verilmişdir. Hansı nöqtə qırmızı işığa uyğundur?

A) 5 B) 1 C) 2 D) 4 E) 3



4. Şəkildə görünən işıq oblastı üçün enerjisinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki verilmişdir. Hansı nöqtə bənövşəyi işığa uyğundur?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 5 E) 1



5. $\frac{Em\lambda}{h}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h -

Plank sabiti, m - fotonun kütləsi, λ - işığın dalğa uzunluğu, E - fotonun enerjisidir)?

A) Plank sabiti B) fotonun kütləsi C) işığın tezliyi
D) fotonun impulsu E) fotonların sayı

6. $\frac{p}{m}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p - fotonun impulsu, m - fotonun kütləsidir)?

- A) Plank sabiti B) fotonun kütləsi C) işığın sürəti
D) fotonun impulsu E) fotonların sayı

7. $\frac{p}{\lambda \nu}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (λ - işığın

dalğa uzunluğu, p - fotonun impulsu, ν - işığın tezliyidir)?

- A) fotonun kütləsi B) Plank sabiti C) işığın tezliyi
D) fotonun impulsu E) fotonların sayı

8. $\frac{E\lambda}{c}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (E -

fotonun enerjisi, c - işığın sürəti, λ - işığın dalğa uzunluğudur)?

- A) fotonun kütləsi B) Plank sabiti C) işığın tezliyi
D) fotonun impulsu E) fotonların sayı

9. Gücü 3,2 Vt olan lazerin 10 saniyədə şüaləndirdiyi fotonların sayını tapın. Bir fotonun enerjisi $1,6 \cdot 10^{-19}$ C -dur.

- A) $2 \cdot 10^{20}$ B) $3 \cdot 10^{19}$ C) 10^{20}
D) 10^{21} E) $1,6 \cdot 10^{19}$

10. Fotonun enerjisi nə qədər olmalıdır ki, onun kütləsi elektronun sükunət kütləsinə bərabər olsun

($m_{oe} = 9 \cdot 10^{-31}$ kq, $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$)?

- A) $9 \cdot 10^{-23}$ C B) $8,1 \cdot 10^{-14}$ C C) $3 \cdot 10^{-15}$ C
D) 10^{-15} C E) 10^{-16} C

11. Vakuumdan sındırma əmsalı 2 olan mühitə keçdikdə fotonun enerjisi necə dəyişər?

- A) 2 dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) dəyişməz
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

12. Dalğa uzunluğu 1 mkm olan fotonun kütləsini tapın ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ C · san).

- A) $2,21 \cdot 10^{-36}$ kq B) $5 \cdot 10^{-36}$ kq C) $4,4 \cdot 10^{-38}$ kq
D) $3 \cdot 10^{-38}$ kq E) $2 \cdot 10^{-38}$ kq

13. Fotonun enerjisi hansı ifadə ilə təyin edilir (ν - fotonun tezliyi, h - Plank sabitidir)?

- A) $h^2\nu$ B) $h\nu^2$ C) $\frac{\nu}{h}$ D) $\frac{h}{\nu}$ E) $h\nu$

14. Fotonun kütləsi hansı ifadə ilə təyin edilir (ν - fotonun tezliyi, h - Plank sabiti, c - işığın vakuumda sürətidir)?

- A) $\frac{hc^2}{\nu}$ B) $\frac{hc}{\nu}$ C) $h\nu c$ D) $\frac{h\nu}{c^2}$ E) $\frac{h\nu}{c}$

15. Fotonun impulsu hansı ifadə ilə təyin edilir (ν - fotonun tezliyi, h - Plank sabiti, c - işığın vakuumda sürətidir)?

- A) $\frac{h\nu}{c}$ B) $h\nu c$ C) $\frac{h\nu}{c^2}$ D) $\frac{hc^2}{\nu}$ E) $\frac{\nu}{hc}$

16. Plank sabitinin vahidi hansıdır?

- A) C/san B) C/m^3 C) san D) san^{-1} E) $C \cdot san$

17. Plank hipotezi hansıdır:

- A) Şüalananan fotonun enerjisi stasionar halların enerjiləri fərqi bərabərdir
B) Atom sistemi xüsusi stasionar hallarda ola bilər
C) Atom elektromaqnit enerjisini ayrı-ayrı porsiyalarla şüalandırır
D) Fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi işığın intensivliyindən asılı deyil
E) Stasionar halda atom şüalanmır

18. $m\lambda\nu$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (m - fotonun kütləsi, λ - işığın dalğa uzunluğu, ν - işığın tezliyidir)?

- A) Plank sabiti B) fotonun kütləsi
C) işığın tezliyi D) fotonun impulsu
E) fotonların sayı

19. $\frac{h\nu}{c}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h - Plank sabiti, ν - işığın tezliyi, c - işığın sürətidir)?

- A) işığın tezliyi B) fotonun kütləsi

- C) fotonun enerjisi
E) fotonların sayı
- D) fotonun impulsu

20. $\frac{h}{\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h-Plank

sabiti, λ - işığın dalğa uzunluğu)?

- A) işığın tezliyi
C) fotonun enerjisi
E) fotonların sayı
- B) fotonun kütləsi
D) fotonun impulsu

21. $\frac{h}{m\lambda_0}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h-Plank

sabiti, λ - işığın vakuumda dalğa uzunluğu, m-fotonun kütləsidir)?

- A) işığın sürəti
C) fotonun enerjisi
E) fotonun implusu
- B) işığın tezliyi
D) fotonların sayı

22. $\frac{E\lambda}{h}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h - Plank

sabiti, λ - işığın dalğa uzunluğu, E - fotonun enerjisi) ?

- A) işığın sürəti
C) fotonun enerjisi
E) fotonun implusu
- B) işığın tezliyi
D) fotonların sayı

23. $\frac{P}{\lambda\nu}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (-

fotonun implusu, λ - işığın dalğa uzunluğu, ν - işığın tezliyi)?

- A) fotonun kütləsi
D) fotonun enerjisi
- B) Plank sabiti
E) fotonların sayı
- C) işığın tezliyi

24. $\frac{h\nu}{p}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (- Plank

sabiti, ν - işığın tezliyi, - fotonun implusu)?

- A) fotonun enerjisi
D) fotonun kütləsi
- B) işığın sürəti
E) fotonların sayı
- C) işığın tezliyi

25. $\frac{hp}{E\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (-Plank sabiti, λ - işığın dalğa uzunluğu - fotonun implusu, - fotonun enerjisi)?

- A) fotonun enerjisi B) sındırma əmsalı C) işığın tezliyi
D) fotonun kütləsi E) fotonların sayı

26. $\frac{h}{c\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (- Plank sabiti, λ - işığın dalğa uzunluğu, c - işığın sürəti)?

- A) fotonun enerjisi B) sındırma əmsalı C) işığın tezliyi
D) fotonların sayı E) fotonun kütləsi

27. $\frac{p}{\lambda\nu}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (ν - işığın tezliyi, λ - işığın dalğa uzunluğu, p - fotonun implusu)?

- A) fotonun enerjisi B) Plank sabiti C) işığın sürəti
D) fotonun kütləsi E) fotonların sayı

28. $\frac{p}{c}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p - fotonun implusu, c - işığın sürəti)?

- A) fotonun enerjisi B) sındırma əmsalı C) işığın tezliyi
D) fotonun kütləsi E) fotonların sayı

29. $p\lambda$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir(p - fotonun implusu, λ - işığındalğa uzunluğu)?

- A) fotonun enerjisi B) Plank sabiti C) işığın sürəti
D) fotonun kütləsi E) fotonların sayı

30. $mc\lambda$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (m - fotonun kütləsi, c - işığın sürəti, λ - işığındalğa uzunluğu)?

- A) fotonun enerjisi B) işığın tezliyi C) Plank sabiti
D) fotonun implusu E) fotonların sayı

31. $\frac{pc}{\nu}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p - fotonun implusu, c - işığın sürəti, ν - işığın tezliyi)?

- A) Plank sabiti B) fotonun enerjisi C) fotonların sayı
D) fotonun kütləsi E) işığın dalğa uzunluğu

32. $\frac{h}{p}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p - fotonun

implusu, h - Plank sabiti)?

- A) işığın sürəti B) işığın tezliyi
C) fotonun enerjisi D) fotonun kütləsi
E) işığın dalğa uzunluğu

33. $\frac{h}{mc}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (m -

fotonun kütləsi, c - işığın sürəti, h - Plank sabiti)?

- A) fotonun enerjisi B) işığın tezliyi C) fotonların sayı
D) fotonun implusu E) işığın dalğa uzunluğu

34. $\frac{hc}{E}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (E -

fotonun enerjisi, c - işığın sürəti, h - Plank sabiti)?

- A) fotonun kütləsi B) işığın tezliyi
C) fotonların sayı D) fotonun implusu
E) işığın dalğa uzunluğu

35. $\frac{ph}{m\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h -

Plank sabiti, p - fotonun implusu, λ - işığın dalğa uzunluğu)?

- A) fotonun enerjisi B) işığın tezliyi C) işığın sürəti
D) fotonların sayı E) sındırma əmsalı

36. $\frac{p^2}{m}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p -

fotonun implusu, m - fotonun kütləsidir)?

- A) fotonun enerjisi B) işığın tezliyi C) Plank sabiti
D) işığın sürəti E) fotonların sayı

37. pc ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p -

fotonun implusu, c - işığın sürətidir)?

- A) fotonların sayı B) işığın tezliyi

- C) fotonun enerjisi D) fotonun kütləsi
E) Plank sabiti

38. $\frac{hc}{\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h - Plank

sabiti, c - işığın sürəti, λ - işığın dalğa uzunluğu)?

- A) fotonun kütləsi B) işığın tezliyi
C) fotonların sayı D) fotonun implusu
E) fotonun enerjisi

39. $\frac{pc}{h}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h - Plank

sabiti, p - fotonun implusu, c - işığın sürəti)?

- A) fotonların sayı B) işığın tezliyi C) sındırma əmsalı
D) fotonun kütləsi E) fotonun enerjisi

40. $\frac{p}{m\lambda}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (p -
fotonun implusu, m - fotonun kütləsi, λ - işığın dalğa
uzunluğu)?

- A) fotonların sayı B) işığın tezliyi
C) fotonun enerjisi D) işığın sürəti
E) Plank sabiti

41. $\frac{mc^2}{h}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (m -

fotonun kütləsi, c - işığın sürəti, h - Plank sabiti)?

- A) fotonların sayı B) işığın tezliyi
C) fotonun enerjisi D) fotonun impulsu
E) işığın dalğa uzunluğu

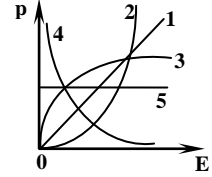
42. $\frac{1}{n} \sqrt{\frac{E}{m}}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (m -

fotonun kütləsi, E - fotonun enerjisi, n - sındırma əmsalıdır)?

- A) fotonun tezliyi B) fotonun implusu
C) işığın dalğa uzunluğu D) fotonların sayı
E) işığın mühitdə sürəti

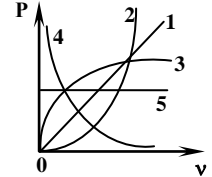
43. Hansı grafik fotonun impulsunun onun enerjisindən asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 1 B) 3 C) 2 D) 4 E) 5



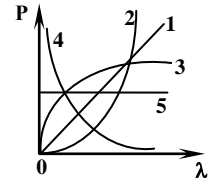
44. Hansı grafik fotonun impulsunun onun tezliyindən asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 5



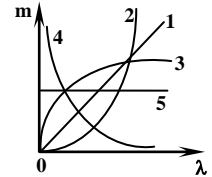
45. Hansı grafik fotonun impulsunun onun dalğa uzunluğundan asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 5



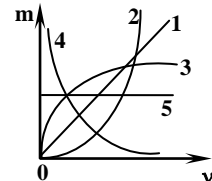
46. Hansı grafik fotonun kütləsinin onun dalğa uzunluğundan asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 5



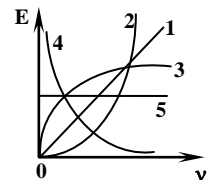
47. Hansı grafik fotonun kütləsinin onun tezliyindən asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 5 B) 3 C) 2 D) 4 E) 1

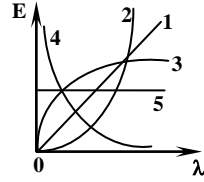


48. Hansı grafik fotonun enerjisinin onun tezliyindən asılılığını düzgün əks etdirir?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 5



49. Hansı qrafik fotonun enerjisinin onun dalğa uzunluğundan asılılığını düzgün əks etdirir?



- A) 2 B) 3 C) 4 D) 1 E) 5

50. $\frac{n\lambda E}{h}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (λ - fotonun dalğa uzunluğu, h - Plank sabiti, E - fotonun enerjisi, n - sındırma əmsəlidir)?

- A) işığın vakuumda sürəti B) fotonun impulsu
C) işığın dalğa uzunluğu D) işığın mühidə sürəti
E) fotonun tezliyi

§ 3 Fotoeffekt hadisəsi

Fotoeffekt üçün Eynşteün düsturu

$$h\nu = A + T_{\max}$$

şəklindədir. Burada $E = h\nu$ metal səthi üzərinə düşən fotonların enerjisi, A - elektronların metaldan çıxış işi, T_{\max} - fotoelektronların maksimal kinetik enerjisidir.

Fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi; qeyri relyativistik halda (fotonun enerjisi $h\nu < 5\text{keV}$ olduqda)

$$T_{\max} = \frac{m_0 v_{\max}^2}{2},$$

Relyativistik halda (fotonun enerjisi $h\nu \gg 5\text{keV}$ olduqda

$$T_{\max} = T - T_0 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

düsturu ilə hesablanır.

Fotoeffektin qırmızı sərhəddi elektronların metaldan çıxış işindən asılıdır.

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} \quad \text{və ya} \quad \nu_0 = \frac{A}{h}$$

Fotoeffekt üçün Eynşteün düsturunu

$$h\nu = h\nu_0 + T_{\max} \quad \text{və ya}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + T_{\max}$$

şəkildə də yazmaq olar.

Mövzuya aid suallar

1. Fotoeffekt hadisəsi nəyi təsdiq etdi?
2. Fotoeffekt nəyə deyilir?
3. Fotoeffektin hansı növü var?
4. Xarici fotoeffekt nəyə deyilir?
5. Daxili fotoeffekt nəyə deyilir?
6. Ventil fotoeffekt nəyə deyilir?
7. Nüvə fotoeffekt nəyə deyilir?
8. Fotoeffektin hansı qanunları var?
9. Fotoeffekt hadisəsinin qanunlarını təcrübi olaraq kim vermişdir?
10. Fotoeffektin I qanununu ifadə edin?
11. Fotoeffektin II qanunu ifadə edin?
12. Fotoeffektin III qanunu ifadə edin?
13. Fotoeffektin «qırmızı sərhəddi» nəyə deyilir?
14. Hansı gərgindik bağlayıcı gərginlik adlanır?
15. Bağlayıcı gərginliyin qiyməti nədən asılıdır?
16. Doyma cərəyanının qiyməti nədən asılıdır?
17. Fotoelektronların maksimal sürəti nədən asılıdır?
18. Fotoeffektin kvant nəzəriyyəsini kim vermişdir?
19. Fotoeffekt üçün enerjinin saxlanması qanununun Eynşteyn düsturunun riyazi ifadəsi necədir?

20. Verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddinin qiyməti nədən asılıdır?
21. Fotonun enerjisi ($h\nu$) çıxış işindən kiçik olduqda hansı hadisə baş verir?
22. Fotonun enerjisi ($h\nu$) çıxış işinə bərabər olduqda hansı hadisə baş verir?
23. Fotonun enerjisi çıxış işindən böyük olduqda hansı hadisə baş verir?
24. Bağlayıcı potensialın tezlikdən $U_b = f(\nu)$ asılılığından hansı kəmiyyətləri təyin etmək olar?
25. Fotoeffekt hadisəsinə əsasən düzəldilmiş cihazlar hansıdır?
26. Elektronların metaldan çıxış işinin vahidi nədir?

Məsələ həlli nümunələri.

Məsələ 1. Müəyyən metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğu $\lambda = 500nm$ – dir. $\lambda = 400nm$ dalğa uzunluqlu fotonların metaldan qopardığı elektronların maksimal sürətini tapın.

Verilir:

$$\lambda_0 = 5 \cdot 10^{-7} m$$

$$\lambda = 4 \cdot 10^{-7} m$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kq$$

$$v_{\max} \text{ -?}$$

Həlli

Fotoeffekt üçün Eynşteyn tənliyini

$$h\nu = A + \frac{m\nu_m^2}{2}$$

yazaraq çıxış işini fotoeffektin qırmızı sərhəddindən təyin etmək olar .

$$A = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}; \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\nu_m = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{m\nu_m^2}{2}$$

Məlum qiymətləri düstürdə yerinə yazıb uyğun hesablamaları aparsaq $v_{\max} = 468 \frac{km}{san}$ alarıq.

$$\text{Cavab: } v_{\max} = 468 \frac{km}{san}$$

Məsələ 2. Sink lövhəni (çıxış işi $A=4 eV$) $\lambda = 2,47 pm$ dalğa uzunluqlu γ - şüaları ilə şüalandırıldıqda qoran fotoelektronların maksimal sürətini tapın.

Verilir:

$$A = 4eV$$

$$\lambda = 2,47 \cdot 10^{-12} m$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kq$$

$$v_m - ?$$

Həlli:

Əvvəlcə γ - şüasının enerjisini hesablayaq:

$$E = hv = \frac{hc}{\lambda} = \left(\frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,47 \cdot 10^{-12} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \right) eV = 0,503 MeV$$

Bu enerji çıxış işindən böyük olduğundan ($E \gg A$) çıxış işini nəzərə almamaq olar. Onda fotonun enerjisi tamamilə fotoelektronların relyativistik enerjisinə çevrilir.

$$E = E_R = E_T - E_0 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}}} - mc^2 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}}} = \frac{E}{mc^2} + 1 = \frac{E + mc^2}{mc^2}$$

$$\sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}} = \frac{mc^2}{E + mc^2}$$

$$\frac{v_m^2}{c^2} = 1 - \frac{m^2 c^4}{(E + mc^2)^2}$$

$$v_{\max} = c \sqrt{1 - \frac{m^2 c^4}{(E + mc^2)^2}} = 259 \cdot 10^6 \frac{m}{\text{san}}$$

Cavab: $v_{\max} = 259 \cdot 10^6 \frac{m}{\text{san}}$.

Məsələ3. Gümüş səthindən a) $\lambda_1 = 0,155 \text{ mkm}$ dalğa uzunluqlu ultra bənövşəyi ; b) $\lambda_2 = 1 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu γ -şüaları ilə qoparılan fotoelektronların sürətini tapın. Gümüş üçün çıxış işi $A = 4,7 \text{ eV}$ - dir.

Verilir:

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq}$$

$$\lambda_1 = 1,55 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 10^{-12} \text{ m}$$

$$A = 4,7 \text{ eV}$$

$$v_1 - ?$$

$$v_2 - ?$$

Həlli:

Fotoelektronların sürətini fotoeffekt üçün Eyşteyn düsturundan tapmaq olar.

$$\frac{hc}{\lambda} = A + E_K$$

Fotoelektronların sürətindən asılı olaraq klassiuk

$$E_K = \frac{m v^2}{2}$$

və relyativistik $E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$ düsturları ilə təyin

olunur. Fotoelektronların sürəti fotoeffekt yaradan fotonun enerjisindən asılıdır. Əgər fotonun enerjisi elektronun $E_0 = mc^2$ sükunət enerjisindən çox kiçik olarsa klassik düstur, eyni tərtibdə olduqdu isə relyativistik düstur tətbiq olunur.

a) Fotonun enerjisi

$$E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} = 12,8 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 8eV$$

Elektronun sükunət enerjisi

$$E_0 = 510keV \text{ olduğuna görə}$$

$$E_1 = A + \frac{m\nu^2}{2} \quad \text{və}$$

$$\nu_1 = \sqrt{\frac{2(E_1 - A)}{m}} = 1,08 \cdot 10^6 \text{ m/san}$$

alınır. $E_2 = \frac{hc}{\lambda_2} = 12,4 \cdot 10^5 eV = 1.24MeV$ Çıxış işi bu enerjiden çox kiçik olduğundan onu nəzərə almamaq olar.

Onda $E_2 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}} - 1 \right)$ yazmaq olar. Buradan

$$\frac{\nu}{c} = \frac{\sqrt{(2mc^2 + E_2)E_2}}{E_2 + mc^2} = 0,95 \text{ alarıq.}$$

$$\nu_2 = 0,95c = 2,85 \cdot 10^8 \text{ m/san}$$

$$\text{Cavab: a) } \nu_1 = 1,08 \cdot 10^6 \text{ m/san}$$

$$\text{b) } \nu_2 = 2,85 \cdot 10^8 \text{ m/san}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

3.1. Fotoeffektin «qırmızı sərhəddi» $\lambda_0 = 275nm$ olan volframdan elektronun çıxış işini təyin edin.

$$\text{Cavab: } A = 4,52eV$$

3.2. Ləngidici gərginliyin $U = 3,7V$ qiymətində fotocərəyan kəsilsə, metal səthindən qopan fotoelektronların maksimal sürətini tapın.

$$\text{Cavab: } \nu_{max} = 1140 \text{ km/san}$$

3.3. Litium səthinə $\lambda=310nm$ dalğa uzunluqlu monoxrematik işıq düşür. Elektronların emissiyasını kəsmək üçün $U=1,7V$ ləngidici gərginlik tətbiq etmək lazımdır. Çıxış işini tapın.

Cavab: $A=2,3eV$

3.4. Kalium üçün fotoeffektin «qırmızı sərhəddi» $\lambda_0=620nm$ –dir. Kalium fotoelementini $\lambda=420nm$ dalğa uzunluqlu işıqla şüalandırdıqda qopan fotoelektronların maksimal sürəti nə qədər olar?

Cavab: $v_{max}=580km/san$

3.5. Metal katod səthindən elektron qoparan işığın minimal tezliyi $\nu_0=6\cdot 10^{14}Hz$ -dir. Katod üzərinə hansı tezlikli işıq düşməlidir ki, qopan elektronları $U=3V$ gərginliklə tamamilə ləngitmək mümkün olsun?

Cavab: $\nu \leq 1,3\cdot 10^{15}Hz$

3.6. Kalium $\lambda=400nm$ dalğa uzunluqlu monoxrematik işıqla işıqlandırılır. Fotocərəyanın kəsildiyi minimal ləngidici gərginliyi tapın. Kaliumdan elektronun çıxış işi $A=2,2eV$ -a bərabərdir.

Cavab: $U=0,91V$

3.7. Katodu əvvəlcə $\lambda_1=440nm$, sonra isə $\lambda_2=680nm$ dalğa uzunluqlu işıqla işıqlandırdıqda ləngidici gərginlik 3,3 dəfə dəyişir. Elektronun katoddan çıxış işini tapın.

Cavab: $A=1,3eV$

3.8. Sink lövhə üzərinə $\lambda=0,2mkm$ dalğa uzunluqlu şüa dəstəsi düşür. Fotoelektronların maksimal sürətini tapın. Çıxış işi $A=4eV$ -dur.

Cavab: $v_{max}=880km/san$

3.9. $E=5eV$ enerjili fotonların çıxış işi $A=4,7eV$ olan metaldan qopardığı fotoelektronların maksimal impulsunu tapın.

Cavab: $P_{max}=2,96\cdot 10^{-25}kqm/san$

3.10. Gümüş üçün çıxış işi $A=4,28 eV$ -dur. Gümüş kürəciyi $\lambda=100 nm$ dalğa uzunluqlu fotonlarla şüalandırdıqda hansı potensiala qədər yüklənər?

Cavab: $\varphi=8,14 V$

3.11. Çıxış işi $A_1=6,3eV$ olan platin lövhə üçün ləngidici gərginlik $U_1=3,7V$ -dur. Eyni şəraitdə ikinci lövhə üçün ləngidici gərginlik $U_2=5,3V$ olarsa, bu lövhədən elektronların çıxış işi nə qədər olar?

Cavab: $A_2=4,7eV$

3.12. Alüminium üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi $\lambda_0=332nm$ dalğa uzunluğuna uyğundur. Alüminiumu dalğa uzunluğu nə qədər olan fotonlarla şüalandırmaq lazımdır ki, ləngidici gərginlik $U=1V$ olsun.

Cavab: $\lambda=262nm$

3.13. Müstəvi gümüş elektrod $\lambda=83nm$ dalğa uzunluqlu şüalarla işıqlandırılır. Əgər elektroddan kənarında $E=10V/sm$ intensivlikli ləngidici elektrik sahəsi olarsa fotoelektronlar ondan hansı məsafəyə qədər ayrılıla bilirlər? Gümüş üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi $\lambda_0=264 nm$ -dir.

Cavab: $S=1,03 sm$

3.14. Fotoeffektin qırmızı sərhəddi $\lambda_0=0,5 mkm$ olan metal lövhə üzərinə $\lambda=0,4 mkm$ dalğa uzunluqlu foton düşür. Fotonun sürəti fotoelektronların sürətindən neçə dəfə böyükdür?

Cavab: $c/v=642$

3.15. Əgər metal səthi növbə ilə $\lambda_1=350 nm$ və $\lambda_2=540 nm$ dalğa uzunluqlu şüalarla işıqlandırsaq fotonların maksimal sürətləri 2 dəfə azalar. Bu metaldan elektronun çıxış işini tapın.

Cavab: $A=1,88 eV$

3.16. Vakuum fotoelementini $\lambda_1=600 nm$ dalğa uzunluqlu sarı işıqla işıqlandırdıqda $\varphi_1=1,2V$ potensiala qədər yüklənir. Həmin fotoelementi $\lambda_2=400 nm$ dalğa uzunluqlu

bənövşəyi işıqla işıqlandırdıqda hansı potensiala qədər yüklənər?

Cavab: $\varphi_2 = 2,23 \text{ V}$

3.17. Fotoelementin katodu $\lambda = 500 \text{ nm}$ dalğa uzunluqlu işıqla şüalandırılır. Katod üzərinə düşən şüalanma gücü $P = 30 \text{ mVt}$ olduqda fotoelementdə cərəyan şiddəti $J = 1 \text{ mA}$ olur. Katod üzərinə düşən fotonların qopan fotoelektronların sayına olan nisbətini tapın.

Cavab: $\frac{N_f}{N_e} = 12$

3.18. Müstəvi səth $\lambda = 180 \text{ nm}$ dalğa uzunluqlu şüalarla işıqlandırılır. Verilmiş material üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi $\lambda_0 = 360 \text{ nm}$ -dir. Bilavasitə səthin yanında induksiya-sı $B = 1 \text{ mTl}$ olan bircins maqnit sahəsi yaradılmışdır. Maqnit sahəsinin induksiya xətləri səthə paraleldirlər. Səthdən perpendikulyar istiqamətdə qopan elektronlar ondan maksimum hansı məsafəyə ayrılı bilərlər?

Cavab: $S = 6,3 \text{ mm}$

3.19. Metal səthi dalğa uzunluqları $\lambda_1 = 0,35 \text{ mkm}$ və $\lambda_2 = 0,54 \text{ mkm}$ olan işıqlarla növbə ilə işıqlandırdıqda fotoelektronların uyğun maksimal sürətləri bir-birindən $n = 2$ dəfə fərqlənir. Bu metalın səthindən elektronların çıxış işini tapmalı.

Cavab: $A = 1,9 \text{ eV}$

Test 3

1. Verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhədi nədən asılıdır?

- A) Düşən işığın enerjisindən
- B) Düşən işığın dalğa uzunluğundan
- C) Sabit kəmiyyətdir
- D) Düşən işığın intensivliyindən
- E) Qopan elektronların maksimal sürətindən

2. Fotoeffekt üçün Stoletovun apardığı təcrübədən aşağıdakı nəticələrdən hansı alınmışdır?

1 - Ən effektiv təsiri ultrabənövşəyi şüalar yaradır.

2 - Fotocərəyanın şiddəti elektrod üzərinə düşən işığın intensivliyi ilə düz mütənasibdir.

3- İşığın təsiri ilə katoddan müsbət yüklər qopur.

- A) yalnız 3 B) yalnız 1 C) 1 və 3
D) yalnız 2 E) 1 və 2

3. Fotoeffekt zamanı kotodun səthindən vahid zamanda qopan fotoelektronların sayı hansı amillərdən asılıdır?

- A) Düşən işığın intensivliyindən
B) Düşən işığın dalğa uzunluğundan
C) Düşən işığın enerjisindən
D) Fotkatodun materialından
E) Qopan fotoelektronların maksimal sürətindən

4. Çoxfotonlu fotoeffekt üçün Eynşteyn düsturu necə ifadə olunur?

- A) $h\nu = \frac{m\nu^2}{2} + A$ B) $Nh\nu = A$ C) $h\nu = \frac{m\nu^2}{2} + mc^2$
D) $Nh\nu = \frac{m\nu^2}{2} + A$ E) $Nh\nu = \frac{m\nu^2}{2} + \frac{mc^2}{2}$

5. Fotoelementin Volt Amper xarakteristikasını çıxaran zaman doyma cərəyanı θ olmuşdur. 2 ərzində katoddan çıxan elektronların sayını tapın. ($e=1,6 \cdot 10^{-19}$ kl)

- A) 10^{18} B) $3,2 \cdot 10^{18}$ C) $4 \cdot 10^{18}$
D) $2,5 \cdot 10^{17}$ E) $2,5 \cdot 10^{17}$

6. Fotonun enerjisi ($h\nu$) elektronun çıxış işinə bərabər olduqda aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

- A) Fotoeffekt hadisəsi baş verir və elektron metaldan maksimal sürətlə uzaqlaşır.
B) Fotoeffekt hadisəsi baş verir, lakin elektron metalın səthini tərk etmir.
C) Fotonun enerjisi çıxış işinə bərabər ola bilməz

- A) Maqnit və optik
B) Elektrik və maqnit
C) Elektrik və nüvə prosesləri
D) Elektrik və optik
E) Fotoeffekt heç bir hadisə arasında əlaqə yaratmır.

14. Fotonun enerjisi ($h\nu$) elektronun çıxış işindən kiçik olduqda aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

- A) Fotoeffekt hadisəsi baş vermir.
B) Fotoeffekt hadisəsi baş verir və elektron metaldan uzaqlaşır
C) Fotonun enerjisi çıxış işinə bərabər ola bilməz
D) Fotoeffekt hadisəsi baş verir, lakin metalın səthini tərk etmir
E) Çıxış işi həmişə fotonun enerjisindən böyük olmalıdır.

15. Fotoeffekt zamanı metaldan çıxan elektronların kinetik enerjisi nədən asılıdır?

- A) Doyma cərəyanının qiymətindən
B) Düşən işığın intensivliyindən
C) Metalın temperaturundan
D) Qopan elektronların sayından
E) Düşən işığın tezliyindən

16. Fotoelementin Volt Amper xarakteristikasını çıxaran zaman doyma cərəyanı 0 olmuşdur. 2 ərzində katoddan çıxan elektronların sayını tapın. ($e=1,6 \cdot 10^{-19}$ kl)

- A) $5 \cdot 10^{17}$
B) $3,2 \cdot 10^{17}$
C) $2,5 \cdot 10^{17}$
D) $4 \cdot 10^{18}$
E) 10^{18}

17. Hər hansı metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi $\lambda = 546 \text{ nm}$ -dir. Hansı dalğa uzunluqlu şüaların təsiri ilə fotoeffekt hadisəsi baş verir?

- A) 576 nm
B) 600 nm
C) 540 nm
D) 550 nm
E) 650 nm

18. Fotoeffekt üçün Eynşteyn düsturu hansı fundamental qanunun ifadəsidir?

- A) Kütlənin saxlanması.
B) İmpuls momentinin saxlanması
C) İmpulsun saxlanması

- D) Enerjinin saxlanması
E) Elektrik yükünün saxlanması

19. Işığın kvant xassəsini təsdiq edən hadisələr hansılardır?

- A) Fotoeffekt, difraksiya, interferensiya
B) Fotoeffekt, rentgen şüalanması, Kompton effekti
C) Rentgen şüalanması, Kompton effekti, polyarizasiya
D) Işığın təzyiqi, polyarizasiya, Kompton effekti
E) Difraksiya, interferensiya, polyarizasiya

20. Fotonun enerjisi ($h\nu$) elektronun çıxış işindən böyük olduqda aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

- A) Fotoeffekt hadisəsi baş verir və elektron metalın səthindən uzaqlaşır
B) Fotoeffekt hadisəsi baş vermir.
C) Fotonun enerjisi çıxış işinə bərabər ola bilməz
D) Fotoeffekt hadisəsi baş verir, lakin metalın səthini tərk etmir
E) Çıxış işi həmişə fotonun enerjisindən böyük olmalıdır

21. Metaldan elektronların çıxış işi $A =$ - dur. Hansı tezlikli şüaların təsiri ilə xarici fotoeffekt hadisəsi baş verər ($h=6,4\cdot 10^{-34}$ C·san) ?

- A) $3 \cdot 10^{14}$ Hs B) $1,5 \cdot 10^{15}$ Hs C) $4 \cdot 10^{14}$ Hs
D) $0,5 \cdot 10^{15}$ Hs E) $2 \cdot 10^{14}$ Hs

22. Qeyri xətti fotoeffekt hadisəsi nədir?

- A) Elektronun bir neçə eyni tezlikli fotonu udaraq metalı tərk etməsi
B) Fotoelektronların əyri xətlə hərəkət etməsi
C) Elektronların topmozlanarkən rəng şüaları buraxması
D) Işığın təsiri ilə metaldan elektronlar qopması
E) Işığın öz-özünə fokuslaşması

23. İki müxtəlif yarımkeçiricinin və ya yarımkeçirici - metal kontaktların işıqlanması zamanı e.h.q-nin yaranmasına nə deyilir?

- A) Daxili fotoeffekt; B) Ventil fotoeffekti
C) Xarici fotoeffekt; D) Kompton effekti
E) Vavilov-Çerenkov effekti

24. Fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğu hansı ifadə ilə təyin edilir (A - çıxış işi, c - işığın vakuumda sürəti, h - Plank sabitidir)?

- A) $\frac{hA}{c}$ B) $\frac{h}{Ac}$ C) $\frac{h}{A}$ D) $\frac{h}{Ac^2}$ E) $\frac{hc}{A}$

25. Fotoeffektin qırmızı sərhəddi hansı ifadə ilə təyin edilir (A - çıxış işi, h - Plank sabitidir)?

- A) $\frac{h}{A}$ B) $\frac{A}{h}$ C) hA D) h^2A E) $\frac{h^2}{A}$

26. Udulan işığın dalğa uzunluğu 3 dəfə azalarsa verilmiş metaldan elektronun çıxış işi necə dəyişər?

- A) 3 dəfə azalar B) 3 dəfə artar C) Dəyişməz
D) 9 dəfə artar E) 9 dəfə azalar

27. Udulan fotonun enerjisi 2 dəfə azalarsa verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

28. Udulan işığın dalğa uzunluğu 2 dəfə artarsa verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 2 dəfə azalar C) 2 dəfə artar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

29. Udulan işığın tezliyi 2 dəfə azalarsa verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 4 dəfə azalar C) 4 dəfə artar
D) 2 dəfə azalar E) 2 dəfə artar

30. Udulan işığın dalğa uzunluğu 3 dəfə azalarsa verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 3 dəfə azalar C) 9 dəfə artar
D) 3 dəfə artar E) 9 dəfə azalar

31. Lövhənin hazırlandığı maddə üçün fotoeffektin qırmızı sərhədi spektrin yaşıl hissəsinə düşür. Lövhəni hansı şüalanma ilə işıqlandırdıqda fotoeffekt müşahidə olunar?

- A) Qırmızı B) Sarı C) Narıncı
D) İnfraqırmızı E) Ultrabənövşəyi

32. $\frac{h\nu - A}{e}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (ν -

ışığın tezliyi, h - Plank sabiti, A - çıxış işi, c - işığın vaku-
umda sürəti, e - elementar yüküdür)?

- A) fotonun tezliyi B) doyma cərəyanı
C) fotonun dalğa uzunluğu D) ləngidən gərginlik
E) fotoelektronların kinetik enerjisi

33. Elementar yük hansı ifadə ilə təyin olunur (ν - işığın
tezliyi, ν_{\min} - fotoeffektin qırmızı sərhədi, U_l - ləngidən
gərginlik, h - Plank sabitidir)?

- A) $\frac{\nu - \nu_{\min}}{hU_l}$ B) $\frac{h(\nu - \nu_{\min})}{U_l}$ C) $\frac{h(\nu + \nu_{\min})}{U_l}$
D) $\frac{h\nu}{h\nu_{\min} + U_l}$ E) $\frac{h\nu_{\min}}{h\nu + U_l}$

34. $h\nu - \frac{hc}{\lambda_{\max}}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (h -

Plank sabiti, ν - ışığın tezliyi, c - ışığın sürəti, λ_{\max} -
fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğudur)?

- A) çıxış işi B) ləngidən gərginlik
C) doyma cərəyanı
D) fotoelektronların kinetik enerjisi
E) fotoeffektin qırmızı sərhədi

35. $\frac{2\left(h\nu - \frac{hc}{\lambda_{\max}}\right)}{\nu^2}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir

(h - Plank sabiti, ν - işığın tezliyi, c - ışığın sürəti, ν - elek-

tronların sürəti, λ_{\max} - fotoeffektin qırmızı sərhəddinə uyğun dalğa uzunluğudur)?

- A) fotoeffektin qırmızı sərhədi
- B) işığın dalğa uzunluğu
- C) fotoelektronların kütləsi
- D) elementar yük
- E) ləngidən gərginlik

36. Ləngidən gərginlik hansı ifadə ilə təyin edilir?

- A) $\frac{mv^2}{e}$
- B) $\frac{2e}{mv^2}$
- C) $\frac{h\lambda}{2e}$
- D) $\frac{A}{2e}$
- E) $\frac{mv^2}{2e}$

37. Fotomüqavimətlər hansı hadisə əsasında işləyir?

- A) daxili fotoeffek hadisəsi
- B) fotokimyəvi reaksiya
- C) ventillə fotoeffek hadisəsi
- D) xarici fotoeffek hadisəsi
- E) fotolüminessensiya hadisəsi

38. Günəş batareyaları hansı hadisə əsasında işləyir?

- A) daxili fotoeffek hadisəsi
- B) fotokimyəvi reaksiya
- C) ventillə fotoeffek hadisəsi
- D) xarici fotoeffek hadisəsi
- E) fotolüminessensiya hadisəsi

39. $\sqrt{\frac{2eU_l}{m}}$ ifadəsi ilə hansı fiziki kəmiyyət təyin edilir (e - elektronun yükü, m - elektronun kütləsi, U_l - ləngidici gərginlikdir)?

- A) fotonun tezliyi
- B) fotonun impulsu
- C) fotoelektronların maksimal sürəti
- D) fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi
- E) fotonun dalğa uzunluğu

40. Fotoelementin iş prinsipi hansı hadisəyə əsaslanır?

- A) fotoeffektə
- B) dispersiya
- C) polyarizasiya
- D) difraksiya
- E) interferensiyaya

41. Fotoeffekt zamanı metaldan çıxan elektronların sayı nədən asılıdır?

- A) çıxış işindən və işığın tezliyindən

- B) yalnız işığın tezliyindən
- C) yalnız çıxış işindən
- D) yalnız işığın intensivliyindən
- E) işığın tezliyindən və dalğa uzunluğundan

42. Fotoeffekt zamanı metaldan çıxan elektronların kinetik enerjisi nədən asılıdır?

- A) yalnız işığın intensivliyindən
- B) yalnız işığın tezliyindən
- C) işığın tezliyindən və intensivliyindən
- D) metalın temperaturundan və işığın intensivliyindən
- E) yalnız metalın temperaturundan

43. Fotoeffekt zamanı metalı tərk edən elektronların sayını 2 dəfə artırmaq üçün nə etmək lazımdır?

- A) düşən işığın tezliyini dəyişmədən intensivliyini 2 dəfə artırmaq
- B) düşən işığın intensivliyini dəyişmədən dalğa uzunluğunu 4 dəfə azaltmaq
- C) düşən işığın intensivliyini dəyişmədən tezliyini 2 dəfə artırmaq
- D) düşən işığın tezliyini dəyişmədən intensivliyini 4 dəfə artırmaq
- E) düşən işığın intensivliyini dəyişmədən tezliyini 8 dəfə artırmaq

44. Fotoelektronların maksimal sürətini 1,5 dəfə artırıqda ləngidici gərginlik necə dəyişər?

- A) 1,5 dəfə artar
- B) 1,5 dəfə azalar
- C) 3 dəfə artar
- D) 2,25 dəfə artar
- E) 2,5 dəfə artar

45. 20 V ləngidən gərginlikdə katoddan çıxan elektronların maksimal sürəti nə qədərdir (elektronun xüsusi yükü

$$\frac{e}{m_e} = 1,69 \cdot 10^{11} \frac{Kl}{kq})$$

- A) 36 Mm/san
- B) 1 Mm/san
- C) 20 Mm/san
- D) 10 Mm/san
- E) 2,6 Mm/san

46. Enerjisi 8 eV olan fotonun çıxardığı elektronun kinetik enerjisi 6 eV olduqda, metaldan çıxış işini hesablayın ($1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} C$)

- A) $1,6 \cdot 10^{-19} C$ B) $2,24 \cdot 10^{-19} C$ C) $2,4 \cdot 10^{-19} C$
D) $11,4 \cdot 10^{-19} C$ E) $3,2 \cdot 10^{-19} C$

47. Vakuumdən sındırma əmsalı 2 olan mühitə keçəndə fotonun enerjisi necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə azalar C) 2 dəfə artar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

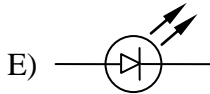
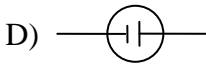
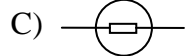
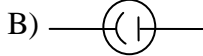
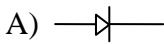
48. Metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi $8 \cdot 10^{14} Hz$ -dir. Onun üzərinə tezliyi $9 \cdot 10^{14} Hz$ olan işıq düşəndə fotoelektronların maksimal kinetik enerjisini tapın ($h = 6,63 \cdot 10^{-34} C \cdot san$).

- A) $9 \cdot 10^{-20} C$ B) $6,63 \cdot 10^{-20} C$ C) $7,2 \cdot 10^{-20} C$
D) $8 \cdot 10^{-20} C$ E) $5 \cdot 10^{-19} C$

49. Çoxfotonlu fotoeffekt nədir?

- A) Elektronun bir neçə eyni tezlikli fotonu udaraq metalı tərk etməsi
B) Fotoelektronların əyri xətlə hərəkət etməsi
C) Elektronların topmozlanarkən rəng şüaları buraxması
D) Işığın təsiri ilə metaldan elektronlar qopması
E) Işığın öz-özünə fokuslaşması

50. Xarici fotoeffekt hadisəsi əsasında işləyən qurğudur hansıdır?



§ 4. Işığın təzyiqi

Işıq səthə normal düşdükdə onun yaratdığı təzyiq

$$p = w(1 + \rho)$$

düsturu ilə hesablanır. Burada w -şüalanma enerjisinin səthi sıxlığı, ρ -səthin qaytarma əmsalıdır.

Şüalanma selinin sıxlığı

$$J = wc$$

olduğunu nəzərə alsaq işığın təzyiqi üçün

$$p = \frac{J}{c}(1 + \rho)$$

düsturunu alarıq.

Mövzuya aid suallar

1. Işığın təzyiqi hansı hadisəni təsdiq edir?
2. Işığın təzyiqi hansı düsturla ifadə olunur?
3. Enerjinin həcmi sıxlığı nəyə deyilir?
4. Işığın təzyiqinin səthə düşən işığın intensivliyi ilə əlaqəsi necədir?
5. İdeal əks etdiricinin, yoxsa mütləq qara cismin səthinə düşən işıq daha çox təzyiq yaradır?
6. Işığın təzyiqi işıqlanan səthin hansı xassəsindən asılıdır?
7. Qaytarma əmsalı nəyə deyilir?
8. Işığın təzyiqi ilk dəfə təcrübədə hansı alim tərəfindən öyrənilmişdir?
9. Işığın təzyiqinin klassik nəzəriyyəsini hansı alim vermişdir?
10. Radiometrik effekt nədir?
11. Radiometrik effektin təsirini azaltmaq üçün hansı üsuldan istifadə olunur?
12. Qazokinetik effekt nəyə deyilir?

13. Qazokinetik effektin təsirini azaltmaq üçün nə etmək lazımdır?
 14. Enerjinin səthi sıxlığı nəyə deyilir?
 15. Enerjinin səthi sıxlığından işığın təzyiqi necə asılıdır?
 16. İşığın təzyiqi fotonun tezliyindən necə asılıdır?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. $N=100Vt$ gücündə elektrik lampasının divarı $R=5sm$ radiuslu sferik qabdır. Lampanın divarı ona düşən işığın 10%-ni əks etdirir. Bütün gücün şüalanmaya sərf olduğunu fərz edərək, işığın lampanın divarlarına göstərdiyi təzyiqi hesablayın.

Verilir
 $N=100Vt$
 $R=5sm$
 $\rho = 0,1$
 $P=?$

Həlli
 Məlumdur ki, işığın təzyiqi
 $P = w(1 + \rho)$ düsuru ilə təyin olunur.
 Burada

$$w = \frac{W}{V} = \frac{Nt}{Sct} = \frac{N}{Sc}$$

elektromaqnit dalğalarının enerji sıxlığı, ρ -isə səthin qaytarma əmsəlidir.

$$P = \frac{N}{Sc}(1 + \rho)$$

R -radiuslu sferik səthin sahəsi $S = 4\pi R^2$ olduğunu nəzərə alsaq

$$P = \frac{N}{4\pi R^2 c}(1 + \rho) \text{ alarıq.}$$

Uyğun hesablamalar aparsaq $P=1,1 \cdot 10^{-5} Pa$ qiymətini alarıq.

Cavab: $p=1,1 \cdot 10^{-5} Pa$

Məsələ 2. Günəşdən Yer məsafədə olan zərrəciyə günəş şüalarının göstərdiyi təzyiq qüvvəsi qravitasiya cazibə qüvvəsini tarazlaşdırırsa zərrəciyin ölçüsünü qiymətləndirir. Zərrəciyi sıxlığı $d = 2000 \text{ kq/m}^3$ olan mütləq qara cisim hesab etməli, Günəş sabiti $J = 1.36 \text{ kVt/m}^2$, Yer orbitinin radiusu $R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, Günəş kütləsini isə $M = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kq}$ götürməli.

Verilir

$$d = 2000 \text{ kq/m}^3$$

$$J = 1.36 \text{ kVt/m}^2$$

$$R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$M = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kq}$$

$$\rho = 0$$

$r = ?$

Həlli

Zərrəciyi sferik cisim kimi təsəvvür edib onun radiusunu təyin edək. Zərrəciyə günəş şüalarının göstərdiyi təzyiq qüvvəsi

$$F = PS \text{ olacaq.}$$

Burada $p = \frac{J}{c}(1 + \rho)$ günəş şüalarının təzyiqi, $S = \pi r^2$ zərrəciyin en kəsiyinin sahəsidir.

$$F = \frac{J}{c}(1 + \rho)\pi r^2$$

Zərrəciyə Günəş arasındakı qravitasiya cazibə qüvvəsini isə aşağıdakı kimi yazı bilərik.

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$

Zərrəciyin kütləsi $m = dV = \frac{4}{3} \pi dR^3$ olduğundan

$$F = \frac{4}{3} \frac{G \pi d M R^3}{R^2}$$

Bu qüvvələri bərabərləşdirməklə

$$\frac{4}{3} \frac{G \pi d M R^3}{R^2} = \frac{J}{c}(1 + \rho)\pi r^2;$$

$$r = \frac{3J(1 + \rho)R^2}{4GdcM} \text{ alarıq.}$$

Verilənləri yerinə qoyub hesablayaq: $r=3 \cdot 10^{-7} m$

Cavab: $r=3 \cdot 10^{-7} m$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

4.1. Tezliyi ν olan foton güzgü səthə α bucağı altında düşür. Foton əks olunarkən güzgü səth hansı impuls alır?

$$\text{Cavab: } p = \frac{2h\nu}{c} \cos \alpha$$

4.2. Sahəsi $S=100 \text{ sm}^2$ olan səthə perpendikulyar olaraq hər dəqiqədə $W=63 \text{ C}$ işıq enerjisi düşür. Əgər səth bütün şüaları a) əks etdirərsə; b) udarsa işıq təzyiqinin qiymətini hesablayın.

$$\text{Cavab: a) } p=7 \cdot 10^{-7} \text{ Pa; b) } p=3,5 \cdot 10^{-7} \text{ Pa}$$

4.3. Gücü $N=50 \text{ Vt}$ olan lazeri şüaları uducu səthə normal düşür. Işıq şüalarının səthə göstərdiyi təzyiq qüvvəsini tapın.

$$\text{Cavab: } F=1,67 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

4.4. Dalğa uzunluğu 500 nm olan monoxromatik işıq dalğasının şüalara perpendikulyar yerləşdirilmiş tünd qara rəngli səthdə yaratdığı təzyiq $0,132 \text{ mkPa}$ -dır. Hər saniyədə 1 m^2 səthə düşən fotonların sayını tapın.

$$\text{Cavab: } N = 10^{20} \text{ foton}$$

4.5. Gücü $N=150 \text{ Vt}$ olan elektrik lampasının bütün gücü şüalanmaya sərf olunur və lampanın divarları ona düşən işığın 15%-ni əks etdirir. Lampanın radiusu $R=4 \text{ sm}$ olan sferik qab hesab edərək onun divarlarında işığın təzyiqini təyin edin.

$$\text{Cavab: } p=28,6 \text{ mkPa}$$

4.6. $\lambda=500nm$ dalğa uzunluqlu paralel işıq dəstəsi qaraldılmış səthə normal düşərək $p=10mkPa$ təzyiq yaradır. Işıq dəstəsində fotonların konsentrasiyasını tapın.

Cavab: $n=2,52 \cdot 10^3 m^{-3}$

4.7. $\lambda=663 nm$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq dəstəsi müstəvi güzgü səthə normal düşür. Enerji seli $\Phi=0,6Vt$ -dir. Səthə göstərilən təzyiq qüvvəsini və $t=5san$ ərzində ona düşən fotonların sayını tapın.

Cavab: $F=4nN$, $N=10^{19}$ foton

4.8. Elektrik qövsündən sahəsi $S=1,5 sm^2$ olan ideal əksətdirici güzgü səthə işıq normal düşür. Şüalanma selinin sıxlığı $J=0,1MVt/m^2$ olarsa güzgü səthin aldığı impulsu tapın. Şüalanma müddəti $t=1san$ -dir.

Cavab: $p=10^{-7}kqm/san$

4.9. Qaraldılmış müstəvi səthə perpendikulyar düşən $\lambda=500nm$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq $p=0,15mkPa$ təzyiq yaradır. $S=40sm^2$ səthə $t=1san$ ərzində düşən fotonların sayını tapın.

Cavab: $N=4,52 \cdot 10^{17}$

4.10. Sahəsi $S=5sm^2$ olan ideal əksətdirici səthə $t=3dəq$ ərzində $W=9C$ monoxromatik işıq enerjisi normal düşürsə səthdə nə qədər təzyiq yaranar?

Cavab: $p=667nPa$

4.11. Monoxromatik işıq mənbəyindən şüalanan işıq qara səthdə $p=0,22mkPa$ təzyiq yaradır. Səthin hər bir kvadrat santimetr sahəsinə $t=1san$ ərzində $N=2 \cdot 10^{16}$ foton düşür. işığın dalğa uzunluğu nə qədərdir?

Cavab: $\lambda=0,6 mkm$

4.12. İdeal əksətdirici müstəvi səthə $\lambda=0,55 mkm$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq şüası normal düşür. Şüalanma seli $\Phi=0,45 Vt$ -dir. Tapın: a) $t=3san$ ərzində səthə düşən fotonların sayını b) bu səthə göstərilən təzyiq qüvvəsini

Cavab: $N=3,73 \cdot 10^{18}$ foton, $F=3nN$

A) $P = w(1 - \rho)$ B) $P = w(1 + \rho)$ C) $P = w(\rho - 1)$

D) $P = \frac{w}{1 + \rho}$ E) $P = \frac{1 + \rho}{w}$

5. İşığın təzyiği onun hansı təbiətinə əsasən izah olunur?

- A) Həm elektromaqnit, həm də kvant təbiətinə
B) Yalnız elektromaqnit təbiətinə
C) Yalnız kvant təbiətinə
D) Səpilmə təbiətinə
E) Düz xətt boyunca yayılmasına

6. Hadisələrdən hansı həm işığın dalğa, həm də korpuskul təbiətinə əsasən izah olunur?

- A) İşığın interferensiyası B) İşığın təzyiği
C) Kompton effekti D) Fotoeffekt
E) İşığın rolyarizasiyası

7. Eyni şəraitdə güzgü və mütləq qara səthə düşən işığın yaratdığı P_1 və P_2 təzyiqləri arasında hansı münasibət doğrudur?

- A) $P_1 = 4P_2$ B) $P_2 = 2P_1$ C) $P_2 = 0,5P_1$
D) $P_1 = 2P_2$ E) $P_1 = P_2$

8. Eyni şəraitdə mütləq qara və güzgü səthə düşən işığın yaratdığı P_1 və P_2 təzyiqləri arasında hansı münasibət doğrudur?

- A) $P_2 = 2P_1$ B) $P_1 = 2P_2$ C) $P_2 = 0,5P_1$
D) $P_1 = 4P_2$ E) $P_1 = P_2$

9. Səthə normal düşən işığın yaratdığı təzyiği hansı düsturla hesablanır?

- A) $P = w(1 - \rho)$ B) $P = w(1 + \rho)$ C) $P = w(\rho - 1)$
D) $P = \frac{w}{1 + \rho}$ E) $P = \frac{1 + \rho}{w}$

10. Qaytarma əmsalı $\rho = 1$ səthə normal düşən işığın enerji seli w olarsa işığın təzyiği nəyə bərabər olar?

- A) $P = 1,5w$ B) $P = w$ C) $P = 2w$

D) $P = 0,5w$ E) $P = 0,25w$

11. Qaytarma əmsalı $\rho = 0$ səthə normal düşən işığın enerji seli w olarsa işığın təzyiği nəyə bərabər olar?

A) $P = 1,5w$ B) $P = w$ C) $P = 2w$

D) $P = 0,5w$ E) $P = 0,25w$

12. Qaytarma əmsalı $\rho = 0,5$ səthə normal düşən işığın enerji seli w olarsa işığın təzyiği nəyə bərabər olar?

A) $P = 1,5w$ B) $P = w$ C) $P = 2w$

D) $P = 0,5w$ E) $P = 0,25w$

13. Tezliyi ν olan foton udulduğu səthə nə qədər impuls verir?

A) $P = \frac{2h\nu}{c}$ B) $P = \frac{h\nu}{c}$ C) $P = \frac{h\nu}{2c}$

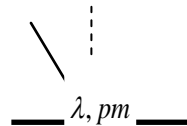
D) $P = \frac{h\nu}{3c}$ E) $P = 3\frac{h\nu}{c}$

14. Tezliyi ν olan foton əks olunduğu səthə nə qədər impuls verir?

A) $P = \frac{h\nu}{3c}$ B) $P = \frac{h\nu}{c}$ C) $P = \frac{h\nu}{2c}$

D) $P = \frac{2h\nu}{c}$ E) $P = 3\frac{h\nu}{c}$

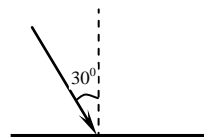
15. Monoxromatik işıq şüası qaytarma əmsalı ρ , sahəsi S olan səthə şəkindəki kimi düşür. Səthdə nə qədər təzyi qüvvəsi yaranar (w - işığın enerji selidir)?



A) $P = \sqrt{3w(1+\rho)}S$ B) $P = wS$ C) $P = \sqrt{3wS(1+\rho)}$

D) $P = \frac{1}{2}wS(1+\rho)$ E) $P = \frac{\sqrt{3}}{2}wS(1+\rho)$

16. Monoxromatik işıq şüası qaytarma əmsalı ρ , sahəsi S olan səthə şəkindəki



kimi düşür. Səthdə nə qədər təzyiq qüvvəsi yaranar (w - işığın enerji selidir)?

A) $F = \frac{\sqrt{3}}{2} wS$

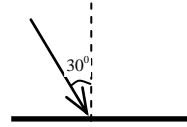
B) $F = wS$

C) $F = \sqrt{3}wS$

D) $F = \sqrt{3}wS$

E) $F = \frac{1}{2} wS$

17. Şəkildəki kimi qaraldılmış müstəvi səthə düşən monoxromatik işıq şüası səthdə nə qədər təzyiq yaradar (w - işığın enerji selidir)?



A) $P = \sqrt{3}w$

B) $P = w$

C) $P = \frac{\sqrt{3}}{2} w$

D) $P = \sqrt{3}w$

E) $P = \frac{1}{2} w$

18. Işığın təzyiqi üçün Lebedev təcrübəsində radiometrik effekti hansı üsulla aradan qaldırmaq olar?

A) Qazı sıxlaşdırmaq və qanadcığın qalınlığını artırmaqla

B) Qazı seyrəltməklə və qanadcığın qalınlığını artırmaqla

C) Qazı sıxlaşdırmaq və qanadcığın qalınlığını azaltmaqla

D) Qazı seyrəltməklə və qanadcığın qalınlığını azaltmaqla

E) Heç bir üsulla

19. Tezliyi ν olan şüalanmanın N fotonu vahid zamanda yarımşəffaf müstəvi güzgü üzərinə normal istiqamətdə düşür. Şüalanmanın 0,4 hissəsi udulur. Işığın güzgüyə göstərdiyi təzyiqi təyin edin.

A) $P = 0,6 \frac{Nh\nu}{c}$

B) $P = 0,8 \frac{Nh\nu}{c}$

C) $P = 1,2 \frac{Nh\nu}{c}$

D) $P = 1,6 \frac{Nh\nu}{c}$

E) $P = \frac{Nh\nu}{c}$

20. Qaraldılmış səthə perpendikulyar düşən λ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq şüalarının yaratdığı təzyiq P olarsa vahid səthə vahid zamanda düşən fotonların sayı hansı ifadə ilə təyin olunur (h - Plank sabitidir)?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } N = \frac{\lambda}{phc} & \text{B) } N = \frac{p\lambda}{hc} & \text{C) } N = \frac{hc}{p\lambda} \\ \text{D) } N = \frac{ph\lambda}{c} & \text{E) } N = \frac{p\lambda}{h} & \end{array}$$

21. Qaraldılmış səthə perpendikulyar düşən ν tezlikli monoxromatik işıq şüalarının yaratdığı təzyiq P olarsa vahid səthə vahid zamanda düşən fotonların sayı hansı ifadə ilə təyin olunur (h - Plank sabitidir)?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } N = \frac{hpc}{\nu} & \text{B) } N = \frac{h\nu}{pc} & \text{C) } N = \frac{pc}{h\nu} \\ \text{D) } N = \frac{ph}{\nu c} & \text{E) } N = \frac{p\nu c}{h} & \end{array}$$

22. Güzgü səthə perpendikulyar düşən λ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıq şüalarının yaratdığı təzyiq P olarsa vahid səthə vahid zamanda düşən fotonların sayı hansı ifadə ilə təyin olunur (h - Plank sabitidir)?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } N = \frac{2ph\lambda}{c} & \text{B) } N = \frac{2p\lambda}{hc} & \text{C) } N = \frac{hc}{2p\lambda} \\ \text{D) } N = \frac{2p\lambda}{h} & \text{E) } N = \frac{\lambda}{2phc} & \end{array}$$

23. Güzgü səthə perpendikulyar düşən ν tezlikli monoxromatik işıq şüalarının yaratdığı təzyiq P olarsa vahid səthə vahid zamanda düşən fotonların sayı hansı ifadə ilə təyin olunur (h - Plank sabitidir)?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } N = \frac{2p\nu c}{h} & \text{B) } N = \frac{h\nu}{2pc} & \text{C) } N = \frac{2pch}{\nu} \\ \text{D) } N = \frac{2ph}{\nu c} & \text{E) } N = \frac{2pc}{h\nu} & \end{array}$$

24. İdeal əksedirici müstəvi səthin S sahəsinə perpendikulyar olaraq t zaman müddətində W enerjili monoxromatik işıq seli

düşərsə işığın səthdə yaratdığı təzyiqi hansı ifadə ilə təyin etmək olar (c - işığın vakuumdakı sürətidir)?

A) $P = \frac{Stc}{2W}$

B) $P = \frac{2Wc}{St}$

C) $P = \frac{2W}{Stc}$

D) $P = \frac{St}{2Wc}$

E) $P = \frac{2Wt}{Sc}$

25. Qaraldılmış müstəvi səthin S sahəsinə perpendikulyar olaraq t zaman müddətində W enerjili monoxromatik işıq seli düşərsə işığın səthdə yaratdığı təzyiqi hansı ifadə ilə təyin etmək olar (c - işığın vakuumdakı sürətidir)?

A) $P = \frac{Wt}{Sc}$

B) $P = \frac{2Wc}{St}$

C) $P = \frac{2W}{Stc}$

D) $P = \frac{W}{Stc}$

E) $P = \frac{Wct}{S}$

§ 5. Tormozlanma və xarakteristik rentgen şüaları.

Bütöv rentgen spektrinin qısa dalğalı sərhəddi

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

Mozli qanununa görə xarakteristik rentgen şüalarının tezliyinin kvadrat kökü atomun sıra nömrəsindən xətti asılıdır. Ümumi şəkildə Mozli qanununu

$$\sqrt{\nu} = kZ - c$$

şəklində ifadə olunur. Z -atomun sıra nömrəsidir.

K - seriyasının xətlərinə uyğun tezliklər

$$\nu_K = R(Z - a)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (n=2,3,4,5);$$

$$n=2 \text{ olduqda } \nu_{K_\alpha} = \frac{3}{4} R(Z - a)^2;$$

$$n=3 \text{ olduqda } \nu_{K_\beta} = \frac{8}{9} R(Z - a)^2;$$

$$n=4 \text{ olduqda } \nu_{K_\gamma} = \frac{15}{16} R(Z - a)^2;$$

L - seriyasının xətlərinə uyğun yezliklər isə

$$\nu_L = R(Z - b)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (n=3,4,5);$$

$$n=3 \text{ olduqda } \nu_{L_\alpha} = \frac{5}{36} R(Z - b)^2;$$

$$n=4 \text{ olduqda } \nu_{L_\beta} = \frac{3}{16} R(Z - b)^2;$$

düsturları ilə təyin olunur. Burada $R=3,29 \cdot 10^{15} \text{ san}^{-1}$ Ridberq tezliyi, a və b düzəlişləri ekranlaşma əmsəlidir. Adətən $a=1$ götürülür.

Xarakteristik rentgen şüalarının K_α xətti fotonunun enerjisi

$$E_{K_\alpha} = \frac{3}{4} E_i (Z - 1)^2$$

kimi hesablanır. $E_i = 13,6 \text{ eV}$ - hidrogen atomunun ionlaşma enerjisidir.

Mövzuya aid suallar

1. Hansı prosesdə hərəkət edən elektronun enerjisi qismən və ya tamamilə fotona çevrilir?
2. Fotoeffektə əks olan hadisə hansıdır?
3. Rentgen şüalarının hansı növləri vardır?
4. Tormozlanma rentgen şüası necə yaranır?
5. Tormozlanma rentgen şüalanmasının spektri necədir?

6. Rentgen şüalarının dalğa uzunluğu hansı intervalda dəyişir?
7. Rentgen şüalarının dalğa təbiətini hansı hadisə təsdiq edir?
8. Tormozlanma rentgen şüalarının kəsilməz spektrinin xarakteri anod materialından necə asılıdır?
9. Tormozlanma rentgen şüalarının kəsilməz spektrinin xarakteri nədən asılıdır?
10. Klassik nəzəriyyə tormozlanma rentgen şüalarının yaranmasını nə dərəcədə izah edir?
11. Tormozlanma rentgen şüalarının yaranmasında klassik nəzəriyyənin çətinlikləri nədən ibarətdir?
12. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhədi nədən asılıdır?
13. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhəddə malik olmasını klassik nəzəriyyə necə izah edir?
14. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhədə malik olması nəyi təsdiq edir?
15. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhədi elektrodlararası gərginlikdən necə asılıdır?
16. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhədinə əsasən Plank sabitini necə təyin etmək olar?
17. Xarakteristik rentgen şüalarının spektri necədir?
18. Xarakteristik rentgen şüalarının xarakteristik sözü nəyi göstərir?
19. Atomun optik xətti spektri ilə xarakteristik rentgen şüalarının fərqi nədədir?
20. Kimyəvi çevrilmə zamanı xarakteristik rentgen şüalarının tezliyi necə dəyişir?
21. Xarakteristik rentgen şüalarının yaranması nə ilə izah olunur?
22. Xarakteristik rentgen şüalarının tezliyi nədən asılıdır?
23. Xarakteristik rentgen şüalarının tezliyi ilə atomun sıra nömrəsi arasındakı asılılıq necə tapılır?
24. Mözli qanunu necə ifadə olunur?

25. Atomun daxili elektron quruluşu hansı növ rentgen şüaları ilə müəyyən olunur?
26. Rentgen şüaları üçün difraksiya qəfəsi rolunu nə oynayır?
27. Rentgen şüalarının hansı tətbiq sahələri vardır?
28. Rentgen quruluş analizi nədir?
29. Rentgen speksoskopyası nədir?
30. Rentgen quruluş analizi və rentgen spektroskopiyası metodlarının prinsipləri nəyə əsaslanmışdır?
31. Vulf - Breqq düsturu necədir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Rentgen borusunda anod $v = 0,8c$ sürətinə malik elektronlarla bombardman edilərkən yaranan kəsilməz rentgen spektrinin qısa dalğalı sərhədinə uyğun λ_{\min} dalğa uzunluğunu tapın.

Verilir

$$v = 0,8c$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq}$$

$$\lambda_{\min} = ?$$

Həlli

Rentgen borusunda alınan kəsilməz rentgen spektrinin qısdalğalı sərhədi antikatodda tormozlanan elektronların kinetik enerjisi ilə təyin olunur.

$$E_k = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$$

Elektronun sürəti işıq sürəti tərtibində olduğundan onun kinetik enerjisini

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

düsturu ilə hesablayaq

$$\frac{hc}{\lambda_{\min}} = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{h}{mc \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{0,6} - 1 \right)} = 3,64 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Cavab: $\lambda_{\min} = 3,64 \text{ pm}$

Məsələ 2. Volframı ($Z=74$) sürətli elektronlarla bombardman edərək xətti rentgen spektrinin K_{α} xətti fotonunun dalğa uzunluğunu və enerjisini tapın.

Verilir

$$\frac{Z=74}{a=1}$$

$$\lambda_{K_{\alpha}} - ?$$

Həlli

Mozli qanuna görə K_{α} xəttinin tezliyi

$$\nu_{K_{\alpha}} = \frac{3}{4} R(Z - a)^2$$

düsturu ilə təyin olunur.

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \text{ olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{3}{4} R(Z - a)^2$$

alırıq. Buradan

$$\lambda = \frac{4c}{3R(Z-a)^2}$$

Məlum qiymətləri yerinə yazıb hesablama aparsaq

$$\lambda_{K_\alpha} = 22,8 \text{ pm} \text{ alarıq.}$$

Fotonun enerjisi $E_{K_\alpha} = \frac{hc}{\lambda_{K_\alpha}}$ və ya $E_{K_\alpha} = \frac{3}{4} E_i (Z-1)^2$

düsturları ilə hesablaya bilərik.

$$E_{K_\alpha} = \frac{3}{4} (74-1)^2 \cdot 13,6 \text{ eV} = 54355,8 \text{ eV} = 54,4 \text{ keV}$$

$$\text{Cavab: } \lambda_{K_\alpha} = 22,8 \text{ pm}, \quad E_{K_\alpha} = 54,4 \text{ keV}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

5.1. $U=30 \text{ kV}$ gərginlikdə işləyən rentgen borusundan şüalanmış bütöv spektrli rentgen şüalarının λ_{\min} qısalıq dalğalı sərhəddini təyin edin.

$$\text{Cavab: } \lambda_{\min} = 41 \text{ pm}$$

5.2. Bütöv spektrli rentgen şüalarının minimal dalğa uzunluğu $\lambda_{\min} = 1 \text{ pm}$ olarsa antikatoda düşən elektronların sürətini tapın.

$$\text{Cavab: } v = 21 \text{ Mm/san}$$

5.3. Rentgen borusunun antikatodu $v = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/san}$ sürətə malik elektronlarla bombardman edilir. Bütöv spektrli rentgen şüalarının maksimal tezliyini tapın.

$$\text{Cavab: } \nu = 3 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

5.4. Rentgen borusunda eldeklonlar antikatoda $v = 0,85 c$ sürəti ilə yetişirlərsə bütöv rentgen spektrinin qısa dalğa sərhəddini tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda_{\min} = 2,8 \text{ pm}$$

5.5. Rentgen borusunda gərginliyin 2 dəfə artırılması rentgen şüalarının qısa dalğa sərhəddinin $\Delta\lambda = 25 \text{ pm}$ sürüşməsi ilə müşayət olunur. Rentgen borusuna tətbiq olunmuş əvvəlki U_1 gərginliyini tapın.

Cavab: $U_1 = 25 \text{ kV}$

5.6. Rentgen borusunda tətbiq olunmuş gərginliyi iki dəfə artırıqda bütöv rentgen spektrinin qısadalğalı sərhəddi $\Delta\lambda = 50 \text{ pm}$ dəyişirsə, başlanğıc anda qısadalğalı sərhəddi nə qədər olmuşdur?

Cavab: $\lambda_1 = 100 \text{ pm}$

5.7. Rentgen borusu hər saniyədə $N = 2 \cdot 10^{13}$ foton şüalandırır. Fotonların orta enerjisi $\lambda = 10^{-10} \text{ m}$ dalğa uzunluqlu fotonun enerjisinə uyğundur. Rentgen borusu $U = 50 \text{ kV}$ gərginlik və $J = 10^{-3} \text{ A}$ cərəyan şiddəti rejimində işləyirsə onun FİƏ nə qədərdir?

Cavab: $\eta = 0,08\%$

5.8. Rentgen borusundakı gərginlik $\Delta U = 23 \text{ kV}$ azaldıqda rentgen şüalarının λ_{\min} qısadalğalı sərhəddi iki dəfə artırsa, qısadalğalı sərhəddi əvvəlcədən nə qədər olmuşdur?

Cavab: $\lambda_1 = 27 \text{ pm}$

5.9. Rentgen borusundakı $U_1 = 16 \text{ kV}$ gərginliyi nə qədər artırmaq lazımdır ki, bütöv spektrli rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhəddi 26 pm sürüşsün?

Cavab: $\Delta U = 8 \text{ kV}$

5.10. Skandiumun ($Z=21$) xarakterik rentgen spektrinin K seriyasında ən böyük dalğa uzunluğunu hesablayın.

Cavab: $\lambda_{\max} = 304 \text{ pm}$

5.11. Müəyyən elementin xətti rentgen spektrinin tədqiqi zaman K_α xəttinin dalğa uzunluğu $\lambda = 76 \text{ pm}$ tapılmışdır. Bu hansı elementdir?

Cavab: $Z=41$, Niobium

5.12. Antikatodu mis ($Z=29$) olan rentgen borusunda alınan xarakteristik rentgen şüalarının K seriyasının ən uzun dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda_{\max} = 155 \text{ pm}$

5.13. Volfram atomunda elektron M təbəqəsindən L təbəqəsinə keçərkən buraxılan rentgen şüalarının dalğa uzunluğu $\lambda = 143 \text{ pm}$ olarsa L seriyası üçün b ekranlaşdırma əmsalını tapın.

Cavab: $b = 5,63$

5.14. Antikatoduna vanadium ($Z=23$) çəkilməmiş rentgen borusuna ən azı nə qədər potensiallar fərqi tətbiq olunmalıdır ki, rentgen şüalarının spektrində vanadiumun K seriya xətlərinin hamısı alınsın. Vanadiumun K seriyasının sərhəddi $\lambda_1 = 226 \text{ pm}$ -dir.

Cavab: $U_{\min} = 5,5 \text{ kV}$

5.15. Manqanın ($Z=25$) xarakteristik rentgen spektrinin K_α seriyasına uyğun fotonun enerjisini tapın.

Cavab: $E = 5,9 \text{ keV}$

5.16. Dəmirin ($Z_1=26$) K_α xəttinin dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 193 \text{ pm}$ olduğunu bilərək, misin ($Z_2=29$) K_α xəttinin dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda_2 = 154 \text{ pm}$

5.17. Xarakteristik rentgen şüalarının K -seriyasının sərhəd tezliyi $\nu_\infty = 5,55 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$ olduğunu bilərək elementin sıra nömrəsini tapın.

Cavab: $Z=42$, Molibden.

5.18. Xarakteristik rentgen şüalarının K_α xəttinin dalğa uzunluğu $\lambda = 72 \text{ pm}$ olduğunu bilərək elementin sıra nömrəsini tapın.

Cavab: $Z=42$; Molibden

5.19. Volfram atomunda elektron M təbəqəsindən L təbəqəsinə keçir. Ekranlaşdırma əmsalının $b = 5,63$ olduğunu qəbul edərək, buraxılan fotonun enerjisini tapın.

Cavab: $E = 8,83 \text{ keV}$

Test 5

1. Tormozlanma rentgen şüalanması hansı spektrə malikdir?

- A) Xətti və zolaqlı B) Xətti C) Zolaqlı
D) Bütöv E) Kəsilən

2. Niyə tormozlanma rentgen şüaları «ağ rentgen şüaları» da adlandırılır?

- A) Bütöv spektrə malik olduğuna görə
B) Zolaqlı spektrə malik olduğuna görə
C) Xətti spektrə malik olduğuna görə
D) Ağ rəngli olduğuna görə
E) Qisadalğa sərhəddinə malik olduğuna görə

3. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğa sərhədi nəyi təsdiq edir?

- A) Rentgen şüalarının elektromaqnit dalğası olduğunu
B) Şüalanmanın dalğa təbiətini
C) Şüalanmanın kvant xarakterini
D) Rentgen şüalarının mühidə udulduğunu
E) Rentgen şüalarının mühidə səpildiyini

4. Rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginliyi 2 dəfə artdırıqda tormozlanma rentgen şüalanmasının qısa dalğa sərhədinə uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişir?

- A) 4 dəfə azalır B) 2 dəfə artır C) dəyişmir
D) 4 dəfə artır E) 2 dəfə azalır

5. Rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginliyi 2 dəfə artdırıqda tormozlanma rentgen şüalanmasının qısa dalğa sərhədinə uyğun tezlik necə dəyişir?

- A) 4 dəfə artır B) 2 dəfə azalır C) dəyişmir
D) 2 dəfə artır E) 4 dəfə azalır

6. Hansı hadisə fotoeffekt hadisəsinə qarşılıqlı əks hadisədi?

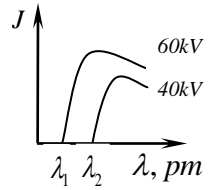
- A) Cütlüyün yaranması
 B) Kompton effekti
 C) Tormozlanma rengen şüalanması
 D) Rentgen şüalarının difraksiyası
 E) İşığın təzyiği

7. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğa sərhədi nədən asılıdır?

- 1- Rentgen borusuna verilən gərginlikdən
 2- Antikatodun hazırlandığı materialdan
 3- Katodun hazırlandığı materialdan

- A) yalnız 1 B) yalnız 2 C) yalnız 3
 D) 2 və 3 E) 1.2 və 3

8. Şəkildə volfram antikatodu üçün müxtəlif gərginliklərdə bütöv rentgen spektri verilmişdir. Spektrlərin maksimal tezliklərini müqayisə edin.



- A) $\nu_2 = 1,5\nu_1$ B) $\nu_1 = 1,5\nu_2$
 C) $\nu_2 = \nu_1$ D) $\nu_2 = 0,5\nu_1$ E) $\nu_1 = 3\nu_2$

9. Bütöv Rentgen spektrinin maksimal tezliyi hansı düsturla hesablanır?

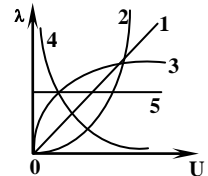
- A) $\nu_{mak} = \frac{eU}{h}$ B) $\nu_{mak} = \frac{h}{eU}$ C) $\nu_{mak} = \frac{eU}{hc}$
 D) $\nu_{mak} = \frac{hc}{eU}$ E) $\nu_{mak} = eUc$

10. Rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginliyin 30 kV olduğunu bilərək spektrin kiçik dalğa sərhəddini tapın.

($h = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ C}\cdot\text{s}$, $a, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kq}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

- A) $0,25 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ B) $4 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ C) $1,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
 D) $0,25 \cdot 10^{11} \text{ m}$ E) 0

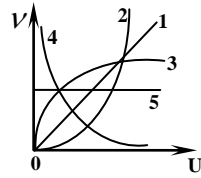
11. Tormozlanma rentgen şüalanmasının qısa dalğa sərhəddinin anod gərginliyindən asılılıq qrafiki hansıdır?



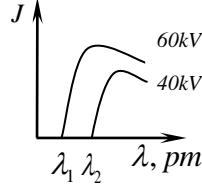
- A) 1 B) 2 C) 4 D) 3 E) 5

12. Tormozlanma rentgen şüalanmasında maksimal tezliyin anod gərginliyindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5



13. Şəkildə volfram antikatodu üçün müxtəlif gərginliklərdə bütöv rentgen spektri verilmişdir. Spektrlərin qısa dalğa sərhəddini müqayisə edin.



- A) $\lambda_1 = 3\lambda_2$ B) $\lambda_2 = \lambda_1$
C) $\lambda_1 = 1,5\lambda_2$ D) $\lambda_2 = 0,5\lambda_1$ E) $\lambda_2 = 1,5\lambda_1$

14. Şəkildə volfram antikatodu üçün müxtəlif gərginliklərdə bütöv rentgen spektri verilmişdir. Spektrlərin maksimal enerjilərini müqayisə edin.

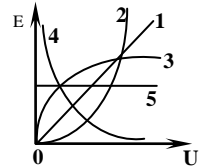
- A) $\lambda_1 = 1,5\lambda_2$ B) $\lambda_2 = \lambda_1$
C) $\lambda_2 = 0,5\lambda_1$ D) $\lambda_2 = 1,5\lambda_1$ E) $\lambda_1 = 3\lambda_2$

15. Anod gərginliyini 3 dəfə artırıqda tormozlanma rentgen şüalanma kvantının maksimal impulsu necə dəyişir?

- A) 9 dəfə artar B) 3 dəfə azalar C) 3 dəfə artar
D) 9 dəfə azalar E) dəyişməz

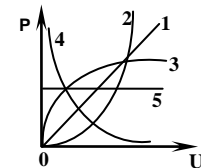
16. Tormozlanma rentgen şüalanma kvantının maksimal enerjisinin anod gərginliyindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 3 D) 4 E) 1



17. Tormozlanma rentgen şüalanma kvantının maksimal impulsunun anod gərginliyindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 1 D) 3 E) 4



18. Tormozlanma rentgen şüalanma kvantın maksimal impulsu hansı düsturla ifadə olunur? (U -

rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginlik, e – elektronun yükü, c - işığın boşluqda yayılma sürətidir.)

A) $P_{\max} = \frac{eU}{2c}$ B) $P_{\max} = eUc$ C) $P_{\max} = \frac{eU}{h}$

D) $P_{\max} = \frac{eU}{c}$ E) $P_{\max} = \frac{hce}{U}$

19. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğalı sərhəddi hansı düsturla ifadə olunur? (U - rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginlik, e - elektronun yükü, h - Plank sabiti, c - işığın boşluqda yayılma sürətidir.)

A) $\lambda_{\min} = \frac{hc^2}{eU}$ B) $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$ C) $\lambda_{\min} = \frac{hcU}{e}$

D) $\lambda_{\min} = \frac{eh}{cU}$ E) $\lambda_{\min} = \frac{eU}{hc}$

20. Tormozlanma rentgen şüalarında rentgen kvantlarının maksimal enerjisi hansı düsturla ifadə olunur? (U -rentgen borusunda elektrodlar arasında gərginlik, e -elektronun yükü, h - Plank sabiti, c -işığın boşluqda yayılma sürətidir).

A) $E_{\max} = \frac{eU}{h}$ B) $E_{\max} = \frac{eU}{c}$ C) $E_{\max} = \frac{eU}{hc}$

D) $E_{\max} = eU$ E) $E_{\max} = \frac{hce}{U}$

21. Xarakteristik Rentgen şüası hansı spektrə malikdir?

- A) Xətti B) Zolaqlı C) Bütöv
D) Kəsilməz E) Qarıışıq

22. Elektron M - təbəqəsindən L - təbəqəsinə keçdikdə yaranan xarakteristik rentgen şüalanmasının tezliyini hansı düsturla müəyyən etmək olar (R - Ridberq sabiti, Z - elementin sıra nömrəsi, a - ekranlaşma sabitidir) ?

A) $\nu = \frac{3}{4}R(Z-a)^2$ B) $\nu = \frac{8}{9}R(Z-a)^2$

$$C) \nu = \frac{15}{16} R(Z-a)^2 \quad D) \nu = \frac{5}{36} R(Z-b)^2$$

$$E) \nu = \frac{3}{16} R(Z-b)^2$$

23. Xarakteristik rentgen şüalanmasında elektron L -təbəqəsindən K -təbəqəsinə keçdikdə hansı şüalanma xətti yaranır?

A) L_α B) K_β C) K_γ D) K_α E) L_β

24. Xarakteristik kentgen şüalanmasında elektron M -təbəqəsindən K -təbəqəsinə keçdikdə hansı şüalanma xətti yaranır?

A) L_α B) K_β C) K_γ D) K_α E) L_β

25. Elektron M -təbəqəsindən K -təbəqəsinə keçdikdə yaranan xarakteristik rentgen şüalanmasının tezliyi hansı düstur-la müəyyən etmək olar (R - Ridberq sabiti, Z - elementin sira nömrəsi, a - ekranlaşma sabitidir) ?

$$A) \nu = \frac{3}{4} R(Z-a)^2 \quad B) \nu = \frac{5}{36} R(Z-a)^2$$

$$C) \nu = \frac{15}{16} R(Z-a)^2 \quad D) \nu = \frac{8}{9} R(Z-a)^2$$

$$E) \nu = \frac{3}{16} R(Z-a)^2$$

26. Xarakteristik kentgen şüalanmasında elektron N -təbəqəsindən L -təbəqəsinə keçdikdə hansı şüalanma xətti yaranır?

A) L_α B) L_β C) K_γ D) K_α E) K_β

27. Elektron L -təbəqəsindən K -təbəqəsinə keçdikdə yaranan xarakteristik rentgen şüalanmasının dalğa uzunluğunu hansı düstur-la müəyyən etmək olar (R - Ridberq sabiti, Z - elementin sira nömrəsi, a - ekranlaşma sabitidir) ?

$$A) \nu = \frac{3}{4} R(Z-a)^2 \quad B) \nu = \frac{8}{9} R(Z-a)^2$$

C) $v = \frac{15}{16} R(Z - a)^2$ D) $v = \frac{5}{36} R(Z - a)^2$

E) $v = \frac{3}{16} R(Z - a)^2$

28. Xarakteristik rentgen şüalanmasında K seriyasını əmələ gətirən K_α , K_β , K_γ - şüalanma xətlərinə uyğun fotonların tezliklərini müqayisə edin.

- A) $v_\gamma < v_\beta < v_\alpha$ B) $v_\alpha < v_\beta < v_\gamma$ C) $v_\gamma < v_\alpha < v_\beta$
 D) $v_\alpha = v_\beta < v_\gamma$ E) $v_\alpha = v_\beta = v_\gamma$

29. Xarakteristik rentgen şüalanmasında K seriyasını əmələ gətirən K_α , K_β , K_γ - şüalanma xətlərinə uyğun fotonların enerjilərini müqayisə edin.

- A) $E_\alpha < E_\beta = E_\gamma$ B) $E_\gamma < E_\beta < E_\alpha$ C) $E_\alpha < E_\gamma < E_\beta$
 D) $E_\alpha = E_\beta = E_\gamma$ E) $E_\alpha < E_\beta < E_\gamma$

30. Xarakteristik rentgen şüalanmasında K seriyasını əmələ gətirən K_α , K_β , K_γ - şüalanma xətlərinə uyğun fotonların impulslarını müqayisə edin.

- A) $P_\gamma < P_\beta < P_\alpha$ B) $P_\alpha < P_\beta < P_\gamma$ C) $P_\alpha < P_\gamma < P_\beta$
 D) $P_\alpha = P_\beta < P_\gamma$ E) $P_\alpha = P_\beta = P_\gamma$

31. Xarakteristik rentgen şüalanmasında K seriyasını əmələ gətirən K_α , K_β , K_γ - şüalanma xətlərinə uyğun fotonların kütlələrini müqayisə edin.

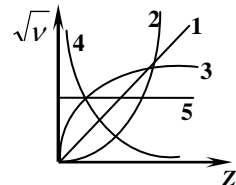
- A) $m_\alpha = m_\beta < m_\gamma$ B) $m_\alpha < m_\beta < m_\gamma$ C) $m_\alpha < m_\gamma < m_\beta$
 D) $m_\gamma < m_\beta < m_\alpha$ E) $m_\alpha = m_\beta = m_\gamma$

32. Xarakteristik rentgen şüalanmasının tezliyinin atomun sıra nömrəsindən asılılığı hansı qanunla ifadə olunur?

- A) Mozli B) Vulf- Breqq C) Vin
 D) Kirxhof E) Ridberq

33. Xarakteristik rentgen şüalanmasının tezliyinin kvadrat kökünün atomun sıra nömrəsindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 1 D) 3 E) 4



34. Mozli qanunun ifadəsi hansıdır?

A) $\sqrt{v} = \sqrt{kz} - c$ B) $\sqrt{v} = kz$ C) $v = kz - c$

D) $\sqrt{v} = kz - c$ E) $v = \sqrt{kz - c}$

35. Rentgen borusu 30 kV gərginlik altında işləyir. Onun buraxdığı rentgen şüalarının tezliyi nə qədərdir

($h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ C}\cdot\text{s}$ a n , $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ K l}$)

A) $1,5 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$ B) $3 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$ C) $2,5 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$

D) $3 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$ E) $7,5 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$

36. Rentgen borusunda anod gərginliyi 90 kV – dur, şüalanan fotonların maksimal impulsu nəyə bərabərdir ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m / s}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ K l}$)

A) $4,8 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kq}\cdot\text{m}}{\text{san}}$ B) $1,6 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kq}\cdot\text{m}}{\text{san}}$

C) $3,2 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kq}\cdot\text{m}}{\text{san}}$ D) $9,6 \cdot 10^{-23} \frac{\text{kq}\cdot\text{m}}{\text{san}}$

E) $10^{-23} \frac{\text{kq}\cdot\text{m}}{\text{san}}$

37. Şəkildə volfram antikatodunun bütöv rentgen spektri verilmişdir. Rentgen borusu hansı gərginlikdə işləyir?

($h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ C}\cdot\text{s}$ a n , $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ K l}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m / s}$)

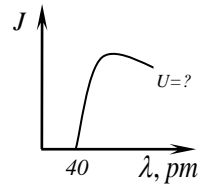
A) $U = 300 \text{ V}$

B) $U = 3 \text{ kV}$

C) $U = 4 \text{ kV}$

D) $U = 40 \text{ kV}$

E) $U = 30 \text{ kV}$



38. $\frac{hc}{e\lambda}$ ifadəsilə hansı fiziki kəmiyyət təyin olunur (e – elementar yük, c – işıq sürəti, λ – rentgen şüalarının dalğa uzunluğudur)?

A) Rentgen şüalanmasının tezliyi

B) Rentgen şüalanmasının gücü

C) Rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginlik

D) Rentgen şüalanmasının enerjisi

E) Rentgen borusunda anod sərəyanı

39. $\frac{hc}{eU}$ ifadəsilə hansı fiziki kəmiyyət təyin olunur (e -elementar yük, c - işıq sürəti, U - rentgen borusunda elektrodlar arasındakı gərginlikdir)?

- A) Rentgen şüalanmasının impulsu
- B) Rentgen şüalanmasının gücü
- C) Rentgen şüalanmasının tezliyi
- D) Rentgen şüalanmasının enerjisi
- E) Rentgen şüalanmasının dalğa uzunluğu

40. Maddənin quruluşunun rentgen şüalarının difraksiyasına əsasən tədqiqat üsulu necə adlanır?

- A) Rentgen quruluş analiz
- B) Neytronoqrafiya
- C) Elektroqrafiya
- D) Mikroquruluş analiz
- E) Spektral analiz

41. Gücü P olan rentgen borusu t müddəti ərzində N foton şüalandırır. Şüalanmanın orta dalğa uzunluğu λ -dır. Borunun f.i.ə hansı ifadə ilə təyin edilir. (h - Pdank sabiti, c - işığın vakuumdakı sürətidir)?

- A) $\frac{Pt}{Nhc\lambda}$
- B) $\frac{Nhc}{\lambda Pt}$
- C) $\frac{N\lambda Pt}{hc}$
- D) $\frac{hc}{N\lambda Pt}$
- E) $\frac{\lambda hc}{NPt}$

42. Gücü P olan rentgen borusu t müddəti ərzində N foton şüalandırır. Şüalanmanın orta tezliyi ν - dür . Borunun f.i.ə hansı ifadə ilə təyin edilir (h - Pdank sabiti)?

- A) $\frac{Nh\nu}{Pt}$
- B) $\frac{Pt\nu}{Nh}$
- C) $\frac{h\nu}{NPt}$
- D) $\frac{NPt}{h\nu}$
- E) $\frac{h\nu}{PN}$

43. Rengen borusunun elektrodları arasındakı gərginlik U , cərəyan şiddəti I - dir. Boru t müddəti ərzində N foton şüalandırır. Şüalanmanın orta dalğa uzunluğu λ -dır. Borunun f.i.ə hansı ifadə ilə təyin edilir. (h - Pdank sabiti, c - işığın vakuumdakı sürətidir)?

- A) $\frac{Nhct}{\lambda UI}$
- B) $\frac{\lambda Nhc}{UIt}$
- C) $\frac{Nhc}{\lambda UIt}$
- D) $\frac{NUIt\lambda}{hc}$
- E) $\frac{hc\lambda}{NUIt}$

44. Rengen borusunun elektrodları arasındakı gərginlik U , cərəyan şiddəti I -dir. Boru t müddəti ərzində N foton şüalanır. Şüalanmanın orta tezliyi ν -dür. Borunun f.i.ə hansı ifadə ilə təyin edilir. (h - Plank sabiti)?

- A) $\frac{Nh\nu}{UI}$ B) $\frac{UI}{Nh\nu}$ C) $\frac{h\nu}{NUI}$ D) $\frac{NUI}{h\nu}$ E) $\frac{Nh\nu}{UI}$

45. Rengen borusunda anodla katod arasındakı gərginliyi 4 dəfə artırıqda rentgen şüalanmasının minimal dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 2 dəfə artar? B) 2 dəfə azalar C) dəyişməz
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

46. Rengen borusunda anodla katod arasındakı gərginliyi 4 dəfə azaltdıqda rentgen şüalanmasının maksimal tezliyi necə dəyişər?

- A) 2 dəfə artar? B) 2 dəfə azalar C) dəyişməz
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

47. Rentgen borusunda elektronların anoda çatan andakı impulsu 2 dəfə artarsa şüalanmanın minimal dalğa uzunluğu neçə dəfə dəyişər?

- A) 2 dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) dəyişməz

48. Gücü P olan rentgen borusunun t müddəti ərzində şüalandırdığı fotonların sayı hansı ifadə ilə təyin edilir. Şüalanmanın orta dalğa uzunluğu λ -dir.

- A) $N = \frac{P\lambda t}{2hc}$ B) $N = \frac{P\lambda t}{hc}$ C) $N = \frac{2hc}{P\lambda t}$
D) $N = \frac{hc}{P\lambda t}$ E) $N = \frac{3hc}{P\lambda t}$

49. 60 kV gərginlikdə işləyən rentgen borusunun verdiyi rentgen şüalarının minimal dalğa uzunluğu 20,7 pm-dir. Bu verilənlərə əsasən Plank sabitinin qiymətini hesablayın. $c=3 \cdot 10^8$ m/san və $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl götürün.

- A) $6,6 \cdot 10^{-34}$ C · san B) $6,4 \cdot 10^{-34}$ C · san

C) $6,5 \cdot 10^{-34} C \cdot san$ D) $6,624 \cdot 10^{-34} C \cdot san$

E) $6,63 \cdot 10^{-34} C \cdot san$

50. Xarakterik rentgen şüalanmasında K-seriyasının sərhəd tezliyi $5,38 \cdot 10^{15} Hz$ olan elementin Mendeleyev cədvəlindəki sıra nömrəsini müəyyən edin. Ridberq sabitini $R = 3,2 \cdot 10^{15} Hz$ və $\sqrt{1681,25} = 41$ götürün.

A) 41 B) 40 C) 42 D) 39 E) 43

§ 6. Kompton effekti

Fotonun sərbəst zərrəcikdən səpilərəkən onun dalğa uzunluğunun dəyişməsi

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = 2 \frac{h}{mc} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

düsturu ilə hesablanır. Burada m-fotonla toqquşan zərrəciyin kütləsi, θ -fotonun səpilmə bucağıdır.

Kompton səpilməsində dalğa uzunluğunun dəyişməsini aşağıdakı kimi də yazmaq olar.

$$\Delta\lambda = \lambda_k (1 - \cos\theta) = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

$\lambda_k = \frac{h}{mc}$ Kompton dalğa uzunluğu adlanır. Foton sərbəst elektrondan səpildikdə Kompton dalğa uzunluğu

$$\lambda_k = 2,42 pm \text{ olur.}$$

Dalğa uzunluğunun nisbi dəyişməsi

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda_k}{\lambda} (1 - \cos\theta)$$

Mövzuya aid suallar

1. Kompton təcrübəsindən hansı nəticələr alınır?
2. Kompton səpilməsi zamanı dalğa uzunluğunun dəyişməsi nədən asılıdır?
3. Kompton səpilməsi zamanı dalğa uzunluğunun dəyişməsinin səpilmə bucağından asılılığı necədir?
4. Kompton effektində hansı fundamental qanunlar ödənilir?
5. Fotonun sərbəst zərrəcikdən səpilərkən dalğa uzunluğunun dəyişməsi hansı düsturla ifadə olunur?
6. Sərbəst zərrəciyin Kompton dalğa uzunluğunun ifadəsi necədir?
7. Foton sərbəst elektronlardan səpilərkən Kompton dalğa uzunluğunun qiyməti nə qədərdir?
8. Dalğa uzunluğunun nisbi dəyişməsi hansı düsturla hesablanır?
9. Kompton səpilməsində səpilmə bucağının hansı qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi maksimum olur?
10. Kompton səpilməsində səpilmə bucağının hansı qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi Kompton dalğa uzunluğuna bərabər olur?
11. $0 \leq \theta \leq 180^\circ$ olduqda dalğa uzunluğunun dəyişməsi hansı intervalda qiymət alır?
12. Hansı hadisə zamanı fotonla maddənin qarşılıqlı təsiri zamanı foton məhv olur?
13. Niyə Kompton effektini müşahidə etmək üçün rentgen şüalarının yüngül atomlardan ibarət mühitdən səpilməsinə baxılır?
14. Niyə ağır atomlardan ibarət mühitdə Kompton səpilməsinə baxılmır?
15. Niyə sərt rentgen şüalarının mühitdən səpilməsində Kompton effekti müşahidə olunmur?
16. Cütlüyün yaranması nədir?
17. Cütlük nə vaxt yaranır?
18. Cütlüyün yaranmasına əks proses nədir?

19. Hansı halda Kompton səpilməsi zamanı fotonun tezliyi artar?
 20. Əks Kompton effekti nədir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ1. $E=0,75\text{MeV}$ enerjili foton sükunətdəki sərbəst elektrondan $\theta = 60^\circ$ bucaq altında səpilir. Səpilən fotonun E' enerjisini, elektronun T kinetik enerjisini və elektronun hərəkət istiqamətini tapın.

Verilir

$$E=0,75\text{MeV}$$

$$\theta = 60^\circ$$

$$m=9,1 \cdot 10^{31}\text{kg}$$

$E' - ?$

$T - ?$

$\varphi - ?$

Həlli

1) Səpilən fotonun enerjisini Kompton düsturundan istifadə edərək tapa bilərik:

$$\lambda^1 - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta) \quad (1)$$

$E = \frac{hc}{\lambda}$ münasibətindən istifadə edərək

E' və E ilə ifadə edək.

$$\lambda^1 = \frac{hc}{E'} \quad \text{və} \quad \lambda = \frac{hc}{E} \quad (2)$$

(1) düsturunun sağ tərəfinin sürət və məxrəcini c -yə vurub və (2) düsturlarını (1)-də nəzərə alsaq, onda

$$\frac{hc}{E'} - \frac{hc}{E} = \frac{hc}{mc^2}(1 - \cos \theta) \quad \text{və ya}$$

$$\frac{1}{E'} - \frac{1}{E} = \frac{1}{E_0}(1 - \cos \theta) \quad (3)$$

alırıq. Burada $E_0 = mc^2$ - elektronun sükunət enerjisidir. (3) düsturundan

$$E' = \frac{EE_0}{E_0 + E(1 - \cos \theta)}$$

alırıq. Sonuncu düsturda $E_0 = 0,51MeV, E = 0,75MeV$ və $\theta = 60^\circ$ qiymətlərini yazıb, hesablama aparsaq, səpilən fotonun enerjisi üçün $E' = 0,43MeV$ alırıq.

2). Enerjinin saxlanma qanundan istifadə edərək elektronun kinetik enerjisini tapaq:

$$E = E' + T$$

buradan $T = E - E' = 0,75 - 0,43 = 0,32MeV$ alırıq.

3). Toqquşmadan sonra elektronun hərəkət istiqamətini impulsun saxlanma qanundan istifadə etməklə tapa bilərik. Belə ki, düşən fotonun \vec{P} impulsu səpilən fotonun \vec{P}' və elektronun $m\vec{v}$ impulslarının vektor cəminə bərabərdir:

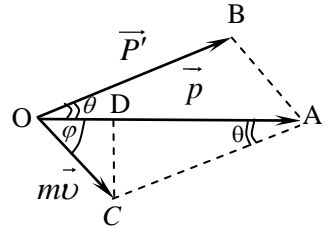
$$\vec{P} = \vec{P}' + m\vec{v}$$

İmpulsların vektor diaqramı 1- ci şəkildə təsvir edilmişdir. Toqquşmadan sonra elektronun hərəkət istiqamətinin göstərən φ bucağını OCD üçbucağından tapaq:

$$tg \varphi = \frac{|CD|}{|OD|} = \frac{|CA| \cdot \sin \theta}{|OA| - |CA| \cdot \cos \theta}$$

və ya

$$tg \varphi = \frac{P' \sin \theta}{P - P' \cos \theta}$$



Şəkil 1

Digər tərəfdən $P = \frac{E}{c}$ və

$P' = \frac{E'}{c}$ olduğunu nəzərə alsaq

$$tg \varphi = \frac{E' \sin \theta}{E - E' \cos \theta}$$

Sonuncu düsturda $E' = 0,43MeV, E = 0,75MeV, \theta = 60^\circ$

qiymətlərini yerinə yazıb hesablama aparsaq $tg \varphi = 0,701$ alarıq. Buradan $\varphi = 35^\circ$

Məsələ 2. Nazik monoxromatik rentgen şüaları səpici maddə üzərinə düşür. $\theta_1 = 60^\circ$ və $\theta_2 = 120^\circ$ bucaqlar altında səpilən şüaların dalğa uzunluqları 1,5 dəfə fərqlənir. Şüaların sərbəst elektronlardan səpildiyini fərz edərək ilkin şüaların dalğa uzunluğunu tapın.

Verilir	Həlli
$\theta_1 = 60^\circ$	Kompton səpilməsi zamanı fotonun dalğa uzunluğunun dəyişməsi
$\theta_2 = 120^\circ$	
$\lambda_2 = 1,5\lambda_1$	
$\lambda - ?$	
	$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = \lambda_K(1 - \cos\theta)$
	düsturu ilə təyin olunur. Burada
	$\lambda_K = \frac{h}{mc}$
	Kompton dalğa uzunluğudur.

Bu düsturu hər iki səpilmə bucağı üçün yazaq.

$$\begin{aligned} \lambda_1 - \lambda &= \lambda_K(1 - \cos\theta_1) \\ \lambda_2 - \lambda &= \lambda_K(1 - \cos\theta_2) \\ \lambda_1 &= \lambda + \lambda_K(1 - \cos\theta_1) \\ \lambda_2 &= \lambda + \lambda_K(1 - \cos\theta_2); \quad \lambda_2 = 1,5\lambda_1 \\ \lambda + \lambda_K(1 - \cos\theta_2) &= 1,5\lambda + 1,5\lambda_K(1 - \cos\theta_1) \\ \lambda &= \lambda_K(3\cos\theta_1 - 2\cos\theta_2 - 1) \\ \lambda &= 1,5\lambda_K = 3,64 \text{ pm} \end{aligned}$$

Cavab: $\lambda = 3,64 \text{ pm}$

Məsələlər

6.1. Sərbəst elektronlardan kompton səpilməsi zamanı fotonun dalğa uzunluğunun maksimal dəyişməsini tapın

$$(m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq})$$

$$\text{Cavab: } \Delta\lambda = 4,84 \text{ pm}$$

6.2. Sərbəst protonlardan Kompton səpilməsi zamanı fotonun dalğa uzunluğunun maksimal dəyişməsini tapın.

$$(m=1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kq})$$

$$\text{Cavab: } \Delta\lambda = 2,64 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

6.3. $\lambda = 100 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu rentgen şüaları sərbəst elektronlardan səpilir. Səpilən rentgen şüaların maksimal dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda = 104,84 \text{ pm}$$

6.4. $\lambda_1 = 12,6 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Səpilən fotonun dalğa uzunluğu $\lambda_2 = 15 \text{ pm}$ - dir. Səpilmə bucağını tapın.

$$\text{Cavab: } \theta = 89^\circ$$

6.5. Kompton səpilməsindən sonra rentgen şüalarının dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 2 \text{ pm}$ -dən $\lambda_2 = 2,4 \text{ pm}$ -ə qədər artmışdır. Sərbəst elektronlardan səpilən rentgen şüalarının səpilmə bucağını tapın.

$$\text{Cavab: } \theta = 33^\circ$$

6.6. Kompton səpilməsindən sonra rentgen şüalarının dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 2 \text{ pm}$ -dən $\lambda_2 = 2,4 \text{ pm}$ -ə qədər artmışdır. Təpilən elektronların kinetik enerjisini və elektronların hərəkət istiqaməti ilə düşən şüanın istiqaməti arasındakı φ bucağını tapın.

$$\text{Cavab: } T_k = 0,1 \text{ MeV}, \quad \varphi = 58^\circ$$

6.7. Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan, $\theta = 60^\circ$ bucaq altında səpilən şüalarının dalğa uzunluğu $\lambda_2 = 57 \text{ pm}$ olmuşdur. Səpilmədən qabaq şüaların dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda_1 = 55,79 \text{ pm}$$

6.8. Enerjisi E_f olan foton sükunətdəki sərbəst elektrondan səpilərkən onun dalğa uzunluğu α dəfə artır. Təpmə elektronlarının kinetik enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_e = \frac{\alpha - 1}{\alpha} E_f$$

6.9. $\lambda_1 = 55,8 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu rentgen şüaları qrafit lövhədən səpilirlər. $\theta = 60^\circ$ bucaq altında səpilən şüaların dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda_2 = 57 \text{ pm}$$

6.10. Sərbəst elektronlardan səpilən şüaların dalğa uzunluğunun dəyişməsi $\Delta\lambda = 3,62 \text{ pm}$ olmuşdur. Şüaların θ səpilmə bucağını tapın.

$$\text{Cavab: } \theta = 120^\circ$$

6.11. Kompton səpilməsi zamanı düşən fotonun enerjisinin yarısı təpmə elektronuna verilir. Səpilmə bucağı $\theta = 90^\circ$ olarsa səpilən fotonun enerjisini və impulsunu tapın.

$$\text{Cavab: } E'_s = 0,26 \text{ MeV} ; P = 13,7 \cdot 10^{-23} \text{ kq} \frac{\text{m}}{\text{san}}$$

6.12. Kompton effektində enerjisi elektronun sükunət enerjisinə bərabər olan foton $\theta = 180^\circ$ bucaq altında səpilərsə, təpmə elektronlarının impulsu nə qədər olar?

$$\text{Cavab: } P = 3,6 \cdot 10^{-22} \text{ kq} \frac{\text{m}}{\text{san}}$$

6.13. $E = 1,025 \text{ MeV}$ enerjili foton sükunətdə olan sərbəst elektrondan səpilir. Əgər səpilən fotonun dalğa uzunluğu kompton dalğa uzunluğuna ($\lambda_K = 2,42 \text{ pm}$) bərabər olarsa, fotonun səpilmə bucağı nə qədər olar?

$$\text{Cavab: } \theta = 60^\circ$$

6.14. Kompton effektində fotonun enerjisinin hansı hissəsi təpmə elektronlarına verilir? Səpilmədən qabaq rentgen fotonların enerjisi E -yə səpilmə bucağı isə θ -ya bərabərdir.

$$\text{Cavab: } \Delta E = \frac{2E^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}{mc^2 + 2E \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

6.15. $E=10keV$ enerjili foton elektronlardan $\theta = 60^\circ$ bucaq altında səpilərkən təpmə elektronları nə qədər enerji alır?

Cavab: 100eV

6.16. Fotonun sərbəst zərrəcikdən Kompton səpilməsində fotonun səpilmə bucağı θ , zərrəciyin təpmə bucağı isə α - dır. Səpilmədən qabaq fotonun enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_f = \frac{mc^2 \cos\left(\alpha + \frac{\theta}{2}\right)}{\sin\alpha \sin\frac{\theta}{2}}$$

6.17. Fotonun enerjisi nə qədər olmalıdır ki, sərbəst elektronlardan səpilmə bucağı $\theta=90^\circ$, elektronların təpmə bucağı isə $\alpha=30^\circ$ olsun?

Cavab: $E_f=0,37 MeV$

6.18. $E=0,25MeV$ enerjili foton sükunətdə olan sərbəst elektrondan $\theta=120^\circ$ bucaq altında səpilir. Təpmə elektronlarının kinetik enerjisini təyin edin.

Cavab: $E_k=106 keV$

6.19. Kompton səpilməsi zamanı rentgen şüalarının dalğa uzunluğunun dəyişməsi $\Delta\lambda=2,4 pm$ olur. Səpilmədən qabaq rentgen şüalarının dalğa uzunluğu $\lambda_1=10pm$ olduğunu bilərək təpmə elektronlarının enerjisini tapın.

Cavab: $E=24 keV$

6.20. $\lambda_1=24 pm$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilərkən ona enerjisinin 9%-ni verir. Səpilən rentgen şüalarının dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda_2=26,7pm$

6.21. $E=0,25 \text{ MeV}$ enerjili foton sərbəst elektrondan səpilər-kən onun dalğa uzunluğu 20% dəyişir. Təpmə elektronunun kinetik enerjisini tapın.

Cavab: $E_e=41,7 \text{ keV}$

6.22. Sərbəst elektronun $\lambda=10 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu fotonla qarşılıqlı təsiri zamanı dalğa uzunluğunun Kompton sürüşməsi $\Delta\lambda=2,4 \text{ pm}$ olmuşdur. Fotonun səpilmə bucağını, səpilən fotonun enerjisini, təpmə elektronlarının enerjisini tapın.

Cavab: $\theta=90^\circ$; $E_f=100 \text{ keV}$; $E_e=23,75 \text{ keV}$

6.23. Sərbəst elektron $E=0,8 \text{ MeV}$ enerjili fotonla toqquşma nəticəsində $v=0,6c$ sürətini alırsa, foton hansı bucaq altında səpilir?

Cavab: $\theta=28,5^\circ$

6.24. Foton hərəkət edən elektrondan səpilir. Nəticədə elektron dayanır, foton isə əvvəlki istiqamətindən θ bucağı qədər meyl edir. Bu prosesdə fotonun dalğa uzunluğunun dəyişməsinə tapın.

$$\text{Cavab: } \Delta\lambda = -\frac{2h}{mc} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

6.25. Foton relyativistik elektronla toqquşaraq $\theta=60^\circ$ bucaq altında səpilir, elektron isə bütün kinetik enerjisini itirərək dayanır. Toqquşmadan əvvəl elektronun enerjisi $E_e=0,51 \text{ MeV}$ olduğunu bilərək fotonun dalğa uzunluğunun dəyişməsinə tapın.

Cavab: $\Delta\lambda=1,2 \text{ pm}$

6.26. $\lambda=700 \text{ nm}$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektronlardan $\theta=90^\circ$ bucaq altında səpilir. Bu zaman təpmə elektronu hansı sürət alır?

Cavab: $v=1,5 \text{ km/san}$

6.27. Sükunətdə olan sərbəst elektronlardan $\theta=90^\circ$ bucaq altında səpilən γ şüalar ($\lambda=5 \text{ pm}$) üçün dalğa uzunluğunun nisbi dəyişməsinə hesablayın.

$$\text{Cavab: } \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0,477$$

6.28. Enerjisi 1,25 MeV olan foton, başlanğıcda sükunətdəki sərbəst elektrondan səpilir. Səpilən fotonun dalğa uzunluğunun 25% artdığını bilərək təpmə elektronunun kinetik enerjisini təyin edin.

$$\text{Cavab: } T = 250\text{keV}$$

6.29. Dalğa uzunluğu 4 pm olan foton başlanğıcda sükunətdəki sərbəst elektrondan 90⁰-lik bucaq altında səpilir. Təpmə elektronunun enerjisini hesablayın.

$$\text{Cavab: } T = 116,5\text{keV}$$

6.30. Plank sabiti h , işığın vakuumda yayılma sürəti c və zərrəciyin m kütləsindən istifadə edərək uzunluq ölçüsü verən ifadə alın. Bu hansı kəmiyyətdir ?

Tect 6

1. Kompton effekti nədir?

- A) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən tezliyinin dəyişməməsi
- B) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən dalğa uzunluğunun dəyişməməsi
- C) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən tezliyinin artması
- D) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən dalğa uzunluğunun artması
- E) Rentgen şüalarının difraksiyası

2. Kompton effekti zamanı rentgen şüalarının dalğa uzunluğunun dəyişməsi nədən asılıdır?

- A) Düşən işığın intensivliyindən
- B) Səpici mühitdən
- C) Düşən şüanın dalba uzunluğundan
- D) Səpici mühitdən və düşən şüanın dalba uzunluğundan
- E) Səpilmə bucağından

3. Kompton effektinin nəzəriyyəsini kim vermişdir?

- A) Heyzenberq və Şredinger B) Frank və Hers
 C) Devison və Cermer D) Tomson və Rid
 E) Kompton və Debay

4. Əks Kompton effekti nədir?

- A) Rentgen şüalarının hərəkətdə olan elektronlardan səpilərkən dalğa uzunluğunun azalması.
 B) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən dalğa uzunluğunun artması
 C) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən dalğa uzunluğunun dəyişməməsi
 D) Rentgen şüalarının sərbəst elektronlardan səpilərkən tezliyinin dəyişməməsi
 E) Rentgen şüalarının difraksiyası

5. Kompton effekti hansı təsəvvürlər əsasında izah olunur?

- A) Fotonun sərbəst elektronla qeyri- elastiki toquşması ilə
 B) Fotonun sərbəst elektronla elastiki toquşması ilə
 C) Fotonun sərbəst elektronlar tərəfindən udulması ilə
 D) Sərbəst elektronun foton şüalandırması ilə
 E) Foton – foton qarşılıqlı təsiri

6. Kompton dalğa uzunluğu hansı ifadə ilə təyin olunur ? (m -elektronun kütləsi, h - Plank sabiti, c - işıq sürətidir)

- A) $\lambda = \frac{mc}{h}$ B) $\lambda = \frac{h}{mc^2}$ C) $\lambda = \frac{h^2}{mc}$
 D) $\lambda = \frac{h}{mc}$ E) $\lambda = \frac{hc}{m}$

7. Kompton dalğa uzunluğunun fiziki mənası nədir?

- A) Səpilmə bucağının 0^0 qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi
 B) Səpilmə bucağının 90^0 qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi
 C) Səpilmə bucağının 180^0 qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi
 D) Səpilmə bucağının 45^0 qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi

E) Səpilmə bucağının 60^0 qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi

8. Komrton effektində hansı bucaq altında səpilmədə rentgen şüalarının dalğa uzunluğu dəyişir?

A) 60^0 B) 45^0 C) 0^0 D) 90^0 E) 180^0

9. Komrton effektində hansı bucaq altında səpilmədə rentgen şüalarının tezliyi dəyişir?

A) 0^0 B) 45^0 C) 60^0 D) 90^0 E) 180^0

10. Komrton effektində hansı bucaq altında səpilmədə rentgen şüalarının dalğa uzunluğu dəyişməsi maksimal olur?

A) 90^0 B) 45^0 C) 60^0 D) 180^0 E) 0^0

11. $\lambda_0 = p$ m dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun $1,58 p$ m olduğunu bilərək səpilmə bucağını tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k =$ - dir)

A) $\theta = 90^0$ B) $\theta = 60^0$ C) $\theta = 180^0$
D) $\theta = 120^0$ E) $\theta = 30^0$

12. Niyə ağır atomlardan ibarət mühitlərdən rentgen şüalarının səpilməsi zamanı Kompton effekti müşahidə olunmur?

A) Ağır atomlar rentgen şüalarını əks etdirir

B) Ağır atomlar rentgen şüalarını səpmirlər

C) Ağır atomlar rentgen şüalarını udur

D) Ağır atomların elektronlarının rabitə enerjisi böyük olduğundan rentgen şüası bütün atomdan səpilir.

E) Ağır atomlar rentgen şüalarını təsirlə parçalanır

13. Niyə sərt rentgen şüalarının mühitdən səpilməsi zamanı Kompton effekti müşahidə olunmur?

A) Sərt rentgen şüaları nüvə sahəsində elektron - pozitron cütünə çevrilir

B) Sərt rentgen şüalarının enerjisi az olduğundan qeyri elastiki toqquşur

C) Sərt rentgen şüaları mühitdə udulur

- D) Sərt rentgen şüaları nüvə sənəsində istiqamətini dəyişir
E) Sərt rentgen şüaları mühitdən əks olunur

14. Sərbəst elektronlardan Kompton səpilmə zamanı fotonun dalğa uzunluğunun maksimal dəyişməsini tapın. (elektronun kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2,42 pm$)

- A) $\Delta\lambda = 2,42 pm$ B) $\Delta\lambda = 1,21 pm$ C) $\Delta\lambda = 4,84 pm$
D) $\Delta\lambda = 3,63 pm$ E) $\Delta\lambda = 4,24 pm$

15. Sərbəst elektronlardan rentgen şüalarının Kompton səpilməsi zamanı düşən ilkin şüaların tezliyini 2 dəfə artırıdığında $\theta = 90^\circ$ bucaq altında səpilən şüaların dalğa uzunluğunun $\Delta\lambda$ dəyişməsi necə dəyişər?

- A) 2 dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) dəyişməz

16. Fotonun m kütləli sərbəst zərrəcikdən kompton səpilməsi zamanı onun dalğa uzunluğunun dəyişməsi hansı düsturla təyin olunur? (h -Plank sabiti, c -ışığın boşluqda yayılma sürətidir, θ -fotonun səpilmə bucağıdır.)

- A) $\Delta\lambda = \frac{mc}{2h}(1 - \cos \theta)$ B) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc} \cos \theta$
C) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc} \sin \theta$ D) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$
E) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc} \cos^2 \frac{\theta}{2}$

17. $\lambda = 50 pm$ dalğa uzunluğu rentgen şüaları sərbəst elektronlardan səpilir. Səpilən rentgen şüalarının maksimal dalğa uzunluğunun dəyişməsini tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2,42 pm$ - dir).

- A) $54,84 pm$ B) $104,84 pm$ C) $4,84 pm$
D) $52,42 pm$ E) $102,42 pm$

18. $\lambda_0 = 12,58 pm$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Səpilən fotonun dalğa uzunluğunun $\lambda = 15 pm$ olduğunu bilərək səpilmə bucağını tapın

(elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2,42 \text{ pm}$ - dir).

A) $\theta = 60^\circ$ B) $\theta = 90^\circ$ C) $\theta = 30^\circ$

D) $\theta = 120^\circ$ E) $\theta = 180^\circ$

19. Kompton səpilməsi zamanı dalğa uzunluğunun dəyişməsi hansı düsturla təyin olunur?

A) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc} \sin^2 \frac{\theta}{2}$ B) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc} \cos \theta$

C) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc} \sin \theta$ D) $\Delta\lambda = \frac{mc}{2h} (1 - \cos \theta)$

E) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc} \cos^2 \frac{\theta}{2}$

20. $\lambda = 50 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu rentgen şüaları sərbəst elektronlardan səpilir. Səpilən rentgen şüalarının maksimal dalğa uzunluğunu tapın (elektronun kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2,42 \text{ pm}$ - dir.)

A) 4,84pm B) 104,84pm C) 54,84pm

D) 52,42pm E) 102,42pm

21. İlk şüanın tezliyini 2 dəfə azaltdıqda $\theta = 90^\circ$ bucaq altında səpilən şüanın dalğa uzunluğunun $\Delta\lambda$ dəyişməsi necə dəyişər?

A) 2 dəfə azalar B) dəyişməz C) 2 dəfə azalar

D) 2 dəfə artar E) 2 dəfə artar

22. Kompton səpilməsi zamanı hansı fundamental qanunlar ödənilir?

A) Elektrik yükünün saxlanması

B) Enerjinin və kütlənin saxlanması

C) İmpulsun və kütlənin saxlanması

D) İmpulsun və enerjinin saxlanması

E) İmpuls və impuls momentinin saxlanması

23. Dalğa uzunluğu 5 pm olan foton başlanğıcda sükunətdəki sərbəst elektrondan 90° - lik bucaq altında səpilir.

Səpilən fotonun dalğa tapın. (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k=2,42pm$ - dir) .

- A) 5 pm B) 7,42 pm C) 2,42 pm
D) 2.58 pm E) 9,84 pm

24. $\lambda_0=10,16 pm$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun $15 pm$ olduğunu bilərək səpilmə bucağını tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k=2,42pm$ - dir)

- A) $\theta = 90^\circ$ B) $\theta = 60^\circ$ C) $\theta = 180^\circ$
D) $\theta = 120^\circ$ E) $\theta = 30^\circ$

25. İşığın kvant xassəsini təsdiq edən hadisələrdən hansında maddə ilə fotonun qarşılıqlı təsiri zamanı foton məhv olmur?

- A) Bütün hallarda B) Rentgen şüalanması
C) Fotoeffekt D) Kompton effekti
E) Elektron - pozitron cütünün yaranması

26. Rentgen şüalarının Kompton səpilməsi zamanı səpilmə bucağı $\theta = 120^\circ$ olur. Səpilən şüaların dalğa uzunluğunun $57 pm$ olduğunu bilərək düşən şüanın dalğa uzunluğunu təyin edin (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k=2,4pm$, $\cos 120^\circ = -0,5$).

- A) 60,6 pm B) 55,8 pm C) 57 pm
D) 53,4 pm E) 58,2 pm

27. Kompton səpilməsi zamanı düşən ilkin şüaların dalğa uzunluğunu 2 dəfə artırıqda $\theta = 90^\circ$ bucaq altında səpilən şüaların dalğa uzunluğunun $\Delta\lambda$ dəyişməsi necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə azalar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

28. Kmpoton effektində düşən fotonun tezliyi ν_0 , səpilən fotonun tezliyi ν olarsa elektronun kinetik enerjisini hansı düsturla hesablamaq olar (m - elektronun kütləsi, h - Plank sabitidir)?

$$\begin{aligned} \text{A) } p &= \sqrt{\frac{h(v_0 - v)}{2m}} & \text{B) } p &= \sqrt{\frac{mh(v - v_0)}{2}} \\ \text{C) } p &= \sqrt{\frac{mh(v_0 - v)}{2}} & \text{D) } p &= \sqrt{2mh(v - v_0)} \\ \text{E) } p &= \sqrt{2mh(v_0 - v)} \end{aligned}$$

29. Kmp-ton effektində sükunətdəki sərbəst elektrondan səpilən fotonun enerjisi ΔE qədər azalarsa, elektron hansı impuls alar?

$$\begin{aligned} \text{A) } p &= \sqrt{\frac{m\Delta E}{2}} & \text{B) } p &= \sqrt{\frac{2\Delta E}{m}} & \text{C) } p &= \sqrt{\frac{m\Delta E}{2}} \\ \text{D) } p &= \frac{2\Delta E}{m} & \text{E) } p &= \sqrt{2m\Delta E} \end{aligned}$$

30. Sərbəst elektronlardan rentgen şüalarının Kompton səpilməsi zamanı düşən ilkin şüanın enerjisini iki dəfə artırıdıda $\theta = 90^\circ$ bucaq altında səpilən şüanın dalğa uzunluğunun $\Delta\lambda$ dəyişməsi necə dəyişər?

$$\begin{aligned} \text{A) } & 2 \text{ dəfə azalar} & \text{B) } & \text{dəyişməz} & \text{C) } & 4 \text{ dəfə azalar} \\ \text{D) } & 4 \text{ dəfə artar} & \text{E) } & 2 \text{ dəfə artar} \end{aligned}$$

31. $\lambda_0 = 22,58 \text{ pm}$ dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Səpilən fotonun dalğa uzunluğunun $\lambda = 25 \text{ pm}$ olduğunu bilərək səpilmə bucağını tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2,42 \text{ pm}$ - dir).

$$\begin{aligned} \text{A) } \theta &= 90^\circ & \text{B) } \theta &= 60^\circ & \text{C) } \theta &= 30^\circ \\ \text{D) } \theta &= 120^\circ & \text{E) } \theta &= 180^\circ \end{aligned}$$

32. Kompton effektində səpilmə bucağının $0 \leq \theta \leq 180$ qiymətində dalğa uzunluğunun dəyişməsi hansı intervalda qiymət alır (λ_k – Kompton dalğa uzunluğudur)?

$$\begin{aligned} \text{A) } 0 \leq \Delta\lambda \leq \lambda_k & & \text{B) } \lambda \leq \Delta\lambda \leq 2\lambda_k & & \text{C) } 0 \leq \Delta\lambda \leq 2\lambda_k \\ \text{D) } 1,5 \leq \Delta\lambda \leq 2\lambda_k & & \text{E) } 2\lambda \leq \Delta\lambda \leq 4\lambda_k \end{aligned}$$

33. Hansı hadisə zamanı fotonla maddə qarşılıqlı təsirdə olduqda foton məhv olmur?

- A) Kompton effekti B) Fotoeffekt
C) Cütlüyün yaranması D) Rentgen şüalanması
E) Tam daxilə qayıtma

34. Kompton təcrübəsindən aşağıdakı nəticələrdən hansı alınmışdır?

- A) Səpilən rentgen şüalarının dalğa uzunluğu artır və dalğa uzunluğunun dəyişməsi səpilmə bucağından asılıdır
B) Səpilən rentgen şüalarının tezliyi artır
C) Səpilən rentgen şüalarının dalğa uzunluğunun dəyişməsi səbici maddənin tərkibindən asılıdır
D) Səpilən rentgen şüaların dalğa uzunluğunun dəyişməsi ilkin şüaların dalğa uzunluğundan asılıdır
E) Səpilən rentgen şüaların dalğa uzunluğunun dəyişməsi səpici mühitin sındırma əmsalından asılıdır

35. Kompton səpilməsi zamanı dalğa uzunluğunun dəyişməsinin səpilmə bucağından asılılığı necədir (λ_0 - zərrəciyin Kompton dalğa uzunluğudur) ?

- A) $\Delta\lambda = \lambda_0 (1 + \cos \theta)$ B) $\Delta\lambda = \lambda_0 \cos \theta$
C) $\Delta\lambda = \lambda_0 \sin \theta$ D) $\Delta\lambda = \lambda_0 (1 - \sin \theta)$
E) $\Delta\lambda = 2\lambda_0 \sin^2 \frac{\theta}{2}$

36. Kompton effektində düşən fotonun enerjisini 2 dəfə artırırsa, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 2 dəfə azalar B) 2 dəfə artar C) dəyişməz
D) 4 dəfə artar E) 16 dəfə artar

37. Kompton effektində düşən fotonun enerjisini 2 dəfə azaltarsa, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 2 dəfə azalar B) 2 dəfə artar C) dəyişməz
D) 4 dəfə artar E) 16 dəfə artar

38. Kompton effektində düşən fotonun impulsunu 2 dəfə artırırsa, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 16 dəfə artar B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) dəyişməz

39. Kompton effektində düşən fotonun impulsunu 2 dəfə azaltsaq, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 16 dəfə artar B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) dəyişməz E) 4 dəfə artar

40. Kompton effektində səpilmə bucağını 2 dəfə artırırsaq, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) 16 dəfə artar

41. Kompton effektində səpilmə bucağını 2 dəfə azaltsaq, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) 16 dəfə artar B) dəyişməz C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) 2 dəfə artar

42. Kompton effekti ilə bağlı aşağıdakılardan hansılar doğrudur?

1 - Düşən fotonun impulsu səpilən fotonun impulsundan böyükdür

2 - Düşən fotonun sürəti səpilən fotonun sürətindən böyükdür

3 - Səpilmə zamanı enerji və impuls saxlanılır

- A) 1, 2 və 3 B) 1 və 2 C) Yalnız 1
D) Yalnız 2 E) 1 və 3

43. Kompton effektində sərbəst elektrondan səpilən fotonun düşən fotona nəzərən nəyi dəyişir?

1 - Dalğa uzunluğu

2 - Sürəti

3 - İmpulsu

- A) 1, 2 və 3 B) 1 və 2 C) Yalnız 1
D) Yalnız 2 E) 1 və 3

44. Rentgen şüalarının fotonlarından biri sərbəst elektrona çarpılaraq enerjisinin 75%-ni itirməklə səpilir, elektron isə $T =$ enerji ilə hərəkət edir. Toqquşmadan qabaq fotonun enerjisi neşə eV -dur.

- A) $4 eV$ B) $3 eV$ C) $6 eV$ D) $4,5 eV$ E) $8 eV$

45. Kmp-ton effektində E_0 enerjili fotonun sükunətdəki sərbəst elektrondan səpildikdən sonra enerjisi E olarsa, elektron hansı sürət alar?

A) $v = \sqrt{\frac{(E - E_0)}{2m}}$

B) $v = \sqrt{\frac{2(E - E_0)}{m}}$

C) $v = \sqrt{\frac{m(E - E_0)}{2}}$

D) $v = \frac{2(E - E_0)}{m}$

E) $v = \sqrt{2m(E - E_0)}$

46. Kmp-ton effektində sükunətdəki sərbəst elektrondan səpillən fotonun enerjisi ΔE qədər azalarsa, elektron hansı sürət alar?

A) $v = \sqrt{\frac{\Delta E}{2m}}$

B) $v = \sqrt{\frac{2\Delta E}{m}}$

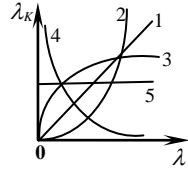
C) $v = \sqrt{\frac{m\Delta E}{2}}$

D) $v = \frac{2\Delta E}{m}$

E) $v = \sqrt{2m\Delta E}$

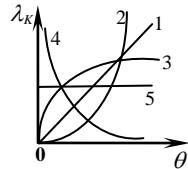
47. Zərrəciyin Kompton dalğa uzunluğunun düşən fotonun dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5



48. Zərrəciyin Kompton dalğa uzunluğunun səpilmə bucağından asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 1 B) 2 C) 5 D) 4 E) 3



49. Kmp-ton effektində düşən fotonun dalğa uzunluğu λ_0 , səpələn fotonun dalğa uzunluğu λ olarsa elektronun kinetik enerjisini hansı düsturla hesablamaq olar (m - elektronun kütləsi, h - Plank sabiti, c - işığın boşluqda yayılma sürətidir)?

A) $T = hc \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)$

B) $T = hc(\lambda_0 - \lambda)$

C) $T = \frac{\lambda - \lambda_0}{hc}$

$$D) T = \frac{hc}{\lambda - \lambda_0}$$

$$E) T = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

50. Kmp-ton effektində düşən fotonun dalğa uzunluğu λ_0 , səpilən fotonun dalğa uzunluğu λ olarsa elektronun sürətini hansı düsturla hesablamaq olar (m - elektronun kütləsi, h - Plank sabiti, c - işığın boşluqda yayılma sürətidir)?

$$A) v = \sqrt{\frac{hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)}$$

$$B) v = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)}$$

$$C) v = \sqrt{\frac{m}{hc} \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)}$$

$$D) v = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

$$E) v = \sqrt{\frac{h}{2mc} \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)}$$

III FƏSİL. MADDƏNİN DALĞA TƏBİƏTİ

§7. De-Broyl dalğaları

L. de Broyl hipotezinə görə zərrəciyin dalğa uzunluğu

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

düsruru ilə təyin olunur.

Qeyri-Relyativistik hal üçün ($v \ll c$) $P = mv$

$$\lambda = \frac{h}{mv};$$

Relyativistik hal üçün ($v \approx c$) isə $p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ olduğundan

$$\lambda = \frac{h}{mv} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

De Broyl dalğa uzunluğunu zərrəciyin T kinetik enerjisi ilə ifadə etmək olar.

Klassik hal üçün

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mT}}$$

Relyativistik hal üçün

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{T(T + 2E_0)}}$$

$E_0 = mc^2$ - zərrəciyin sükunət enerjisidir.

Mövzuya aid suallar

1. De-Broyl hipotezinin fiziki mahiyyəti nədən ibarətdir?
2. De-Broyl hipotezi materiyanın hansı xassələrini özündə birləşdirdi?
3. De-Broyl hipotezinə görə zərrəciyin dalğa uzunluğunu hansı düsturla müəyyən etmək olar?
4. De-Broyl hipotezinə görə zərrəciyin dalğa uzunluğunun qeyri-relyativistik hal üçün ifadəsi necədir?
5. De-Broyl hipotezinə görə zərrəciyin dalğa uzunluğunun relyativistik hal üçün ifadəsi necədir?
6. De-Broyl dalğa uzunluğu zərrəciyin kütləsindən necə asılıdır?
7. De-Broyl dalğa uzunluğu zərrəciyin impulsundan necə asılıdır?
8. De-Broyl dalğa uzunluğu zərrəciyin kinetik enerjisindən necə asılıdır?
9. Zərrəcik hansı kəmiyyətlə xarakterizə olunur?
10. Dalğa hansı kəmiyyətlə xarakterizə olunur?
11. Nə üçün zərrəciyin enerjisi və impulsu arasındakı asılılıq universal deyil fərddir?
12. Nə üçün tezliklə (ω) dalğa ədədi arasındakı asılılıq (dispersiya qanununu) universal deyil?
13. Enerjinin tezlikdən asılılığı nə üçün universaldır?
14. Zərrəciyin impulsunun dalğa ədədindən asılılığı nə üçün universaldır?
15. Hansı kəmiyyətlər arasında asılılıq universaldır?
16. Hansı kəmiyyətlər arasında asılılıq fərdi xarakter daşıyır?
17. Dalğavari təsvirlə korpuskulyar təsvir arasında əlaqə hansı vuruğun iştirakı ilə yaranır?
18. De - Broyl hipotezinin doğruluğunu hansı təcrübə təsdiq edir?
19. De - Broyl dalğası hansı təbiətlidir?
20. Elektron üçün de-Broyl dalğasının uzunluğu hansı tərtibdədir?

21. Hansı dalğa ehtimal dalğaları adlanır?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Başlanğıc sürəti sıfır olan elektron $\Delta\varphi_1 = 51 \text{ V}$ və $\Delta\varphi_2 = 510 \text{ kV}$ potensiallar fərqi keçdikdə onun de-Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Verilir
 $\Delta\varphi_1 = 51 \text{ V}$
 $\Delta\varphi_2 = 510 \text{ kV}$
 $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq}$

Həlli
 Zərrəciyin de-Broyl dalğa uzunluğu

$$\lambda = \frac{h}{P} \quad (1)$$

$\lambda_1 - ?$

$\lambda_2 - ?$

düsturu ilə müəyyən olunur. P - zərrəciyin impulsudur. Zərrəciyin impulsunun kinetik enerjisi T məlum olarsa; $T \ll E_0$ olduqda (qeyri - relyativistik halda)

$$P = \sqrt{2mT} \quad (2),$$

$T \approx E_0$ olduqda (relyativistik halda)

$$P = \frac{1}{c} \sqrt{(2E_0 + T)T} \quad (3).$$

düsturu ilə tapmaq olar. $E_0 = mc^2 = 0,51 \text{ MeV}$ - elektronun sükunət enerjisidir.

(2) və (3) düsturlarını (1)-də nəzərə alaraq:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mT}} \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{T(T + 2E_0)}} \quad (5)$$

Elektronun Kinetik enerjisini tapıb, sükunət enerjisi ilə müqayisə edək. Məlumdur ki, $\Delta\varphi$ -potensiallar fərqi keçmiş elektronun kinetik enerjisini

$$T = |e|\Delta\varphi$$

düsturu ilə hesablanır.

Birinci halda $T_1 = |e|\Delta\varphi_1 = 51eV = 0,51MeV$ göründüyü kimi kinetik enerji sükunət enerjisindən çox-çox kiçikdir. Beləliklə, (4) düsturundan istifadə edərək λ_1 -dalğa uzunluğunu tapaq.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mT}} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 51 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}} = 170 \text{ nm}$$

ikinci halda kinetik enerji

$T_2 = |e|\Delta\varphi_2 = 510keV = 0,51MeV$, yəni elektronun sükunət enerjisinə bərabərdir. Beləliklə, λ_2 dalğa uzunluğunu tapmaq üçün (5) düsturundan istifadə olunur.

$$\lambda_2 = \frac{hc}{\sqrt{(2mc^2 + mc^2)mc^2}} = \frac{h}{\sqrt{3}mc}$$

Nəzərə alsaq ki, $\lambda_k = \frac{h}{mc} = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ - elektronun Kompton

dalğa uzunluğudur. Onda $\lambda_2 = \frac{\lambda_k}{\sqrt{3}} = 1,4 \text{ pm}$

Beləliklə, relyativistik halda elektronun de-Broyl dalğa uzunluğu $\lambda_2 = 1,4 \text{ pm}$ -dir.

Məsələ 2. Kinetik enerjisi $T = 1,02 \text{ MeV}$ olan elektronun de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Verilir

$$T = 1,02 \text{ MeV} = 1,632 \cdot 10^{-13} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq}$$

$\lambda - ?$

Həlli

De Broyl hipotezinə görə zərəcəyin dalğa uzunluğu

$$\lambda = \frac{h}{p} \text{ düsturu ilə təyin}$$

olunur. Elektronun enerjisi onun sükunət enerjisi tərtibində olduğundan relyativistik impuls götürəcəyik.

$$P = \frac{m\nu}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}}$$

Bu impulsu zərrəciyin kinetik enerjisi ilə ifadə edək.

$$T = E_T - E_0 = E_T - mc^2$$

$$E_T = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}} ; P = \frac{m\nu}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}}$$

Bu düsturları tərəf-tərəfə bölək:

$$\frac{E_T}{P} = \frac{c^2}{\nu} ; \nu = \frac{Pc^2}{E_T} \quad \text{Bu ifadəni tam}$$

enerjinin düsturunda yerinə yazaq.

$$E_T = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{P^2 c^2}{E_T^2}}} = \frac{E_T mc^2}{\sqrt{E_T^2 - p^2 c^2}} \quad \text{və ya } \sqrt{E_T^2 - P^2 c^2} = mc^2$$

$$E_T^2 - P^2 c^2 = m^2 c^4 ; P = \frac{1}{c} \sqrt{E_T^2 - m^2 c^4} ; E_T = T + mc^2$$

olduğunu nəzərə alsaq.

$$P = \frac{1}{c} \sqrt{T^2 + 2Tmc^2 + m^2 c^4 - m^2 c^4} = \frac{1}{c} \sqrt{T^2 + 2Tmc^2}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{\sqrt{T^2 + 2Tmc^2}} = 0,86 \text{ pm}$$

Cavab: $\lambda = 0,86 \text{ pm}$

Məsələ 3. Paralel elektron dəstəsi üzərində eni $d=2mkm$ olan düzbucaqlı yarıqlı diafraqmaya normal düşür. Yarıqdan $\ell=50 \text{ sm}$ məsafədə olan ekranda mərkəzi difraksiya

maksimumunun eni $a = 8 \text{ mkm}$ olur. Elektronların sürətini təyin edin.

Verilir
 $d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 $\ell = 0,5 \text{ m}$
 $a = 8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

 $\nu - ?$

Həlli
 Difraksiya elektronların dalğa təbiəti əsasında yaranır. Elektronun sürətini təyin etmək üçün de Broyl düsturundan istifadə edəcəyik.

$$\nu = \frac{h}{m\lambda}$$

Elektronların de Broyl dalğa uzunluğunu isə difraksiya şərtindən tapa bilərik.

$$d \sin \varphi = k\lambda$$

Elektronların səpilmə bucağı çox kiçik olduğundan

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{2\ell} \text{ yazmaq olar.}$$

$$\frac{da}{2\ell} = k\lambda$$

Buradan

$$\lambda = \frac{da}{2k\ell} \quad k=1 \text{ götürsək}$$

$$\lambda = \frac{da}{2\ell} \text{ alınır.}$$

$$\nu = \frac{h}{m\lambda} = \frac{2h\ell}{mda} \text{ olur.}$$

Uyğun qiymətləri yerinə yazmaqla $\nu = 4,5 \cdot 10^5 \text{ m/san}$ alarıq.

$$\text{Cavab: } \nu = 4,5 \cdot 10^5 \text{ m/san}$$

Məsələ 4. Qaz molekullarının sürətə görə Maksvell paylanmasıdan istifadə edərək molekulların istilik tarazlığı halında de Broyl dalğa uzunluğuna görə paylanma funksiyasını tapın. Hidrogen molekulunun $T=300\text{K}$ temperaturda ən ehtimallı dalğa uzunluğunu hesablayın.

Verilir

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$f(\lambda) - ?$$

$$\lambda_{eh} - ?$$

Həlli

Dalğa uzunluğuna görə paylanma funksiyasını

$$f(\lambda) = f(v) \frac{dv}{d\lambda}$$

ifadəsindən tapa bilərik. Qaz molekullarının de Broyl

dalğa uzunluğunun $\lambda = \frac{h}{p}$

ifadəsindən $v = \frac{h}{m\lambda}$ olduğunu nəzərə alsaq, de Broyl dalğa uzunluğuna görə paylanma funksiyası üçün aşağıdakı ifadəni alarıq.

$$f(\lambda) = 4\pi h^3 \left(\frac{1}{2\pi mkT} \right)^{3/2} \frac{1}{\lambda^4} e^{-\frac{h^2}{2mkT\lambda^2}}$$

Ən ehtimallı dalğa uzunluğunu

$$\frac{df(\lambda)}{d\lambda} = 0 \text{ şərtindən tapa bilərik.}$$

$$\frac{df(\lambda)}{d\lambda} = 4\pi h^3 (2\pi mkT)^{3/2} \frac{1}{\lambda^4} e^{-\frac{h^2}{2mkT\lambda^2}} \left(4 - \frac{h^2}{kTm\lambda^2} \right) = 0$$

$$\lambda_{eh} = \frac{h}{2\sqrt{mkT}} = 0,126 \text{ nm}$$

$$\text{Cavab: } \lambda_{eh} = \frac{h}{2\sqrt{mkT}} = 0,126 \text{ nm}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

7.1. $v = 1 \text{ Mm/san}$ sürətlə hərəkət edən elektronun dalğa xassəsini xarakterizə edən de Broyl dalğa uzunluğunu təyin edin:

$$\text{Cavab: } \lambda = 727 \text{ pm}$$

7.2. De Broyl dalğa uzunluğu $\lambda=100pm$ olan elektronun impulsunu tapın.

$$\text{Cavab: } P_e=6,63 \cdot 10^{-24} kqm/san$$

7.3. De Broyl dalğa uzunluğu $\lambda=100pm$ olan elektronun enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_e=151eV$$

7.4. Elektron $v=200Mm/san$ sürəti ilə hərəkət edir. Elektronun kütləsinin sürətdən asılılığını nəzərə alaraq de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda=2,7pm$$

7.5. Elektron hansı sürətləndirici potenciallar fərqi keçməlidir ki, onun de Broyl dalğa uzunluğu $\lambda=907 \cdot 10^{-15}m$ olsun.

$$\text{Cavab: } U=1kV$$

7.6. $U=150V$ potenciallar fərqi keçən elektronun de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda=0,1nm$$

7.8. $T=290K$ temperaturda orta kvadratik sürətlə hərəkət edən neytron üçün de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda=148pm$$

7.9. Elektron hansı sürətlə hərəkət etməlidir ki, onun de Broyl dalğa uzunluğu Kompton dalğa uzunluğuna bərabər olsun?

$$\text{Cavab: } v=212 Mm/san$$

7.10. Zərrəciyin sürəti nə qədər olmalıdır ki, onun Kompton və de Broyl dalğa uzunluqları bərabər olsun?

$$\text{Cavab: } v = \frac{c}{\sqrt{2}}$$

7.11. Yüklü zərrəcik $U=500V$ sürətləndirici potenciallar fərqi keçdikdə de Broyl dalğa uzunluğu $\lambda=1,282 pm$ olur. Bu zərrəciyin yükünün elektronun yükünə bərabər hesab edərək, onun kütləsini tapın.

$$\text{Cavab: } m=1,672 \cdot 10^{-27}kq$$

7.12. Rentgen borusunda alınan bütöv spektrli rentgen şüalarının qısdalğalı sərhəddi $\lambda_{min}=3 \text{ nm}$ olduğunu bilərək antikatodu bombardman edən elektronların de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda=60 \text{ pm}$

7.13. Elektronun kinetik enerjisi nə qədər olmalıdır ki, onun de Broyl dalğa uzunluğu Kompton dalğa uzunluğuna bərabər olsun?

Cavab: $T=0,212 \text{ MeV}$

7.14. Elektron induksiyası $B=8 \text{ mTl}$ olan bircins, maqnit sahəsində $R=0,5 \text{ sm}$ radiuslu çevrə üzrə hərəkət edir. Elektronun de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda=0,1 \text{ nm}$

7.15. Relyativistik zərrəciyin λ de Broyl dalğa uzunluğunun onun kinetik enerjisindən asılıq düsturunu çıxarın.

$$\text{Cavab: } \lambda = \frac{hc}{\sqrt{T(T + 2mc^2)}}$$

7.16. Kinetik enerjisi $T=0,6 \text{ MeV}$ olan elektronun de Broyl dalğa uzunluğu nə qədərdir?

Cavab: $\lambda=2 \text{ pm}$

7.17. Relyativistik elektronun λ de Broyl dalğa uzunluğunun sürətləndirici gərginlikdən asılıq düsturunu alın.

$$\text{Cavab: } \lambda = \frac{hc}{\sqrt{eU(eU + 2mc^2)}}$$

7.18. Nüvə reaksiyası nəticəsində alınan monoenergetik neytron dəstəsi periodu $d=0,15 \text{ pm}$ olan kristal üzərinə düşür. Əgər Breqq qayıtmasını birinci tərtibi sürüşmə bucağının $\theta=30^\circ$ qiymətində olduğu məlumdursa, neytronların sürəti nə qədərdir?

Cavab: $v=2,64 \text{ km/san}$

7.19. Devisson və Cermer təcrübəsində elektron dəstəsinin təbii difraksiya qəfəsindən-nikel monokristallarından əks olunması zamanı difraksiya mənzərəsini müşahidə edərək,

düşən elektronların istiqaməti ilə $\alpha=55^\circ$ bucaq əmələ gətirən istiqamətdə kinetik enerjisi $T=180eV$ elektronların dördüncü tərtib maksimumları müşahidə olunur. Nikelin kristalloqrafik müstəviləri arasındakı məsafəni tapın.

Cavab: $d=0,206\text{ nm}$

7.20. Elektrik sahəsində $5Mm/san$ qədər sürətləndirilmiş paralel elektron dəstəsi eni $0,08mm$ olan yarıq üzərinə düşür. Yarıqdan $60sm$ məsafəyə qoyulmuş ekran üzərində alınmış difraksiya mənzərəsinin bu maksimumunun enini tapın.

Cavab: $\Delta x=2,2\text{ mkm}$

7.21. Hərəkət edən elektronun kütləsi sükunət kütləsindən 1% böyük olduğu halda de Broyl dalğa uzunluğunu hesablayın.

Cavab: $\lambda=1,7pm$

Test 7

1. Lui de Broyl hipotezinin mahiyyəti nədən ibarətdir?

- A) Udulma müəyyən kvantlarla baş verir
- B) İşıq ikili təbiətə malikdir
- C) Şüalanma müəyyən kvantlarla baş verir
- D) Dalğa-zərrəcik dualizmi maddi zərrəciklərə də aiddir
- E) Zərrəciyin impuls və koorlinatını eyni zamanda dəqiq təyin olunmur

2. Maddi zərrəciklərin dalğa təbiətinə malik olması haqqında hipotezi kim irəli sürmüşdür?

- A) Rezerford
- B) Plank
- C) Eynşteyn
- D) Lui de-Broyl
- E) Devisson və Cermer

3. Elektronoqrafiya tədqiqat üsülü nəyə əsaslanmışdır?

- A) Adi şüalarının difraksiyası
- B) Neytronların kristal qəfəsdən difraksiyasına
- C) Neytral atomların difraksiyası
- D) Rentgen şüalarının difraksiyası
- E) Elektronların kristal qəfəsdən difraksiyasına

4. Neytronoqrafiya tədqiqat üsülü nəyə əsaslanmışdır?

- A) Adi şüalarının difraksiyası
 B) Neytronların kristal qəfəsdən difraksiyasına
 C) Neytral atomların difraksiyası
 D) Rentgen şüalarının difraksiyası
 E) Elektronların kristal qəfəsdən difraksiyasına

5. İmpulsları P_f, P_ℓ, P_p olan foton, elektron və protonun de

Broyl dalğa uzunluqları arasında $\lambda_f > \lambda_p > \lambda_\ell$ münasibəti

vardır. P_f, P_ℓ, P_p arasında hansı münasibət doğrudur?

- A) $P_f < P_e = P_p$ B) $P_f = P_e = P_p$ C) $P_f < P_e < P_p$
 D) $P_e < P_p < P_f$ E) $P_f > P_p = P_e$

6. v sürəti ilə hərəkət edən zərrəciyin uyğun de Broyl dalğa uzunluğu λ olduğunu bilərək onun kütləsini hansı düsturla təyin etmək olar? (h - Plank sabiti)

- A) $\frac{h}{\lambda v}$ B) $\frac{\lambda}{h v}$ C) $h \lambda v$ D) $\frac{\lambda v}{h}$ E) $\frac{h v}{\lambda}$

7. m kütləli hissəcik v sürəti ilə hərəkət etdikdə de Broyl dalğa uzunluğu λ olur. Həmin hissəcik $2v$ sürəti ilə hərəkət edərsə ona uyğun de Broyl dalğa uzunluğu nə qədər olar?

- A) 2λ B) $\frac{\lambda}{3}$ C) $\frac{\lambda}{2}$ D) λ E) 1.5λ

8. m kütləli zərrəciyə uyğun de Broyl dalğa uzunluğunun λ olduğunu bilərək onun sürətini hansı düsturla təyin etmək olar? (h - Plank sabitidir)

- A) $\frac{mh}{\lambda}$ B) $\frac{m}{h\lambda}$ C) $\frac{h\lambda}{m}$ D) $\frac{\lambda m}{h}$ E) $\frac{h}{m\lambda}$

9. De - Broyl dalğa uzunluğu λ olan elektron impulsunun $\frac{1}{4}$ - ni itirərsə, onun de Broyl dalğa uzunluğu nə qədər olar?

- A) $\frac{4}{3}\lambda$ B) $\frac{3}{4}\lambda$ C) $\frac{\lambda}{4}$ D) λ E) 2λ

10. m kütləli q yükünə malik maddi zərrəcik v sürəti ilə B induksiya bircins maqnit sahəsində r radiuslu çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkət edir. Bu zərrəciyə uyğun de Broyl dalğa uzunluğunu necə təyin etmək olar? (h - Plank sabitidir)

A) $\frac{r}{qBh}$

B) $\frac{hr}{qB}$

C) $\frac{qB}{hr}$

D) $\frac{h}{qBr}$

E) $\frac{qBr}{h}$

11. De - Broyl dalğa uzunluğu λ , yükü q olan zərrəcik maqnit sahəsində r radiuslu çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkət edir. Maqnit sahəsinin induksiyasını hansı düsturla təyin etmək olar? (h - Plank sabitidir)

A) $B = \frac{r}{q\lambda h}$

B) $B = \frac{h}{qr\lambda}$

C) $B = \frac{q\lambda}{hr}$

D) $B = \frac{qr\lambda}{h}$

E) $B = qrh\lambda$

12. De - Broyl dalğa uzunluğu λ , yükü q olan zərrəcik B induksiya maqnit sahəsində çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkət edir. Çevrənin radiusunu hansı düsturla təyin etmək olar? (h - Plank sabitidir)

A) $r = \frac{B}{q\lambda h}$

B) $r = \frac{h}{qB\lambda}$

C) $r = \frac{q\lambda}{hB}$

D) $r = \frac{qB\lambda}{h}$

E) $r = qBh\lambda$

13. De - Broyl hipotezinə görə qeyri relyativistik halda zərrəciyin dalğa uzunluğu hansı düsturla təyin olunur. (m - zərrəciyin kütləsi, v - onun hərəkət sürəti, h - Plank sabitidir).

A) $\lambda = \frac{v}{hm}$

B) $\lambda = \frac{hv}{m}$

C) $\lambda = \frac{mv}{h}$

$$D) \lambda = \frac{m}{h\nu} \quad E) \lambda = \frac{h}{m\nu}$$

14. De – Broyl hipotezinə görə relyativistik halda zərrəciyin dalğa uzunluğu hansı dusturla təyin olunur. (m_0 – zərrəciyin sükunət kütləsi, ν – onun hərəkət sürəti, h - Plank sabitidir, c - işığın boluqda yayılma sürətidir).

$$A) \lambda = \frac{h}{m} \sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}} \quad B) \lambda = \frac{h}{m\nu} \sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}} \quad C) \lambda = \frac{h}{m\nu}$$

$$D) \lambda = \frac{h}{\nu} \sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}} \quad E) \lambda = \frac{m\nu}{h} \sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}$$

15. Kütləsi m olan zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğunu onun T kinetik enerjisi ilə (qeyri relyativistik hal üçün) ifadə edin (h - Plank sabitidir)

$$A) \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mT}} \quad B) \lambda = \frac{mh}{T} \quad C) \lambda = \frac{T}{mh}$$

$$D) \lambda = \frac{h}{mT} \quad E) \lambda = \frac{\sqrt{2mT}}{h}$$

16. De Broyl dalğa uzunluğu λ olan m kütləli zərrəciyin qeyri relyativistik halda sürətini hansı dusturla hesablamaq olar?

$$A) \nu = \frac{\lambda}{hm} \quad B) \nu = \frac{h\lambda}{m} \quad C) \nu = \frac{m\lambda}{h}$$

$$D) \nu = \frac{m}{h\lambda} \quad E) \nu = \frac{h}{m\lambda}$$

17. Zərrəciyin kinetik enerjisi 4 dəfə artarsa, onun de-Broyl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

$$A) 16 \text{ dəfə artar} \quad B) 2 \text{ dəfə azalar} \quad C) 2 \text{ dəfə artar}$$

$$D) 4 \text{ dəfə artar} \quad E) 4 \text{ dəfə azalar}$$

18. Zərrəciyin kinetik enerjisi 2 dəfə azalarsa, onun de-Broyl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

$$A) \sqrt{2} \text{ dəfə azalar} \quad B) 2 \text{ dəfə artar} \quad C) \sqrt{2} \text{ dəfə artar}$$

D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

19. Sürətləndirici potensiallar fərqi 16 dəfə artarsa, zərrəciyin de-Bryl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

A) 16 dəfə artar B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

20. Sürətləndirici potensiallar fərqi 3 dəfə azalarsa, zərrəciyin de-Bryl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

A) $\sqrt{3}$ dəfə azalar B) 9 dəfə artar C) 3 dəfə azalar
D) 3 dəfə artar E) $\sqrt{3}$ dəfə artar

21. Zərrəciyin sürəti 4 dəfə artarsa, onun de-Bryl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

A) 16 dəfə artar B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

22. Zərrəciyin sürəti 2 dəfə azalarsa, onun de-Bryl dalğa uzunluğu necə dəyişər?

A) $\sqrt{2}$ dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) 2 dəfə artar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

23. De - Broyl hipotezinin doğruluğunu hansı təsrübə təsdiq etmişdir?

A) Frank- Hers təcrübəsi B) Bote təcrübəsi
C) Rezerford təcrübəsi D) Ştern- Gerlax təcrübəsi
E) Devisson - Cermer təcrübəsi

24. U sürətləndirici potensiallar fərqi keçən yüklü zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğu hansı ifadə ilə təyin olunur ?

(m - zərrəciyin kütləsi, e - onun yüküdür, h - Plank sabitidir)

A) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$ B) $\lambda = \frac{eh}{\sqrt{mU}}$ C) $\lambda = \frac{\sqrt{2meU}}{h}$
D) $\lambda = \frac{\sqrt{2meU}}{h}$ E) $\lambda = \frac{\sqrt{emU}}{h}$

25. De - Broyl dalğa uzunluğu $\lambda = 100 \text{ pm}$ olan elektronun impulsunu tapın. (Plank sabiti $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$ götürməli).

A) $6,6 \cdot 10^{-24} \text{ kq m/san}$ B) $6,6 \cdot 10^{-26} \text{ kq m/san}$

C) $6,6 \cdot 10^{-30} \text{ kq m/san}$

D) $6,6 \cdot 10^{-38} \text{ kq m/san}$

E) $6 \cdot 10^{-46} \text{ kq m/san}$

26. Relyativistik halda de - Broyl dalğasının uzunluğu hansı düsturla təyin olunur (T - zərrəciyin kinetik , E_0 - isə sükunət enerjisidir)?

A) $\lambda = \frac{C}{h\sqrt{T(T + 2E_0)}}$

B) $\lambda = \frac{h}{C\sqrt{T(T + 2E_0)}}$

C) $\lambda = \frac{\sqrt{T(T + 2E_0)}}{hC}$

D) $\lambda = \frac{hC}{\sqrt{T(T + 2E_0)}}$

E) $\lambda = hC\sqrt{T(T + 2E_0)}$

27. Elektron mikroskopunun iş prinsipi nəyə əsaslanmışdır?

A) Elektronların elektromaqnit sahəsində hərəkətinə

B) Elektronların maqnit sahəsində meylinə

C) Elektron selinin difraksiyasına

D) Rentgen şüalarının difraksiyasına

E) Adi şüaların difraksiyasına

28. Sabit v sürəti ilə qeyri relyativistik hərəkət edən elektronu uyğun de-Broyl dalğasının faza sürəti necə ifadə olunur?

A) $\frac{v}{2}$ B) v C) $\frac{v}{4}$ D) $2v$ E) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

29. Sabit v sürəti ilə relyativistik hərəkət edən elektronu uyğun de - Broyl dalğasının faza sürəti necə ifadə olunur?

A) $\frac{c^2}{v}$ B) $\frac{c^2}{2v}$ C) $\frac{v^2}{4c}$ D) $2v$ E) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

30. Sabit v sürəti ilə qeyri relyativistik hərəkət edən elektronu uyğun de-Broyl dalğasının qrup sürəti necə ifadə olunur?

A) $\frac{v}{2}$ B) v C) $\frac{v}{4}$ D) $2v$ E) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

31. Sabit v sürəti ilə relyativistik hərəkət edən elektrona uyğun de-Broyl dalğasının qrup sürəti necə ifadə olunur?

- A) $\frac{v}{2}$ B) v C) $\frac{v}{4}$ D) $2v$ E) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

32. Maddənin quruluşunun elektronların difraksiyasına əsasən tədqiqat üsulu necə adlanır?

- A) Mikroquruluş analizi B) Neytronoqrafiya
C) Rentgen quruluş analizi D) Elektroqrafiya
E) Spektral analiz

33. Maddənin quruluşunun neytronların difraksiyasına əsasən tədqiqat üsulu necə adlanır?

- A) Mikroquruluş analizi B) Neytronoqrafiya
C) Rentgen quruluş analizi D) Elektroqrafiya
E) Spektral analiz

34. T temperaturunda orta kvadratik sürətlə hərəkət edən m kütləli mikrozərrəciyin uyğun de - Broyl dalğa uzunluğu necə təyin olunur? (h – Plank sabiti, k – Bolsman sabitidir)

- A) $\lambda = \frac{h}{3kmT}$ B) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{kmT}}$ C) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{3kmT}}$

- D) $\lambda = \sqrt{\frac{h}{3kmT}}$ E) $\lambda = \frac{\sqrt{3kmT}}{h}$

35. Elektron hansı potensiallar fərqi keçməlidir ki, ona uyğun de - Broyl dalğa uzunluğu λ olsun? (h - Plank sabiti , e - elektronun yükü, m – elektronun kütləsidir).

- A) $U = \frac{h^2}{2me\lambda}$ B) $U = \frac{h}{2me\lambda^2}$ C) $U = \frac{h^2}{2me\lambda^2}$

- D) $U = \frac{2me\lambda}{h^2}$ E) $U = \frac{2me\lambda^2}{h^2}$

36. Kompton və de-Broyl dalğa uzunluqları eyni olan elektronun kinetik enerjisini hesablayın (elektronun sükunət enerjisi E_0 - dir).

- A) $(\sqrt{2}-1)E_0$ B) $\sqrt{2}E_0$ C) $(\sqrt{3}-1)E_0$
 D) $\frac{\sqrt{2}}{2}E_0$ E) $2E_0$

37. Eyni temperaturda götürülmüş 1_1p və 4_2He zərrəciklərinə uyğun de-Broyl dalğa uzunluqlarının $\frac{\lambda_{He}}{\lambda_p}$ nisbətini tapın.

- A) 2 B) $\frac{1}{4}$ C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) 8

38. Dalğa uzunluğu elektronun Kompton dalğa uzunluğuna bərabər olan fotonun enerjisini təyin edin. Elektronun sükunət enerjisi E_0 – a bərabərdir.

- A) $\sqrt{2}E_0$ B) E_0 C) $(\sqrt{3}-1)E_0$
 D) $\frac{\sqrt{2}}{2}E_0$ E) $(\sqrt{2}-1)E_0$

39. Proton induksiya $20mTl$ olan bircins maqnit sahəsində $0,4m$ radiuslu çevrə boyunca fırlanır. Proton üçün de-Broyl dalğasını hesablayın.

($h = 6,4 \cdot 10^{-34} C \cdot san$, $q = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl$)

- A) $0,4 pm$ B) $0,2pm$ C) $0,3 pm$
 D) $0,5 pm$ E) $1 pm$

40. $2 V$ potensiallar fərqi keçən elektronun de-Broyl dalğa uzunluğu nə qədərdir ($m_e = 10^{-30} kq$, $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl$,

$h = 6,4 \cdot 10^{-34} C \cdot san$)?

- A) $0,4 nm$ B) $0,8nm$ C) $0,3 nm$
 D) $0,5 nm$ E) $1 nm$

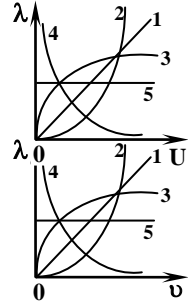
41. Proton hansı sürətləndirici potensiallar fərqi keçməlidir ki, onun de Broyl dalğasının uzunluğu $2 pm$ olsun

($h = 6,4 \cdot 10^{-34} C \cdot san$, $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} kq$ və $q = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl$)

- A) $2 V$ B) $200 V$ C) $20 V$
 D) $2kV$ E) $20 kV$

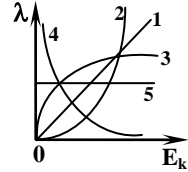
42. Zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğunun sürətləndirici potensiallar fərqiindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 1 D) 3 E) 4



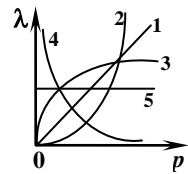
43. Zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğunun zərrəciyin sürətindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 4 D) 3 E) 1



44. Zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğunun zərrəciyin kinetik enerjisindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 2 C) 4 D) 3 E) 1



45. Zərrəciyin de - Broyl dalğa uzunluğunun zərrəciyin impulsundan asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 4 B) 2 C) 5 D) 3 E) 1

46. Eyni sürətlə hərəkət edən α zərrəcik və protonun de Broyl dalğa uzunluğunu müqayisə edin ($m_\alpha = 4m_p$).

- A) $\lambda_\alpha = 2\lambda_p$ B) $\lambda_p = 2\lambda_\alpha$ C) $\lambda_\alpha = 4\lambda_p$
D) $\lambda_p = 4\lambda_\alpha$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_p$

47. Eyni kinetik enerjiyə malik olan α - zərrəcik və protonun de-Broyl dalğa uzunluğunu müqayisə edin. ($m_\alpha = 4m_p$).

- A) $\lambda_\alpha = 2\lambda_p$ B) $\lambda_p = 4\lambda_\alpha$ C) $\lambda_\alpha = 4\lambda_p$
D) $\lambda_p = 2\lambda_\alpha$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_p$

48. Eyni impulsa malik olan α -zərrəcik və protonun de - Broyl dalğa uzunluğunu müqayisə edin ($m_\alpha = 4m_p$).

- A) $\lambda_\alpha = 2\lambda_p$ B) $\lambda_p = 2\lambda_\alpha$ C) $\lambda_\alpha = 4\lambda_p$

D) $\lambda_p = 4\lambda_\alpha$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_p$

49. De - Broyl dalğasının faza sürəti:

- A) işığın vakkumda yayılma sürətindən kiçikdir
- B) işığın vakkumda yayılma sürətinə bərabərdir
- C) işığın vakkumda yayılma sürətindən böyükdür
- D) zərrəciyin sürətinə bərabərdir
- E) zərrəciyin sürətindən böyükdür

50. De- Broyl dalğasının qrup sürəti:

- A) zərrəciyin sürətinə bərabərdir işığın
- B) işığın vakkumda yayılma sürətindən böyükdür
- C) işığın vakkumda yayılma sürətinə bərabərdir
- D) zərrəciyin sürətindən 2 dəfə böyükdür
- E) zərrəciyin sürətindən 2 dəfə kiçikdir

8. Qeyri-müəyyənlik prinsipi

Heyzenberqin qeyri-müəyyənlik prinsipinə görə mikro-zərrəciyin koordinat və impulsunu eyni zamanda dəqiq təyin etmək mümkün deyildir. Qeyri müəyyənlik prinsipi aşağıdakı bərabərsizliklə ifadə olunur.

$$\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$$

Burada Δx kordinatın qeyri-müəyyənliyi; ΔP_x - isə impulsun proyeksiyasının qeyri-müəyyənliyidir.

Enerji və zaman üçün qeyri-müəyyənlik prinsipi

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$$

bərabərsizliyi ilə ifadə olunur. ΔE -verilmiş kvant halında enerjinin qeyri-müəyyənliyi; Δt -sistemin bu halda olma müddətinin qeyri-müəyyənliyidir.

Mövzuya aid suallar

1. Heyzenberq qeyri müəyyənlik prinsipini verməklə hansı tarixi zidiyyəti aradan qaldırdı?
2. Qeyri müəyyənlik nədir?
3. Hansı kəmiyyətlərə qoşma kəmiyyətlər deyilir?

4. Zərrəciyin koordinatına qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?
5. Zərrəciyin impulsuna qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?
6. Zərrəciyin enerjisinə qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?
7. Qeyri müəyyənlik prinsipi hansı anlayışı aradan çıxarır?
8. Qeyri müəyyənlik prinsipindən hansı nəticə alınır?
9. Zərrəciyin koordinatı ilə impulsu arasında olan qeyri-müəyyənlik prinsipi necə ifadə olunur?
10. Enerji ilə zaman arasındakı arasındakı qeyri-müəyyənlik necə ifadə olunur?
11. Qeyri müəyyənlik prinsipi hansı nəzəriyyəni formalaşdırmasına səbəb oldu.
12. Qeyri müəyyənlik prinsipini hansı təcrübə vasitəsilə izah etmək olar?
13. Həyəcanlanmış atomun enerji səviyyəsinin enini necə təyin etmək olar?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Hidrogen atomunda elektronun kinetik enerjisi $T=10eV$ tərtibindədir. Qeyri-müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək atomun minimal xətti ölçüsünü dəyərləndirir.

Verilir

$$T = 10eV = 1,6 \cdot 10^{-18} C$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kq$$

$$\ell_{\min} - ?$$

Həlli

Koordinat və impuls üçün Heizenberqin qeyri-müəyyənlik prinsipi $\Delta x \cdot \Delta P \geq \hbar$ şəklindədir.

Burada Δx -zərrəciyin koordinatının təyinindəki qeyri-müəyyənlik Δp -impulsun təyinindəki qeyri-müəyyənlikdir.

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} C \cdot san$$

Əgər atomun xətti ölçüsü ℓ olarsa, elektron atom daxilində olduğundan onun koordinatının təyinindəki qeyri-müəyyənliyi $\Delta x = \ell$ götürmək olar.

$$\ell \cdot \Delta p \geq \hbar ; \ell \geq \frac{\hbar}{\Delta p}$$

İmpulsun təyininədəki qeyri müəyyənlik və impulsun öz qiymətindən böyük olmur.

$$\Delta P \leq P = \sqrt{2mT}$$

Buradan $\ell_{\min} = \frac{\hbar}{P} = \frac{\hbar}{\sqrt{2mT}}$

Uyğun qiymətləri yerinə yazıb hesablamalar aparsaq $\ell_{\min} = 6,2 \cdot 10^{-11} m$ alarıq.

Cavab: $\ell_{\min} = 6,2 \cdot 10^{-11} m$

Məsələ 2. Heyzenberqin $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$ qeyri-müəyyənlik münasibətdən istifadə edərək hidrogen atomunda elektronun mümkün minimal tam enerjisinin qiymətini tapın. Koordinatın təyininədəki qeyri-müəyyənliyi atomun radiusuna bərabər götürməli.

Verilir	Həlli
$\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$	Hidrogen atomunda elektronun tam enerjisi onun kinetik və potensial enerjilərinin
$\Delta x = r$	
$E_{\min} - ?$	$E = T + E_p = \frac{P^2}{2m} - k \frac{e^2}{r}$ cəminə bərabərdir. Elektron impulsunun ΔP_x qeyri müəyyənliyi onun

P_x impulsu tərtibində olur.

$$\Delta P_x \approx P_x$$

$\Delta x \cdot \Delta P \geq \hbar$ münasibətindən

$P_x \approx \Delta P_x \approx \frac{\hbar}{\Delta x} = \frac{\hbar}{r}$ yaza bilərik. Onda $E = \frac{\hbar^2}{2mr^2} - k \frac{e^2}{r}$

alarıq.

Tam enerjinin minimal qiymətinə uyğun radiusu $\frac{dE}{dr} = 0$

şərtindən tampaq olar.

$$\frac{dE}{dr} = -\frac{\hbar^2}{mr^3} + k \frac{e^2}{r^2} = \frac{1}{r^2} \left(ke^2 - \frac{\hbar^2}{mr} \right) = 0$$

Buradan $r_{\min} = \frac{\hbar^2}{kme^2}$ alırıq.

Sonuncunu tam enerjinin ifadəsində nəzərə alsaq

$$E_{\min} = \frac{\hbar^2}{2mr_{\min}^2} - k \frac{e^2}{r_{\min}} = -\frac{k^2 me^4}{2\hbar^2} = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0 \hbar^2}$$

$$E_{\min} = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0 \hbar^2} = -13,6eV$$

Cavab: $E_{\min} = -13,6eV$

Məsələ 3. Metallarda elektron qazının cırlaşma temperaturunu tapın. Elektron qazının konsentrasiyası $n=10^{29}m^{-3}$ -dür.

Verilir

$$n = 10^{29} m^{-3}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} kq$$

$$k = 1,3 \cdot 10^{-23} \frac{c}{k}$$

$$E = \frac{3}{2} kT$$

$$T_C - ?$$

Həlli

Konsentrasiyası n olan elektronun lokallaşma oblastı

$$\ell = \frac{1}{\sqrt[3]{n}} \text{ olar.}$$

Qeyri-müəyyənlik prinsipinə görə

$$\Delta x \cdot \Delta P \geq \hbar$$

$\Delta x = \ell$; $\Delta P \approx P$ qəbul etsək elektronun impulsu üçün

$$P = \Delta p \geq \frac{\hbar}{\Delta X} = \frac{\hbar}{\ell} = \hbar \sqrt[3]{n}$$

$P = \sqrt{2mE}$ və $E = \frac{3}{2} kT$ olduğunu nəzərə alsaq

$$\sqrt{3mkT} = \hbar \sqrt[3]{n} \text{ alırıq.}$$

Buradan

$$T = \frac{\hbar^2 \sqrt[3]{h^2}}{3mk} = \frac{h^2 \sqrt[3]{h^2}}{3mk} = \frac{h^2 \sqrt[3]{h^2}}{12\pi^2 mk} \text{ alınır.}$$

Məlum qiymətləri sonuncu ifadədə yerinə yazıb hesablasaq.

$$T = 6 \cdot 10^3 \text{ K alarıq.}$$

$$\text{Cavab: } T = 6 \cdot 10^3 \text{ K}$$

Məsələ 4. $\Delta x \cdot \Delta P \geq \frac{\hbar}{2}$ qeyri-müəyyənlik prinsipinə əsasən məxsusi dairəvi tezliyi ω olan xətti harmonik osilyatorun minimal enerjisini qiymətləndirir.

Verilir

$$\Delta x \cdot \Delta P \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\frac{\omega}{E_{\min} - ?}$$

Həlli

Xətti harmonik osilyatorun enerjisi

$$E = \frac{P^2}{2m} + \frac{m\omega^2 x^2}{2}$$

İmpulsun və koordinatın qeyri-müəyyənliyi $p \sim \Delta p$; $x \sim \Delta x$ tərtibində

olduğunu fərz edərək $\Delta x \cdot \Delta P \geq \frac{\hbar}{2}$ qeyri-müəyyənlik

bərabərsizliyindən istifadə edərək osilyatorun enerjisinin ifadəsini aşağıdakı şəkildə göstərmək olar.

$$E \geq \frac{(\Delta P)^2}{2m} + \frac{m\omega^2 \hbar^2}{8(\Delta P)^2}$$

Enerjinin minimumluğunu $\frac{dE}{d(\Delta p)} = 0$ ekstremum şərtindən

tapa bilərik.

$$\frac{dE}{d(\Delta P)} = \frac{\Delta P}{m} - \frac{m\omega^2 \hbar^2}{4(\Delta P)^3} = 0$$

Buradan

$$\Delta P = \sqrt{\frac{m\omega \hbar}{2}}$$

Minimal enerji $E_{\min} = \frac{\hbar\omega}{4} + \frac{\hbar\omega}{4} = \frac{1}{2}\hbar\omega$

Cavab: $E_{\min} = \frac{1}{2}\hbar\omega$

Məsələlər

8.1. Absis oxu üzrə hərəkət edən elektronun x koordinatının təyinindəki qeyri müəyyənlik $\Delta x = 0,58 \text{ mkm}$ -dir. Elektronun sürətinin təyinindəki qeyri müəyyənlik nə qədərdir?

Cavab: $\Delta v \geq 200 \frac{m}{san}$

8.2. Elektron seli $U = 200V$ potensiallar fərqi keçərək elektron topundan çıxır. Elektronların sürəti 10% dəqiqliklə təyin olunursa, onun koordinatının hansı dəqiqliklə təyin etmək olar?

Cavab: $\Delta X = 1,37 \cdot 10^{-10} m$

8.3. Kinetik enerjisi $T = 1,5 \text{ keV}$ olan elektronun Vilson kamerasının köməyi ilə alınmış fotolövhədəki izinin qalınlığı

$\Delta x = 1 \text{ mkm}$ -dir. Elektronun impulsunun $\frac{\Delta P_x}{P_x}$ nisbi müəyyənliyi nə qədərdir?

Cavab: $\frac{\Delta P_x}{P_x} = 5 \cdot 10^{-7}$

8.4. Hidrogen molekulu $T = 300K$ temperaturda istilik hərəkətindədir. Molekulun koordinatının təyinindəki-qeyri müəyyənliyi tapın.

Cavab: $\Delta x \geq 8,2 \text{ pkm}$

8.5. $T = 10eV$ kinetik enerjili elektron $d = 1mkm$ diametrli metal tozcuq içərisindədir. Elektronun sürətinin nisbi qeyri müəyyənliyini tapın.

$$\text{Cavab: } \frac{\Delta v}{v} = 1,175 \cdot 10^{-4}$$

8.6. Hərəkətdə olan zərrəciyin koordinatının təyinindəki qeyri müəyyənlik onun de Broyl dalğa uzunluğuna bərabər olduğunu qəbul edərək, onun impulsunun nisbi $\frac{\Delta P_x}{P_x}$ qeyri müəyyənliyini tapın.

$$\text{Cavab: } \frac{\Delta P_x}{P_x} = 0,16$$

8.7. Qeyri müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək hidrogen atomunun elektronun ən aşağı enerji səviyyəsini tapın. Atomun diametrini $d=10^{-10}m$ götürün.

$$\text{Cavab: } E_{\min} = 15eV$$

8.8. Qeyri müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək $d=10^{-10}m$ diametrlı sferik oblastda hərəkət edən elektronun minimal kinetik enerjisini qiymətləndirin.

$$\text{Cavab: } T_{\min} = 15eV$$

8.9. Elektron eni $\ell=2 \cdot 10^{-10}m$ olan potensial qutuda yerləşir. Qeyri-müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək bu qutuda elektronun minimal kinetik enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } T_{\min} = 3,78 eV$$

8.10. Həyəcanlanmış hidrogen atomunda elektronun kinetik enerjisi $T=13,6eV$ -dur. Qeyri müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək atomda elektronun koordinatının təyinindəki qeyri müəyyənliyi tapın.

$$\text{Cavab: } \Delta x \geq 10^{-10}m$$

8.11. Hidrogen atomunda elektronun nüvə ətrafında dairəvi orbit üzrə hərəkət etdiyini fərz edərək bu orbitin radiusunu dəyərləndirin.

$$\text{Cavab: } r \geq 5,24 \cdot 10^{-11}m$$

8.12. Qeyri müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək nüvədə nuklonların kinetik enerjisindəki qeyri müəyyənliyi təyin edin. Nüvənin xətti ölçüsünü $10^{-14}m$ götürməli.

Cavab : $\Delta T=0,2MeV$

8.13. Nüvəyə nüfuz etməsi üçün elektronun kinetik enerjisi nə qədər olmalıdır? Nüvənin xətti ölçüsünü $10^{-14}m$ götürməli.

Cavab: $T=200 MeV$

8.14. Qeyri müəyyənlik prinsipindən istifadə edərək hidrogen atomunda yaşama müddəti $\Delta t=10^{-8}san$ olan həyəcanlaşma halına uyğun enerji səviyyəsinin təbii enini tapın.

Cavab: $\Delta E=414 neV$

8.15. Nüvənin həyəcanlaşmış halda tipik yaşama müddəti $\Delta t=10^{-12}san$ tərtibindədir. Nüvənin şüalandırdığı γ kvantın enerjisinin qeyri müəyyənliyi nə qədərdir?

Cavab: $\Delta E=0,67 meV$

8.16. Atomun şüalandırdığı fotonun dalğa uzunluğu $\lambda=0,6mkm$ -dir. Həyəcanlaşmış halda yaşama müddəti $\Delta t=10^{-8}san$ olduğunu bilərək enerji səviyyəsinin təbii eninin atomun şüalanma enerjisinə olan nisbətini tapın.

Cavab: $\frac{\Delta E}{E} = 2 \cdot 10^{-7}$

8.17. Elektronun diametri $d=0,3nm$ olan atom daxilində yerləşdiyini qəbul edərək, onun enerjisinin qeyri müəyyənliyini təyin edin.

Cavab: $\Delta E=16,7 eV$

8.18. Metallarda konsentrasiyası $n=10^{29}m^{-3}$ tərtibində olan keçirici elektronların kinetik enerjisini təyin edin.

Cavab: $T=0,81 eV$

8.19. Molekulların orta kinetik enerjisi üçün $E = \frac{i}{2}kT$ düsturu molekulların istilik hərəkətinin kinetik enerjisi zərrəciyin sıfırıncı rəqslərinin enerjisindən kifayət qədər böyük olduqda ödənilir. Molekulların m kütləsini və n konsentrasiyasını bilərək, Heyzenberqin qeyri müəyyənlik prinsipinə əsasən molekulların E enerjisinin T temperaturla düz mütənəsiblik

aslılığının pozulduğu temperaturu (cırılşma temperaturunu) tapın.

$$\text{Cavab: } T = \frac{h^2 n^{2/3}}{4\pi^2 ikm}$$

8.20.Müasir təsəvvürlərə görə pulsarlar, praktiki olaraq neytronlardan ibarət ulduzlardır. Pulsarın kütləsinin Günəşin kütləsinə ($M=2 \cdot 10^{30}kq$) bərabər, radiusu isə $R=10km$ olduğunu fərz edərək neytronların kinetik enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } T=8,1 \text{ MeV}$$

Testl 8

1. «Mikrozərrəciyin koordinat və impulsunu eyni zamanda yüksək dəqiqliklə təyin etmək mümkün deyildir» hası prinsipi ifadə edir?

- A) Ferma prinsipini
- B) Pauli prinsipini
- C) Qeyri müəyyənlik prinsipini
- D) Enerjinin minimumluq prinsipini
- E) Borun əlavəlik prinsipini

2. Qeyri müəyyənlik prinsipi hansı anlayışı aradan çıxarır?

- A) Trayektoriya
- B) Sürət
- C) İmpuls
- D) Enerji
- E) İmpuls momenti

3. Qeyri müəyyənlik prinsipindən hansı nəticə alınır?

- A) Kvant mexanikasında mikroobyektlərin tam enerjisi saxlanılmır
- B) Kvant mexanikasında yalnız zərrəciyin kinetik enerjisindən danışmaq olar.
- C) Kvant mexanikasında yalnız zərrəciyin potensial enerjisindən danışmaq olar
- D) Kvant mexanikasında tam enerjini kinetik və potensial enerjiyə ayırmaq olmur
- E) Kvant mexanikasında mikroobyektlərin impulsu saxlanılmır

4. Zərrəciyin koordinatı ilə impulsu arasında olan qeyri-müəyyənlik prinsipi necə ifadə olunur?

- A) $\Delta x \cdot \Delta P_x \leq \hbar$ B) $\Delta P_x \geq \hbar \Delta x$ C) $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$
D) $\Delta P_x \leq \hbar \Delta x$ E) $\Delta x \geq \hbar \Delta P_x$

5. Enerji ilə zaman arasındakı qeyri-müəyyənlik necə ifadə olunur?

- A) $\Delta E \cdot \Delta t \leq \hbar$ B) $\Delta E \geq \hbar \cdot \Delta t$ C) $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$
D) $\Delta E \leq \hbar \cdot \Delta t$ E) $\Delta t \leq \hbar \Delta E$

6. Daimi mühərrikin yaratmağın mümkün olmamağı termodinamikanın, işıq sürətinin artmağının mümkünsüzlüyü xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin, qeyri müəyyənlik prinsipi isəformalaşmasına səbəb oldu.

- A) Dinamikanın B) Relyativistik mexanikanın
C) Statikanın D) Qeyri xətti optikanın
E) Kvant mexanikasının

7. Qeyri müəyyənlik prinsipi üçün aşağıdakılardan hansı doğrudur?

- A) Təbiətin mükəmməl qanunudur
B) Ölçmə üsulunun dəqiqliyindən asılıdır
C) İnsanların hiss orqanlarının məhdudluğu ilə bağlıdır
D) Cihazların təkmilləşməsindən asılıdır
E) Yalnız stasionar sistemlər üçün ödənilir

8. Spektral xətlərin təbii eni nə ilə əlaqədardır?

- A) Dopler effekti ilə B) Relyativistik effektlərlə
C) Kompton effekti ilə D) Atomların istilik hərəkəti ilə
E) Qeyri - müəyyənlik prinsipi ilə

9. Atomun həyəcanlanma halında olma müddəti Δt olarsa enerji səviyyəsinin təbii enini necə təyin etmək olar?

- A) $\Delta E = \frac{h}{\Delta t}$ B) $\Delta E = \frac{hc}{\Delta t}$ C) $\Delta E = \frac{hc^2}{\Delta t}$
D) $\Delta E = \frac{h}{c\Delta t}$ E) $\Delta E = \frac{\Delta t}{hc}$

10. Atomun həyəcanlanma halında olma müddəti Δt olarsa bu haldan fotonun enerjisinin təyinindəki qeyri müəyyənliyi necə ifadə etmək olar?

- A) $\Delta E = \frac{h}{\Delta t}$ B) $\Delta E = \frac{hc}{\Delta t}$ C) $\Delta E = \frac{hc^2}{\Delta t}$
D) $\Delta E = \frac{h}{c\Delta t}$ E) $\Delta E = \frac{\Delta t}{hc}$

11. Atomun həyəcanlanma halında olma müddəti Δt olarsa bu haldan fotonun tezliyinin təyinindəki qeyri müəyyənliyi necə ifadə etmək olar?

- A) $\Delta \nu = \frac{1}{\Delta t}$ B) $\Delta \nu = \frac{hc}{\Delta t}$ C) $\Delta \nu = \frac{h}{\Delta t}$
D) $\Delta \nu = \frac{h}{c\Delta t}$ E) $\Delta \nu = \frac{\Delta t}{hc}$

12. Srekrtral xətlərin təbii enini təyin etməklə atomun həyəcanlanmış halda olma müddətini qiymətləndirilməsi hansı prinsipə əsaslanmışdır?

- A) Qeyri müəyyənlik prinsipi B) Pauli prinsipi
C) Superpozisiya prinsipi D) Ferma prinsipi
E) Borun əlavəlik prinsipi

13. Zərrəciyin koordinatına qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?

- A) Zaman B) Sürət C) İmpuls
D) Enerji E) Qüvvə

14. Zərrəciyin impulsuna qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?

- A) Zaman B) Sürət C) Koordinat
D) Enerji E) Qüvvə

15. Zərrəciyin enerjisinə qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?

- A) Sürət B) Zaman C) İmpuls
D) Enerji E) Qüvvə

16. Kvant mexanikasında zamana qarşı qoyulan qoşma kəmiyyət hansıdır?

- A) Zaman B) Sürət C) İmpuls
D) Enerji E) Qüvvə

17. Qeyri müəyyənlik prinsipini hansı təcrübə vasitəsilə izah etmək olar?

- A) Elektrsonların difraksiyası B) Rezerford təcrübəsi
C) Stern-Herlax təcrübəsi D) Frank-Hers təcrübəsi
E) Stoletov təcrübəsi

18. m – kütləli zərrəciyin sürətinin təyinindəki qeyri – müəyyənlik Δv olarsa onun koordinatının təyinindəki qeyri - müəyyənlik necə ifadə olunar?

- A) $\Delta x \leq \frac{\hbar \Delta v}{m}$ B) $\Delta x \geq \hbar m \Delta v$ C) $\Delta x \geq \frac{\hbar}{m \Delta v}$
D) $\Delta x \geq \frac{\hbar m}{\Delta v}$ E) $\Delta x \leq \frac{\hbar}{m \Delta v}$

19. m – kütləli zərrəciyin koordinatının təyinindəki qeyri – müəyyənlik Δx olarsa onun sürətinin təyinindəki qeyri müəyyənlik necə ifadə olunar?

- A) $\Delta v \geq \frac{\hbar}{m \Delta x}$ B) $\Delta v \geq \hbar m \Delta x$ C) $\Delta v \leq \frac{\hbar \Delta x}{m}$
D) $\Delta v \geq \frac{\hbar m}{\Delta x}$ E) $\Delta v \leq \frac{\hbar}{m \Delta x}$

20. Atomda enerji səviyyəsinin təbii eni ΔE olarsa, həyəcanlanma halında olma müddətini necə təyin etmək olar?

- A) $\Delta t = \frac{hc^2}{\Delta E}$ B) $\Delta t = \frac{hc}{\Delta E}$ C) $\Delta t = \frac{h}{\Delta E}$
D) $\Delta t = \frac{h}{c \Delta E}$ E) $\Delta t = \frac{\Delta E}{hc}$

21. Srektral xətlərin təbii enini ($\Delta \nu$) təyin etməklə atomun həyəcanlaşmış halda olma müddətini necə təyin etmək olar?

A) $\Delta t = \frac{hc}{\Delta \nu}$ B) $\Delta t = \frac{1}{\Delta \nu}$ C) $\Delta t = \frac{h}{\Delta \nu}$
D) $\Delta t = \frac{h}{c\Delta \nu}$ E) $\Delta t = \frac{\Delta \nu}{hc}$

22. Atomun həyəcanlanma halında olma müddəti $\Delta t = 10^{-8}$ san olarsa bu haldan şüalanan fotonun tezliyinin təyinindəki qeyri müəyyənlik nə qədərdir?

A) $\Delta \nu = 10^{-8} \text{ san}^{-1}$ B) $\Delta \nu = 10^{-9} \text{ san}^{-1}$ C) $\Delta \nu = 10^{-26} \text{ san}^{-1}$
D) $\Delta \nu = 10^{42} \text{ san}^{-1}$ E) $\Delta \nu = 10^8 \text{ san}^{-1}$

23. Atomun həyəcanlanma halından şüalanan fotonun tezliyinin təyinindəki qeyri müəyyənlik $\Delta \nu = 10^8 \text{ san}^{-1}$ olarsa bu halda olma müddəti nə qədərdir?

A) $\Delta t = 10^{-18} \text{ san}$ B) $\Delta t = 10^{-9} \text{ san}$ C) $\Delta t = 10^{-26} \text{ san}$
D) $\Delta \nu = 10^{-2} \text{ san}$ E) $\Delta t = 10^{-8} \text{ san}$

24. Atomun həyəcanlanma halında olma müddəti $\Delta t = 10^{-8} \text{ san}$ olarsa bu halda enerji səviyyəsinin eni nə qədər olar ($h = 4 \cdot 10^{-15} \text{ eV}$)?

A) $4 \cdot 10^{-5} \text{ eV}$ B) $4 \cdot 10^{-6} \text{ eV}$ C) $4 \cdot 10^{-9} \text{ eV}$
D) $4 \cdot 10^{-8} \text{ eV}$ E) $4 \cdot 10^{-7} \text{ eV}$

25. Atomun enerji səviyyəsinin təbii eni $\Delta E = 4 \cdot 10^{-7} \text{ eV}$ olarsa onun həyəcanlanma halında olma müddəti nə qədər olar ($h = 4 \cdot 10^{-15} \text{ eV}$)?

A) $\Delta t = 10^{-18} \text{ san}$ B) $\Delta t = 10^{-9} \text{ san}$ C) $\Delta t = 10^{-26} \text{ san}$
D) $\Delta \nu = 10^{-2} \text{ san}$ E) $\Delta t = 10^{-8} \text{ san}$

§ 9. Şredinger tənliyi

$U(x, y, z)$ potensialı sahədə hərəkət edən mikro-zərrəciyin stasionar halı

$$\nabla^2 \psi(x, y, z) + \frac{2m}{\hbar} [E - U(x, y, z)] \psi(x, y, z) = 0$$

Şredinger dalğa tənliyi ilə ifadə olunur. Burada

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad \text{Laplas operatoru,}$$

$\psi(x, y, z)$ - dalğa funksiyası, E - zərrəciyin tam enerjisidir.

Zərrəciyin potensialı sahədə birölçülü hərəkəti halında stasionar Şredinger tənliyi

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(x)] \psi(x) = 0$$

şəkildə olur.

Zərrəciyin $dV = dx dy dz$ həcm elementində olma ehtimalı

$$W = |\psi|^2 dV = |\psi|^2 dx dy dz$$

kimi təyin olunur. $|\psi(x)|^2$ ehtimal sıxlığıdır. Birölçülü hərəkət halında zərrəciyin $[x; x + dx]$ intervalında olma ehtimalı

$$dW = |\psi(x)|^2 dx \quad \text{olur.}$$

Normallaşdırma şərti aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$\int_V |\psi(x)|^2 dV = 1$$

Sonsuz dərin, birölçülü düzbucaqlı potensial çuxurda zərrəciyin enerjisinin məxsusi qiymətləri

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{8m\ell^2}$$

düsturu ilə ifadə olunur. Burada m-zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, $n=1, 2, 3, \dots$

Bu diskret spektrə uyğun məxsusi dalğa funksiyası

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{n\pi}{\ell} x$$

şəklindədir.

Xətti harmonik osilyatorun məxsusi enerjisi

$$E_n = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right); \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

düsturu ilə ifadə olunur.

Düzbucaqlı potensial çəpərin şəffaflıq əmsalı

$$D \approx e^{-\frac{2\ell}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)}}$$

düsturu ilə hesablanır. Burada U -potensial çəpərin hündürlüyü, E - zərrəciyin enerjisi, ℓ - çəpərin enidir.

Mövzuya aid suallar

1. Kvant mexanikasına görə zərrəciyin hərəkətini təsvir edən tənlik hansı alimlər tərəfindən verilmişdir?
2. Şredinger və Heyzenberqin tənlikləri nəylə fərqlənir?
3. Nəyə görə zərrəciyin hərəkətini təsvir etmək üçün Heyzenberqin deyil Şredinger tənliyindən istifadə olunur?
4. Şredinger tənliyinin nəzəriyyəsi hansı yaxınlaşmalar əsasında yaranmışdır?
5. Şredinger tənliyinin ümumi ifadəsi necədir?
6. Şredinger tənliyinin potensial enerjinin zamandan asılı olan halı üçün ifadəsi necədir?
7. Şredinger tənliyinin potensial enerjinin zamandan asılı olmayan halı üçün ifadəsi necədir?
8. Şredinger tənliyinin bir ölçülü sistem üçün ifadəsi necədir?
9. Şredinger tənliyinin bir ölçülü sistem üçün həlli necədir?
10. Şredinger tənliyinin həlli olması üçün Ψ - dalğa funksiyası hansı tələbləri ödəməlidir?
11. Ψ - dalğa funksiyasının xassələrini söyləyin.
12. Ψ - dalğa funksiyasının fiziki mənası nədir?
13. Normallaşma şərti nəyi ifadə edir?

14. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyini həll etmək üçün hansı başlanğıc şərtlər ödənilməlidir?
15. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllindən hansı nəticələr alınır?
16. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllinin (Ψ - dalğa funksiyasının) ifadəsi necədir?
17. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllinin (enerjinin) ifadəsi necədir?
18. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllində Ψ - dalğa funksiyası hansı qiymətlər alır?
19. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllində enerji hansı qiymətlər alır?
20. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkəti üçün Şredinger tənliyinin həllində enerji potensial çuxurun enindən necə asılıdır?
21. Delokalizasiya nədir?
22. Ehtimal sıxlığı nəyə deyilir?
23. Ehtimal sıxlığının ekstremum nöqtələrinin koordinatı hansı düsturla müəyyən edilir?
24. Ehtimal sıxlığının maksimum nöqtələrinin koordinatı hansı qiymətlər alır?
25. Ehtimal sıxlığının minimum nöqtələrinin koordinatı hansı qiymətlər alır?
26. Zərrəciyin ehtimal sıxlığının koordinatdan asılılığından hansı nəticə alınır?
27. Xətti harmonik ossilyatorun enerjisinin məxsusi qiymətləri hansı düsturla təyin olunur?

28. Xətti harmonik ossilyatorun sıfırıncı enerjisi hansı qiymət alır?
29. Düzbucaqlı potensial çəpərin şəffafliq əmsalı hansı düsturla təyin etmək olar?
30. Zərrəciyin potensial çəpərdən keçmə əmsalı hansı amillərdən asılıdır?
31. Şəffafliq əmsalı nəyə deyilir?
32. Tunel effekti nədir?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. Zərrəciyin dalğa funksiyası $\psi = \frac{A}{r} e^{-r/a}$ şəklindədir. Burada a -müəyyən sabit, r - qüvvə mərkəzindən bu zərrəciyə qədər olan məsafədir. Ehtimalın normallaşdırma şərtindən istifadə edərək A normallaşdırma əmsalını tapın.

Verilir.

$$\psi = \frac{A}{r} e^{-r/a}$$

$$a = \text{const}$$

A - ?

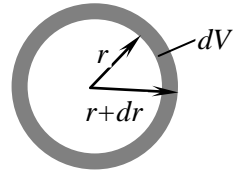
Həlli

Normallaşdırma şərtinə görə

$$\int_V |\psi(x)|^2 dV = 1$$

$$dV = 4\pi r^2 dr$$

$$\int_0^\infty |\psi|^2 4\pi r^2 dr = 1$$



Şəkil 2

$$\int_0^\infty \frac{A^2}{r^2} e^{2r/a} 4\pi r^2 dr = 4\pi A^2 \int_0^\infty e^{-2r/a} dr = 1$$

$$\int_0^\infty e^{-r/a} dr = -\frac{a}{2} \int_0^\infty e^{-2r/a} d(-2r/a) = -\frac{a}{2} e^{-2r/a} \Big|_0^\infty = -\frac{a}{2} (0-1) = \frac{a}{2}$$

$$2\pi A^2 a = 1 ; A = \frac{1}{\sqrt{2\pi a}}$$

$$\text{Cavab: } A = \frac{1}{\sqrt{2\pi a}}$$

Məsələ 2. Elektron eni ℓ olan birölçülü sonsuz, düzbucaqlı potensial çuxurda yerləşir. Elektron $n=3$ həyəcanlaşma halında olarsa, onun potensial çuxurun orta $\frac{1}{3}$ hissəsində olma ehtimalını tapın.

Verilir

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{n\pi}{\ell} x$$

$$n = 3$$

$$\frac{1}{3}\ell \leq x \leq \frac{2}{3}\ell$$

Həlli
Birölçülü sonsuz dərin, düzbucaqlı potensial çuxurda zərrəciyin

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{n\pi}{\ell} x$$

dalğa funksiyası ilə ifadə olunur. Zərrəcik $n=3$ həyəcanlaşma halında olduğundan

$W - ?$

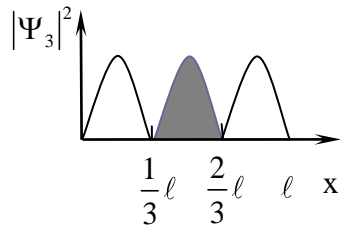
$$\psi_3(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{3\pi}{\ell} x$$

Zərrəciyin dV həcm elementində olma ehtimalı

$$W = \int |\psi|^2 dV \quad \text{olduğundan,}$$

potensial çuxurun orta $\frac{1}{3}$

hissəsində olma ehtimalını aşağıdakı kimi yazı bilərik.



Şəkil 3

$$\begin{aligned}
W &= \int_{\ell/3}^{2\ell/3} \frac{2}{\ell} \sin^2 \frac{3\pi}{\ell} x dx = \frac{2}{\ell} \int_{\ell/3}^{2\ell/3} \frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{6\pi}{\ell} x \right) dx = \\
&= \frac{x}{\ell} \Big|_{\ell/3}^{2\ell/3} - \frac{1}{\ell} \frac{\ell}{6\pi} \sin \frac{6\pi}{\ell} x \Big|_{\ell/3}^{2\ell/3} = \frac{1}{3} - \frac{1}{6\pi} (\sin 4\pi - \sin 2\pi) = \frac{1}{3}
\end{aligned}$$

Cavab: $W = \frac{1}{3}$

Məsələ 3. Kütləsi m sərtlik əmsalı k olan harmonik osilyatorun halı $\psi(x) = Axe^{-\frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}x^2}$ dalğa funksiyası ilə ifadə olunur. Osilyatorun tam enerjisinin məxsusi qiymətlərini tapın.

Verilir

$$m$$

$$k$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{\Psi(x) = Axe^{-\frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}x^2}}{E - ?}$$

Həlli
Stasionar hal üçün biirölçülü Şredinger tənliyi

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$$

şəklindədir. Harmonik osilyatorun potensial enerjisi $U = \frac{1}{2}m\omega_0^2x^2$ olduğundan Şredinger tənliyini aşağıdakı kimi yaza bilərik.

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2x^2}{2} \right) \Psi = 0$$

$$\Psi(x) = Axe^{-\frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}x^2} = Axe^{-ax^2}; \quad a = \frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}$$

$$\frac{d\Psi}{dx} = Ae^{-ax^2} - 2aAx^2e^{-ax^2}$$

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} = -2aAxe^{-ax^2} - 4aAxe^{-ax^2} + 4a^2Ax^3e^{-ax^2} = Axe^{-ax^2} (4a^2x^2 - 6a)$$

$$Axe^{-ax^2} (4a^2x^2 - 6a) + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) Axe^{-ax^2} = 0$$

$$4a^2x^2 - 6a + \frac{2mE}{\hbar^2} - \frac{m^2\omega_0^2 x}{\hbar^2} = 0$$

$$\frac{4mkx^2}{4\hbar^2} - \frac{3\sqrt{mk}}{\hbar} + \frac{2mE}{\hbar^2} - \frac{mkx^2}{\hbar^2} = 0$$

$$\frac{2mE}{\hbar^2} = \frac{3\sqrt{mk}}{\hbar} ; E = \frac{3}{2}\hbar\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{3}{2}\hbar\omega_0$$

$$\text{Cavab: } E = \frac{3}{2}\hbar\omega_0$$

Məsələ 4. Enerjisi E olan zərrəcik x oxunun müsbət istiqamətində hərəkət edərək hündürlüyü U olan ($U > E$) sonsuz enli düzbucaqlı potensial çuxurla rastlaşır. $A=1$ qəbul edərək, I və II oblastların sərhəddində dalğa funksiyasının və onun birinci tərtib törəməsinin kəsilməzlik şərtindən istifadə edərək zərrəciyin II oblastın $x=0$ nöqtəsində tapılmasının $|\psi_2(0)|^2$ ehtimal sıxlığını tapın.

Verilir

$$\Psi_1(0) = \Psi_2(0)$$

$$\psi_1'(0) = \psi_2'(0)$$

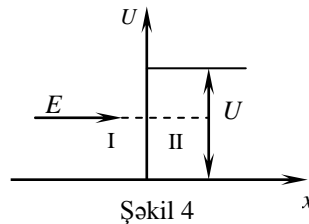
$$A = 1$$

$$E < U$$

$$|\Psi_2(0)|^2$$

Həlli

I oblastda zərrəciyin dalğa funksiyası



Şəkil 4

$$\Psi_1(x) = Ae^{ik_1x} + Be^{-ik_1x}, k_1 = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$$

II oblastda isə $\Psi_1'(x) = ik_1Ae^{ik_1x} - ik_1Be^{-ik_1x}$

$$\Psi_2(x) = Ce^{ik_2x}, k_2 = \frac{\sqrt{2m(E-U)}}{\hbar}$$

$$\Psi_2'(x) = ik_2Ce^{ik_2x}$$

$$\Psi_1(0) = A + B; \quad \Psi_2(0) = C; \quad |\Psi_2(0)|^2 = |C|^2$$

$$\Psi_1'(0) = ik_1A - ik_1B; \quad \Psi_2'(0) = ik_2C$$

$$\begin{cases} A + B = C & 1 + B = C & B = C - 1 \\ k_1A - k_1B = k_2C & k_1 - k_1B = k_2C & k_1 - k_1C + k_1 = k_2C \\ & C = \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \end{cases}$$

$$|\Psi_2(0)|^2 = |C|^2 = \left| \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \right|^2 = \left| \frac{2\sqrt{E}}{\sqrt{E} + \sqrt{E-U}} \right|^2 = \frac{4E}{U}$$

Cavab: $|\Psi_2(0)|^2 = \frac{4E}{U}$

Məsələlər

9.1. Normallaşdırma şərtindən istifadə edərək müəyyən zərrəciyin halını ifadə edən $\psi(r) = Ae^{-r^2/2a^2}$ dalğa funksiyasının A normallaşdırma əmsalını tapın. r -zərrəcikdən qüvvə mərkəzinə qədər olan məsafə; a -müəyyən sabitdir.

$$\text{Cavab: } A = \frac{1}{\sqrt{\pi^{3/2} a^3}}$$

9.2. Müəyyən zərrəciyin dalğa funksiyası $\psi = \frac{A}{r} e^{-r/a}$ şəklindədir. Burada r -bu zərrəciyə qüvvə mərkəzinə qədər olan məsafə; a -müəyyən sabitdir. Zərrəciyə qüvvə mərkəzinə qədər olan $\langle r \rangle$ orta məsafəni tapın.

$$\text{Cavab: } \langle r \rangle = \frac{a}{2}$$

9.3. Hidrogen atomunda elektronun halı $\psi = A e^{-r/a}$ dalğa funksiyası ilə ifadə olunur. Burada r -məsafədən elektrona qədər olan məsafə, a -birinci bor radiusudur. Normallaşdırma şərtindən istifadə edərək A normallaşdırma vuruğunu tapın.

$$\text{Cavab: } A = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}}$$

9.4. Hidrogen atomunda əsas halda elektronun halını ifadə edən dalğa funksiyası $\psi = A e^{-r/a}$ şəklindədir, burada r -növədən elektrona qədər olan məsafə, a -birinci bor radiusudur. Elektronun növədən olan ən böyük ehtimallı məsafəsini tapın.

$$\text{Cavab: } r_e = a$$

9.5. Müəyyən zərrəciyin dalğa funksiyası $\psi = A e^{-r^2/2a^2}$ şəklindədir, burada r -qüvvə mərkəzindən zərrəciyə qədər olan məsafə, a müəyyən sabitdir. Zərrəciyə qüvvə mərkəzinə qədər olan ən ehtimallı məsafəni tapın.

$$\text{Cavab: } r_e = a$$

9.6. Zərrəcik sonsuz dərin, birölçülü, düzbucaqlı potensial çuxurda yerləşir. Çuxurun eni ℓ olarsa, çuxur daxilində Şredinger tənliyini yazın və onu həll edin.

$$\text{Cavab: } \psi(x) = A \sin \frac{n\pi}{\ell} x$$

9.7. Sonsuz dərin, düzbucaqlı, biröçülü potensial çuxurda yerləşən zərrəciyin enerjisinin məxsusi qiymətlərini tapın. Çuxurun eni ℓ , zərrəciyin kütləsi m - dir.

$$\text{Cavab: } E_n = \frac{n^2 h^2}{8m\ell^2}$$

9.8. Elektron eni $\ell=10^{-9}m$ olan sonsuz dərin, düzbucaqlı biröçülü potensial çuxurda yerləşir. Elektronun enerjisinin ən kiçik qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } E_1 = 380\text{meV}$$

9.9. Elektron eni $\ell=2 \cdot 10^{-10}m$ olan sonsuz dərin, düzbucaqlı, biröçülü potensial çuxurda yerləşir. Elektronun enerjisi $E_n=37,8eV$ məlum olarsa, onun enerji səviyyəsinin n nömrəsini tapın.

$$\text{Cavab: } n=2$$

9.10. Elektron eni $\ell=5 \cdot 10^{-10}m$ olan sonsuz dərin, düzbucaqlı, biröçülü potensial çuxurda yerləşir. Elektronun enerji səviyələri arasındakı minimal fərqi tapın.

$$\text{Cavab: } \Delta E_{\min} = 4,5eV$$

9.11. Neytron eni $\ell=10^{-14}m$ olan sonsuz dərin, düzbucaqlı biröçülü potensial çuxurda yerləşir. Neytronun enerji səviyələri arasındakı minimal fərqi tapın.

$$\text{Cavab: } \Delta E_{\min} = 6,1\text{MeV}$$

9.12. Zərrəcik eni ℓ olan potensial qutuda $n=2$ həyəcanlaşmış halda yerləşir. $0 < x < \ell$ intervalının hansı nöqtələrində zərrəciyin tapılması ehtimalı maksimaldır?

$$\text{Cavab: } x_1 = \frac{\ell}{4}; \quad x_2 = \frac{3\ell}{4}$$

9.13. Zərrəcik eni ℓ olan potensial qutuda $n=3$ həyəcanlaşmış halında yerləşir. $0 < x < \ell$ intervalının hansı nöqtələrində zərrəciyin tapılması ehtimalı minimaldır?

$$\text{Cavab: } x_1 = \frac{\ell}{3}; \quad x_2 = \frac{2\ell}{3}$$

9.14. Zərrəcik eni ℓ olan potensial qutuda yerləşir. $0 < x < \ell$ intervalının hansı nöqtəsində zərrəciyin birinci və ikinci enerji səviyyələrində tapılma ehtimalı sıxlıqları bərabər olar?

$$\text{Cavab: } x_1 = \frac{\ell}{3}; \quad x_2 = \frac{2\ell}{3}$$

9.15. Zərrəcik eni ℓ olan birölçülü, sonsuz dərin, düzbucaqlı potensial çuxurda əsas haldadır. Zərrəciyin $0 \leq x \leq \frac{1}{3}\ell$ aralığında tapılma ehtimalını təyin edin.

$$\text{Cavab: } W=0,195$$

9.16. Zərrəcik eni ℓ olan birölçülü, sonsuz dərin, düzbucaqlı potensial çuxurda həyəcanlanmış ($n=2$) halındadır. Zərrəciyin $\frac{3}{8}\ell \leq x \leq \frac{5}{8}\ell$ oblastında olma ehtimalını tapın.

$$\text{Cavab: } W=0,091$$

9.17. Məlumdur ki, birölçülü, sonsuz dərin düzbucaqlı potensial çuxurda zərrəciyin halı $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi n}{\ell} x$ dalğa funksiyası ilə ifadə olunur. Zərrəciyin koordinatının $\langle x \rangle$ orta qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } \langle x \rangle = \frac{\ell}{2}$$

9.18. Birölçülü, sonsuz dərin, düzbucaqlı potensial çuxurun eni nə qədər olmalıdır ki, ondakı zərrəciyin enerji spektrinin diskretliyi T temperaturundakı orta kinetik enerjisi tərtibində olsun.

$$\text{Cavab: } \ell = \frac{h}{2} \sqrt{\frac{2n+1}{3mkT}}$$

9.19. Birölçülü, sonsuz dərin, düzbucaqlı potensial çuxurda yerləşən elektronun $\frac{dn}{dE}$ enerji səviyyələrinin sıxlığını, yəni vahid enerji intervalına düşən səviyyələrin sayını tapın. Hesablamanı $n=10^{10}$ nömrəli səviyyə ətrafında aparın, çuxurun enini $\ell=1\text{sm}$ götürün.

$$\text{Cavab: } \frac{dn}{dE} = 1,33 \cdot 10^4 \frac{\text{səviyyə}}{\text{eV}}$$

9.20. Riyazi rəqqasa harmonik osilyator kimi baxmaq olar. Uzunluğu $\ell=1\text{m}$ olan rəqqasın Yerin cazibə sahəsindəki sıfırıncı rəqslərinin enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_0=1,03 \cdot 10^{-15} \text{eV}$$

9.21. Kütləsi $m=0,1\text{kg}$ uzunluğu isə $\ell=0,5\text{ m}$ olan riyazi rəqqasa harmonik ossilyator kimi baxaraq, bu rəqqasın sıfırıncı rəqslərinə uyğun klassik rəqs amplitudunu tapın.

$$\text{Cavab: } A=1,54 \cdot 10^{17} \text{m}$$

9.22. m kütləli zərrəcik birölçülü $U(x)=\frac{1}{2}kx^2$ potensialı sahədə (harmonik ossilyator) hərəkət edir. Əsas halda zərrəciyin halı $\psi(x)=Ae^{-ax^2}$ dalğa funksiyası ilə təsvir olunur, burada A -normallaşdırma əmsalı, a -müsbət sabitdir. Şredinger tənliyindən istifadə edərək;

a) a - sabitini; b) əsas halda zərrəciyin enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: a) } a = \frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}, \quad \text{b) } E = \frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{k}{m}}$$

9.23. $E=5\text{eV}$ enerjili elektron x oxunun müsbət istiqamətində hərəkət edərək, öz yolunda $U=10\text{eV}$ hündürlüyündə və eni $\ell=0,1\text{nm}$ olan potensial çəpərlə rastlaşır. Potensial çəpərin şəffaflyq əmsalını tapın.

$$\text{Cavab: } D=0,1$$

9.24. Potensial çəpərin eni nə qədər olmalıdır ki, onun şəffaflyq əmsalı $D=0,01$ bərabər olsun? Enerji fərqi

$U-E = 10eV$ dur.

Cavab: $\ell=0,143 \text{ pm}$

9.25. De Broyl dalğa uzunluğu $\lambda_1=100 \text{ pm}$ olan elektron x oxunun müsbət istiqamətində hərəkət edərək, $U=100eV$ hündürlüyündə sonsuz enli, düzbucaqlı potensial çəpərlə rastlaşır. Elektron çəpəri keçdikdən sonra de Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda_2=172 \text{ pm}$

9.26. Eni $\ell=0,1 \text{ nm}$ olan düzbucaqlı potensial çəpəri elektronun keçmə ehtimalı $W=0,5$ olması üçün $U-E$ enerji fərqi nə qədər olmalıdır.

Cavab: $U-E=0,454 \text{ eV}$

9.27. Enerjisi E olan proton x oxunun müsbət istiqamətində hərəkət edərək hündürlüyü U olan düzbucaqlı potensial çəpərlə rastlaşır. Çəpərin enini neçə dəfə azaltmaq lazımdır ki, həmin E enerjili elektronun çəpəri keçmə ehtimalı protonun keçmə ehtimalına bərabər olsun?

Cavab: $\frac{\ell_1}{\ell_2} = 42,8$

Test 9

1. Hansı dalğalar ehtimal dalğaları adlanır?

- A) elektromaqnit dalğalar B) mexaniki dalğalar
C) akustik dalğalar D) radiodalğalar
E) mikroobyektlərə qarşı qoyulan dalğalar

2. Mikrozərrəciyin dalğa xassəsi nəzərə alınmaqla onun hərəkəti və qarşılıqlı təsiri hansı mexanika ilə təsvir olunur?

- A) Nyuton mexanikası B) Klasssik mexanika
C) Kvant mexanikası D) Relyativistik mexanika
E)

**3. Kvant mexanikasında mikroobyektin halı $\psi = |\psi|e^{i\varphi}$ şək-
lində ehtimal dalğası ilə təsvir olunur ($|\psi|$ - ehtimal dalğası-**

nın ampplitudu, φ - fazasıdır). Dalğa funksiyasının ampplitudu və fazası zərrəciyin hansı xassələrini əks etdirir?

	<i>Ampplitud</i>	<i>Faza</i>
A)	korpuskul	dalğa
B)	dalğa	korpuskul
C)	dalğa	dalğa
D)	sahə	korpuskul
E)	dalğa	zərrəcik

4. Kvant mexanikasında mikrozərrəciyin halını təsvir edən Ψ dalğa funksiyası üçün hansılar doğrudur?

1 - Hərəkətin dalğa xassəsi ilə zərrəciyin korpuskulyar xassəsini özündə birləşdirir.

2 - Elektromaqnit dalğaları kim baxmaq olar.

3 - Səs dalğaları kimi baxmaq olar

A) 2 və 3 B) yalnız 2 C) 3 D) yalnız 1 E) 1, 2 və 3

5. Niyə Ψ - dalğa funksiyası sonlu olmalıdır?

A) Ehtimal bir qiymətli olduğuna görə

B) Ehtimal vahiddən böyük olmadığına görə

C) Ehtimal sıçırayışla dəyişmədiyinə görə

D) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları cəminə bərabər olduğuna görə

E) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları hasilinə bərabər olduğuna görə

6. Niyə Ψ - dalğa funksiyası birqiymətli olmalıdır?

A) Ehtimal sıçırayışla dəyişmədiyinə görə

B) Ehtimal vahiddən böyük olmadığına görə

C) Ehtimal bir qiymətli olduğuna görə

D) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları cəminə bərabər olduğuna görə

E) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları hasilinə bərabər olduğuna görə

7. Niyə Ψ - dalğa funksiyası kəsilməz olmalıdır?

A) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları cəminə bərabər olduğuna görə

B) Ehtimal bir qiymətli olduğuna görə

- C) Ehtimal vahiddən böyük olmadığına görə
 D) Ehtimal sıçrayışla dəyişmədiyinə görə
 E) Ehtimal ayrı-ayrı hadisələrin ehtimalları hasilinə bərabər olduğuna görə

8. Mikrozərrəciyin müəyyən həcm elementində olma ehtimalını xarakterizə edən Ψ - dalğa funksiyası üzərində hansı şərtlər qoyulur?

- 1 - sonlu olmalıdır**
2 - birqiymətli olmalıdır
3 - kəsilməz olmalıdır

- A) 1 və 3 B) 1, 2 və 3 C) 1 və 2
 D) 2 və 3 E) heç bir şərt qoyulmur

9. Dalğa funksiyasının modulunun kvadratı $|\psi|^2$ nəyi təyin edir.

- A) Verilmiş zaman halında zərrəciyin koordinatlarını
 B) Zərrəciyin bütün həcmdə olma ehtimalını
 C) Zərrəciyin fazanın ixtiyari nöqtəsində olma ehtimalını
 D) Zərrəciyin vahid həcmdə olma ehtimalını
 E) Zərrəciyin hərəkət trayektoriyasını

10. Dalğa funksiyası hansı fiziki mənə daşıyır?

- A) Dalğa funksiyası zərrəciyin potensial enerjisini təyin edir
 B) Dalğa funksiyası zərrəciyin impulsunu təyin edir
 C) Dalğa funksiyası zərrəciyin koordinatlarını təyin edir
 D) Dalğa funksiyası zərrəciyin hərəkət trayektoriyasını təyin edir
 E) Dalğa funksiyasının özünün fiziki mənası yoxdur, lakin onun modulunun kvadratı zərrəciyin vahid həcmdə olma ehtimalını göstərir

11. $dW = |\psi|^2 dV$ ifadəsinin fiziki mənası nədir?

- A) Zərrəciyin V həcmində olma ehtimalıdır
 B) Zərrəciyin enerjisidir
 C) Zərrəciyin dV - həcm elementində olma ehtimalıdır
 D) Zərrəciyin enerji sıxlığıdır

E) Zərrəciyin ehtimal dalğasıdır

12. $W = \int_V |\psi|^2 dV$ ifadəsi fiziki mənası nədir?

A) Zərrəciyin dV - həcm elementində olma ehtimalıdır

B) Zərrəciyin enerjisidir

C) Zərrəciyin enerji sıxlığıdır

D) Zərrəciyin V həcmində olma ehtimalıdır

E) Zərrəciyin ehtimal dalğasıdır

13. Ψ - dalğa funksiyası ilə təsvir olunan mikrozərrəciyin dV - həcm elementində olması ehtimalı necə təyin olunur?

A) $dW = |\psi| dV$ B) $dW = |\psi|^2 dV$ C) $dW = |\psi|^2 V$

D) $dW = |\psi|^2 dV^2$ E) $dW = d|\psi|V$

14. Ehtimalın normallaşdırma şərti necə ifadə olunur?

A) $\int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dV = 0$ B) $dW = |\psi|^2 dV$ C) $\int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dV = 1$

D) $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{e}} \sin \frac{n\pi}{e} x$ E) $\psi_{12} = C_1\psi_1 + C_2\psi_2$

15. Potensial çuxurda n_1 və n_2 ($n_1 < n_2$) energetik səviyyələr arasındakı nisbi məsafə hansı düsturla təyin olunur (E_1 - zərrəciyin $n_1 = 1$ halının enerjisidir) ?

A) $\Delta E = E_1(n_2 - n_1)$ B) $\Delta E = E_1(n_2^2 - n_1^2)$

C) $\Delta E = E_1(n_1 + n_2)$ D) $\Delta E = E_1 n_1 n_2$

E) $\Delta E = E_1(n_1^2 + n_2^2)$

16. $\frac{dW}{dV} = |\psi|^2$ ifadəsinin fiziki mənası nədir?

A) Ehtimal sıxlığını ifadə edir

B) Zərrəciyin enerjisidir

C) Zərrəciyin enerji sıxlığıdır

D) Zərrəciyin V həcmində olma ehtimalıdır

E) Zərrəciyin ehtimal dalğasıdır

17. Müəyyən qüvvə sahəsində hərəkət edən zərrəciyin halı ψ dalğa funksiyası ilə təsvir olunarsa, zərrəciyin sahə mərkəzindən olan orta məsafəsini hansı düsturla hesablamaq olar?

A) $\langle r \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} r |\psi|^2 dV$

B) $\langle r \rangle = \int_0^{\infty} r |\psi| dV$

C) $\langle r \rangle = \int_0^{\infty} r |\psi|^2 dV$

D) $\langle r \rangle = \int_0^{\infty} r^2 |\psi|^2 dV$

E) $\langle r \rangle = \int_0^{\infty} r^2 |\psi| dV$

18. Kvant mexanikasında mikroobyektlərin halı hansı tənliklə təsvir olunur?

A) Eynşteun tənliyi

B) Maksvel tənliyi

C) Şredinger tənliyi

D) Dirak tənliyi

E) Hamilton-Yakobi tənliyi

19. Şredinger tənliyi hansı obyektləri təsvir edir?

A) Böyük sürətlə hərəkət edən mikroobyektləri

B) Kiçik sürətlə hərəkət edən makroobyektləri

C) Kiçik sürətlə hərəkət edən mikroobyektləri

D) Böyük sürətlə hərəkət edən makroobyektləri

E) Böyük sürətlə hərəkət edən nanoobyektləri

20. Laplas operatoru hansıdır?

A) $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

B) $\Delta = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}$

C) $\Delta = \frac{\partial}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial y^2} + \frac{\partial}{\partial z^2}$

D) $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

E) $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

21. Hansı hallar stasionar hallar adlanır?

A) Zərrəciyin sabit sürətlə hərəkət etdiyi hallar

B) Zərrəcik zamana görə dəyişən sahədə hərəkət etdiyi hallar

- C) Zərrəciyin tarazlıqda olduğu hallar
 D) Zərrəciyin periodik dəyişən sahədə hərəkət etdiyi hallar
 E) Zərrəciyin hərəkət etdiyi qüvvə sahəsində potensial enerjinin zamandan asılı olmadığı halları

22. Stasionar hallar üçün Şredinger tənliyi hansıdır?

A) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi$ B) $i\hbar \frac{\partial\psi}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi$

C) $i\hbar \frac{\partial\psi}{dt} \psi = \hat{H}\psi$ D) $\hat{E}\psi = \hat{H}\psi$

E) $\Delta\psi + \frac{h}{2m}(E-U)\psi$

23. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən zərrəciyin enerjisinin sıfıra bərabər olması ehtimalını hesablayın.

A) $W=0$ B) $W=\frac{1}{8}$ C) $W=\frac{1}{4}$ D) $W=\frac{1}{3}$ E) $W=\frac{1}{2}$

24. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən m kütləli zərrəciyin enerjisi hansı ifadə ilə təyin olunur? (ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir)

A) $E = \frac{8m\ell^2}{h^2n}$ B) $E = \frac{m\ell^2}{8n^2\ell^2}$ C) $E = \frac{h^2}{8m\ell^2} \frac{1}{h}$

D) $E = \frac{n^2h^2}{8m\ell^2}$ E) $E = \frac{m^2h^2}{8\ell^2n^2}$

25. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən m kütləli zərrəciyin enerjisi hansı qiymətlər ala bilər (ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

A) $E = \frac{7h^2}{8m\ell^2}$ B) $E = \frac{2h^2}{8m\ell^2}$ C) $E = \frac{5h^2}{8m\ell^2}$

D) $E = \frac{6h^2}{8m\ell^2}$ E) $E = \frac{9h^2}{8m\ell^2}$

26. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən m kütləli zərrəciyin enerjisi hansı qiymətlər ala bilər (E_1 - zərrəciyin $n=1$ halına uyğun enerjisidir) ?

- A) $E = 2E_1$ B) $E = 4E_1$ C) $E = 3E_1$
D) $E = 6E_1$ E) $E = 8E_1$

27. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən m kütləli zərrəciyin enerjisi hansı qiymətlər ala bilməz (ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

- A) $E = \frac{9h^2}{8m\ell^2}$ B) $E = \frac{4h^2}{8m\ell^2}$ C) $E = \frac{25h^2}{8m\ell^2}$
D) $E = \frac{16h^2}{8m\ell^2}$ E) $E = \frac{8h^2}{8m\ell^2}$

28. Potensial çuxurda iki qonşu energetik səviyyə arasındakı nisbi məsafə hansı düsturla təyin olunur (m - zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

- A) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{h^2}{8m\ell^2}$ B) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{n^2h^2}{8m\ell^2}$
C) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{h^2}{8m\ell^2}(2n+1)$ D) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{h^2}{8m\ell^2}(n+1)$
E) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{h^2}{8m\ell^2}(2n+2)$

29. Potensial çuxurda iki qonşu energetik səviyyə arasındakı nisbi məsafə hansı qiymətlər ala bilər (m - zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

- A) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{3h^2}{8m\ell^2}$ B) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{h^2}{2m\ell^2}$ C) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{3h^2}{4m\ell^2}$
D) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{5h^2}{4m\ell^2}$ E) $\Delta E_{n,n+1} = \frac{3h^2}{2m\ell^2}$

30. Potensial çuxurda iki qonşu energetik səviyyə arasındakı nisbi məsafə hansı qiymətlər ala bilməz (m - zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } \Delta E_{n,n+1} = \frac{3h^2}{8m\ell^2} & \text{B) } \Delta E_{n,n+1} = \frac{7h^2}{8m\ell^2} & \text{C) } \Delta E_{n,n+1} = \frac{13h^2}{8m\ell^2} \\ \text{D) } \Delta E_{n,n+1} = \frac{5h^2}{8m\ell^2} & \text{E) } \Delta E_{n,n+1} = \frac{3h^2}{2m\ell^2} & \end{array}$$

31. Potensial çuxurda iki qonşu energetik səviyyə arasındakı nisbi məsafə hansı qiymətlər ala bilər (E_1 - zərrəciyin $n=1$ halına uyğun enerjisidir) ?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } \Delta E_{n,n+1} = 36E_1 & \text{B) } \Delta E_{n,n+1} = 2E_1 & \text{C) } \Delta E_{n,n+1} = 9E_1 \\ \text{D) } \Delta E_{n,n+1} = 4E_1 & \text{E) } \Delta E_{n,n+1} = E_1 & \end{array}$$

32. Potensial çuxurda iki qonşu energetik səviyyə arasındakı nisbi məsafə hansı qiymətlər ala bilməz (E_1 - zərrəciyin $n=1$ halına uyğun enerjisidir)?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } \Delta E_{n,n+1} = 3E_1 & \text{B) } \Delta E_{n,n+1} = 5E_1 & \text{C) } \Delta E_{n,n+1} = 9E_1 \\ \text{D) } \Delta E_{n,n+1} = 7E_1 & \text{E) } \Delta E_{n,n+1} = E_1 & \end{array}$$

33. Sonsuz dərin potensial çuxurda hərəkət edən m kütləli zərrəciyin enerjisi hansı qiymətlər ala bilməz (E_1 - zərrəciyin $n=1$ halına uyğun enerjisidir) ?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } E = 25E_1 & \text{B) } E = 4E_1 & \text{C) } E = 3E_1 \\ \text{D) } E = 16E_1 & \text{E) } E = 9E_1 & \end{array}$$

34. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun enerjisi hansı ifadə ilə təyin olunur?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } E = \left(n + \frac{3}{2}\right)h\nu & \text{B) } E = \frac{m\nu^2}{2} & \text{C) } E = \frac{kx^2}{2} \\ \text{D) } E = \left(n + \frac{1}{2}\right)h\nu & \text{E) } E = (2n+1)h\nu & \end{array}$$

35. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun sıfırıncı enerjisi hansı ifadə ilə təyin olunur?

$$\begin{array}{lll} \text{A) } E_0 = \frac{1}{2}h\nu & \text{B) } E_0 = \frac{m\nu_0^2}{2} & \text{C) } E_0 = \frac{kx_0^2}{2} \end{array}$$

D) $E_0 = \frac{kT}{2}$ E) $E_0 = \frac{3}{2}hv$

36. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun enerjisi hansı qiymətlər ala bilər?

- A) $E = hv$ B) $E = 3,5hv$ C) $E = 3hv$
D) $E = 5hv$ E) $E = 6hv$

37. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun enerjisi hansı qiymətlər ala bilməz?

- A) $E = 3,5hv$ B) $E = 1,5hv$ C) $E = 3hv$
D) $E = 2,5hv$ E) $E = 0,5hv$

38. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun enerjisi hansı qiymətlər ala bilər (E_0 - rəqsin sıfırıncı enerjisidir)?

- A) $E = 3E_0$ B) $E = 3,5E_0$ C) $E = 5E_0$
D) $E = 2E_0$ E) $E = 4E_0$

39. Kvant mexanikasında harmonik ossilyatorun enerjisi hansı qiymətlər ala bilməz? (E_0 - rəqsin sıfırıncı enerjisidir)?

- A) $E = 1,5E_0$ B) $E = 3,5E_0$ C) $E = 2,5E_0$
D) $E = 0,5E_0$ E) $E = 4E_0$

40. Zərrəciyin halını təsvir edən ψ dalğa funksiyası aşağıdakı tələblərdən hansıları ödəməlidir.

1 - Sonlu qiymət almalıdır.

2 - Birqiymətli olmalıdır.

3 - Kəsilməz olmalıdır

- A) 1,2 və 3 B) yalnız 1 C) yalnız 2 D) yalnız 2
E) Dalğa funksiyasına heç bir tələb qoyulmur

41. Potensial çuxurun eni (ℓ) necə dəyişməlidir ki, elektronun enerjisi 4 dəfə artsın ($n = const$)?

- A) 2 dəfə artmalıdır B) 2 dəfə azalmalıdır
C) 4 dəfə artmalıdır D) 4 dəfə azalmalıdır
E) Elektronun enerjisi potensial çuxurun enindən asılı deyil

42. Potensial çuxurun eni (ℓ) necə dəyişməlidir ki, elektronun enerjisi 4 dəfə azalsın ($n = const$)?

- A) 2 dəfə artmalıdır B) 2 dəfə azalmalıdır
C) 4 dəfə artmalıdır D) 4 dəfə azalmalıdır
E) Elektronun enerjisi potensial çuxurun enindən asılı deyil

43. Potensial çuxurun ölçüsü 2 dəfə artarsa, elektronun enerjisi necə dəyişər?

- A) 4 dəfə artar B) 2 dəfə artar C) 4 dəfə azalar
D) 2 dəfə azalar E) Dəyişməz

44. Potensial çuxurun ölçüsü 2 dəfə azalarsa, elektronun enerjisi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 4 dəfə azalar
D) 2 dəfə azalar E) 4 dəfə artar

45. Potensial çuxurun enini 4 dəfə azaldıb, baş kvant ədədini 4 dəfə artırısaq elektronun enerjisi necə dəyişər?

- A) 16 dəfə artar B) Dəyişməz C) 16 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

46. Məxsusi enerji nəyə deyilir?

- A) Sistemin rabitə enerjisinə
B) Sistemə məxsus olan enerjiyə
C) Zərrəciyin kinetik enerjisinə
D) Zərrəciyin potensial enerjisinə
E) Dalğa tənliyinin həllinin mümkün olduğu enerjinin qiymətlərinə

47. Məxsusi dalğa funksiyası nəyə deyilir?

- A) Zərrəciyin dalğa təbiətini əks etdirən funksiyaya
B) Zərrəciyin halını təsvir edən funksiyaya
C) Ehtimal funksiyalarına
D) Dalğa tənliyinin məxsusi enerjiyə uyğun həllərinə
E) Madənin sahə təbiətini əks etdirən funksiyaya

48. Kəsilməz enerji spektrindən nə zaman danışmaq olar?

- A) Dalğa funksiyasının məxsusi qiymətləri kəsilməz sıra əmələ gətirdikdə

- B) İmpulsun məxsusi qiymətləri kəsilməz sıra əmələ gətirdikdə
C) İmpuls momentinin məxsusi qiymətləri kəsilməz sıra əmələ gətirdikdə
D) Zərrəciyin hərəkət trayektoriyası kəsilməz olduqda
E) Enerjinin məxsusi qiymətləri kəsilməz sıra əmələ gətirdikdə

49. Zərrəciyin potensial çəpərdən keçmə əmsalı üçün hansı doğrudur?

- 1 - Çəpərin eni artdıqca keçmə əmsalı kiçik qiymət alır;**
2 - Çəpərin hündürlüyü artdıqca keçmə əmsalı kiçik qiymət alır;
3 - Zərrəciyin kütləsi kiçik olduqda keçmə əmsalı kiçik qiymət alır;

A) yalnız 1 B) 1 və 2 C) yalnız 2 D) 2 və 3 E) 1, 2 və 3

50. Zərrəciyin potensial çəpərdən keçmə əmsalının qiyməti hansı kəmiyyətlərdən asılıdır?

- 1 - Çəpərin enindən;**
2 - Çəpərin hündürlüyündən
3 - Zərrəciyin kütləsindən;

A) yalnız 1 B) 1 və 2 C) yalnız 2 D) 2 və 3 E) 1, 2 və 3

VI FƏSİL. ELEMENTAR ZƏRRƏCİKLƏR VƏ NÜVƏ FİZİKASI

§10. Elementar zərrəciklər

Relyativistik zərrəciyin tam enerjisi

$$E = mc^2 + T$$

burada mc^2 - zərrəciyin sükunət enerjisi, T - kinetik enerjisidir.

Relyativistik zərrəciyin impulsu

$$P = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{və ya}$$
$$P = \frac{\sqrt{T(T + 2mc^2)}}{c}$$

düsturları ilə hesablanır.

Mövzuya aid suallar

1. Elementar zərrəcikləri təsnifatına görə necə qrupa bölünür?
2. Leptonlar qrupuna hansı zərrəciklər daxildir?
3. Adronlar qrupuna hansı zərrəciklər daxildir?
4. Elementar zərrəciklərin ən ümumi xarakteristikaları nədir?
5. Kütləsinə görə elementar zərrəcikləri hansı qruplara bölmək olar?
6. Hansı zərrəciklər sahə zərrəciyidir?
7. Hansı zərrəciklər maddə zərrəciyidir?
8. Hansı zərrəciklər leptonlar adlanır?
9. Hansı zərrəciklər mezonlar adlanır?
10. Hansı zərrəciklər barionlar adlanır?
11. Maddə və sahə zərrəciklərinin ən ümumi xarakteri nədir?
12. Spinə görə zərrəciklər hansı qruplara bölünür?

13. Kəsrlı spinə malik olan zərrəciklər üçün hansı prinsip ödənilir?
14. Hansı zərrəciklər üçün Pauli prinsipi ödənilmir?
15. Pauli prinsipinə tabe olan zərrəciklər hansı statistikaya tabedir?
16. Pauli prinsipinə tabe olmayan zərrəciklər enerjinin paylanmasına görə hansı statistika ilə təsvir olunur?
17. Hansı zərrəciklər fermionlardır?
18. Hansı zərrəciklər bazonlar adlanır?
19. Yaşama müddətinə görə zərrəciklər hansı qruplara bölünür?
20. Yükünə görə zərrəciklər hansı qruplara bölünür?
21. Hansı zərrəciklər kəsrlı spinə malikdir?
22. Nüvə proseslərindəki aktivliyinə görə zərrəciklər hansı qruplara bölünür?
23. Hansı zərrəciklərə antizərrəciklər deyilir?
24. İlkin zərrəciklər hansı zərrəciklərdir?
25. Kvarkların neçə növü var?
26. Kvarklar hansı xassəyə malikdir?
27. Hansı zərrəciklər əsas zərrəciklər adlanır?
28. Elektron hansı xassəyə malikdir?
29. Kvark modelinə görə proton hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?
30. Kvark modelinə neytron görə hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?
31. Hansı fundamental qarşılıqlı təsir mövcuddur?
32. Qravitasiya qarşılıqlı təsirin daşıyıcısı hansı zərrəcikdir?
33. Elektromagnit qarşılıqlı təsirin daşıyıcısı hansı zərrəcikdir?
34. Güclü qarşılıqlı təsirin daşıyıcısı hansı zərrəciklərdir?
35. Zəif qarşılıqlı təsirin daşıyıcısı hansı zərrəciklərdir?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. $E_0=4,6 \text{ MeV}$ enerjiyə malik neytron protonla toqquşma nəticəsində yavaşır. Neytron neçə ardıcıl toqquşmaya məruz qalmalıdır ki, onun enerjisi $E=0,23 \text{ eV}$ -a qədər azalsın? Hər bir toqquşmada neytron $\varphi = 40^\circ$ meyl edir.

Verilir $E_0=4,6 \text{ MeV}$ $E=0,23 \text{ eV}$ $\varphi = 40^\circ$ <hr style="width: 100%;"/> n-?	Həlli Neytronla protonun birinci toqquşmasına baxaq. Enerji və impulsun saxlanması qanunlarını yazaq. $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv_p^2}{2}$ $mv_0 = m(v + v_p) \cos \varphi$ $\left\{ \begin{array}{l} v_0^2 = v^2 + v_p^2 \\ v_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}(v + v_p) \end{array} \right.$
---	---

Bu tənliklər sistemindən protonun v_p sürətini tapsaq

$$v_p = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \text{ alarıq.}$$

Bu o deməkdir ki, toqquşma nəticəsində neytron enerjisinin yarısını protona verir. Hər toqquşmadan sonra neytronun kinetik enerjisi iki dəfə azalır. n ardıcıl toqquşma nəticəsində neytronun enerjisi

$$E = \frac{E_0}{2^n} \text{ olur.}$$

burada $2^n = \frac{E_0}{E}$; $n \lg 2 = \lg \frac{E_0}{E} = \lg(2 \cdot 10^7)$

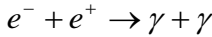
$$n = \frac{\lg(2 \cdot 10^7)}{\lg 2} = \frac{\lg 2 + 7}{\lg 2} = 24$$

Cavab: n=42

Məsələ 2. Kinetik enerjisi $T=0,754$ MeV olan pozitron sükunətdəki sərbəst elektron üzərinə uçar. Anihilyasiya nəticəsində eyni enerjili iki γ kvant əmələ gəlir. Onların uçuş istiqamətləri arasındakı θ bucağını tapın.

Həlli

Elektron və pozitronun anihilyasiya aşağıdakı sxem üzrə gedir.

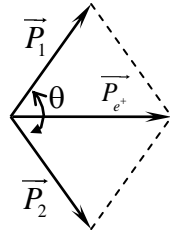


Bu prosədə enerji və impulsun saxlanması qanunları ödənilir.

$$m_0c^2 + T + m_0c^2 = 2E$$

$$\vec{P}_{e^+} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

$$P_1 = P_2 = \frac{E}{c}$$



Şəkil 5

Şəkildən görüldüyü kimi

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{\frac{P_{e^+}}{2}}{P_1} = \frac{P_{e^+}}{2P_1} = \frac{P_{e^+}c}{2E}$$

Pozitronun kinetik enerjisi $T=0,75MeV$ onun sükunət enerjisindən $m_0c^2 = 0.51MeV$ böyük olduğundan ona relyativistik zərrəcik kimi baxmaq lazımdır. Pozitronun impulsu

$$P = \frac{\sqrt{T(T + 2m_0c^2)}}{c} \text{ olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{T(T + 2m_0c^2)}}{T + 2m_0c^2} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2m_0c^2}{T}}} \text{ alarıq.}$$

$$\cos \frac{\theta}{2} = 0,651 \quad \theta = 99^\circ$$

Cavab: $\theta = 99^\circ$

Məsələlər

10.1. Kinetik enerjisi $T=1QeV$ olan elektronun relyativistik impulsunu təyin edin.

Cavab : $p = 5,34 \cdot 10^{-19} N \cdot san$

10.2. Zərrəcik hansı sürətlə hərəkət etməlidir ki, onun relyativistik impulsu klassik mexanikada təyin olunan impulsundan 2 dəfə böyük olsun.

$$\text{Cavab: } v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

10.3. Elektron hansı potensiallar fərqi keçməlidir ki, onun kinetik enerjisi sükunət enerjisinə bərabər olsun.

Cavab: $U=1,02 \cdot 10^6 V$

10.4. Eyni $T=0,24 MeV$ kinetik enerjiyə malik elektron və pozitron toqquşaraq iki eyni fotonə çevrilir. Fotonun dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda = 1,65 pm$

10.5. $E=3MeV$ enerjili foton ağır nüvə sahəsində elektron-pozitron cütünə çevrilir. Zərrəciklərin kinetik enerjilərinin eyni olduğunu qəbul edərək onların kinetik enerjilərini tapın.

Cavab: $T=0,99 MeV$

10.6. Vilson kamerasında $E=6MeV$ enerjili fotondan əmələ gələn elektron və pozitronun trayektoriyasının ayrılıq radiusu $R=3,5sm$ -ə bərabərdir. Vilson kamerasında maqnit sahəsinin induksiyası nə qədərdir?

Cavab: $B=0,28Tl$

10.7. π^0 -mezon sükunət halında iki eyni γ -kvanta parçalanır. Mezonun sükunət kütləsini $m=264,1m_e$ qəbul edərək əmələ gələn γ -kvantların enerjisini tapın.

Cavab: $E_\gamma = 67.7 \text{ MeV}$

10.8. Sükunət halında K^+ mezon iki pionə parçalanır. K^+ mezonun sükunət kütləsini $966,2m_e$ qəbul edib, yüklü və neytral pionların kütlə fərqlərini nəzərə almayaraq əmələ gələn pionların enerjisini tapın.

Cavab: $E=247,5 \text{ MeV}$

10.9. Sərbəst neytron elektron və antineytrino buraxaraq, protona çevrilir. Çevrilmə prosesində əmələ gələn bütün zərrəciklərin kinetik enerjilərinin cəmini tapın.

Cavab: $T=0,78 \text{ MeV}$

10.10. Kosmik şüalarda relyativistik müyonun enerjisini $E=3\text{QeV}$ qəbul edərək məxsusi yaşama müddətində ($t_0=2,2\text{mks}$) getdiyi məsafəni tapın. Müyonun sükunət enerjisi $E_0=100\text{MeV}$ -dir.

Cavab: $\ell = 19.8 \text{ km}$

10.11. Neytral pionun yaşama müddəti $t=8 \cdot 10^{-17}\text{san}$ -dir. Onun kütləsini hansı dəqiqliklə təyin etmək olar? Pionun sükunət kütləsi $m_\pi = 273.1 m_e$

Cavab: $\frac{\Delta m}{m} = 6 \cdot 10^{-8}$

10.12. Protonla qarşılıqlı təsirdə olan fotonun minimal enerjisi nə qədər olmalıdır ki, elektron-pozitron cütü yarada bilsin?

Cavab: $E_{\min}=1,02\text{MeV}$

10.13. Sükunətdəki proton sürətləndirilmiş elektron udaraq neytrona çevrilir. Əmələ gələn neytronun sükunətdə qaldığını qəbul edərək, bu reaksiyanın baş verməsi üçün elektronun minimal kinetik enerjisini hesablayın.

Cavab: $T=0,24 \text{ MeV}$

10.14. Elektron-pozitron cütünün yaranması aşağıdakı sxem üzrə gedir:

$$\gamma + \gamma \rightarrow e^- + e^+$$

əgər fotonun enerjisi $E=3,02MeV$ olarsa əmələ gələn zərrəciklərin sürəti nə qədər olar?

$$\text{Cavab: } v = 2.82 \cdot 10^8 \text{ m/san}$$

10.15. K^+ mezonun orta yaşama müddəti $t_0 = 12.3 \text{ nsan}$ -dir. Kinetik enerjisi sükunət enerjisindən 1,2 dəfə böyük olan K^+ mezonun getdiyi orta məsafəni tapın.

$$\text{Cavab: } \ell = 3,3 \text{ m}$$

10.16. π^0 mezon iki γ - kvanta parçalanır. γ -kvantların enerjiləri E_1 və E_2 mezonun sükunət kütləsi m_0 olarsa γ -kvantlarının istiqamətləri arasındakı bucağı tapın.

$$\text{Cavab: } \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{m_0 c^2}{2\sqrt{E_1 E_2}}$$

10.17. Göstərin ki, sərbəst elektronla toqquşan foton bütün enerjisini o verə bilməz.

10.18. Vakuumda ixtiyari böyük enerjili fotonun elektron-pozitron cütünə çevrilə bilmədiyini göstəri

Тест 10

1. Elektronun anti zərrəciyi hansıdır?

- A) neytrino B) pozitron C) antiproton
D) mezon E) antineytron

2. Sükunət kütləsi $m_0 \leq m_e$ olan zərrəciklər qrupu necə adlanır? (m_e elektronun sükunət kütləsidir)

- A) mezonlar B) fotonlar C) leptonlar
D) adronlar E) nuklonlar

3. Zərrəcik və anti zərrəcik üçün aşağıdakı mülahizələrdən hansılar doğrudur?

1 - yaşama müddəti eynidir

2 - eyni kütləyə malikdirlər

3 - elektrik yükünə malik zərrəciyin anti zərrəciyi olmur

4 - bir - biri ilə görüşərkən antihilyasiya edir

- A) 1,3,4 B) 1,2,3 C) 2,3,4 D) 1,2,4 E) 3,4

4. Neytron və antineytronun annihilyasiyası zamanı nə qədər enerji ayrılır (Neytronun sükunət enerjisi $E_0 = 939,5 \text{ MeV}$ - dir)

- A) 1879 Mev B) 939, 5 Mev C) 469,75 Mev
D) 313, 15 Mev E) 235 MeV

E) Annihilyasiya zamanı enerji ayrılmaz, əksinə udulur.

5. Kütləsi elektronun kütləsindən böyük və 1000 elektronun kütləsindən kiçik olan zərrəciklər hansı qrupa daxildirlər?

- A) nuklonlar B) leptonlar C) barionlar
D) fotonlar E) mezonlar

6. Hansı zərrəciklər Pauli prinsipinə tabe olurlar?

- A) Boze-Eynşteyn statistikasına tabe olan zərrəciklər
B) Tam spinə malik olan zərrəciklər
C) Spini olmayan zərrəciklər
D) Kəsirli spinə malik olan zərrəciklər
E) Fermi-Dirak statistikasına tabe olmayan zərrəciklər

7. Elektron maqnit sahəsinin induksiya $B=9,1 \text{ mTl}$ olan Vilson kamerasında $R=5 \text{ sm}$ radiuslu iz qoymuşdur. Elektronun sürətini tapın. ($m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kq}$, $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$)

- A) 80 Mm/san B) 160 Mm/san C) 100 Mm/san
D) 60 Mm/san E) 40 Mm/san

8. Qravitasiya qarşılıqlı təsiri haqqında söylənilən mülahizələrdən hansıları doğrudur

1 - sonsuz təsir radiusuna malikdir.

2 - İstənilən növ materiya arasında mövcud olan universal qarşılıqlı təsirdir

3 - qravitasiya qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları qravitonlardır

4 - təbiətdə mövcud qarşılıqlı təsirin ən güclüsüdür

- A) 1,2,3 B) 1,2,4 C) 1,3,4
D) 2,3,4 E) 1,2,3,4

9. Elektromaqnit qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) kvarklar B) qluonlar C) fononlar
D) mezonlar E) virtual fotonlar

10. Güclü qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) mezonlar B) qravitonlar C) fotonlar
D) qlüonlar E) kvarklar

11. Nüklonların dayanıqlığı hansı qarşılıqlı təsirlə təmin olunur?

- A) qravitasiya B) qülüon C) zəif
D) güclü E) elektromaqnit

12. Qravitasiya qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) qlüonlar B) fotonlar C) mezonlar
D) qravitonlar E) kvarklar

13. Qlüon qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) qlüonlar B) qravitonlar C) fotonlar
D) mezonlar E) kvarklar

14. Virtual fotonlar hansı qarşılıqlı təsirin daşıyıcılarıdır?

- A) qravitasiya B) elektromaqnit C) zəif
D) güclü E) qülüon

15. Kinetik enerjisi sükunət enerjisindən 7 dəfə böyük olan zərrəciyin orta yaşama müddəti $\tau = 17,6$ mksan olarsa məxsusi yaşama müddətini tapın

- A) 2,2 mksan B) 8,8 mksan C) 17,6 mksan
D) 35,2 mksan E) 4,4 mksan

16. Hansı zərrəciklər $m < m_e$ şərtini ödəyir (m -zərrəciyin, m_e - elektronun kütləsidir)?

- A) Mezonlar B) Leptonlar C) Barionlar
D) Fotonlar E) Bütün elementar zərrəciklər

17. Hansı zərrəciklər $m_e < m < 1000m_e$ şərtini ödəyir (m -zərrəciyin, m_e - elektronun kütləsidir)?

- A) Barionlar B) Leptonlar C) Mezonlar
D) Fotonlar E) Bütün elementar zərrəciklər

18. Hansı zərrəciklər $m > 1000m_e$ şərtini ödəyir (m -zərrəciyin, m_e - elektronların kütləsidir)?

- A) Barionlar B) Mezonlar C) Leptonlar

D) Fotonlar E) Bütün elementar zərrəciklər

19. W^\pm zərrəciklər hansı qarşılıqlı təsirin daşıyıcılarıdır?

A) güclü B) qravitasiya C) elektromaqnit
D) zəif E) qlüon

20. Hansılar fotonun xassəsi deyil?

1) foton sükunət kütləsinə malik deyil

2) foton müsbət yüklü zərrəcikdir

3) Foton kəsrlı spinə malikdir

A) yalnız 1 B) 2, 3 C) yalnız 2
D) yalnız 3 E) 1, 2, 3

21. Fotonun nüvə sahəsində elektron və pozitron cütünə parçalanması üçün minimum nə qədər enerji lazımdır (elektronun sükunət enerjisi 0,51 MeV-dir)

A) 1,02 MeV B) 0,51 MeV C) 2,04 MeV
D) 0,255 MeV E) 1,53 MeV

22. Pozitron hansı zərrəciyin antizərrəciyidir?

A) protonun B) elektronun C) neytronun
D) fotonun E) kvarın

23. Hansılar elektronun xassəsi deyil?

A) elektron Fermi-Dirak statistikasına tabedir
B) elektron davamlı zərrəcikdir
C) elektron təbiətdə ən kiçik elektrik yükünə malik sərbəst zərrəcikdir
D) elektron Pauli prinsipinə tabedir
E) elektron Boze-Eynşteyn statistikasına tabedir

24. Aşağıdakı zərrəciklərdən hansı Boze-Eynşteyn statistikasına tabedir?

A) proton B) elektron C) foton
D) neytron E) kvark

25. Aşağıdakı zərrəciklərdən hansı Fermi-Dirak statistikasına tabedir?

A) neytron B) foton C) qlüon
D) qraviton E) mezon

26. Hansı zərrəciklər kəsrlı elektrik yükünə malikdir?

- A) elektron B) neytron C) proton
D) kvarklar E) foton

27. Kvark modelinə görə hansı zərrəcik iki u və bir d – kvarkdan ibarətdir?

- A) pozitron B) neytron C) elektron
D) proton E) foton

28. Kvark modelinə görə hansı zərrəcik iki d- və bir u- kvarkdan ibarətdir?

- A) pozitron B) proton C) elektron
D) neytron E) foton

29. Hansı zərrəciyin anti-zərrəciyi yoxdur?

- A) mezonların B) elektronun C) protonun
D) neytronun E) fotonun

30. Neytronun spini nə qədərdir?

- A) $\frac{1}{2}\hbar$ B) $\frac{3}{2}\hbar$ C) \hbar D) $2\hbar$ E) 0

31. Protonun spini nə qədərdir?

- A) $\frac{1}{2}\hbar$ B) $\frac{3}{2}\hbar$ C) \hbar D) $2\hbar$ E) 0

32. Elektronun spini nə qədərdir?

- A) $\frac{1}{2}\hbar$ B) $\frac{3}{2}\hbar$ C) \hbar D) $2\hbar$ E) 0

33. Aşağıdakılardan hansı doğrudur?

- A) tam spinə malik olan zərrəciklər Pauli prinsipinə tabedir
B) kəsirli spinə malik olan zərrəciklər Pauli prinsipinə tabe deyil
C) kəsirli spinə malik olan zərrəciklər Boze-Eynşteyn statistikasına tabedir
D) tam spinə malik olan zərrəciklər Fermi-Dirak statistikasına tabedir
E) kəsirli spinə malik olan zərrəciklər Pauli prinsipinə tabedir

34. Aşağıdakılardan hansı doğru deyil?

- A) kvarklar Fermi-Dirak statistikasına tabedir
B) tam spinli zərrəciklər Boze-Eynşteyn statistikasına tabedir

- C) fotonlar Boze-Eynşteyn statistikasına tabedir
D) tam spinli zərrəciklər Fermi-Dirak statistikasına tabedir
E) elektron Fermi-Dirak statistikasına tabedir

35. Hansı elektronun xassəsi deyil?

- A) elektron Fermi-Dirak statistikasına tabedir
B) elektron kəsrlə spinə malikdir
C) elektron kəsrlə elektrik yükünə malik zərrəcikdir
D) elektron Pauli prinsipinə tabedir
E) elektron maqnit momentinə malikdir

36. Atom sisteminin diskret enerji səviyyələrinə malik olması faktı hansı təcrübə vasitəsilə təsdiq edilmişdir?

- A) Rezerford təcrübəsi
B) Miliken təcrübəsi
C) Ştern-Gerlax təcrübəsi
D) Frank-Hers təcrübəsi
E) Devisson-Cermer təcrübəsi

37. Adronlar hansı obyektin əlaqəli sistemidir?

- A) Neytronların
B) Kvarkların
C) Mezonların
D) Nüvə və elektronların
E) Proton və neytronların

38. Boze-Eynşteyn statistikasına hansı zərrəciklər tabe olur?

- A) neytronlar
B) fermionlar
C) elektronlar
D) tam spinli zərrəciklər
E) yarım tam spinli zərrəciklər

39. Fermi-Dirak statistikasına hansı zərrəciklər tabe olur?

- A) fononlar
B) fononlar
C) bozonlar
D) tam spinli zərrəciklər
E) yarım tam spinli zərrəciklər

40. Heyger sayğacı nə üçün istifadə olunur?

- A) zərrəciyin kütləsini təyin etmək üçün
B) zərrəciyin yükünü təyin etmək üçün
C) ionlaşmış şüalanmanı qeyd etmək üçün
D) zərrəciyin xüsusi yükünü təyin etmək üçün
E) zərrəciyin sürətini təyin etmək üçün

41. Vilson kamerası nə üçün istifadə olunur?

- A) ionlaşmış şüalanmanı qeyd etmək üçün
B) zərrəciyin yükünü təyin etmək üçün
C) zərrəciyin kütləsini təyin etmək üçün

- D) zərrəciyin xüsusi yükünü təyin etmək üçün
E) zərrəciyin sürətini təyin etmək üçün

42. Qabarcıqlı kamera nə üçün istifadə olunur?

- A) zərrəciyin sürətini təyin etmək üçün
B) zərrəciyin yükünü təyin etmək üçün
C) zərrəciyin kütləsini təyin etmək üçün
D) ionlaşmış şüalanmanı qeyd etmək üçün
E) zərrəciyin xüsusi yükünü təyin etmək üçün

43. Kütlə spektroqrafının iş prinsipi nəyə əsaslanmışdır?

- A) Maqnit sahəsinin cərəyanlı naqilə təsirinə
B) Yüklü zərrəciklər arasındakı qarşılıqlı təsire
C) Yüklü zərrəciyin maqnit sahəsində meylinə
D) Elektromaqnit induksiya hadisəsinə
E) Cərəyanların maqnit qarşılıqlı təsirinə

44. Zərrəcik anti-zərrəciklə hansı əlamətinə görə fərqlənir?

- A) kütləsinə B) spininə C) sürətinə
D) yükünə E) yaşama müddətinə

45. Zəif qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) kvarklar B) fotonlar C) qlüonlar
D) qravitonlar E) W^\pm və Z^0 mezonlar

46. Zəif qarşılıqlı təsirin digər qarşılıqlı təsirlərdən əsas fərqi nədir?

- A) Cazibə xarakterli olması
B) Elektromaqnit təbiətli olması
C) Dağıdıcı təsirə malik olması
D) Sonsuz təsir radiusuna malik olması
E)

47. Vahid sahə nəzəriyyəsində hansı qarşılıqlı təsirlər birləşdirilib?

- A) Qravitasiya və elektromaqnit B) Elektromaqnit və zəif
C) Qravitasiya və güclü D) Zəif və qlüon
E) Elektromaqnit və güclü

48. Mezonlar hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?

- A) Elektron pozitron cütündən B) Leptonlardan

- C) Kvark antikvark cütündən D) Nüklonlardan
E) Kvarklardan

49. Güclü qarşılıqlı təsirdə iştirak edən zərrəciklər hansı fundamental zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?

- A) Neytronlardan B) Leptonlardan C) Kvarklardan
D) Fotonlardan E) Elektronlardan

50. Hansı zərrəciklər kvarklardan təşkil olunmuşdur?

- A) Elektronlar B) Adronlar C) Mezomlar
D) Fotonlar E) Qravitonlar

§ 11. Nüvənin quruluşu və əsas xarakteristikaları

Nüvə simvolik olaraq ${}^A_Z X$ kimi işarə olunur. Burada X - kimyəvi elementin işarəsi, Z - yük ədədi; A - nüvədə nüklonların sayını göstərən kütlə ədədidir.

$$A = Z + N$$

N - neytronların sayı.

Nüvənin yükü müsbətdir.

$$q = Z|e|$$

Burada $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{kl}$ elementar yüküdür.

Nüvənin radiusu kütlə ədədi ilə müəyyən olunur:

$$R = R_0 A^{1/3}$$

Burada R_0 - mütənasiblik əmsalı olub, praktik olaraq bütün nüvələr üçün eyni qiymət alır.

$$R_0 = 1,3 \cdot 10^{-15} \text{m}$$

Mövzuya aid suallar.

1. Atomun nüvəsi hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?
2. Nüvənin öyrənilməsinə gətirib çıxaran eksperimental amillər hansıdır?
3. Nüvədə nuklonları əlaqələndirən hansı qarşılıqlı təsir qüvvələridir?

4. Rezerford təcrübəsinin mahiyyəti nədən ibarətdir?
5. Rezerford təcrübəsindən hansı nəticələr alınmışdır?
6. Nüvə simvolik olaraq necə işarə olunur?
7. Nüvənin tərkibini hansı kəmiyyətlər xarakterizə edir?
8. Yük ədədi nəyə deyilir?
9. Kütlə ədədi nəyi ifadə edir?
10. İzotop nəyə deyilir?
11. İzobar nəyə deyilir?
12. İzoton nəyə deyilir?
13. İzomer nəyə deyilir?
14. Nüvənin radiusunun kütlə ədədindən asılılığı necədir?
15. Nüvənin sıxlığı nədən asılıdır?
16. Nüvənin ölçüsü hansı tərtibdədir?
17. Nuklonlar arasındakı qarşılıqlı təsirin potensial əyrisinin mahiyyətini izah edin.
18. Nüvə qüvvələrinin əsas xassələrini deyin.
19. Nüvə qüvvələrini təsvir etmək üçün hansı yaxınlaşmadan istifadə olunur?
20. Yukavanın mülahizələrini izah edin.
21. Nuklonlar arasında qarşılıqlı təsir mülahizəsini misallarla izah edin.
22. Mübadilə hansı zərrəciklər vasitəsilə baş verir?
23. Nüvənin quruluşunu izah etmək üçün çətinlik törədən amillər hansıdır?
24. Nüvənin quruluşunu izah etmək üçün hansı modellərdən istifadə olunur?
25. Damcı modelinə görə nüvə maddəsi ilə maye damcısı arasında oxşar xüsusiyyətlər hansıdır?
26. Nüvə maddəsi ilə maye damcısının fərqi nədir?
27. Nüvənin davamlılıq kriteriyası hansı düsturla ifadə olunur?
28. Yüngül nüvələr üçün davamlılıq kriteriyası hansı qiymət alır?
29. Damcı modelinin çatışmayan cəhəti nədən ibarətdir?
30. Təbəqə modelinin mahiyyəti nədən ibarətdir?

31. Hansı nüvələr davamlı nüvələrdir?
32. Hansı nüvələrə sehirlı nüvələr deyilir?
33. Hansı xüsusiyyətlərinə görə sehirlı nüvələr davamlıdır?
34. Hansı nüvələrə ikiqat sehirlı nüvələr deyilir?
35. Nuklonlar hansı prinsipi ödəyir?
36. Nə üçün nuklonlar kəsirlı spinə malikdir?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. ${}_{5}^{10}\text{B}$ nüvəsində vahid həcmə düşən yükü (q_0) və nuklonların konsentrasiyasını (n) hesablayın.

Verilir:
 $Z=5$
 $A=10,$

$q_0 - ?$ $n - ?$

Həlli:
 Nüvənin vahid həcmə düşən yükünün

$$q_0 = \frac{q}{V} = \frac{Z|e|}{V} \quad (1)$$

nuklonların konsentrasiyasını isə

$$n = \frac{A}{V} \quad (2)$$

düsturu ilə hesablamaq olar.

Bunun üçün ilk növbədə nüvənin həcmi tapaq:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$R = R_0 A^{1/3}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R_0^3 A \quad (3)$$

(3) ifadəsini (1) və (2) düsturlarında yerinə yazsaq

$$q_0 = \frac{3Z|e|}{4\pi R_0^3 A}$$

$$n = \frac{3}{4\pi R_0^3}$$

alarıq. Bu düsturlara daxil olan kəmiyyətlərin ədədi qiymətlərini yerinə yazıb hesablama aparsaq

$$q_0 = 8,7 \cdot 10^{24} \text{ kl}/m^3; \quad n = 11 \cdot 10^{43} \text{ nuklon}/m^3 \text{ alarıq.}$$

Məsələ 2. Nisbi atom kütləsi $A_r=12$ olan karbon, nisbi atom kütlələri $A_{r1}=13,00335$ və $A_{r2}=10,00168$ olan iki izotopun qarşığından ibarətdir. Bu izotopların kütlə payını tapın.

Verilir	Həlli
$A_r=12$	Atomda izotopların kütlə payı ω_1 və ω_2
$A_{r1}=13,00335$	olarsa, atomun kütləsini
$A_{r2}=10,00168$	$A_r = \omega_1 A_{r1} + \omega_2 A_{r2} \quad (1)$
$\omega_1 - ?$	düsturu ilə hesablamaq olar.
$\omega_2 - ?$	

Digər tərəfdən $\omega_1 + \omega_2 = 1$ olduğundan

$$\omega_2 = 1 - \omega_1 \quad (2).$$

Bu əvəzləməni (1) –də nəzərə alsaq,

$$A_r = \omega_1 A_{r1} + (1 - \omega_1) A_{r2}$$

$$\omega_1 = \frac{A_r - A_{r2}}{A_{r1} - A_{r2}} \text{ alarıq.}$$

$$\omega_1 = \frac{12 - 10,00168}{13,00335 - 10,00168} = 0,6657 = 66,57\%$$

$$\omega_2 = 1 - 0,6657 = 0,3343 = 33,43\%$$

Cavab: $\omega_1 = 66,57\%$
 $\omega_2 = 33,43\%$

Məsələlər

11.1. Aşağıda verilmiş nüvələrin tərkibini – nuklonların, protonların və neytronların sayını müəyyən edin.

1) 3_1H ; 2) 8_4Be ; 3) ${}^{27}_{13}Al$; 4) ${}^{210}_{84}Po$

Cavab: 1) 3; 1; 2;
2) 8; 4; 4;
3) 27; 13; 14;
4) 210; 84; 126.

11.2. 7_3Li ; 9_5B ; ${}^{10}_6C$ nüvələrində protonla neytronların yerini dəyişdikdə alınan nüvələrin kütlə ədədini, sıra nömrəsini müəyyən edin və bu nüvələri simvolik olaraq yazın:

Cavab: 7_4Be ; 9_4Be ; ${}^{10}_4Be$

11.3. Hansı elementin atom nüvəsinin yükü $32 \cdot 10^{-19} Kl$ -dur?

Cavab: ${}_{20}Ca$

11.4. Elementin atom nüvəsinin yükü $20,8 \cdot 10^{-19} Kl$ - dur, radiusu isə $3,9 fm$ olarsa, onun hansı izotop olduğunu müəyyən edin.

Cavab: ${}^{27}_{13}Al$

11.5. Yükü $13,44 \cdot 10^{-18} Kl$ olan nüvədə 126 neytron var. Bu hansı nüvədir?

Cavab: ${}^{210}_{84}Po$

11.6. Kütləsi $8,0031$ a. k.v. olan 8_4Be nüvəsinin sıxlığını hesablayın.

Cavab: $\rho \approx 1,8 \cdot 10^{17} kq/m^3$

11.7. Deyterium (2_1H) və ${}^{235}_{92}U$ nüvələrinin sıxlıqlarını müqayisə edin və alınan nəticəni izah edin.

Cavab: $\rho_1 = \rho_2$

11.8. Neytral kalsium atomunun kütləsi 43,9555 a.k.v.- dir.
Kalsium nüvəsindəki neytronların sayını tapın.

Cavab: $N=24$

11.9. Kütləsi 15,0011 a.k.v. olan neytral atomda 8 neytron var. Bu hansı element atomudur? Neytronun, protonun və elektronun kütləsini cədvəldən götürməli.

Cavab: $Z=7; {}^{15}_7C$

11.10. Protonların sayı neytronların sayına bərabər və nüvəsi radiusu 2,6 fm olan neytral atomun kütləsini tapın.

Cavab: $m \approx 13,4 \cdot 10^{-27} kq$

11.11. Kütləsi 10,811 a. k.v. olan bor atomu kütlə payı 20 və 80% olan iki izotopdan ibarətdir. Bu izotopların kütləsini tapın.

Cavab: $m_2=10,03$ a.k.v. və $11,009$ a.k.v.

11.12. Xlor atomu nisbi atom kütlələri 34,969 və 36,966 olan iki izotopun qarışığından ibarətdir. Bu izotoplar uyğun olaraq atom kütləsinin 0,754 və 0,246 hissəsini təşkil edir. Xlorun nisbi atom kütləsini hesablayın.

Cavab: $A_r=35,439$ a.k.v.

11.13. Neytral ${}^{12}_6C$ atomunun elektron təbəqəsi onun kütləsinin ($m_e=19,92 \cdot 10^{-27} kq$) hansı hissəsini təşkil edir.

Cavab: $\frac{Zm_e}{m_c} = 2,74 \cdot 10^{-4}$

11.14. ${}^{122}_Z X^{+2e}$ ionunda elektronlar neytronlardan 1,5 dəfə azdır. X nüvəsində neytronların sayını tapın.

Cavab: 72

Test 11

1. Nüvənin proton və neytronlarından ibarət olması hipotezini aşağıda göstərilən alimlərdən hansılar irəli sürmüşlər?

1- Bekkerel

2 - Kuri

3 - Rezerford

4 - İvanenko

5 - Heyzenberq

A) 1 və 4

B) 1 və 2

C) 1 və 3

D) 2 və 3

E) 4 və 5

2. Atomun nüvə modeli hansı təcrübə əsasında yaranmışdır?

- A) Miliken təcrübəsi B) Frank-Hers təcrübəsi
C) Rezerford təcrübəsi D) Ştern-Gerlax təcrübəsi
E) Bote təcrübəsi

3. Atomun nüvə modeli kim tərəfindən verilmişdir?

- A) İvanenko B) Bekkevel C) Küri
D) Rezerford E) Heyzenberg

4. Hansı zərrəciklər nuklonlar adlanır?

- A) Nüvəni təşkil edən proton və neytronlar
B) Atomu təşkil edən proton, neytron və elektronlar
C) Atomlar D) Molekullar E) Elektronlar

5. Nüvə hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?

- A) Kvarkların B) Leptonların C) Atomların
D) Elektronların E) Proton və neytronların

6. $^{238}_{92}U$ nüvəsində neçə nuklon var?

- A) 92 B) 238 C) 146 D) 330 E) 165

7. $^{27}_{13}Al$ nüvəsində neçə neytron var?

- A) 14 B) 27 C) 40 D) 13 E) 20

8. $^{40}_{20}Ca$ nüvəsinin yükü nə qədərdir?

- A) $3,2 \cdot 10^{-18} K\ell$ B) $6,4 \cdot 10^{-18} K\ell$ C) $4 \cdot 10^{-18} K\ell$
D) $2 \cdot 10^{-18} K\ell$ E) $-3,2 \cdot 10^{-18} K\ell$

9. $^{20}_{10}He$ nüvəsinin yükü nə qədərdir?

- A) $-1,6 \cdot 10^{-18} K\ell$ B) $16 \cdot 10^{-18} K\ell$ C) $1,6 \cdot 10^{-18} K\ell$
D) $3,2 \cdot 10^{-18} K\ell$ E) $-3,2 \cdot 10^{-18} K\ell$

10. $^{204}_{81}Tl$ nüvəsindəki protonların sayı neytronların sayından nə qədər azdır?

- A) 123 B) 81 C) 102 D) 42 E) 64

11. $^{200}_{80}Hg$ nüvəsindəki neytronların sayı protonların sayından neçə faiz çoxdur?

- A) 25% B) 60% C) 50% D)125% E)75%

12. Hansı nüvələr izotoplar adlanır?

- A) Kütlə ədədləri eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
B) Yük ədədləri eyni, kütlə ədədləri fərqli olan nüvələr
C) Neytronlarının sayı eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
D) Yük və kütlə ədədləri eyni, yarımparçalanma periodları fərqli olan nüvələr
E) Elektronlarının sayı protonlarının sayına bərabər olan nüvələr

13. Hansı nüvələr izobarlar adlanır?

- A) Neytronlarının sayı eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
B) Yük ədədləri eyni, kütlə ədədləri fərqli olan nüvələr
C) Kütlə ədədləri eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
D) Yük və kütlə ədədləri eyni, yarımparçalanma periodları fərqli olan nüvələr
E) Elektronlarının sayı protonlarının sayına bərabər olan nüvələr

14. Hansı nüvələr izotonlar adlanır?

- A) Neytronlarının sayı eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
B) Kütlə ədədləri eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
C) Yük ədədləri eyni, kütlə ədədləri fərqli olan nüvələr
D) Yük və kütlə ədədləri eyni, yarımparçalanma periodları fərqli olan nüvələr
E) Elektronlarının sayı protonlarının sayına bərabər olan nüvələr

15. Hansı nüvələr izomerlər adlanır?

- A) Elektronlarının sayı protonlarının sayına bərabər olan nüvələr
B) Kütlə ədədləri eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
C) Neytronlarının sayı eyni, yük ədədləri fərqli olan nüvələr
D) Yük ədədləri eyni, kütlə ədədləri fərqli olan nüvələr
E) Yük və kütlə ədədləri eyni, yarımparçalanma periodları fərqli olan nüvələr

16. Nüvələrdən hansı $^{16}_8O$ nüvəsinin izotopudur?

A) ${}^{16}_7N$ B) ${}^{17}_9F$ C) ${}^{18}_9F$ D) ${}^{17}_8O$ E) ${}^{15}_7N$

17. Nüvələrdən hansı ${}^{96}_{42}Mo$ nüvəsinin izobarıdır?

A) ${}^{97}_{42}Mo$ B) ${}^{93}_{41}Nb$ C) ${}^{96}_{40}Zr$ D) ${}^{94}_{40}Zr$ E) ${}^{95}_{41}Nb$

18. Nüvələrdən hansı 7_4Be nüvəsinin izotonudur?

A) 7_3Li B) 7_3Li C) 8_4Be D) 9_4Be E) 9_5B

19. ${}^{16}_8O$ və ${}^{17}_8O$ izotopların hansı əlamətləri fərqlidir ?

A) Nüvələrin yükü B) Protonların sayı
C) Atom sıra nömrəsi D) Elektronların sayı
E) Neytronların sayı

20. Hər hansı Bor atomu ${}^{10}_5B$ və ${}^{11}_5B$ izotoplarından ibarətdir. Borun atom kütlə ədədi 10,82 olarsa ${}^{11}_5B$ izotopu neçə faiz təşkil edir ?

A) 18% B) 82% C) 19% D) 25% E) 50%

21. Hər hansı Xlor atomu ${}^{35}_{17}Cl$ və ${}^{37}_{17}Cl$ izotoplarından ibarətdir. Xlorun atom kütlə ədədi 35,5 olarsa ${}^{35}_{17}Cl$ izotopu neçə faiz təşkil edir ?

A) 75% B) 25% C) 50% D) 30% E) 5%

22. Hər hansı Bor atomu ${}^{10}_5B$ və ${}^{11}_5B$ izotoplarından ibarətdir. Borun atom kütlə ədədi 10, 82 olarsa ${}^{10}_5B$ izotopu neçə faiz təşkil edir?

A) 25% B) 82% C) 19% D) 18% E) 50%

23. Hər hansı Xlor atomu ${}^{37}_{17}Cl$ və ${}^{37}_{17}Cl$ izotoplarından ibarətdir. Xlorun atom kütlə ədədi 35, 5 olarsa ${}^{37}_{17}Cl$ izotopu neçə faiz təşkil edir ?

A) 75% B) 25% C) 50% D) 30% E) 5%

24. Hər hansı Bor atomu ${}^{10}_5B$ və ${}^{11}_5B$ izotoplarından ibarətdir. Təbiətdə bor atomlarının 82%-ni ${}^{10}_5B$ təşkil etdiyini bilərək borun kütlə ədədini tapın.

A) 10,18 B)10,82 C) 10,19 D)10,25 E)10,5

25. Hər hansı Xlor atomu $^{37}_{17}\text{Cl}$ və $^{37}_{17}\text{Cl}$ izotoplarından ibarətdir. Təbiətdə xlor atomlarının 75%-ni $^{37}_{17}\text{Cl}$ izotopu təşkil etdiyini bilərək xlorun kütlə ədədini tapın.

A) 36,5 B) 72 C) 17 D) 36 E) 35,5

26. İzobarlər izotoplardan nə ilə fərqlənir?

A) İzotoplarda protonların sayı, izobarlarda isə neytronların sayı eyni olur

B) İzotoplarda neytronların sayı, izobarlarda isə protonların sayı eyni olur

C) Atom sıra nömrəsi ilə

D) Yük və kütlə ədədləri eyni, yarımparçalanma periodları fərqli olur

E) İzobarlarda elektronlarının sayı neytronların sayına bərabər, izotoplarda fərqli olur

27. Nüvənin radiusunun kütlə ədədindən asılılığı hansı düsturla ifadə olunur?

A) $R = R_0 A^3$ B) $R = R_0 A^{4/5}$ C) $R = R_0 A$

D) $R = R_0 A^2$ E) $R = R_0 A^{1/3}$

28. Nüvənin radiusunun onun kütlə ədədindən $R = R_0 A^{1/3}$ asılılığından hansı nəticə alınır?

A) Nüvə maddəsinin sıxlığı onun nuklonlarının sayından asılı deyil

B) Nüvədə nuklonların sayı artdıqca nüvə maddəsinin sıxlığı artır

C) Nüvədə nuklonlar arasındakı qarşılıqlı təsir yükədən asılı deyildir

D) Nüvə qüvvələri yaxına təsir qüvvələridir

E) Radiusu böyük olan nüvələr radioaktiv nüvələrdir

29. $^{64}_{29}\text{Cu}$ nüvəsinin radiusunu hesablayın ($R_0=1,2$ fermi götürməli).

A) 3,8 fermi

B) 5,2 fermi

C) 4,8 fermi

D) 5,4 fermi E) 2,7 fermi

30. $^{10}_5B$ nüvəsinin radiusu $^{80}_{35}Br$ nüvəsinin radiusundan neçə dəfə kiçikdir?

A) 8 dəfə B) 2 dəfə C) 7 dəfə D) 30 dəfə E) 70 dəfə

31. $^{12}_6C$ nüvəsinin sıxlığı (ρ_C) ilə $^{16}_8O$ nüvəsinin sıxlığı (ρ_0) arasında hansı münasibət doğrudur?

A) $\rho_C < \rho_0$ B) $\rho_C > \rho_0$ C) $\rho_C = \rho_0$

D) $\rho_C = \frac{1}{2} \rho_0$ E) $\rho_C = 2\rho_0$

32. $^{64}_{29}Cu$ nüvəsinin radiusu $^{16}_8O$ nüvəsinin radiusundan neçə dəfə böyükdür?

A) $\sqrt[3]{4}$ dəfə B) 4 dəfə C) 8 dəfə D) $\sqrt{2}$ dəfə E) 2 dəfə

33. $^{32}_{16}S$ nüvənin həcmi 4_2He nüvəsinin həcmindən neçə dəfə böyükdür?

A) 2 dəfə B) 28 dəfə C) 6 dəfə D) 4dəfə E) 8 dəfə

34. $^{200}_{80}Hg$ nüvəsi ilə $^{20}_{10}Ne$ nüvəsinin sıxlıqlarını müqayisə edin?

A) $\rho_1 = 10\rho_2$ B) $\rho_1 = 8\rho_2$ C) $\rho_1 = 12\rho_2$

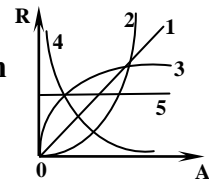
D) $\rho_1 = \rho_2$ E) $\rho_1 = 4\rho_2$

35. Radisu $^{27}_{13}Al$ nüvəsinin radiusundan 1,5 dəfə kiçik olan nüvənin kütlə ədədini tapın.

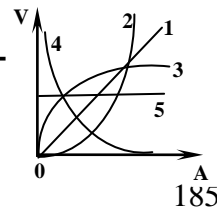
A) 8 B) 14 C) 6 D) 4 E) 3

36. Nüvənin radiusunun kütlə ədədindən asılılıq qrafiki hansıdır?

A) 1 B) 3 C) 2 D) 4 E) 5



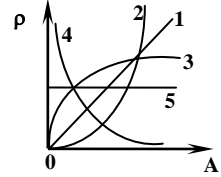
37. Nüvənin həcminin kütlə ədədindən asılılıq qrafiki hansıdır?



- A) 2 B) 3 C) 1 D) 4 E) 5

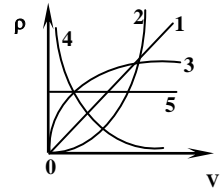
38. Nüvənin sıxlığının kütlə ədəbindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 3 B) 5 C) 2 D) 4 E) 1



39. Nüvənin sıxlığının həcmindən asılılıq qrafiki hansıdır?

- A) 5 B) 3 C) 2 D) 4 E) 1



40. Nüvənin kütləsi hansı cihazla ölçülür?

- A) Piknometr B) Fotoelement C) Analtik tərəzi
D) Heyger sayğacı E) Kütlə spektroqrafi

41. $^{120}_{50}\text{Sn}$ nüvəsində protonların sayı neytronların sayının hansı hissəsini təşkil edir?

- A) $\frac{5}{12}$ B) $\frac{5}{7}$ C) $\frac{2}{5}$ D) $\frac{7}{12}$ E) $\frac{7}{17}$

42. Atomun kütləsinin onun nüvəsinin kütləsinə olan nisbəti təqribən nəyə bərabərdir?

- A) 1000 B) 100 C) 1 D) $\frac{1}{100}$ E) $\frac{1}{1000}$

43. Protonun maqnit momentinin elektronun maqnit momentinə olan nisbəti təqribən nəyə bərabərdir?

- A) $\frac{1}{1836}$ B) $\frac{1}{1000}$ C) 1 D) 1000 E) 1836

44. Elektronun maqnit momentinin protonun maqnit momentinə olan nisbəti təqribən nəyə bərabərdir?

- A) 1836 B) $\frac{1}{1000}$ C) 1 D) 1000 E) $\frac{1}{1836}$

E) Həyəcanlanmış nüvənin enerjisini və bir çox xassələrini izah edə bilmir

50. Atom nüvəsi elektron qəbul edərsə aşağıdakılardan hansı doğrudur?

- A) Yük ədədi artar
B) Kütlə ədədi artar
C) Atomun sıra nömrəsi artar
D) Kütlə ədədi dəyişməz
E) Həmin atomun izatopu alınar

§ 12. Radioaktiv parçalanma qanunu.

Radioaktiv parçalanma qanunu

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Burada N , t -zaman anındakı parçalanmamış nüvələrin sayı, e -natural loqarifmin əsası, λ - radioaktiv parçalanma sabitidir.

Radioaktiv parçalanma sabiti ilə yarımparçalanma periodunun ($T_{1/2}$) əlaqəsi:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Radioaktiv nüvənin orta yaşama müddəti: $\tau = \frac{1}{\lambda}$

t - zaman müddətində parçalanan nüvələrin sayı

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

$\Delta t \ll T_{1/2}$ olduqda

$$\Delta N \approx \lambda N_0 \Delta t$$

Vahid zamanda baş verən parçalanmaların sayı radioaktiv nüvənin aktivliyi adlanır.

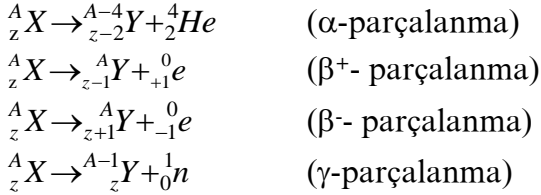
$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \text{və ya}$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

Kütlə aktivliyi

$$a = \frac{A}{m}$$

Uyğun olaraq α^- , β^- və γ - çevirmələr aşağıdakı sxem üzrə baş verir:



Mövzuya aid suallar

1. Radioaktivlik nədir?
2. Radioaktivliyin hansı növləri vardır?
3. Təbii radioaktivlik nəyə deyilir?
4. Süni radioaktivlik nəyə deyilir?
5. Radioaktiv şüalanmanın tərkibi hansı zərrəciklərdən ibarətdir?
6. Hansı zərrəciklər α -zərrəciklərdir?
7. β -şüalanmanın tərkibi hansı zərrəciklərdir?
8. Hansı şüalanma γ -şüalarıdır?
9. α -parçalanma üçün yerdəyişmə qanununu ifadə edin.
10. β^- -parçalanma üçün yerdəyişmə qanununu ifadə edin.
11. β^+ -parçalanma üçün yerdəyişmə qanununu ifadə edin.
12. γ - şüalanma üçün yerdəyişmə qanununu ifadə edin.
13. Radioaktiv parçalanma qanununun ifadəsi necədir?
14. Radioaktiv parçalanma sabitinin fiziki mənası nədən ibarətdir?
15. Yarımparçalanma periodu nəyi ifadə edir?
16. Radioaktiv nüvələrin sayının dəyişməsi hansı qanunla baş verir?
17. Yarımparçalanma periodu radioaktiv parçalanma sabiti arasında əlaqə necədir?

18. Yaşama müddəti ilə radioaktiv parçalanma sabiti arasında əlaqə necədir?
19. Yaşama müddəti yarımparçalanma periodu arasında əlaqə necədir?
20. Radioaktiv nüvənin aktivliyi nəyə deyilir?
21. Radioaktiv nüvənin aktivliyi hansı qanunla dəyişir?
22. Aktivliyin natural loqarifmasının zamandan asılılıq qrafikində düz xəttin meyli bucağına görə hansı kəmiyyəti təyin etmək olar?
23. Aktivliyin əsas vahidi nədir?
24. Aktivliyin sistemdən kənar vahidlərinin əsas vahidlə əlaqəsi necədir?

Məsələ həllinə nümunə

Məsələ 1. Kütləsi $m=0,2$ kq olan ^{27}Mg izotopunun başlanğıc aktivliyini (A_0) və $t=1$ saatdan sonrakı aktivliyini (A) tapın.

Verilir	Həlli.
$m=0,2$ kq	İzotopun başlanğıc aktivliyini
$t=1$ saat	
$A_0=?$	$A_0 = \lambda N_0$ (1)
$A=?$	düsturu ilə hesablayaq. Burada λ -radioaktiv parçalanma sabiti; N_0 - başlanğıc anda ($t=0$) izotop atomlarının sayıdır.

Nəzərə alsaq ki,

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \quad N_0 = \frac{m}{M} N_A$$

Onda (1) düsturu aşağıdakı şəkildə alar:

$$A_0 = \frac{mN_A}{MT_{1/2}} \ln 2 \quad (2)$$

$m=0,2\text{mkq}=2\cdot 10^{-7}\text{kq}$, $M=27\cdot 10^{-3}\text{kq/mol}$, $N=6,02\cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$
 $T_{1/2}=10\text{d}\text{əq}=600\text{san}$, $\ln 2=0,693$ qiymətlərini (2) düsturunda yerinə yazıb, hesablama aparsaq:

$$A_0=5,15\cdot 10^{12}\text{Bk}=5,15\text{TBk},$$

alarıq.

Aktivlik zamandan asılı olaraq

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad (3)$$

qanunu ilə azalır.

(3) düsturunda λ parçalanma sabitinin ifadəsini nəzərə alsaq:

$$A = A_0 e^{-\ln 2 \cdot t / T_{1/2}} = A_0 \left(e^{\ln 2} \right)^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \text{ alarıq.}$$

$e^{\ln 2} = 2$ olduğunda aktivlik üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$A = \frac{A_0}{2^{t/T_{1/2}}}$$

Sonuncu ifadəyə daxil olan kəmiyyətlərin ədədi qiymətlərini yerinə yazıb hesablama aparsaq:

$$A=8,05\cdot 10^{10}\text{Bk}=80,5\text{QBk}$$

alarıq.

Məsələ 2. Qısaömürlü radioaktiv izotopların yarımparçalanma periodunu təyin etdikdə impuls sayğacından istifadə olunur. Sayğac $\Delta t=1$ dəq müddətində müşahidənin başlanğıcında ($t=0$), $\Delta n_1=250$ impuls, $t=1$ saat keçdikdən sonra isə $\Delta n_2=92$ impuls qeydə alarsa, izotopun radioaktiv parçalanma sabitini və yarımparçalanma periodunu tapın.

Həlli.

Δt müddətində sayğacın qeydə aldığı impulsların sayı Δn , parçalanan atomların sayı ΔN -lə mütənasibdir. Başqa sözlə, birinci ölçmədə

$$\Delta n_1 = k\Delta N_1 = kN_1(1 - e^{-\lambda\Delta t_1}) \quad (1)$$

burada N_1 - başlanğıc anda radioaktiv atomların sayı; k -mütənasiblik əmsəlidir (verilmiş sayğac üçün sabitdir).

İkinci ölçmədə

$$\Delta n_2 = k\Delta N_2 = kN_2(1 - e^{-\lambda\Delta t_2}) \quad (2)$$

burada N_2 -ikinci dəfə ölçməyə başlayanda radioaktiv atomların sayıdır:

$$N_2 = N_1 e^{-\lambda t}$$

Məsələnin şərtinə görə Δt müddəti hər iki halda eynidir. Bu şərtləri nəzərə alaraq (1) ifadəsini (2) ifadəsinə bölsək:

$$\frac{\Delta n_1}{\Delta n_2} = e^{\lambda t} \quad (3)$$

münasibətini alarıq. t -birinci ölçmədən ikinci ölçməyə qədər keçən vaxtdır. λ -nı hesablamaq üçün (3) ifadəsini loqarifmalayaq:

$$\ln \frac{\Delta n_1}{\Delta n_2} = \lambda t \text{ burdan}$$

$$\lambda = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{\Delta n_1}{\Delta n_2}$$

Verilənlərin ədədi qiymətini nəzərə alıb hesablama aparaq:

$$\lambda = \frac{1}{t} \ln \frac{250}{92} \frac{1}{\text{saat}} = 1 \frac{1}{\text{saat}}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{1} \text{ saat} = 0,693 \text{ saat} = 41,5 \text{ dəq}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

12.1 Radiumun yarımparçalanma periodu $1,62 \cdot 10^3$ ildir. λ - radioaktiv parçalanma sabitini tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda = 1,35 \cdot 10^{-11} \text{ san}^{-1}$$

12.2. Ribidium ${}_{37}^{89}\text{Rb}$ izotopunun radioaktiv parçalanma sabiti $7,7 \cdot 10^{-4} \text{ san}^{-1}$ -dir. Onun yarımparçalanma periodunu tapın.

$$\text{Cavab: } T_{1/2} = 15 \text{ dəq.}$$

12.3. ${}_{77}^{192}\text{Ir}$ izotopunda 15 sutka ərzində verilmiş atomların hansı hissəsi parçalanır?

$$\text{Cavab: } k = 15\%$$

12.4. ${}_{84}^{210}\text{Po}$ radioaktiv izotopunun 75% hansı zaman müddətində parçalanar? Yarımparçalanma müddəti 138 sutkadır.

$$\text{Cavab: } t = 276 \text{ sutka}$$

12.5. ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ radioaktiv maddəsində 10^{10} radioaktiv atom var. Sutka ərzində neçə atom parçalanar? ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ izotopunun yarımparçalanma periodu 3,8 sutkadır.

$$\text{Cavab: } \Delta N = 18 \cdot 10^8$$

12.6. Yarımparçalanma periodu 28 il olan radioaktiv elementin başlanğıc kütləsi 2 kq olarsa, bu elementin 1750 q - nın parçalanması üçün nə qədər vaxt lazımdır?

$$\text{Cavab: } t = 84 \text{ il.}$$

12.7. 1 saat ərzində radioaktiv izotopun başlanğıc kütləsi 3 dəfə azalır. Bəs, 2 saat ərzində radioaktiv nümunənin kütləsi neçə dəfə azalar?

Cavab: 9 dəfə.

12.8. Kütləsi 2 q olan radiumun aktivliyini tapın. Radiumun yarımparçalanma periodu 1620 il, molyar kütləsi isə 226 q/mol - dur.

Cavab: $A=7,2 \cdot 10^{10}$ Bk

12.9. Başlanğıc aktivliyi $5,15 \cdot 10^{12}$ Bk olan radioaktiv nüvənin yaşama müddəti. $\tau = 14,5$ dəq - dir. 1 saatdan sonra həmin nüvənin aktivliyini tapın.

Cavab: $A=82,4$ QBk

12.10. ${}^{225}_{89}\text{Ac}$ izotopunun aktivliyi $t=30$ sutka ərzində neçə faiz azalar? Yarımparçalanma periodu 10 sutkadır.

Cavab: 87,5%

12.11 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ nüvəsinin xüsusi aktivliyini tapın. Rn-un yarımparçalanma periodu 3,8 sutka, molyar kütləsi 0,222 kq/mol.

Cavab: $a=5,7 \cdot 10^{18}$ Bk/kq

12.12. ${}^{235}_{92}\text{U}$ nüvəsinin xüsusi aktivliyinin ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ nüvəsinin xüsusi aktivliyinə olan nisbətini tapın. Bu nüvələrin yarımparçalanma periodu və molyar kütlələri uyğun olaraq $T_1=7,1 \cdot 10^8$ il, $T_2=3,8$ sutka, $M_1=0,235$ kq/mol və $M_2=0,222$ kq/mol-dur.

Cavab: $\frac{A_u}{A_{R_n}} = 7 \cdot 10^{10}$

12.13. $m_1=11\text{mq}$ ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ radioaktiv izotopuna $m_2=5\text{mq}$ radioaktiv olmayan ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ izotopu əlavə olunur. Radioaktiv mənbəyin aktivliyi $t=10\text{sutka}$ müddətində neçə dəfə azalar? ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ izotopunun radioaktiv parçalanma sabit $\lambda=0,14 \text{ sut}^{-1}$ -dir.

Cavab: 2 dəfə.

12.14. Başlanğıc aktivliyi $A_0=14,8QBk$ olan radioaktiv elementin aktivliyi hansı müddətdən sonra $A=2,22QBk$ olar. Yarımparçalanma periodu 3,82 sutkadır.

Cavab: $t=10,4$ sutka.

12.15. ${}^{232}_{90}Th$ izotopu 5α - parçalanma və 3β - parçalanmadan sonra hansı izotopa çevrilər?

Cavab: ${}^{212}_{83}Bi$

12.16. ${}^{232}_{90}Th$ izotopu radioaktiv çevrilmə nəticəsində ${}^{216}_{84}Po$ izotopuna çevrilmişdir. Bu atom neçə α - və β - çevrilməyə məruz qalmışdır?

Cavab: $4\alpha, 2\beta$

12.17. ${}^{235}_{92}U$ izotopu 2α - və 3γ - parçalanmadan sonra hansı elementin izotopuna çevrilər?

Cavab: ${}^{214}_{88}Ra$

12.18. 8_4Be izotopu radioaktiv parçalanma nəticəsində 8_3Li izotopuna çevrilmişdir. Nüvədən hansı zərrəcik buraxılmışdır?

Cavab: pozitron.

12.19. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı K dəfə azalır, t_2 müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

Cavab: K^{t_2/t_1}

12.20. t müddətində radioaktiv nüvələrin k hissəsinin parçalanmamış qaldığını bilərək izotopun yarım parçalanma periodunu tapın.

Cavab: $T_{1/2} = -t \frac{\lg 2}{\lg k}$

Test 12

1. α -şüalanma nədən ibarətdir?

A) Helium nüvələrinin selindən

B) Elektronlar selindən

- C) Protonlar selindən D) Neytronlar selindən
E) Atom nüvəsinin şüalandırdığı elektromaqnit dalğalarından

2. β -şüalanma nədən ibarətdir?

- A) Protonlar selindən B) Helium nüvələrinin selindən
C) Elektronlar selindən D) Neytronlar selindən
E) Atom nüvəsinin şüalandırdığı elektromaqnit dalğalarından

3. γ -şüalanma nədən ibarətdir?

- A) Atom nüvəsinin şüalandırdığı elektromaqnit dalğalarından
B) Elektronlar selindən C) Helium nüvələrinin selindən
D) Protonlar selindən
E) Atom elektronlarının şüalandırdığı elektromaqnit dalğalarından

4. Elementlərinin sıra nömrəsi Z olan nüvənin α parçalanması zamanı alınan nüvənin sıra nömrəsi hansı olur?

- A) $Z+2$ B) $Z+1$ C) Z D) $Z-1$ E) $Z-2$

5. Elementlərinin sıra nömrəsi Z olan nüvənin β^+ parçalanması zamanı alınan nüvənin sıra nömrəsi hansı olur?

- A) $Z-1$ B) $Z+1$ C) Z D) $Z-2$ E) $Z+2$

6. Elementlərinin sıra nömrəsi Z olan nüvənin β^- parçalanması zamanı alınan nüvənin sıra nömrəsi hansı olur?

- A) $Z-2$ B) $Z+1$ C) Z D) $Z-1$ E) $Z+2$

7. Elementlərinin sıra nömrəsi Z olan nüvənin γ parçalanması zamanı alınan nüvənin sıra nömrəsi hansı olur?

- A) $Z+1$ B) Z C) $Z-2$ D) $Z-1$ E) $Z+2$

8. α -, β - və γ - şüalarından hansı boşluqda işıq sürəti ilə yayıla bilər?

- A) β - şüaları B) α -şüaları C) γ - şüaları
D) α - və β -şüaları E) Heç biri

9. α -, β - və γ - şüalarından hansı boşluqda işıq sürəti ilə yayıla bilməz?

- A) α - və β - şüaları B) Yalnız α -şüaları
C) Yalnız β - şüaları D) Yalnız γ -şüaları
E) Heç biri

A) β – şüaları
 γ – şüaları

B) α – şüaları

C)

D) γ – və β – şüaları

E) Heç biri meyl etmir

17. α –, β – və γ – şüalarından hansı maqnit sahəsində daha az meyl edir?

A) α – şüaları

B) α – və β – şüaları

C) γ – şüaları

D) β – şüaları

E) Heç biri meyl etmir

18. ${}^{235}_{92}\text{U}$ nüvəsinin α çevrilməsi alınan nüvənin nuklonlarının sayı, ondakı neytronların sayından nə qədər çoxdur?

A) 91

B) 90

C) 92

D) 141

E) 140

19. Radioaktiv azot ${}^{14}_7\text{N}$ izotopunun nüvəsi neytronla bombardman edildikdə karbon ${}^{14}_6\text{C}$ izotopu və digər bir zərrəcik alınır. Reaksiya prosesində alınan zərrəciyi müəyyən edin. ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^N_Z\text{X}$

A) ${}^4_2\text{He}$

B) ${}^1_1\text{H}$

C) ${}^0_{-1}\text{e}$

D) ${}^1_0\text{n}$

E) ${}^2_1\text{H}$

20. X nüvəsi β^- çevrilmə nəticəsində Y nüvəsinə çevrilmişdir. Y nüvəsinin protonlarının sayı 94 neytronlarının sayı 145 olarsa, X nüvəsini tapın.

A) ${}^{239}_{93}\text{X}$

B) ${}^{239}_{92}\text{X}$

C) ${}^{239}_{91}\text{X}$

D) ${}^{235}_{90}\text{X}$

E) ${}^{238}_{91}\text{X}$

21. ${}^{232}_{90}\text{Th}$ izotopu ardıcıl olaraq 5 α - parçalanma və 3 β parçalanmadan sonra hansı izotopa çevrilər ?

A) ${}^{212}_{83}\text{Bi}$

B) ${}^{212}_{80}\text{Hg}$

C) ${}^{232}_{93}\text{Np}$

D) ${}^{216}_{84}\text{Po}$

E) ${}^{214}_{88}\text{Ra}$

22. Radioaktiv nüvənin orta yaşama müddəti nəyi ifadə edir?

A) vahid zamanda baş verən parçalanmaların sayını

B) radioaktiv nüvələrin hamısının parçalanma müddətini

C) radioaktiv nüvələrin yarısının parçalanma müddətini

D) radioaktiv nüvələrin sayının $\ln 2$ dəfə azalma müddətini

E) radioaktiv nüvələrinin sayının $e=2,72$ dəfə azalma müddətini

23. $^{97}_{36}Kr$ nüvəsi neçə elektron buraxmalıdır ki, $^{97}_{42}Mo$ nüvəsinə çevrilsin?

- A) 3 B) 4 C) 6 D) 2 E) 1

24. $^{212}_{83}Bi$ nüvəsi hansı parçalanmaya məruz qalmalıdır ki, $^{212}_{84}Po$ nüvəsinə çevrilsin?

- A) β^- parçalanmasına B) β^+ parçalanma
C) γ parçalanma D) α parçalanma

E) ardıcıl α və β^+ parçalanmalarına

25. Hansı müddətdən sonar radioaktiv peraparatda parçalanmış nüvələrin sayı parçalanmayan nüvələrin sayından 7 dəfə çox olar (T -yarımparçalanma periodudur)?

- A) $1,5T$ B) $2T$ C) T D) $3T$ E) $4T$

26. Yarımparçalanma periodu 240 dəqiqə olan radioaktiv nüvələrin sayı 1 sutka ərzində neçə dəfə azalar?

- A) 32 B) 64 C) 16 D) 4 E) 8

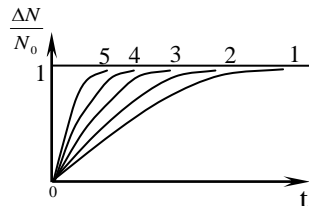
27. Radioaktiv elementin yarımparçalanma period 10 ildir. Neçə ildən sonar parçalanmamış nüvələrin sayı 16 dəfə azalar?

- A) 16 B) 20 C) 40 D) 120 E) 160

28. Radioaktiv elementin yarımparçalanma period 115 sutkadır. 230 sutkadan sonar onun nüvələrinin hansı hissəsi çevrilməmiş qalar?

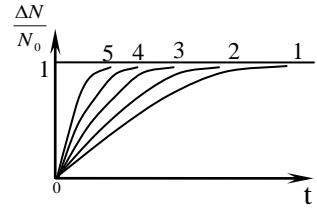
- A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{16}$ E) $\frac{1}{3}$

29. Qrafikdə parçalanmış nüvələrin ΔN sayının başlanğıc nüvələrin N_0 sayına olan nisbətinin zamandan asılılıqları göstərilmişdir. Hansı halda yarımparçalanma periodu ən böyükdür?



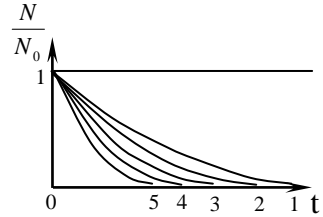
- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

30. Qrafikdə parçalanmış nüvələrin ΔN sayının başlanğıc nüvələrin N_0 sayına olan nisbətindən zamandan asılılıqları göstərilmişdir. Hansı halda yarımparçalanma periodu ən kiçikdir?



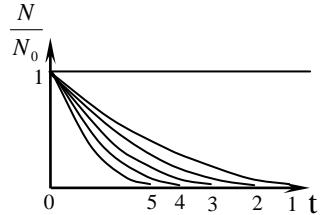
- A) 1 B) 2 C) 3
D) 4 E) 5

31. Qrafikdə parçalanmamış nüvələrin N sayının başlanğıc nüvələrin N_0 sayına olan nisbətindən zamandan asılılıqları göstərilmişdir. Hansı halda yarımparçalanma periodu ən böyükdür?



- A) 4 B) 2 C) 3
D) 1 E) 5

32. Qrafikdə parçalanmamış nüvələrin N sayının başlanğıc nüvələrin N_0 sayına olan nisbətindən zamandan asılılıqları göstərilmişdir. Hansı halda yarımparçalanma periodu ən kiçikdir?



- A) 5 B) 2 C) 3 D) 4 E) 1

33. Beynəlxalq vahidlər sistemində aktivlik vahidi olaraq nə qəbul olunmuşdur?

- A) Bekkevel B) Küri C) Rezerford
D) Qrey E) Fermi

34. Radioaktiv parçalanma sabitini λ yarımparçalanma periodu T ilə ifadə ifadə edin.

- A) $\lambda = \frac{T}{\ln 2}$ B) $\lambda = \frac{2}{T}$ C) $\lambda = \frac{1}{T}$

$$D) \lambda = e^{-\frac{1}{T}} \quad E) \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

35. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı 2 dəfə azalır, $t_2=2t_1$ müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

- A) 16 dəfə B) 2 dəfə C) 8 dəfə
D) 4 dəfə E) 12 dəfə

36. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı 2 dəfə azalır, $t_2=3t_1$ müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

- A) 4 dəfə B) 2 dəfə C) 8 dəfə
D) 16 dəfə E) 12 dəfə

37. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı k dəfə azalır, $t_2=2t_1$ müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

- A) k^2 B) \sqrt{k} C) $2\sqrt{k}$ D) $2k$ E) $2k^2$

38. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı $k=2$ dəfə azalır, $t_2=2t_1$ müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

- A) 4 dəfə B) 2 dəfə C) 8 dəfə
D) 6 dəfə E) 2 dəfə

39. t_1 müddətindən sonra radioaktiv elementdə parçalanmamış nüvələrin sayı $k=3$ dəfə azalır, $t_2=2t_1$ müddətindən sonra parçalanmayan nüvələrin sayı neçə dəfə azalar?

- A) 12 dəfə B) 4 dəfə C) 8 dəfə
D) 6 dəfə E) 9 dəfə

40. Radioaktiv nüvənin orta yaşama müddətini τ radioaktiv parçalanma sabiti λ ilə ifadə edin.

- A) $\tau = \frac{e}{\lambda}$ B) $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$ C) $\tau = \frac{\lambda}{\ln 2}$
D) $\tau = e^{-\lambda T}$ E) $\tau = \frac{1}{\lambda}$

41. Radioaktiv nüvənin yarımparçalanma periodunun 3 mislinin onların orta yaşama müddətinin 2 mislinə olan nisbətini tapın.

A) $\frac{3 \ln 2}{2}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{2 \ln 2}{3}$ E) $\frac{2}{3 \ln 2}$

42. Radioaktiv parçalanma qanunu hansı düsturla ifadə olunur? (N_0 -başlanğıc andakı nüvələrin sayı, λ - radioaktiv parçalanma sabitidir)

A) $N = N_0 e^{-\lambda t}$ B) $N = N_0 e^{\frac{\lambda}{t}}$ C) $N = N_0 e^{-\frac{t}{\lambda}}$
D) $N = N_0 e^{\frac{2t}{\lambda}}$ E) $N = N_0 e^{\frac{2\lambda}{t}}$

43. Radioaktiv parçalanmada orta yaşama müddətinin 2 mislinə bərabər zamanda nüvələrin hansı hissəsi parçalanmamış qalır. (e -natural loqarifminin əsasıdır).

A) $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{e^3}$ B) $\frac{N}{N_0} = 1 - \frac{1}{e^3}$ C) $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{e}$
D) $\frac{N}{N_0} = 1 - \frac{1}{e^2}$ E) $\frac{N}{N_0} = e^2$

44. Radioaktiv parçalanmada orta yaşama müddətində nüvələrin hansı hissəsi parçalanır? (e - natural loqarifmik saydır.)

A) $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{e-1}{e}$ B) $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{1}{e}$ C) $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{e^2-1}{e^2}$
D) $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{e}{e-1}$ E) $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{e^2}{e^2-1}$

45. İki yarımparçalanma periodu ərzində radioaktiv atomların sayı neçə faiz azalır?

A) 50% B) 35% C) 75% D) 40% E) 96%

46. Radioaktiv pereparatın aktivliyi 8 il ərzində dörd dəfə azalır. Onun yarımparçalanma periodu neçə ildir?

A) 3 B) 8 C) 2 D) 4 E) 6

47. β - parçalanmaya məruz qalmış ${}^{239}_{92}\text{U}$ izotopundakı potonların sayını tapın.

- A) 92 B) 89 C) 93 D) 91 E) 94

48. ${}^{238}_{92}\text{U}$ nüvəsinin α çevrilməsindən hansı nüvə alınır?

- A) ${}^{234}_{90}\text{Th}$ B) ${}^{237}_{91}\text{Np}$ C) ${}^{238}_{92}\text{U}$ D) ${}^{239}_{91}\text{Np}$ E) ${}^{242}_{94}\text{Pt}$

49. β çevirmənin baş verdiyi sxem hansıdır.

- A) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-1}_Z\text{Y} + {}^1_0\text{n}$ B) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$
C) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_{+1}\text{e}$ D) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{X} + {}^4_2\text{He}$
E) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_Z\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$

50. ${}^{238}_{92}\text{U}$ nüvəsinin α - və ikiqat β^- - çevrilməsindən sonra hansı nüvə yaranar?

- A) ${}^{239}_{92}\text{U}$ B) ${}^{236}_{92}\text{U}$ C) ${}^{237}_{92}\text{U}$ D) ${}^{234}_{92}\text{U}$ E) ${}^{235}_{92}\text{U}$

51. ${}^{216}_{84}\text{Po}$ nüvəsi hansı nüvənin ikiqat α çevrilməsi nəticəsində yaranmışdır?

- A) ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ B) ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ C) ${}^{227}_{89}\text{Ac}$ D) ${}^{232}_{90}\text{Th}$ E) ${}^{231}_{91}\text{Pa}$

52. ${}^{234}_{90}\text{Th}$ nüvəsinin üçqat α çevrilməsindən sonra hansı nüvə yaranar?

- A) ${}^{222}_{84}\text{Po}$ B) ${}^{220}_{84}\text{Po}$ C) ${}^{226}_{84}\text{Po}$ D) ${}^{230}_{84}\text{Po}$ E) ${}^{238}_{84}\text{Po}$

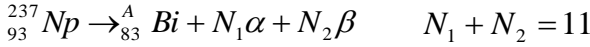
53. ${}^{211}_{83}\text{Be}$ nüvəsi hansı nüvənin α - və β - çevrilməsi nəticəsində yaranmışdır?

- A) ${}^{214}_{84}\text{Po}$ B) ${}^{216}_{84}\text{Po}$ C) ${}^{217}_{84}\text{Po}$ D) ${}^{215}_{84}\text{Po}$ E) ${}^{212}_{84}\text{Po}$

54. Yüksək enerjili γ kvantın təsiri ilə ${}^9_4\text{Be}$ nüvəsi 2 α zərrəciyə parçalanır. Bu zaman daha hansı zərrəcik yaranır?

- A) γ B) ${}^1_1\text{p}$ C) ${}^0_{-1}\text{e}$ D) ${}^0_{+1}\text{e}$ E) ${}^1_0\text{n}$

55. ${}_{93}^{237}\text{Np}$ izotopu 1 neçə α - və β - çevrilmədən sonra *Bi* izotopuna çevrilir:



olduğunu bilərək *A*-ni müəyyən edin.

A) 208 B) 207 C) 209 D) 206 E) 210

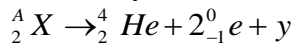
56. β^+ çevrilməsi zamanı nüvənin yük ədədi necə dəyişir

A) 1 vahid azaldır B) 1 vahid artırır C) dəyişmir
D) 2 vahid azalır E) 2 vahid artır

57. ${}_{92}^{238}\text{U}$ elementinin 2 dəfə β^- çevrilməsi zamanı alınan elementin nüvəsindəki protonların sayı nə qədərdir?

A) 94 B) 92 C) 90 D) 91 E) 95

58. Aşağıdakı radioaktiv çevrilmə zamanı elementin dövrü cədvəldə yeri necə dəyişir?



A) əvvəlinə doğru 1 xana sürüşür
B) axırına doğru bir xana sürüşür
C) əvvəlinə doğru 2 xana sürüşür
D) əvvəlinə doğru 3 xana sürüşür
E) dəyişmir

59. ${}_{98}^{253}\text{X}$ nüvəsi 2 dəfə α çevrilməyə və 1 dəfə β çevrilməyə məruz qalır. Nəticədə hansı nüvə əmələ gəlir?

A) ${}_{97}^{245}\text{Y}$ B) ${}_{95}^{249}\text{Y}$ C) ${}_{97}^{249}\text{Y}$ D) ${}_{95}^{245}\text{Y}$ E) ${}_{93}^{245}\text{Y}$

60. ${}_{27}^{60}\text{Co}$ izotopunun β çevrilməsi zamanı alınan elementin nüvəsində neçə neytron vardır?

A) 33 B) 60 C) 87 D) 32 E) 27

61. Radium elementinin atomlarının sayı 3200 il ərzində 4 dəfə azalır. Radium nüvəsinin yarımparçalarına periodunu tapın.

A) 1600 il B) 800 il C) 2400 il D) 6400 il E) 1200 il

62. Radioaktiv nüvənin yarımparçalarına periodu 15

sutkadır. Neçə sutka ərzində nüvələrin sayı 8 dəfə azalar?

- A) 45 sutka B) 15 sutka C) 30 sutka
D) 60 sutka E) 20 sutka

63. Kütləsi 16 kq olan radioaktiv elementin 135 ildən sonra parçalanmayıb qalan hissəsinin kütləsi nə qədər olacaqdır. Radioaktiv elementin yarımparçalanma periodu 27 ildir?

- A) 0,4 kq B) 1,6 kq C) 0,5 kq D) 0,2 kq E) 0,25 kq

64. Kütləsi 100 q olan radioaktiv elementin yarımparçalanma periodu 2 gündür. 4 gün ərzində neçə qram maddə parçalanar?

- A) 25 q B) 75 q C) 50 q D) 60 q E) 80 q

65. ${}_{92}^{235}\text{U}$ nüvəsinin 2α çevrilməsi zamanı alınan nüvənin kütlə ədədini tapın.

- A) 231 B) 90 C) 94 D) 239 E) 235

66. Radioaktiv izotopun aktivliyi t_1 müddətində 3 dəfə azalır. $t_1 = 2t_2$ müddətində aktivlik neçə dəfə azalar?

- A) 6dəfə B) 12 dəfə C) 27 dəfə
D) 24 dəfə E) 9 dəfə

67. Hansı nüvə reaksiyası β parçalanmaya uyğundur?

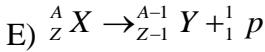
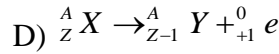
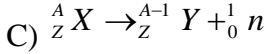
- A) ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$ B) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-1}_Z Y + {}^1_0 n$
C) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$ D) ${}^A_Z X + {}^4_2 He \rightarrow {}^{A+4}_{Z+2} Y$
E) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-2}_{Z-1} Y + {}^1_0 n + {}^1_1 p$

68. Hansı nüvə reaksiyası α parçalanmaya uyğundur?

- A) ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} e$ B) ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$
C) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-1}_Z Y + {}^1_0 n$ D) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$
E) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-1}_{Z-1} Y + {}^1_1 p$

69. β parçalanma üçün yerdəyişmə qaydası necə ifadə olunur.

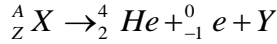
- A) ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$ B) ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$



70. Ardıcıl α - və β - çevrilmələr nəticəsində ${}^{235}_{92}U$ ${}^{207}_{82}Pb$ çevrilir. Nuklonların sayı nə qədər dəyişir?

- A) 28 dənə artmışdır B) 28 dənə azalmışdır
C) 10 dənə artmışdır D) 10 dənə azalmışdır
E) 5 dənə artmışdır

71. Aşağıdakı radioaktiv çevrilmə zamanı element dövrü cədvəldə necə sürüşür?



- A) axırına doğru 2 xana sürüşür
B) axırına doğru bir xana sürüşür
C) əvvəlinə doğru 2 xana sürüşür
D) əvvəlinə doğru bir xana sürüşür
E) əvvəlinə doğru 3 xana sürüşür

72. Yarımparçalanma periodu 100 sutka olan ${}^{131}_{53}I$ izotopunda olan nüvələrin 50%-i neçə sutka ərzində parçalanır?

- A) 100 B) 50 C) 200 D) 75 E) 25

73. Radioaktiv elementin aktivliyi 9 saatda 8 dəfə azaldı. Bu elementin yarımparçalanma periodunu tapın.

- A) 3 saat B) 12 saat C) 24 saat D) 27 saat E) 18 saat

74. Yarımparçalanma periodunun iki mislinə bərabər olan zaman müddətində radioaktiv atomların sayı neçə faiz azalar?

- A) 75% B) 25% C) 40% D) 50% E) 10%

75. Radioaktiv elementin yarımparçalanma periodu 4 ildir. Neçə ildən sonra elementin aktivliyi 4 dəfə azalar?

- A) 4 B) 2 C) 8 D) 1 E) 16

76. Yarımçevrilmə periodu 30 dəq olan radioaktiv nüvələrin sayı 1,5 saat ərzində neçə dəfə azalar?

- A) 16 dəfə B) 4 dəfə C) 8 dəfə D) 32 dəfə E) 64 dəfə

77. Radioaktiv nüvənin təbii çevrilməsi zamanı nüvədən helium atomunun nüvələri çıxır. Radioaktiv parşalanmanın hansı növü baş verir?

- A) β^- – parşalanma B) β^+ – parşalanma
C) α - parşalanma D) γ – şüalanma
E) iki proton parşalanma

78. ${}^{235}_{89}\text{Ac}$ izotopu üç α – parşalanmasından sonra alınan elementin yük ədədi nə qədər olar?

- A) 94 B) 86 C) 83 D) 92 E) 85

79. Radioaktiv şüalar maqnit sahəsindən keçdikdə β - şüalar α - şüalardan daha çox meyl edir. Bunun səbəbi nədir?

- A) β – şüaların sürətinin çox olması
B) β – şüaların yükünün az olması
C) β – şüanın kütləsinin az olması
D) β – şüaların sayının çox olması
E) β – şüaların enerjisinin az olması

80. Üç yarımparşalanma periodunu iki orta yaşama müddəti ilə müqayisə edin. $\ln 2 = 0,692$ götürün.

- A) $\frac{3T}{2\tau} = 1$ B) $\frac{2\tau}{3T} = 0,038$ C) $\frac{3T}{2\tau} = 1,038$
D) $\frac{3T}{2\tau} = 1,02$ E) $\frac{2\tau}{3T} = 1,02$

81. 12 gün ərzində nüvələrin sayı 16 dəfə azalan radioaktiv elementin yarımçevrilmə periodu nə qədərdir?

- A) 36 gün B) 48 gün C) 24 gün D) 3 gün E) 12 gün

82. Yarımçevrilmə periodu 8 sutka olan radioaktiv elementin nüvələrinin neçə faizi 16 sutka ərzində parşalanır?

- A) 75 B) 50 C) 66,6 D) 25 E) 100

83. ${}^{200}_{80}\text{Hg}$ nüvəsində neytronların sayı protonların sayından neçə faiz çoxdur?

A) 50% B) 150% C) 100% D) 80% E) 120%

84. Radiumun yarımpəyriilmə periodu 1600 ildir. Neçə ilə radium atomlarının sayı 16 dəfə azalar?

A) 2400 B) 1600 C) 6400 D) 3200 E) 800

85. 60 sutka ərzində aktivliyi 16 dəfə azalan radioaktiv preparatın yarımpəyriilmə periodu neçə sutkadır?

A) 16 B) 20 C) 15 D) 30 E) 20

86. ${}^{238}_{92}\text{U}$ elementinin α çevrilməsi zamanı alman elementin nüvəsindəki protonların sayını hesablayın.

A) 90 B) 92 C) 93 D) 94 E) 95

87. β^- çevrilmə zamanı nüvənin yük ədədi və kütlə ədədi necə dəyişir?

A) 1 vahid artır, dəyişmir B) 1 vahid azalır, dəyişmir

C) dəyişmir, dəyişmir D) 2 vahid artır, dəyişmir

E) 2 vahid azalır, dəyişmir

88. Yüksək enerjili γ kvantın təsiri ilə ${}^9_4\text{Be}$ nüvəsi 2α zərrəciyə parçalanır. Bu zaman daha hansı zərrəçik yaranır?

A) 1_0n B) 1_1p C) ${}^0_{-1}e$ D) ${}^0_{+1}e$ E) γ

89. Şüalanmanın udulma dozası hansı ifadə ilə təyin olunur?

A) $\frac{m}{E}$ B) $\frac{E}{m}$ C) $\sqrt{\frac{E}{m}}$ D) $\frac{E}{2m}$ E) $\sqrt{\frac{m}{E}}$

90. Şüalanmanın udulma dozasının ölçü vahidi hansıdır?

A) Qr B) C C) Vt D) Kü E) V

91. Şüalanmanın udulma dozasının ölçü vahidini əsas vahidlərlə ifadə edin?

A) $\frac{kq}{m^2}$ B) $\frac{m^2}{san^2}$ C) $\frac{kq}{san^2}$ D) $\frac{m^2}{kq}$ E) $\frac{san^2}{kq}$

92. Şüalanmanın udulma dozası $0,025 \text{ Qr}$ olarsa, 80 kq kütləli adamın qəbul etdiyi şüalanma enerjisini hesablayın.

A) $1,2 \text{ C}$ B) $1,6 \text{ C}$ C) 2 C D) $1,8 \text{ C}$ E) 2 C

93. 80 kq kütləli adam radioaktiv şüalanma zamanı 2C enerji qəbul etmişsə, şüalanmanın udulma dozasını hesablayın.

A) $0,01 \text{ Qr}$ B) $0,02 \text{ Qr}$ C) $0,025 \text{ Qr}$
D) $0,03 \text{ Qr}$ E) $0,04 \text{ Qr}$

94. 2C enerji qəbul edən adamın kütləsi nə qədər olmalıdır ki, şüalanmanın udulma dozası 25 mQr olsun?

A) 70 kq B) 80 kq C) 60 kq
D) 90 kq E) 100 kq

95. Şəkildə radioaktiv X nüvəsinin çevrilməsindən sonra Y nüvəsi alınması göstərilmişdir. Bu zaman hansı zərrəcik buraxılır?

A) $\alpha + \beta$ B) α C) $\alpha + \beta$
D) γ E) β

96. Verilmiş qrafikə əsasən radioaktiv nüvənin yarımparçalanma periodunu tapın.

A) 9 il B) 3 il C) $1,5 \text{ il}$
D) 18 il E) $4,5 \text{ il}$

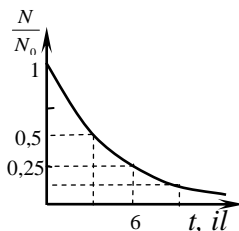
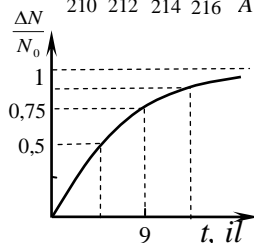
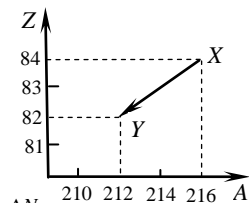
97. Verilmiş qrafikə əsasən radioaktiv nüvənin yarımparçalanma periodunu tapın.

A) 9 il B) 3 il C) 1 il
D) 2 il E) $4,5 \text{ il}$

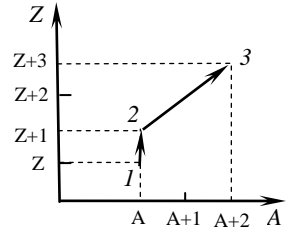
98. 16000 radioaktiv nüvədən 2000 - i qalana qədər keçən vaxt hansıdır (T - yarımparçalanma periodudur)?

A) T B) $2T$ C) $0,5T$ D) $3T$ E) $4T$

99. Şəkildə radioaktiv nüvəsinin Z, A diaqramında təsvir olunub. 1-2 və 2-3 prosesində hansı zərrəcik buraxılır?



	1-2	2-3
A)	α	β
B)	α	γ
C)	β	α
D)	β	γ
E)	γ	α



100. Radioaktiv nüvənin ilkin sayı bir ildə 2 dəfə azalarsa 3 ildə neçə dəfə azalar?

- A) 8 dəfə B) 16 dəfə C) 32 dəfə
D) 12 dəfə E) 64 dəfə

13. Kütlə defekti və nüvənin rabitə enerjisi

Nüvənin kütlə defekti

$$\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - M$$

Burada z-yük ədədi, A-kütlə ədədi; m_p , m_n , M-uyğun olaraq protonun, neytronun və nüvənin kütləsidir.

Nəzərə alsaq ki,

$$M = m_a - Zm_e; m_p + m_e = m_{\text{H}}$$

Onda

$$\Delta m = Zm_{\text{H}} + (A-Z)m_n - m_a$$

Burada m_{H} -hidrogen atomunun, m_a -neytral atomun kütləsidir.

Nüvənin rabitə enerjisi kütlə defekti ilə düz mütənasibdir:

$$E_{\text{rab}} = \Delta m \cdot c^2 \text{ və ya}$$

$$E_{rab} = [Zm_H + (A - Z)m_n - m_a]c^2$$

Burada c-ışığının vakuumda sürətidir.

$$c^2 = 9 \cdot 10^{16} \frac{m^2}{san^2} = 9 \cdot 10^{16} \frac{c}{kq}$$

Əgər enerjini meqaelektonvoltla (MeV), kütləni a.k.v. ilə ifadə etsək

$$c^2 = 931,5 \text{ MeV/a.k.v. olar.}$$

Xüsusi rabitə enerjisi

$$E_0 = \frac{E_{rab}}{A}$$

Mövzuya aid suallar

1. Hansı enerji nüvənin rabitə enerjisi adlanır?
2. Nüvənin kütlə defekti nəyə deyilir?
3. Nüvənin kütləsinin nuklonların kütlələri cəmindən kiçik olmasına səbəb nədir?
4. Rabitə enerjisi ilə kütlə defekti arasında asılılıq necədir?
5. Nüvənin və nuklonların kütləsini bilməklə rabitə enerjisini hansı düsturla təyin etmək olar?
6. Xüsusi rabitə enerjisi nəyə deyilir?
7. Xüsusi rabitə enerjisinin kütlə ədədində asılılığı necədir?
8. Xüsusi rabitə enerjisinin kütlə ədədindən asılılıq qrafikini təhlil edin?
9. Hansı nüvələrin xüsusi rabitə enerjisi ən böyükdür?
10. Yüngül nüvələrdə xüsusi rabitə enerjisinin kiçik olmasına səbəb nədir?
11. Ağır nüvələrdə xüsusi rabitə enerjisinin orta kütləli nüvələrə nəzərən kiçik qiymət almasına səbəb nədir?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. $^{10}_6\text{C}$ nüvəsinin kütlə defektini və rabitə enerjisini hesablayın.

Verilir:

$$Z=6$$

$$A=10$$

Həlli:

Nüvənin kütlə defekti

$E_{rab} - ?$

$$\Delta m = Z m_{\text{H}} + (A - Z) m_n - m_a$$

düsturu ilə hesablanır.

Kütlə defektini həm sistemdən kənar vahid a.k.v.-ilə, həm də kiloqramla hesablamaq olar. Verilmiş məsələdə kütlə defektini a.k.v. ilə hesablayaq.

Neytral hidrogen (${}^1_1\text{H}$) və karbon (${}^{10}_6\text{C}$) atomlarının həmçinin neytronun sükunət kütlələrini cədvəldən tapaq.

$$m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783 \text{ a.k.v.}, m_a = 10,00168 \text{ a.k.v.}$$

$$m_n = 1,00867 \text{ a.k.v.}$$

Bu qiymətləri yerinə yazıb hesablama aparsaq

$\Delta m = 0,07998 \text{ a.k.v.}$ alarıq.

1 a.k.v. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kq olduğunu nəzərə alsaq

$$\Delta m = 1,33 \cdot 10^{-28} \text{ kq}$$

Nüvənin rabitə enerjisi

$$E_{rab} = \Delta m c^2$$

düsturu ilə hesablanır və adətən MeV-lə ifadə olunur.

$$E_{rab} = 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{a.k.v.}} \cdot 0,07998 \text{ a.k.v.} = 74,5 \text{ MeV} \text{ və ya}$$

$$E_{rab} = 1,33 \cdot 10^{-28} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 11,97 \cdot 10^{-12} \text{ C}$$

Məsələ 2. ${}^{10}_5\text{B}$ nüvəsindən bir neytron qoparmaq üçün lazım olan E enerjisini tapın.

Verilir:

$$A=10$$

$$Z=5$$

$E - ?$

Həlli:

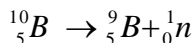
${}^{10}_5\text{B}$ nüvəsindən bir neytron (${}^1_0\text{n}$)

qopardıqda nüvədə nuklonların sayı

A bir vahid azalır, protonların sayı Z

isə dəyişməz qalır. Beləliklə, ${}^{10}_5\text{B}$

nüvəsi ${}^9_5\text{B}$ nüvəsinə çevrilir.



Axtardığımız E enerjisinə neytronla 9_5B nüvəsinin rabitə enerjisi kimi baxmaq olar ($E=E_{rab}$). Bu sistemin kütlə defektini tapaq.

$$\Delta m = m_{{}^9_5B} + m_n - m_{{}^{10}_5B}$$

Cədvəldən istifadə edərək,

$$\Delta m = (9,01333 + 1,00867 - 10,01294) \text{ a.k.v.} = 0,00906 \text{ a.k.v.}$$

Bu qiyməti $E_{rab} = \Delta mc^2$ ifadəsində yerinə yazıb hesablama aparsaq E üçün aşağıdakı qiyməti alarıq.

$$E = 8,4 \text{ MeV}$$

Məsələ 3. ${}^{14}_7Na$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisini hesablayın.

Verilir.

$$Z=7$$

$$A=14$$

$$E_0 - ?$$

Həlli:

Nüvənin xüsusi rabitə enerjisi bir nuklona düşən enerjidir.

$$E_0 = \frac{E_{rab}}{A}$$

$$E_{rab} = (zm_{{}^1_1H} + (A-z)m_n - m_a) \cdot c^2$$

$$E_0 = \frac{c^2}{A} (Zm_{{}^1_1H} + (A-Z)m_n - m_a)$$

Bu düstura daxil olan kəmiyyətlərin qiymətini yerinə yazıb hesablama aparsaq (bax cədvəl)

$$E_0 = \frac{931,5}{14} (7 \cdot 1,00783 + (14 - 7) \cdot 1,00867 - 14,00307) \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}} =$$

$$= 7,48 \text{ MeV} / \text{nuklon}$$

alarıq.

$$\text{Cavab: } E_0 = 7,48 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$$

Məsələ 4. Protonlarının sayı neytronların sayına bərabər olan və radiusu ${}^{27}_{13}\text{Al}$ nüvəsinin radiusundan 1,5 dəfə kiçik olan nüvənin rabitə enerjisini tapın.

Verilir.

$$N=Z$$

$$A_1=27$$

$$R_1=1,5 R$$

$$E_{rab} \text{ -?}$$

Həlli:

Əvvəlcə məsələnin şərtində verilmiş nüvəni müəyyənləşdirək. Bu nüvənin yük ədədi Z , kütlə ədədi A , radiusu R olsun. Şərtə görə

$$\frac{R_1}{R} = \frac{3}{2}$$

Bilirik ki,

$$R_1 = R_0 \cdot A_1^{1/3}; \quad R = R_0 \cdot A^{1/3}$$

$$\frac{R_1}{R} = \frac{A_1^{1/3}}{A^{1/3}} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{A_1}{A} = \frac{27}{8}; \quad A = 8$$

Beləliklə şərtə görə

$$A = N + Z = 2Z \text{ olduğundan } Z = 4 \text{ alırıq.}$$

Verilmiş nüvə ${}^8_4\text{Be}$ nüvəsidir. Bu nüvənin rabitə enerjisini aşağıdakı düsturla tapa bilərik:

$$E_{rab} = (zm_{\text{H}} + (A - z)m_n - m_a) \cdot c^2$$

Bu kəmiyyətlərin qiymətini cədvəldən götürüb hesablama aparsaq:

$$E_{rab} = 56,5 \text{ MeV alırıq.}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

13.1. $^{13}_6C$ nüvəsinin kütlə defektini və rabitə enerjisini hesablayın.

$$\text{Cavab: } \Delta m = 1,7 \cdot 10^{-28} \text{ kq} \\ E_{\text{rab}} = 97,17 \text{ MeV}$$

13.2. Tritium (3_1H) və yüngül helium (3_2He) nüvələrinin rabitə enerjilərini hesablayın. Bu nüvələrdən hansı daha davamlıdır.

$$\text{Cavab: } E_1 = 8,5 \text{ MeV}; E_2 = 7 \text{ MeV}, \\ ^3_1H \text{ nüvəsi daha davamlıdır.}$$

13.3. $^{44}_{20}Ca$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisini hesablayın.

$^{44}_{20}Ca$ neytral atomunun kütləsi 43,95549 a.k.v.-dir.

$$\text{Cavab: } E_0 = 8,66 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$$

13.4. İki proton və bir neytrondan ibarət nüvənin rabitə enerjisi 7,72 MV-dir. Bu nüvədən ibarət olan neytral atomun kütləsini hesablayın.

$$\text{Cavab: } m_a = 5 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$$

13.5. 5_3Li nüvəsinin rabitə enerjisi 26,3 MeV-dir. Bu nüvədən ibarət neytral atomun kütləsini hesablayın.

$$\text{Cavab: } m_a = 8,32 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$$

13.5. 5_3Li və 7_4Be nüvələrini ayrı-ayrı nuklonlarla parçalamaq üçün ən azı nə qədər enerji lazımdır? Nəyə görə berilium nüvəsi üçün bu enerji litium nüvəsindən azdır?

$$\text{Cavab: } E_1 = 39,2 \text{ MeV}; E_2 = 37,6 \text{ MeV}$$

13.6. $^{15}_7Na$ nüvəsinin kütlə defekti 0,12396 a.k.v.-dir. Atomun kütləsini tapın.

$$\text{Cavab: } m_a \approx 15,00486 \text{ a.k.v.}$$

13.7. Atomun nüvəsi üç proton və iki neytrondan ibarətdir və nüvənin xüsusi rabitə enerjisi 5,26 MeV-dir. Neytral atomun kütləsini hesablayın.

Cavab: $m_a = 5,012258$ a.k.v.

13.8. $^{12}_6C$ nüvəsindən neytronu qoparmaq üçün γ -fotonlar hansı minimal enerjiyə malik olmalıdır?

Cavab: $E_{min} = 18,6$ MeV

13.9. Kütləsi m olan nüvəni nuklonlara parçalamaq üçün nə qədər enerji lazımdır. Nüvənin molyar kütləsi M -dir.

Cavab: $E = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot E_{rab}$

13.10. Müəyyən kütləli 4_2He nüvəsini neytronlara və protonlara ayırmaq üçün $68,2 \cdot 10^{10}$ C enerji lazımdır. Bu kütləni tapın.

Cavab: $m = 1$ q

13.11. Kütləsi 2,43 q olan $^{23}_{12}Mg$ nüvəsini nuklonlara parçalamaq üçün $2,23 \cdot 10^{14}$ C enerji lazımdır. $^{23}_{12}Mg$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisini tapın. ($m = 22,9414$ a.k.v. götürməli)

Cavab: $E_0 = 10,04$ MeV/nuklon

13.12. $^{14}_7N$ azot nüvəsindən bir neytronu qoparmaq üçün ən azı nə qədər enerji lazımdır?

Cavab: $E = 10,6$ MeV

13.13. $^{16}_8O$ oksigen nüvəsini 4 eyni zərrəciyə parçalamaq üçün ən azı nə qədər enerji lazımdır?

Cavab: $E = 14,4$ MeV

13.14. $^{18}_8O$ oksigen nüvəsinin rabitə enerjisi 139,8 MeV və $^{19}_9F$ flüor nüvəsindən bir proton qoparmaq üçün lazım olan minimum enerji $E = 8$ MV-dir. $^{19}_9F$ flüor nüvəsinin rabitə enerjisini tapın.

Cavab: $E_2 = 147,8$ MeV.

13.15. $^{222}_{86}Rn$ nüvəsi α -zərrəcik buraxaraq $^{218}_{84}Po$ nüvəsinə çevrilir. α -zərrəciyin kinetik enerjisini tapın.

$M_{Rn}=222,08663$ a.k.v; $M_{Po}=218,07676$ a.k.v.

Cavab: $E_k \approx 5,37$ MeV

13.16. Atom nüvəsi γ -foton udaraq həyəcanlanmış hala keçir və müxtəlif istiqamətlərə hərəkət edən ayrı-ayrı nuklonlara parçalanır. Nuklonların kinetik enerjilərinin cəmi $0,4MeV$ və nüvənin rabitə enerjisi $2,2MeV$ olarsa γ – fotonun dalğa uzunluğunu hesablayın.

Cavab: $\lambda=0,47$ pm

Test 13

1. Nüvənin $M_{nüv.}$ kütləsi ilə onu təşkil edən nuklonların kütlələri cəmi m arasında hansı münasibət doğrudur?

- A) $M_{nüvs} \ll m$ B) $M_{nüvs} < m$ C) $M_{nüvs} = m$
D) $M_{nüvs} > m$ E) $M_{nüvs} \gg m$

2. Kütlə defekti nədir?

- A) Nüvəni təşkil edən neytronların kütlələri cəmi ilə nüvənin kütləsi fərqinə
B) Nüvəni təşkil edən protonların kütlələri cəmi ilə nüvənin kütləsi fərqinə
C) Nüvəni təşkil edən nuklonların kütlələri cəmi ilə nüvənin kütləsi fərqinə
D) Nüvəni təşkil edən nuklonların kütlələri cəmi ilə nüvənin kütləsi cəminə
E) Nüvəni təşkil edən protonların kütlələri cəmi ilə nüvənin kütləsi cəminə

3. Kütlə defekti hansı düsturla ifadə olunur?

- A) $\Delta m = (A - Z)m_p + Nm_n - M_{nüv.}$
B) $\Delta m = Am_p + Nm_n - M_{nüv.}$
C) $\Delta m = Zm_p + Am_n - M_{nüv.}$
D) $\Delta m = Zm_p + (N - Z)m_n - M_{nüv.}$
E) $\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{nüv.}$

4. Nüvənin rabitə enerjisi nəyə deyilir?

- A) Nüvəni ayrı-ayrı nuklonlara ayırmaq üçün lazım olan enerjiyə
 B) Bir nuklona düşən enerjiyə
 C) Nüvənin kinetik və potensial enerjilərinin cəminə
 D) Nüvələri birləşdirmək üçün lazım olan enerjiyə
 E) Nüvəni iki qəlpəyə ayırmaq üçün lazım olan enerjiyə

5. Rabitə enerjisi E_{rab} olan nüvənin kütlə defekti necə təyin olunur?

- A) $\frac{E_{rab}}{c}$ B) $\frac{E_{rab}}{c^2}$ C) $\frac{E_{rab}}{c^3}$ D) cE_{rab} E) c^2E_{rab}

6. Nüvənin rabitə enerjisi hansı düsturla təyin olunur?

- A) $E_{rab} = \Delta mc$
 B) $E_{rab} = (Zm_p + Nm_n - M_{nüvs})c^2$
 C) $E_{rab} = (Zm_p + Am_n - M_{nüvs})c^2$
 D) $E_{rab} = (Zm_p + Nm_n - M_{nüvs})c$
 E) $E_{rab} = C_1A - C_2C_3Z^2A^{-1/3} - C_5A^{-3/4}\delta$

7. Nüvənin rabitə enerjisinin ölçü vahidi hansıdır?

- A) Mev B) $\frac{MeV}{san}$ C) $\frac{MeV}{nuklon}$ D) $\frac{MeV}{kq \cdot K}$ E) $\frac{MeV}{mol}$

8. Xüsusi rabitə enerjisi nəyə deyilir?

- A) Nüvələri birləşdirmək üçün lazım olan enerjiyə
 B) Nüvəni ayrı-ayrı nuklonlara ayırmaq üçün lazım olan enerjiyə
 C) Nüvənin kinetik və potensial enerjilərinin cəminə
 D) Bir nuklona düşən rabitə enerjisinə
 E) Nüvəni iki qəlpəyə ayırmaq üçün lazım olan enerjiyə

9. Xüsusi rabitə enerjisinin ölçü vahidi hansıdır?

- A) Mev B) $\frac{MeV}{san}$ C) $\frac{MeV}{nuklon}$ D) $\frac{MeV}{kq \cdot K}$ E) $\frac{MeV}{mol}$

10. İki sərbəst proton və iki sərbəst neytron birləşərək helium nüvəsi əmələ gətirərkən sistemin enerjisi necə dəyişər?

- A) Azalar B) Artar C) Dəyişməz
 D) Arta da bilər, azala da bilər E) İki dəfə artar

11. İki sərbəst proton və iki sərbəst neytron birləşərək helium nüvəsi əmələ gətirərkən sistemin kütləsi necə dəyişər?

- A) Artar B) Azalar C) Dəyişməz
D) Arta da bilər, azala da bilər E) İki dəfə artar

12. Helium nüvəsi iki sərbəst protona və neytrona parçalanarkən sistemin enerjisi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) Azalar C) Artar
D) Arta da bilər, azala da bilər E) İki dəfə azalar

13. Helium nüvəsi iki sərbəst protona və neytrona parçalanarkən sistemin kütləsi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) Azalar C) Artar
D) Arta da bilər, azala da bilər E) İki dəfə azalar

14. 1_1H nüvəsinin rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) 0 MeV B) 0,51 MeV C) 931 MeV
D) 0,35 MeV E) 0,24 MeV

15. 1_1H nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) 0 MeV/nuklon B) 2 MeV/nuklon C) 1 MeV/nuklon
D) 1,6 MeV/nuklon E) 6 MeV/nuklon

16. Nüvələrdən hansının rabitə enerjisi daha böyükdür?

- A) ${}^{207}_{82}Pb$ B) ${}^{122}_{51}Sb$ C) ${}^{209}_{84}Po$ D) ${}^{244}_{94}Pu$ E) ${}^{56}_{26}Fe$

17. Nüvələrdən hansının xüsusi rabitə enerjisi daha böyükdür?

- A) ${}^{122}_{51}Sb$ B) ${}^{207}_{82}Pb$ C) ${}^{209}_{84}Po$ D) ${}^{244}_{94}Pu$ E) ${}^{238}_{92}U$

18. Nüvələrdən hansının xüsusi rabitə enerjisi daha böyükdür?

- A) ${}^{48}_{22}Ti$ B) ${}^{11}_5B$ C) ${}^{16}_8O$ D) ${}^{24}_{12}Mg$ E) ${}^{32}_{16}S$

19. Niyə ağır nüvələrdə kütlə ədədi artıqca nüvənin dayanıqlığı azalır?

- A) Nüvədə nuklonları sayı artıqca səthi gərilmə qüvvəsi azalır
B) Nüvədə nuklonları sayı artıqca səthi gərilmə qüvvəsi artır

- C) Nüvədə protonların sayı ardığından Kulon itələmə qüvvəsi azalır
 D) Nüvədə protonların sayı ardığından Kulon itələmə qüvvəsi artır
 E) Nüvədə nuklonları sayı artıqca nüvənin rabitə enerjisi azalır

20. $^{16}_8O$ izotopunun rabitə enerjisi I -dir. Onun xüsusi rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) 60 MeV/nuklon B) 6 MeV/nuklon
 C) 12 MeV/nuklon D) 16 MeV/nuklon
 E) 8 MeV/nuklon

21. $^{14}_7N$ izotopunun rabitə enerjisi 105 MeV -dir. Onun xüsusi rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) $4,2 \text{ MeV/nuklon}$ B) $6,5 \text{ MeV/nuklon}$
 C) $7,5 \text{ MeV/nuklon}$ D) 6 MeV/nuklon
 E) $6,8 \text{ MeV/nuklon}$

22. 4_2He nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisi $7,1 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$ -dur. Bu nüvənin rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) $28,4 \text{ MeV}$ B) $20,2 \text{ MeV}$ C) $82,4 \text{ MeV}$
 D) $48,4 \text{ MeV}$ E) $18,4 \text{ MeV}$

23. $^{16}_8O$ izotopunun xüsusi rabitə enerjisi $8 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$ -dur. Onun rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) 12 MeV B) 68 MeV C) 128 MeV
 D) 168 MeV E) 60 MeV

24. $^{14}_7N$ izotopunun xüsusi rabitə enerjisi $7,5 \frac{\text{MeV}}{\text{nuklon}}$ -dur.

Onun rabitə enerjisi nə qədərdir?

- A) 98 MeV B) 75 MeV C) $52,5 \text{ MeV}$
 D) 105 MeV E) 60 MeV

25. 4_2He nüvəsinin rabitə enerjisi $29,4 \text{ MeV}$ -dir. Onun xüsusi rabitə enerjisini hesablayın.

- A) $7,35 \text{ MeV/nuklon}$ B) $9,8 \text{ MeV/nuklon}$
 C) $14,7 \text{ MeV/nuklon}$ D) $19,6 \text{ MeV/nuklon}$

E) 10 MeV/nuklon

26. Atom nüvəsinin kütlə defekti $39.84 \cdot 10^{-29}$ kq, xüsusi rabi-

bitə enerjisi $8.3 \frac{MeV}{nuklon}$ -dur. Nüvədəki nuklonların sayını

tapın. ($c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$, $1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C$ -dur).

A) 27 B) 75 C) 16 D) 54 E) 38

27. Atom nüvəsinin kütlə defekti $6.72 \cdot 10^{-29}$ kq, xüsusi rabi-

tə enerjisi $5.4 \frac{MeV}{nuklon}$ -dur. Nüvənin kütlə ədədini tapın.

($c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$, $1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C$ -dur).

A) 30 B) 42 C) 15 D) 26 E) 7

28. ${}_{92}^{235}U$ izotopunun bir nüvəsi bölünəndə 200 MeV enerji ay-

rılır. $24 \cdot 10^{22} M$ enerji almaq üçün nə qədər uran bölün-

məlidir ($N_A = 6 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹)?

A) 470 mq B) 420 mq C) 400 mq

D) 500 mq E) 530 mq

29. ${}_{92}^{235}U$ izotopunun bir nüvəsi bölünəndə 200 MeV enerji

ayrılır. 235 mq uran bölünərsə nə qədər enerji ayrılır

($N_A = 6 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹)?

A) $12 \cdot 10^{22} MeV$ B) $4 \cdot 10^{22} MeV$ C) $6 \cdot 10^{22} MeV$

D) $8 \cdot 10^{22} MeV$ E) $2 \cdot 10^{22} MeV$

30. ${}_{3}^7Li$ nüvəsinin kütlə defekti $6.72 \cdot 10^{-29}$ kq-dır. Nüvənin

xüsusi rabi-tə enerjisini tapın

$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$, $1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C$).

A) $6.4 \frac{MeV}{nuklon}$ B) $3.4 \frac{MeV}{nuklon}$ C) $4.4 \frac{MeV}{nuklon}$

D) $2.4 \frac{MeV}{nuklon}$ E) $5.4 \frac{MeV}{nuklon}$

31. ${}_{13}^{27}Al$ nüvəsinin kütlə defekti $39.84 \cdot 10^{-29} kq$ - dir. Nüvənin xüsusi rabitə enerjisini tapın kq-dir.

$(c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}, 1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C)$.

A) $6.3 \frac{MeV}{nuklon}$ B) $8.3 \frac{MeV}{nuklon}$ C) $7.3 \frac{MeV}{nuklon}$

D) $5.3 \frac{MeV}{nuklon}$ E) $9.3 \frac{MeV}{nuklon}$

32. ${}_{3}^7Li$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisini $5.4 \frac{MeV}{nuklon}$ -dur. Bu nüvənin kütlə defektini tapın

$(c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}, 1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C)$.

A) $6.72 \cdot 10^{-31} kq$ B) $6.72 \cdot 10^{-28} kq$ C) $6.72 \cdot 10^{-27} kq$
D) $6.72 \cdot 10^{-30} kq$ E) $6.72 \cdot 10^{-29} kq$

33. ${}_{13}^{27}Al$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisini $8.3 \frac{MeV}{nuklon}$ -dur.

Bu nüvənin kütlə defektini tapın

$(c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}, 1MeV = 1.6 \cdot 10^{-13} C)$.

A) $39.84 \cdot 10^{-29} kq$ B) $39.84 \cdot 10^{-28} kq$
C) $39.84 \cdot 10^{-27} kq$ D) $39.84 \cdot 10^{-26} kq$
E) $39.84 \cdot 10^{-25} kq$

34. Kütlə defekti $10^{-28} kq$ olan nüvənin rabitə enerjisini

hesablayın $\left(c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san} \right)$.

A) $5 \cdot 10^{-12} C$ B) $8 \cdot 10^{-12} C$ C) $6 \cdot 10^{-12} C$
D) $9 \cdot 10^{-12} C$ E) $4 \cdot 10^{-12} C$

35. Rabitə enerjisi $9 \cdot 10^{-12}$ C olan nüvənin kütlə defektini hesablayın $\left(c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}\right)$.

- A) 10^{-22} kq B) 10^{-18} kq C) 10^{-28} q
 D) 10^{-28} kq E) 10^{-25} kq

36. Əksər nüvələr üçün (Yüngül nüvələr istisna olunmaqla) xüsusi rabitə enerjisinin orta qiyməti $8 M eV$ dir. Bu faktndan hansı nəticələr alınır?

- A) Nuklonların yükündən asılı deyil
 B) Nüvə qüvvələri sonsuz təsir radiusuna malikdir
 C) Nüvə qüvvələri kiçik təsir radiusuna malikdir
 D) Nüvə qüvvələri mərkəzi simmetriyatya malik deyil
 E) Nüvə qüvvələri güclü qüvvələrdir və doymuşluq xassəsinə malikdir

37. Kütlə defekti $3,2 \cdot 10^{-29}$ kq olan nüvənin rabitə enerjisini hesablayın $(c = 3 \cdot 10^8 m/san, e = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl)$

- A) $18keV$ B) $18MeV$ C) $18eV$
 D) $9MeV$ E) $9eV$

38. Kütlə defekti ΔM olan nüvənin rabitə enerjisi hansı düsturla hesablanır?

- A) $E_{rab} = \sqrt{\Delta Mc}$ B) $E_{rab} = \Delta Mc$ C) $E_{rab} = \frac{\Delta M}{c}$
 D) $E_{rab} = \Delta Mc^2$ E) $E_{rab} = \frac{\Delta M}{c^2}$

39. Kütlə defekti ΔM olan ${}^A_Z X$ nüvəsinin xüsusi rabitə enerjisi hansı düsturla hesablanır?

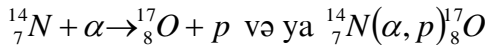
- A) $E = \sqrt{\Delta McZ}$ B) $E = \Delta MAc$ C) $E = \frac{\Delta Mc^2}{A}$
 D) $E = \Delta Mc^2Z$ E) $E = \frac{A\Delta M}{c^2}$

40. Xüsusi rabitə enerjisi E olan A_ZX nüvəsinin kütlə deffekti hansı düsturla hesablanır?

- A) $\Delta M = \frac{EA}{c^2}$ B) $\Delta M = \frac{EA}{c}$ C) $\Delta M = \frac{EA}{Zc^2}$
 D) $\Delta M = \frac{E}{Ac^2}$ E) $\Delta M = \frac{EZ}{c^2}$

§ 14. Nüvə reaksiyaları

Nüvə reaksiyaları simvolik olaraq aşağıdakı kimi yazılır:



Burada, mötərizə daxilində birinci yerdə duran güllə zərrəcik, ikinci yerdə duran isə nüvədən ayrılan zərrəcikdir. Mötərizənin əvvəlində yazılan Z atəşə tutulan nüvə, sonra yazılan isə reaksiya nəticəsində alınan nüvədir.

Nüvə reaksiyaları zamanı aşağıdakı saxlanılma qanunları ödənilir:

1) Nüklonların sayının saxlanılması qanunu:

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

2) Yükün saxlanılması qanunu:

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

3) Relyativistik tam enerjinin saxlanılması qanunu:

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4$$

4) İmpulsun saxlanılması qanunu:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_3 + \vec{P}_4$$

Nüvə reaksiyalarının enerjisi

$$Q=c^2[(m_1+m_2) - (m_3+m_4)]$$

Burada m_1 və m_2 – hədəf və güllə zərrəciyin, m_3 və m_4 reaksiya nəticəsində alınan nüvə və zərrəciyin sükunət kütləsidir.

Nüvə reaksiyalarının enerjisini zərrəciklərin kinetik enerjisi ilə də ifadə etmək olar:

$$Q=(T_1+T_2) - (T_3+T_4)$$

Ekzotermik reaksiyalarda

$$T_3+T_4 > T_1+T_2 \text{ və ya } m_3+m_4 > m_1+m_2$$

Endotermik reaksiyalarda

$$T_3+T_4 < T_1+T_2 \text{ və ya } m_3+m_4 < m_1+m_2$$

Mövzuya aid suallar

1. Hansı reaksiya nüvə reaksiyası adlanır?
2. Nüvə reaksiyasını aparmaq üçün nə etmək lazımdır?
3. Nüvə reaksiyasının baş verməsi üçün nüvəni hansı zərrəciklərlə atəşə tutmaq olar?
4. Təcrübi olaraq ilk dəfə nüvə reaksiyasını hansı alim aparmışdır?
5. İlk dəfə hansı nüvə reaksiyası alınmışdır?
6. Nüvə reaksiyasının mexanizmini izah etmək üçün Bor hansı fərziyyəni söyləmişdir?
7. Nüvə reaksiyası simvolik olaraq necə yazılır?
8. Nüvə reaksiyalarının kimyəvi reaksiyalardan fərqi nədir?
9. Hansı reaksiyalar ekzoenergetik reaksiyalardır?
10. Hansı reaksiyalar endoenergetik reaksiyalardır?
11. Nüvə reaksiyaları zamanı hansı kəmiyyətlər saxlanılır?
12. Sürətləndirilmiş protonların təsiri ilə hansı reaksiyalar almaq olar?
13. Deytronların təsiri ilə hansı reaksiyalar almaq olar?
14. Neytronların təsiri ilə hansı reaksiyalar almaq olar?
15. α - zərrəciklərin təsiri ilə hansı reaksiyalar almaq olar?
16. γ - şüaların təsiri ilə hansı reaksiyalar almaq olar?
17. Hansı neytronlara sürətli neytronlar deyilir?
18. Hansı neytronlara yavaş neytronlar deyilir?

19. Neytronların rezonans udulması nədir?
20. Nə üçün bölünmə nüvə reaksiyaları almaq üçün nüvənin neytronlarla atəşə tutulmasına üstünlük verilir?
21. Nüvənin bölünməsi zamanı hansı şərt ödənilir?
22. Bölünmə parametri nədir?
23. Bölünmə parametrinin hansı qiyməti energetik əlverişlidir?
24. Bölünmə enerjisi bölünmə parametrindən necə asılıdır?
25. Bölünmə çəpəri bölünmə parametrindən necə asılıdır?
26. Bölünmə parametrinin hansı qiyməti kritik qiymət hesab olunur?
27. Bölünmə parametrinin kritik qiymətlərindən hansı hadisə baş verir?
28. Zəncirvari nüvə reaksiyası necə baş verir?
29. Zəncirvari nüvə reaksiyasının sürəti nədən asılıdır?
30. Zəncirvari nüvə reaksiyasının baş verməsi üçün neytronların artma əmsalı hansı qiymətlər ala bilər?
31. Zəncirvari nüvə reaksiyasının hansı növü vardır?
32. Hansı reaksiyalar idarə olunan nüvə reaksiyalarıdır?
33. Hansı reaksiyalar idarə olunmayan nüvə reaksiyalarıdır?
34. Atom bombasının quruluşu və iş prinsipini izah edin.
35. Nüvə reaktoru nədir?
36. Nüvə reaktoru qurmaq üçün hansı problemlər həll edilməlidir?
37. Nüvə reaktoru ilə atom bombasının fərqi nədir?
38. Hansı reaksiyalar termonüvə reaksiyakarı adlanır?
39. Proton – proton dövrülüyü nədən ibarətdir?
40. Karbon dövrülüyü nədən ibarətdir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. ${}^7_3\text{Li}(p, \alpha)$ reaksiyası yolu ilə 1q litiumun parçalanması nəticəsində alınan istiliklə nə qədər suyu 0°S -dən qaynama temperaturuna qədər qızdırmaq olar? Litiumun molyar kütləsi 7q/mol, suyun xüsusi istilik tutumu $4,2 \cdot 10^3 \text{C/kq} \cdot \text{K}$ -dir.

Verilir:

$$m_1 = 1q$$

$$\Delta T = 100k$$

$$C = 4,2 \cdot 10^3 C/kq \cdot K$$

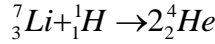
$$M = 7q/mol$$

$m - ?$

Həlli:

${}^7_3Li(p, \alpha)$ reaksiyası nəticəsində iki

4_2He nüvəsi alınır:



Bir 7_3Li nüvəsinin parçalanması zamanı ayrılan Q_1 enerjisini cədvəldən istifadə edərək tapaq:

$$Q_1 = (m_{Li} + m_p - 2m_{\alpha}) \cdot c^2 = 7,016 + 1,00783 - 2 \cdot 4,0026) \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} C = 27,8 \cdot 10^{-13} C$$

1q litiumi parçalanan zaman ayrılan enerjini isə

$$Q = NQ_1 = \frac{m_1}{M} \cdot N_A \cdot Q_1$$

düsturu ilə hesablasaq:

$$Q = 239 \cdot 10^9 C \text{ alırıq.}$$

m kütləli suyu qızdırmaq üçün lazım olan istilik:

$$Q = Cm\Delta T$$

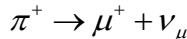
düsturu ilə hesablanır. Buradan

$$m = \frac{Q}{C\Delta T} = \frac{239,4 \cdot 10^9}{4,2 \cdot 10^5} = 57 \cdot 10^4 kq$$

alırıq.

Cavab: 570 ton.

Məsələ 2. Sükunətdəki pion müona və neytrinoya parçalanır:



Neytrinonun enerjisinin müonun kinetik enerjisinə olan nisbətini tapın. Pionun və müonun sükunət enerjisi uyğun olaraq 140 və 106 MeV-dir.

Verilir:

$$E_{0\pi}=140\text{MeV}$$

$$E_{0\mu}=106\text{MeV}$$

$$\frac{E_\nu}{T_\mu} - ?$$

Həlli:

Reaksiya zamanı ayrılan enerjini tapaq:

$$\Delta E = E_{0\pi} - E_{0\mu} = 140 - 106 = 34\text{MeV}$$

Pion sükunətdə olduğundan, parçalanmadan sonra müonun və neytrinin impulsları modulca bərabər, istiqamətcə əksdir: $P_\nu = P_\mu$

Beləliklə,

$$P_\nu = \frac{E_\nu}{c} \quad \text{və} \quad P_\mu = \frac{1}{c} \sqrt{T_\mu (2E_{0\mu} + T_\mu)}$$

$P_\nu = P_\mu$ olduğundan

$$E_\nu = \sqrt{T_\mu (2E_{0\mu} + T_\mu)} \quad (1)$$

Enerjinin saxlanması qanuna əsasən $E_\nu = \Delta E - T_\mu$ və ya

$$\Delta E - T_\mu = \sqrt{T_\mu (2E_{0\mu} + T_\mu)}$$

Buradan

$$T_\mu = \frac{(\Delta E)^2}{2(E_{0\mu} + \Delta E)} \quad (2)$$

alırıq. Beləliklə də hesablama aparırıq:

$$T_\mu = 4,1\text{MeV}, \quad E_\nu = 29,9\text{MeV} \quad \text{və} \quad \frac{E_\nu}{T_\mu} = 7,3 \quad \text{alırıq.}$$

$$\text{Cavab: } \frac{E_\nu}{T_\mu} = 7,3$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

14.1. ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$ və ${}^{55}_{26}\text{Mn} + X \rightarrow {}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$ nüvə

reaksiyalarında X hərfi ilə işarə olunmuş zərrəciyin yük və kütlə ədədini müəyyən edin və reaksiyanı simvolik şəkildə yazın:

$$\text{Cavab: } Z_1=2; A_1=4; {}^7_3\text{Li}(p, \alpha){}^4_2\text{He}$$

$$Z_2=1; A_2=1; {}^{55}_{26}\text{Mn}(p; {}^1_0\text{n}){}^{55}_{26}\text{Fe}$$

14.2. ${}_{13}^{27}\text{Al}(n, \alpha)X$, ${}_{7}^{14}\text{N}(n, X){}_{6}^{14}\text{C}$ və $X(p, \alpha){}_{11}^{22}\text{Na}$ nüvə reaksiyalarında X hərfi ilə işarə olunmuş zərrəciklərin yük və kütlə ədədini müəyyən edin.

$$\begin{aligned} \text{Cavab: } Z_1 &= 11; A_1 = 24; \\ Z_2 &= 1; A_2 = 1; \\ Z_3 &= 12; A_3 = 25 \end{aligned}$$

14.3. ${}_{3}^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_4^7\text{Be} + {}_0^1n$ nüvə reaksiyasının enerjisini tapın. Reaksiya zamanı enerji udulur, yoxsa şüalanır?

$$\text{Cavab: } Q = 1,64 \text{ MeV}; \text{ udulur.}$$

14.4. ${}_{20}^{44}\text{Ca}(p, \alpha){}_{19}^{41}\text{K}$ nüvə reaksiyasının enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } Q = 1,05 \text{ MeV}$$

14.5. ${}_{4}^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1n$ nüvə reaksiyası zamanı ayrılan enerjini və reaksiya nəticəsində alınan nüvələrin T_1 və T_2 kinetik enerjilərini tapın. Berilium və helium nüvəsinin kinetik enerjiləri və impulslarının cəmi sifıra bərabərdir.

$$\text{Cavab: } Q = 5,7 \text{ MeV}, T_1 = 5,26 \text{ MeV}; T_2 = 0,44 \text{ MeV}$$

14.6. ${}_{3}^6\text{Li} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He}$ termonüvə reaksiyası zamanı ayrılan enerjini tapın.

$$\text{Cavab: } Q = 22,3 \text{ MeV}$$

14.7. ${}_{3}^6\text{Li}$ izotopunu deytronla atəşə tutduqda iki α -zərrəcik əmələ gəlir. Bu zaman $Q = 22,3 \text{ MeV}$ enerji ayrılır. Deytronun (d) və α -zərrəciyin kütləsini bilərək, ${}_{3}^6\text{Li}$ izotopunun kütləsini tapın. $m_d = 2,0141 \text{ a.k.v.}$ və $m_\alpha = 4,0026 \text{ a.k.v.}$

$$\text{Cavab: } m = 6,015 \text{ a.k.v.}$$

14.8. Kinetik enerjisi E_p olan proton litium nüvəsi üzərinə düşür və nəticədə enerjiləri eyni olan iki α -zərrəcik yaranır. α -zərrəciklərin hərəkət istiqamətləri arasındakı bucağı tapın.

$$\text{Cavab: } \alpha = 2 \arccos \frac{1}{2} \sqrt{\frac{E_p m_p}{E_p + c^2 (m_{Li} + m_p - 2m_\alpha) m_\alpha}}$$

14.9. ${}^{14}_7N$ və 9_4Be nüvələrini α -zərrəciklə atəşə tutduqda baş verən nüvə reaksiyasını yazın.

$$\text{Cavab: } {}^{14}_7N(\alpha, p){}^{17}_8O; \quad {}^9_4Be(\alpha, n){}^{12}_6C$$

14.10. ${}^{19}_9F$ nüvəsini protonla atəşə tutduqda oksigen ${}^{16}_8O$ izotopu alınır. Reaksiya zamanı nə qədər enerji ayrılır?

$$\text{Cavab: } Q=8,15MeV$$

14.11. Litium nüvəsini (7_3Li) protonla atəşə tutduqda helium nüvəsi alınır. Reaksiya nəticəsində nə qədər enerji ayrılır? Bu enerjinin α -zərrəciklər arasında bərabər paylandığını bilərək onun sürətini hesablayın. Başlangıç halda litium nüvəsinin və protonun kinetik enerjisi sıfıra bərabərdir.

$$\text{Cavab: } Q = 17,4MeV \\ v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/san}$$

14.12. Polonium ${}^{210}_{84}Po$ nüvəsi α -parçalanmaya məruz qalır. Parçalanmanın enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } Q=5,41MeV$$

14.13. Sükunətdə olan ${}^{31}_{14}Si$ nüvəsi β -zərrəcik buraxır. Çevrilmə nəticəsində alınan antineytrinonun kinetik enerjisi 1MeV olarsa, β -zərrəciyin kinetik enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_{k2} = 0,5MeV$$

Test 14

1. Enerjisi 2 olan γ kvant güclü nüvə sahəsində elektron pozitron cütünə çevrilir. Yaranma anında elektron və pozitron tam kinetik enerjilərini tapın. Elektronun sükunət enerjisi $E_0=$ -dir.

A) 1,01 MeV

B) 1 MeV

C) 1,51 MeV

D) 2,53 MeV

E) 2,02 MeV

2. Zəncirvari nüvə reaksiyalarının artma sürəti hansı ifadə ilə təyin olunur. (N - neytronların sayı, T bir nəslin orta yaşama müddəti; k-neytronların artma əmsalındır).

A) $\frac{(k-1)T}{N}$ B) $\frac{N(k-1)}{T}$ C) $\frac{kN}{T}$
D) $\frac{T}{N(k-1)}$ E) $\frac{T}{kN}$

3. Zəncirvari nüvə reaksiyalarında t zaman anındakı neytronların N sayı hansı ifadə ilə təyin olunur. (N_0 -başlanğıc anındakı neytronların sayı T - bir nəslin orta yaşama müddəti k - neytronların artma əmsalıdır).

A) $N = N_0 e^{-kT/t}$ B) $N = N_0 e^{(k-1)t/T}$ C) $N = kN_0 e^{T/t}$
D) $N = \frac{(k-1)N_0 t}{T}$ E) $N = \frac{(k-1)N_0 t}{t}$

4. Nüvə reaktorunda bir nəslin istilik neytronlarının orta yaşama müddəti $T =$ -dir. Neytronların artma əmsalı $k =$ olduğunu bilərək reaktorda istilik neytronlarının e dəfə artma müddətini tapın.

A) 40 san B) 4 san C) 30 san D) 10 san E) 4,5 san

5. Sükunətdə olan ${}^{200}_{84}\text{Po}$ nüvəsi α zərrəcik buraxır. Yeni alınan qız nüvənin kinetik enerjisi α zərrəciyin kinetik enerjisinin hansı hissəsini təşkil edir?

A) $\frac{1}{49}$ B) $\frac{49}{50}$ C) $\frac{1}{50}$ D) $\frac{1}{41}$ E) $\frac{41}{42}$

6. ${}^{27}_{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow {}^{26}_{12}\text{Mg} + ?$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi yazın.

A) ${}^0_{-1}e$ B) 1_0n C) 1_1p D) ${}^4_2\text{He}$ E) ${}^0_{+1}e$

7. ${}^{30}_{15}\text{P}$ nüvəsi β^+ çevrilməyə uğrayarkən hansı nüvə alınır?

A) ${}^{30}_{14}\text{Si}$ B) ${}^{30}_{15}\text{P}$ C) ${}^{29}_{15}\text{P}$ D) ${}^{29}_{14}\text{Si}$ E) ${}^{28}_{14}\text{Si}$

8. Tritiumun β çevrilməsində hansı nüvə alınır?

A) ${}^2_1\text{H}$ B) ${}^4_2\text{He}$ C) ${}^1_1\text{H}$ D) ${}^3_2\text{He}$ E) ${}^3_1\text{H}$

9. ${}^{14}_7\text{N}$ nüvəsini α - zərrəcikle bombardman etdikdə baş verən nüvə reaksiyasından proton alınır. Bu zaman hansı nüvə

almır?

- A) ${}_{9}^{16}F$ B) ${}_{8}^{18}O$ C) ${}_{8}^{16}O$ D) ${}_{8}^{17}O$ E) ${}_{9}^{17}F$

10. ${}_{92}^{238}U$ nüvəsinin α - çevrilmə reaksiyasını yazın.

- A) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{90}^{234}Pa$ B) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{3}He + {}_{90}^{234}Th$
C) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{90}^{235}Th$ D) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{90}^{234}Th$
E) ${}_{92}^{238}U \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{90}^{231}Pa$

11. ${}_{82}^{209}Pb$ nüvəsinin β^{-} - çevrilmə reaksiyasını yazın.

- A) ${}_{82}^{209}Pb \rightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_{83}^{209}Bi$ B) ${}_{82}^{209}Pb \rightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_{83}^{210}Bi$
C) ${}_{82}^{209}Pb \rightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_{84}^{210}Bi$ D) ${}_{82}^{209}Pb \rightarrow {}_{+1}^{0}e + {}_{84}^{209}Po$
E) ${}_{82}^{209}Pb \rightarrow {}_{+1}^{0}e + {}_{81}^{209}Tl$

12. ${}_{Z}^{A}X + ? \rightarrow {}_{Z}^{A+1}Y + \gamma$ nüvə reaksiyasında naməlum zərrəcik hansıdır.

- A) ${}_{1}^{1}p$ B) ${}_{0}^{1}n$ C) ${}_{-1}^{0}e$ D) ${}_{2}^{4}He$ E) ${}_{+1}^{0}e$

13. ${}_{6}^{12}C$ izotopu protonlarla şüalandırılında ${}_{7}^{13}N$ izotopu əmələ gəlir. Bu zaman hansı zərrəcik buraxılır?

- A) α - zərrəcik B) elektron C) neytron
D) γ - kvant E) pozitron

14. ${}_{8}^{16}O$ nüvəsinin rabitə enerjisi 128 MeV-dir. Bir nuklona düşən rabitə enerjisini tapın.

- A) 8 MeV B) 16 MeV C) 12 MeV
D) 4 MeV E) 5,3 MeV

15. ${}_{5}^{11}B$ izotopunu sürətli protonlarla bombardman etdikdə 3 eyni zərrəcik alınır. Bu zərrəcik hansı elementin nüvəsi ola bilər?

- A) deuterium B) helium C) tritium
D) litium E) hidrogen

16. Bir ${}_{92}^{235}U$ nüvəsi parçalananda 2 enerji ayrılır.

2 ${}_{92}^{235}U$ izotopu parçalandıqda, nə qədər enerji ayrılır

$(N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1})$

- A) $1,2 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$ B) $6 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$ C) 470 MeV
D) 1200 MeV E) 17400 MeV

17. ${}_{92}^{235}\text{U}$ nüvəsi neytronun təsiri ilə bölünərkən ${}_{54}^{139}\text{Xe}$ və ${}_{38}^{94}\text{Sr}$ qəlpələrinə parçalanır. Bu zaman neçə sərbəst neytron ayrılır?
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

18. ${}_{92}^{235}\text{U}$ nüvəsi neytronun təsiri ilə bölünərkən ${}_{56}^{142}\text{Ba}$ və ${}_{36}^{91}\text{Kr}$ qəlpələrinə parçalanır. Bu zaman neçə sərbəst neytron ayrılır?
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

19. Azotun ${}_{7}^{14}\text{N}$ izotopunun nüvəsi neytronu udarkən naməlum element və α zərrəcik əmələ gəlir. Həmin elementi təyin edin.

- A) ${}_{5}^{10}\text{B}$ B) ${}_{6}^{12}\text{C}$ C) ${}_{5}^{11}\text{B}$ D) ${}_{6}^{11}\text{C}$ E) ${}_{4}^9\text{Be}$

20. ${}_{7}^{14}\text{N}$ Azotun izotopunun nüvəsi α - zərrəciyi udarkən naməlum element və proton əmələ gəlir. Həmin elementi təyin edin.

- A) ${}_{9}^{16}\text{F}$ B) ${}_{8}^{18}\text{O}$ C) ${}_{8}^{16}\text{O}$ D) ${}_{8}^{17}\text{O}$ E) ${}_{9}^{17}\text{F}$

21. Maqneziumun ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ izotopunun nüvəsi protonlarla bombardman edildikdə naməlum element və α zərrəcik əmələ gəlir. Həmin elementi təyin edin.

- A) ${}_{13}^{25}\text{Al}$ B) ${}_{11}^{24}\text{Na}$ C) ${}_{11}^{23}\text{Na}$ D) ${}_{11}^{22}\text{Na}$ E) ${}_{13}^{27}\text{Al}$

22. Sükunətdə olan M kütləli nüvə hər birinin sükunət kütləsi m olan iki eyni qəlpəyə parçalanır. Alınan qəlpələrin sürətini tapın.

A) $u = c \sqrt{\frac{M}{m} - 2}$

B) $u = c \sqrt{\frac{M}{m} + 2}$

C) $u = c \sqrt{\frac{2M}{m} - 2}$

D) $u = c \sqrt{\frac{2M}{m} + 2}$

$$E) u = c \sqrt{\frac{M}{2m} + 2}$$

23. Sükunətdə olan M kütləli nüvə hər birinin sürəti u olan iki eyni qəlpəyə parçalanır. Alınan qəlpələrin kütləsini tapın.

A) $m = \frac{2Mc^2}{2c^2 + u^2}$ B) $m = \frac{Mc^2}{2c^2 + u^2}$ C) $m = \frac{Mc^2}{2c^2 - u^2}$
D) $m = \frac{2Mc^2}{2c^2 - u^2}$ E) $m = \frac{Mc^2}{c^2 + u^2}$

24. Zəncirvari nüvə reaksiyalarının stabil getməsi üçün neytronların artma əmsalı hansı münasibəti ödəməlidir?

A) $k < 1$ B) $k > 1$ C) $k \gg 1$ D) $k = 1$ E) $k \ll 1$

25. Zəncirvari nüvə reaksiyalarının şiddətinin artması üçün neytronların artma əmsalı hansı münasibəti ödəməlidir?

A) $k > 1$ B) $k = 1$ C) $k = 0, 1$ D) $k < 1$ E) $k \ll 1$

26. Zəncirvari nüvə reaksiyalarının tədricən sönməsi üçün neytronların artma əmsalı hansı münasibəti ödəməlidir?

A) $k < 1$ B) $k > 1$ C) $k = 1, 2$ D) $k = 1$ E) $k \ll 1$

27. Radioaktiv elementin yarımparçalanma period 115 sutkadır. 460 sutkadan sonar onun nüvələrinin hansı hissəsi çevrilməmiş qalar?

A) $\frac{1}{8}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{16}$ D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{32}$

28. Aşağıdakı reaksiyalardan hansı (p, n) reaksiyasıdır?

A) ${}^{18}_8O (p, n) {}^{18}_9F$ B) ${}^{18}_8Li (p, \alpha) {}^3_2He$ C) ${}^2_1d (d, p) {}^3_1H$
D) ${}^2_1d (d, n) {}^3_2He$ E) ${}^{14}_7N (\alpha, p) {}^{17}_8O$

29. Aşağıdakı reaksiyalardan hansı (d, p) reaksiyasıdır?

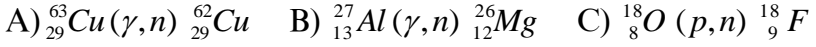
A) ${}^2_1d (d, p) {}^3_1H$ B) ${}^{18}_8O (p, n) {}^{18}_9F$ C) ${}^{18}_8Li (p, \alpha) {}^3_2He$
D) ${}^2_1d (d, n) {}^3_2He$ E) ${}^{14}_7N (\alpha, p) {}^{17}_8O$

30. Aşağıdakı reaksiyalardan hansı (d, n) reaksiyasıdır?

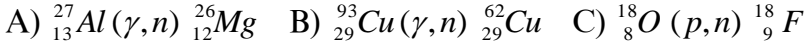
A) ${}^2_1d (d, n) {}^3_2He$ B) ${}^{18}_8O (p, n) {}^{18}_9F$ C) ${}^{18}_8Li (p, \alpha) {}^3_2He$



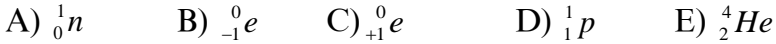
31. Aşağıdakı reaksiyalardan hansı (γ, n) nüvə reaksiyasıdır?



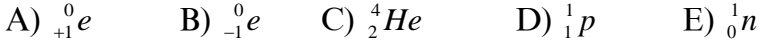
32. Aşağıdakı reaksiyalardan hansı (γ, p) nüvə reaksiyasıdır?



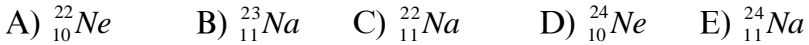
33. ${}^{19}_9F (p, x) {}^{16}_8O$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi göstərin?



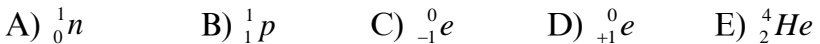
34. ${}^7_3Li + X \rightarrow {}^{10}_5B + {}^1_0n$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi göstərin?



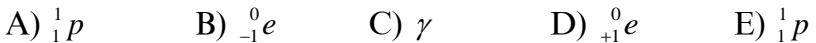
35. ${}^{27}_{13}Al + {}^1_0n \rightarrow X + {}^4_2He$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi göstərin?



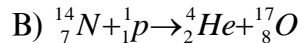
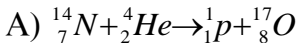
36. ${}^{10}_5B + {}^4_2He \rightarrow {}^{13}_7N + X$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi göstərin?

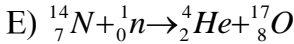
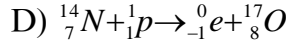
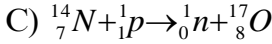


37. ${}^{12}_6C + {}^1_1H \rightarrow {}^{13}_6C + X$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəciyi göstərin?

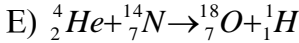
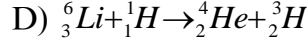
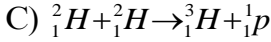
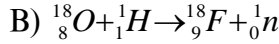
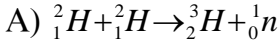


38. ${}^{14}_7N$ nüvəsini α zərrəciqlə bombardıman etdikdə baş verən nüvə reaksiyası nəticəsində proton (1_1p) buraxır. Nüvə reaksiyasını yazın

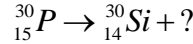




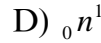
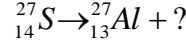
39. Aşağıdaki reaksiyalardan hansı (p, α) nüvə reaksiyadır?



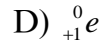
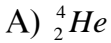
40. Nüvə reaksiyasını tamamlayın



41. Nüvə reaksiyasını tamamlayın



42. ${}^{14}_7N + ? \rightarrow {}^{17}_8O + {}^1_1p^1$ nüvə reaksiyasında çatışmayan zərrəcik hansidir?



43. Aşağıdakılardan hansılar nüvə reaktorlarında istilik ötürücü kimi istifadə olunur?

1. Adi su ;

2. Ağır su;

3. Maye natrium;

4. Qrafit;

5. Bor

A) 1, 2

B) 2, 4

C) 1, 3

D) 2, 5

E) 4, 5

44. Aşağıdakılardan hansılar nüvə reaktorlarında neytron yavaşdırıcısı kimi istifadə olunur?

1. Adi su ;

2. Ağır su;

3. Maye natrium;

4. Qrafit;

5. Bor

A) 1, 2

B) 2, 4 və 5

C) 1, 3

D) 1, 2 və 3

E) 1, 3 və 5

45. Aşağıdakılardan hansılar nüvə reaktorlarında yanacaq kimi istifadə olunur?

1. Uran ;

2. Ağır su;

3. Maye natrium;

4. Qrafit;

5. Bor

6. Puluton

A) 1, 2 və 3

B) 2, 4 və 5

C) 1, 3 və 5

D) 1, 2 və 5

E) 1 və 6

46. Nüvə reaksiyalarında aşağıdakı kəmiyyətlərdən hansılar saxlanılır?

1. Yük ədədi 2. Kütlə ədədi 3. Enerji 4. İmpuls

- A) 1, 2, 3 və 4 B) 2, 4 və 5 C) 1, 3 və 5
D) 1, 2 və 5 E) 1 və 6

47. Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün ən kiçik uran kütləsi necə adlanır?

- A) nisbi atom kütləsi B) molyar kütlə
C) Böhran kütləsi D) nisbi molekul kütləsi
E) Plank kütləsi

48. Hidrogen bombasında hansı reaksiya gedir?

- A) İstilik nüvə reaksiyası B) Zəncirvari nüvə reaksiyası
C) Parçalanma reaksiyası D) Əvəzətmə reaksiyası
E) Bölünmə reaksiyası

49. Atom bombasında hansı reaksiya gedir?

- A) İstilik nüvə reaksiyası B) Zəncirvari nüvə reaksiyası
C) Sintez nüvə reaksiyası D) Əvəzətmə reaksiyası
E) Termonüvə reaksiyası

50. Günəş və ulduzlarda enerji hansı reaksiyalardan alınır?

- A) İstilik nüvə reaksiyası B) Zəncirvari nüvə reaksiyası
C) Parçalanma reaksiyası D) Əvəzətmə reaksiyası
E) Bölünmə reaksiyası

V FƏSİL. ATOM FİZİKASI

§ 15. Atom spektrində qanunauyğunluqlar

Hidrogen atomunun spektrindəki seriyaların dalğa uzunluğu və tezliyi ümumiləşmiş Balmer - Rits düsturu ilə hesablanır:

$$\frac{1}{\lambda} = R' \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

$$\nu = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

Burada $R' = 1,1 \cdot 10^7 m^{-1}$, $R = R'c = 3,29 \cdot 10^{15} san^{-1}$ - Ridberq sabiti, m və n müsbət tam ədədlərdir. Hər bir seriya üçün m sabitdir və $n = m+1; m+2; m+3, \dots$ qiymətlərini alır.

$m = 1$ - Layman seriyası ($n = 2, 3, 4, \dots$)

$m = 2$ - Balmer seriyası ($n = 3, 4, 5, \dots$)

$m = 3$ - Paşen seriyası ($n = 4, 5, 6, \dots$)

$m = 4$ - Breket seriyası ($n = 5, 6, 7, \dots$)

$m = 5$ - Pufund seriyası ($n = 6, 7, 8, \dots$)

$m = 6$ - Hemfri seriyası ($n = 7, 8, 9, \dots$)

Hidrogen atomunun spektrinin görünən hissəsinə Balmer seriyasının dörd xətti yerləşir:

Xətlər	Rəngi	$\lambda, (nm)$	Düstur
H_α	Qırmızı	656,21	$\frac{1}{\lambda_\alpha} = R'\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$
H_β	Mavi	486,08	$\frac{1}{\lambda_\beta} = R'\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$
H_γ	Bənövşəyi	434,00	$\frac{1}{\lambda_\gamma} = R'\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$
H_δ	Bənövşəyi	410,13	$\frac{1}{\lambda_\delta} = R'\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right)$

Ridberq sabitinin riyazi ifadəsi :

$$R = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^3}$$

Spektral xətlərin enerjisi

$$E = h\nu = Rh\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = E_i\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

düsturu ilə hesablanır.

Burada $E_i = Rh = 13,6eV (m=1, n=\infty)$ hidrogen atomunun ionlaşma enerjisidir.

Elektronun atom orbitində enerjisi:

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

Burada Z - yük ədədi, n - orbitin sıra nömrəsidir.

Hidrogen atomu üçün ($Z=1$)

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2} eV$$

Hidrogenə bənzər ionların spektrindəki seriyaların dalğa uzunluğu

$$\frac{1}{\lambda} = R'Z^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

düsturu ilə hesablanır. Burada Z – nüvənin yüküdür.

Ritsin kombinasiya prinsipiə görə atomun spektrində iki müxtəlif (ν_{mn} və ν_{km}) tezlikli iki xətt varsa, spektrdə onların cəminə və ya fərqiə bərabər tezlikli şualar da var:

$$\nu_{kn} = \nu_{km} + \nu_{mn} \quad \text{və ya} \quad \nu_{km} = \nu_{kn} - \nu_{mn}$$

Burada n , m və k – enerji səviyyələrinin sıra nömrəsidir.

Mövzuya aid suallar

1. Atom hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?
2. Atomda nüvə və elektronları əlaqələndirən qüvvələr hansı təbiətlidir?
3. Atomun quruluşunun öyrənilməsinin elmi əsasını nələr təşkil edir?
4. Atomun quruluşunun öyrənilməsi üçün spektrlərin tədqiqi nə kimi rol oynamış və hansı nəticələr alınmışdır?
5. Atom spektrləri necədir?
6. Atom spektrlərində xətlər necə düzülmüşdür?
7. Atom spektrində xətlər qrupu nə adlanır?

8. İki qonşu spektral xətlərin tezliklər fərqi və intensivliyi tezlikdən necə asılıdır?
9. Hidrogen atomunun spektrində işıqın görünən oblasta düşən xətlərin dalğa uzunluğunu empirik olaraq necə hesablamaq olar?
10. Hidrogen atomunun spektral seriyalarını hansı düsturla hesablamaq olar?
11. Balmer düsturu necə ifadə olunur?
12. Ridberq sabitinin riyazi ifadəsi necədir və hansı qiymət alır?
13. Hidrogen atomunda hansı spektral seriyalar var?
14. Hidrogen atomunda hansı spektral seriyanın xətləri işıqın görünən oblasta düşür?
15. Layman seriyası atomda hansı elektron keçidinə uyğundur?
16. Balmer seriyası atomda hansı elektron keçidinə uyğundur?
17. Paşen seriyası atomda hansı elektron keçidinə uyğundur?
18. Breket seriyası atomda hansı elektron keçidinə uyğundur?
19. Pufund seriyası atomda hansı elektron keçidinə uyğundur?
20. Spektral term nəyə deyilir?
21. Spektral termləri bilməklə hansı kəmiyyətləri təyin etmək olar?
22. Ritsin kombinasiya prinsipinin mahiyyəti nədən ibarətdir?
23. Verilmiş spektral seriyanın sərhəddi necə hesablanır?
24. Spektral xətlərin enerjisi hansı düstur ilə hesablanır?
25. Hansı enerjiyə atomun ionlaşma enerjisi deyilir?
26. Hidrogen atomunun ionlaşma enerjisi nə qədərdir?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Hidrogen atomunun Layman seriyasının iki xəttinin dalğa uzunluğu $\lambda_1 = 121\text{nm}$ və $\lambda_2 = 97\text{nm}$ məlum olarsa spektrdə daha hansı dalğa uzunluqlu xətt ola bilər? Həmin xəttin dalğa uzunluğunu hesablayın.

Verilir:	Həlli:
$\lambda_1 = 121\text{nm}$	Layman seriyasının xətlərinin tezliyini
$\lambda_2 = 97\text{nm}$	$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$ və
$m = 1$	$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$
$\lambda = ?$	

düsturu ilə hesablamaq olar.

Bu düsturlardan n_1 və n_2 - i hesablayaq:

$$\frac{1}{n_1^2} = 1 - \frac{c}{\lambda_1 R} = 1 - \frac{3 \cdot 10^8}{121 \cdot 10^{-9} \cdot 3,3 \cdot 10^{15}} = 0,25; \quad n_1 = \sqrt{\frac{1}{0,25}} = 2$$

$$\frac{1}{n_2^2} = 1 - \frac{c}{\lambda_2 R} = 1 - \frac{3 \cdot 10^8}{97 \cdot 10^{-9} \cdot 3,3 \cdot 10^{15}} = 0,063; \quad n_2 = \sqrt{\frac{1}{0,063}} = 4$$

Göründüyü kimi verilmiş xətlər uyğun olaraq $2 \rightarrow 1$ və $4 \rightarrow 1$ keçidlərinə uyğundur.

Ritsin kombinasiya prinsipinə görə atomun spektrində iki müxtəlif ν_{21} və ν_{41} tezlikli xətləri varsa, onda onların fərqinə bərabər tezlikli xətt də vardır:

$$\nu = \nu_{42} - \nu_{21} = R\left(1 - \frac{1}{4^2} - 1 + \frac{1}{2^2}\right) = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right).$$

Göründüyü kimi bu Balmer seriyasının ikinci (H_β) - xəttidir.

Bu xəttin dalğa uzunluğunu hesablayaq:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{3}{16} R' \quad \text{buradan} \quad \lambda = \frac{16}{3R'} = \frac{16}{3 \cdot 1,1 \cdot 10^7} = 485\text{nm}$$

Cavab: $\lambda = 485\text{nm}$

Məsələ 2. Hansı hidrogenə bənzər ionun Balmer və Layman seriyasının əsas xətlərinin dalğa uzunluqlarının fərqi $59,3 \text{ nm}$ - dir.

Verilir:
 $\Delta\lambda = 59,3 \text{ nm}$

$Z = ?$

Həlli:

Hidrogenə bənzər ionların spektral seriyalarının xətlərinin dalğa uzunluğunu

$$\frac{1}{\lambda} = R'Z^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

düsturu ilə hesablamaq olur. Burada Z - nüvənin yüküdür.

Layman seriyasının əsas xətti üçün $m=1$ və $n=2$,

Beləliklə $\frac{1}{\lambda_1} = R'Z^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3}{4} R'Z^2 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4}{3R'Z^2}$.

Balmer seriyasının əsas xətti üçün $m=2$ və $n=3$,

Beləliklə $\frac{1}{\lambda_2} = R'Z^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{5}{36} R'Z^2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{36}{5R'Z^2}$.

Sonuncu ifadələrdən dalğa uzunluqlarının fərqi tapıla bilər:

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \left(\frac{36}{5} - \frac{4}{3} \right) \cdot \frac{1}{R'Z^2} = \frac{88}{15R'Z^2}$$

Beləliklə $Z = \sqrt{\frac{88}{15R'\Delta\lambda}}$;

$$Z = \sqrt{\frac{88}{15 \cdot 1,1 \cdot 10^7 \cdot 59,3 \cdot 10^{-9}}} = 3$$

Cavab: $Z = 3$; Li^{++}

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

15.1. Hidrogen atomunun Layman seriyasının ilk üç spektral xəttinin dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda_1 = 121 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 102,3 \text{ nm}$; $\lambda_3 = 97 \text{ nm}$

15.2. Hidrogen atomunun Layman seriyasının qısa dalğa sərhəddini tapın.

$$\text{Cavab: } \lambda_{\infty} = 91\text{nm}$$

15.3. Hidrogen atomunun Paşen seriyasının qısa dalğa sərhəddinə uyğun fotonun enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E = 1,54\text{eV}$$

15.4. Hidrogen atomunun spektrinin görünən seriyasında (Balmer seriyasında) fotonun maksimal və minimal enerjisini tapın.

$$\text{Cavab: } E_{\max} = 3,41\text{ eV}, E_{\min} = 1,89\text{ eV}$$

15.5. Hidrogen atomunun spektrinin Paşen seriyasında hansı spektral xəttin dalğa uzunluğu $1,28\text{ mkm}$ - dir?

Cavab: ikinci xəttin

15.6. n -ci enerji səviyyəsində həyəcanlanmış hidrogen atomunun şüalandırdığı mümkün spektral xətlərin sayını tapın.

$$\text{Cavab: } N = \frac{n(n-1)}{2}$$

15.7. Hidrogen atomu hansı həyəcanlanmış haldan əsas hala keçərkən yalnız altı spektral xətt şüalandırır? Bunlar hansı seriyanın xətləridir?

Cavab: 4-cü . Layman - 3, Balmer - 2, Paşen – 1

15.8. Bütün spektral seriyaların xətlərini şüalandırması üçün hidrogen atomunun həyəcanlanma enerjisini hesablayın.

$$\text{Cavab: } E_{\min} = 13,6\text{eV}$$

15.9. Əsas halda olan hidrogen atomu $E = 12,12\text{eV}$ enerjili foton udaraq hansı energetik hala keçir? Elektron həyəcanlanmış haldan ən aşağı energetik hala keçərkən neçə spektral xətt şüalandırır? Bu xətlərin dalğa uzunluğunu hesablayın?

Cavab: $n=3$

15.10. “Hidrogen atomun spektrində qanunauyğunlular ” adlı laboratoriya işini icra edən zaman spektrin görünən seriyasının H_{β} - xətti üçün monoxromatorun göstərişi 460nm olmuşdur.

Təcrübənin nəticəsinə əsasən Ridberq sabitini və təcrübə xətasını hesablayın.

Cavab: $R' \approx 1,16 \cdot 10^7 m^{-1}$, $\eta \approx 5,5\%$

15.11. Hidrogen atomunun spektrində Layman seriyasının maksimal dalğa uzunluğu $121,6 nm$ -dir. Balmer seriyasının maksimal dalğa uzunluğunu təyin edin.

Cavab: $\lambda = 656,6nm$

15.12. Hidrogen atomunun spektrində Layman seriyasının birinci və ikinci xətlərinin tezliyi məlum olarsa, spektrdə daha hansı seriyanın xətti var?

Cavab: Balmer seriyasının H_α xətti

15.13. Hidrogen atomunun spektrində Layman seriyasının iki xətlərinin $\nu_1 = 2,48 \cdot 10^{15} Hz$ və $\nu_2 = 3,1 \cdot 10^{15} Hz$ tezlikləri məlum olarsa, spektrdə daha hansı seriyanın xətti var? Bu xəttin tezliyini hesablayın.

Cavab: Balmer seriyasının H_β xətti

$\nu = 6,2 \cdot 10^{14} Hz$

15.14. Hidrogen atomunun spektrində Balmer seriyasının iki xəttinin $\lambda_1 = 410nm$ və $\lambda_2 = 486nm$ məlumdur. Bu xətlərin dalğa ədədinin fərqi hansı seriyanın dalğa ədədinə bərabərdir? Həmin xəttin dalğa uzunluğunu hesablayın.

Cavab: Breket seriyasının xəttidir.

$\lambda_{6 \rightarrow 4} = 2,63mkm$

Test 15

1. Atom hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?

- A) Proton və neytronların B) Nüvə və elektronların
C) Kvarkların D) Mezonların E) Neytronların

2. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun dalğa uzunluqlarını müqayisə edin.

- A) $\lambda_\alpha > \lambda_\beta > \lambda_\gamma$ B) $\lambda_\alpha < \lambda_\beta < \lambda_\gamma$ C) $\lambda_\beta > \lambda_\alpha > \lambda_\gamma$
D) $\lambda_\alpha < \lambda_\gamma < \lambda_\beta$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_\beta = \lambda_\gamma$

3. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun tezlikləri müqayisə edin.

- A) $\nu_\alpha > \nu_\beta > \nu_\gamma$ B) $\nu_\alpha < \nu_\beta < \nu_\gamma$ C) $\nu_\beta > \nu_\alpha > \nu_\gamma$
D) $\nu_\alpha < \nu_\gamma < \nu_\beta$ E) $\nu_\alpha = \nu_\beta = \nu_\gamma$

4. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun enerjiləri müqayisə edin.

- A) $E_\alpha > E_\beta > E_\gamma$ B) $E_\alpha < E_\beta < E_\gamma$ C) $E_\beta > E_\alpha > E_\gamma$
D) $E_\alpha < E_\gamma < E_\beta$ E) $E_\alpha = E_\beta = E_\gamma$

5. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun impulslarını müqayisə edin.

- A) $P_\alpha > P_\beta > P_\gamma$ B) $P_\alpha < P_\beta < P_\gamma$ C) $P_\beta > P_\alpha > P_\gamma$
D) $P_\alpha < P_\gamma < P_\beta$ E) $P_\alpha = P_\beta = P_\gamma$

6. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun sürətləri müqayisə edin.

- A) $\nu_\alpha > \nu_\beta > \nu_\gamma$ B) $\nu_\alpha < \nu_\beta < \nu_\gamma$ C) $\nu_\beta > \nu_\alpha > \nu_\gamma$
D) $\nu_\alpha < \nu_\gamma < \nu_\beta$ E) $\nu_\alpha = \nu_\beta = \nu_\gamma$

7. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun dalğa uzunluğu ən kiçikdir?

- A) $E_2 \rightarrow E_3$ B) $E_2 \rightarrow E_4$ C) $E_2 \rightarrow E_5$
D) $E_1 \rightarrow E_6$ E) $E_1 \rightarrow E_2$

8. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun dalğa uzunluğu ən böyükdür?

- A) $E_2 \rightarrow E_3$ B) $E_1 \rightarrow E_6$ C) $E_2 \rightarrow E_4$
D) $E_2 \rightarrow E_5$ E) $E_1 \rightarrow E_3$

9. Hidrogen atomunda elektronun $E_5 \rightarrow E_3$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Balmer B) Paşen C) Layman
D) Breket E) Pfund

10. Hidrogen atomunda elektronun $E_6 \rightarrow E_3$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur.

- A) Paşen B) Balmer C) Layman
D) Breket E) Pfund

11. Hidrogen atomunda elektronun $E_5 \rightarrow E_2$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Pfund B) Paşen C) Layman
D) Breket E) Balmer

12. Hidrogen atomunda elektronun $E_3 \rightarrow E_2$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Balmer B) Paşen C) Layman
D) Breket E) Pfund

13. Hidrogen atomunda elektronun həyəcanlanmış haldan əsas hala keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Layman B) Paşen C) Balmer
D) Breket E) Pfund

14. Hidrogen atomunda elektronun $E_6 \rightarrow E_4$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Paşen B) Breket C) Layman
D) Balmer E) Pfund

15. Hidrogen atomunda elektronun $E_6 \rightarrow E_1$ keçidi hansı spektral seriyaya uyğundur?

- A) Layman B) Paşen C) Balmer
D) Breket E) Pfund

16. Hidrogen atomunun spektrində işığın görünən oblastına düşən xətlər hansı seriyaya aiddir?

- A) Breket B) Paşen C) Layman
D) Balmer E) Pfund

17. Elektronu atomdan ayıran enerjisi...

- A) Dissosiasoya enerjisi B) Elektron hərissliyi
C) İonlaşma enerjisi D) Rabitə enerjisi
E) Rəqsin sıfırncı enerjisi adlanır

18. Elektronu atoma birləşdirən enerji

- A) Elektron hərissliyi B) İonlaşma enerjisi
C) Dissosiasoya enerjisi D) Rabitə enerjisi
E) Rəqsin sıfırncı enerjisi adlanır

19. Hidrogen atomunda $2 \rightarrow 1$ keçidinə uyğun şüalanmanın dalğa uzunluğunun $3 \rightarrow 1$ keçidinə uyğun dalğa uzunluğuna olan nisbətini (λ_1 / λ_2) tapın.

- A) 32/27 B) 2/3 C) 3/4 D) 4/3 E) 27/32

20. Hidrogen atomunda $2 \rightarrow 1$ keçidinə uyğun şüalanmanın tezliyinin $3 \rightarrow 1$ keçidinə uyğun tezliyinə olan nisbətini (ν_1 / ν_2) tapın.

- A) 27/32 B) 2/3 C) 3/4 D) 4/3 E) 32/27

21. Hidrogen atomunda $3 \rightarrow 2$ keçidinə uyğun şüalanmanın dalğa uzunluğunun $4 \rightarrow 2$ keçidinə uyğun şüalanmanın dalğa uzunluğuna olan nisbətini (λ_1 / λ_2) tapın.

- A) 27/20 B) 20/27 C) 4/3 D) 1/2 E) 3/4

22. Hidrogen atomunun spektrində Layman seriyasının xətlərinin tezliyi hansı düsturla təyin edilir?

- A) $\nu = R(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$ B) $\nu = R(1 - \frac{1}{n^2})$ C) $\nu = R(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2})$

- D) $\nu = R(\frac{1}{16} - \frac{1}{n^2})$ E) $\nu = R(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2})$

23. Hidrogen atomunun spektrində Balmer seriyasının xətlərinin tezliyi hansı düsturla təyin edilir?

- A) $\nu = R(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2})$ B) $\nu = R(1 - \frac{1}{n^2})$ C) $\nu = R(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2})$

D) $\nu = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{n^2}\right)$ E) $\nu = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$

24. Hidrogen atomunun spektrində Paşen seriyasının xətlərinin tezliyi hansı düsturla təyin edilir?

A) $\nu = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$ B) $\nu = R\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ C) $\nu = R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2}\right)$

D) $\nu = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{n^2}\right)$ E) $\nu = R\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2}\right)$

25. Hidrogen atomunun spektrində Breket seriyasının xətlərinin tezliyi hansı düsturla təyin edilir?

A) $\nu = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$ B) $\nu = R\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ C) $\nu = R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2}\right)$

D) $\nu = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{n^2}\right)$ E) $\nu = R\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2}\right)$

26. Hidrogen atomunun spektrində Pufund seriyasının xətlərinin tezliyi hansı düsturla təyin edilir?

A) $\nu = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$ B) $\nu = R\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ C) $\nu = R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2}\right)$

D) $\nu = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{n^2}\right)$ E) $\nu = R\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{n^2}\right)$

27. Hidrogen atomu $n = 4$ baş kvant ədədi ilə xarakterizə olunan həyəcanlanmış haldadır. Hidrogenin spektrində atomun həyəcanlanmış haldan əsas hala keçid zamanı meydana çıxan mümkün spektral xətlərin sayını müəyyən edin.

A) 2 B) 5 C) 3 D) 4 E) 6

28. Aşağıdakılardan hansı Ridberq sabitini ifadə edir?

A) $3,29 \cdot 10^{15} \text{ san}^{-1}$ B) $3,71 \cdot 10^{-8} \text{ san}^{-1}$ C) $7,53 \cdot 10^7 \text{ san}^{-1}$

D) $3,35 \cdot 10^{-12} \text{ san}^{-1}$ E) $7,35 \cdot 10^{12} \text{ san}^{-1}$

29. Aşağıdakılardan hansı Layman seriyası üçün baş kvant ədədinin qiymətlərinə uyğundur?

A) $n=1; 2; 3$ B) $n=2; 3; 4$ C) $n=4; 5; 6$

D) $n=5; 6; 7$ E) $n=6; 7; 8$

30. Balmer seriyası üçün baş kvant ədədləri hansı qiymətləri alır?

A) $n=3; 4; 5$ B) $n=2; 3; 4$ C) $n=1; 2; 3$

D) $n=4; 5; 6$ E) $n=5; 6; 7$

31. Paşen seriyası üçün baş kvant ədədləri hansı qiymətləri alır?

A) $n=3; 4; 5$ B) $n=2; 3; 4$ C) $n=4; 5; 6$

D) $n=5; 6; 7$ E) $n=7; 8; 9$

32. Brekket seriyası üçün baş kvant ədədləri hansı qiymətləri alır?

A) $n=5; 6; 7$ B) $n=2; 3; 4$ C) $n=3; 4; 5$

D) $n=5; 6; 7$ E) $n=6; 7; 8$

33. Pufund seriyası üçün baş kvant ədədləri hansı qiymətləri alır?

A) $n=6; 7; 8$ B) $n=5; 6; 7$ C) $n=4; 5; 6$

D) $n=2; 3; 4$ E) $n=3; 4; 5$

34. Aşağıdakılardan hansı hidrogen atomunda $n=1$ olduğu hal üçün enerjinin qiymətini göstərir?

A) $E_1 = 13,6 \text{ eV}$ B) $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ C) $E_1 = 8,69 \text{ eV}$

D) $E_1 = -8,69 \text{ eV}$ E) $E_1 = 7,83 \text{ eV}$

35. n -ci energetik səviyyəyə həyəcanlandırılmış hidrogen atomu neçə spektral xətt şüalandıra bilər?

A) $\frac{n(n-1)}{2}$ B) n C) n^2 D) $n(n-1)$ E) $2n^2$

36. 5-ci energetik səviyyəyə həyəcanlandırılmış hidrogen atomu neçə spektral xətt şüalandıra bilər?

A) 10 B) 5 C) 25 D) 20 E) 50

37. Hidrogen atomu neçənci energetik səviyyədə olmalıdır ki, $N=10$ sayda spektral xətt şüalandıra bilsin?

A) $n=10$ B) $n=5$ C) $n=3$ D) $n=11$ E) $n=6$

38. Hidrogen atomunun spektral xətlərinin enerjisi hansı ifadə ilə təyin olunur?

A) $E_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right)$ B) $E = \frac{m\omega^2}{2}$ C) $E = mc^2$

D) $E = Rh\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ E) $E_n = \frac{n^2 h^2}{8m\ell^2}$

39. Hidrogen atomunun srektrinin işığın görünən oblastına düşən H_α, H_β və H_γ xətlərinə uyğun fotonların kütlələrini müqayisə edin.

A) $m_\alpha > m_\beta > m_\gamma$ B) $m_\alpha < m_\beta < m_\gamma$ C) $m_\beta > m_\alpha > m_\gamma$
D) $m_\alpha < m_\gamma < m_\beta$ E) $m_\alpha = m_\beta = m_\gamma$

40. Hidrogen atomunun spektral xətlərinə uyğun fotonların kütləsi hansı ifadə ilə təyin olunur?

A) $E_n = \frac{h\nu}{c^2}\left(n + \frac{1}{2}\right)$ B) $m = \frac{Rh}{c^2}\left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$

C) $m = \frac{Rh}{c}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ D) $m = \frac{Rh}{c^2}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$

E) $m = \frac{n^2 h^2}{8E_n \ell^2}$

41. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun kütləsi ən böyükdür?

A) $E_1 \rightarrow E_5$ B) $E_1 \rightarrow E_2$ C) $E_1 \rightarrow E_4$
D) $E_2 \rightarrow E_5$ E) $E_2 \rightarrow E_3$

42. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun kütləsi ən kiçikdir?

A) $E_1 \rightarrow E_5$ B) $E_1 \rightarrow E_2$ C) $E_1 \rightarrow E_4$
D) $E_2 \rightarrow E_5$ E) $E_2 \rightarrow E_3$

43. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun impulsu ən böyükdür?

A) $E_1 \rightarrow E_5$ B) $E_1 \rightarrow E_2$ C) $E_1 \rightarrow E_4$

D) $E_2 \rightarrow E_5$ E) $E_2 \rightarrow E_3$

44. Hansı keçid zamanı hidrogen atomunun udduğu fotonun impulsu ən kiçikdir?

A) $E_1 \rightarrow E_5$ B) $E_1 \rightarrow E_2$ C) $E_1 \rightarrow E_4$

D) $E_2 \rightarrow E_5$ E) $E_2 \rightarrow E_3$

45. Atomun spektrində iki müxtəlif ν_1 və ν_2 tezlikli xətt varsa hansı tezlikli xətt ola bilər?

A) $2\nu_1$ B) $2\nu_2$ C) $\nu_1 + 2\nu_2$

D) $\nu_1 + \nu_2$ E) $\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$

46. Atomun spektrində iki müxtəlif ν_1 və ν_2 tezlikli xətt varsa hansı tezlikli xətt ola bilər?

A) $\nu_1 - \nu_2$ B) $2\nu_1 - \nu_2$ C) $2\nu_2 - \nu_1$

D) $\frac{\nu_1 - \nu_2}{2}$ E) $\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$

47. Hidrogen atomun spektrində iki müxtəlif $\nu_1 = 2,48 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ və $\nu_2 = 6,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ tezlikləri məlumdursa daha hansı tezlikli xətt ola bilər?

A) $1,24 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ B) $3,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ C) $3,1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

D) $4,96 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ E) $4,96 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

48. Hidrogen atomun spektrində iki müxtəlif $\nu_1 = 3,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ və $\nu_2 = 6,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ tezlikləri məlumdursa daha hansı tezlikli xətt ola bilər?

A) $6,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ B) $3,1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ C) $1,55 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

D) $2,48 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ E) $6,2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

49. Hidrogen atomunun Paşen seriyasında ən kiçik tezlik hansıdır (R - Ridberq sabitidir)?

A) $\nu = \frac{1}{4} R$ B) $\nu = \frac{8}{9} R$ C) $\nu = \frac{7}{144} R$

$$D) \nu = \frac{5}{36} R \quad E) \nu = \frac{3}{4} R$$

50. Hidrogen atomunun Paşen seriyasında ən böyük tezlik hansıdır (R - Ridberq sabitidir)?

$$A) \nu = \frac{1}{4} R \quad B) \nu = \frac{8}{9} R \quad C) \nu = \frac{7}{144} R$$

$$D) \nu = \frac{5}{36} R \quad E) \nu = \frac{3}{4} R$$

16. Atom modelləri.

Hidrogen atomunun Rezerford - Bor nəzəriyyəsi

Tomson modelinə görə atomlar bütün həcmdə bərabər paylanmış və daxilində müxtəlif nöqtələrdə elektronlar yerləşən müsbət yüklü bircins kürədən ibarətdir. Elektronlar kürənin mərkəzi ətrafında

$$\omega = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m R^3}}$$

tezliyi ilə harmonik rəqsi hərəkət edir. Burada e - eltktronun yükü, m - elektronun kütləsi, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{kl^2}{N \cdot m^2}$ - elektrik sabiti, R - atomun radiusudur.

Atomun Bor modelinə görə stasionar orbitlərdə elektronun impuls momenti kvantlanır:

$$M = mvr = n\hbar$$

Burada m - elektronun kütləsi, r - orbitlərin radiusu, v - elektronun orbitdə sürəti, n - baş kvant ədədi,

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} C \cdot san - \text{Plank sabitidir.}$$

Bor orbitinin radiusu

$$r_n = \frac{\hbar}{kme^2} n^2 = r_1 \cdot n^2 ; r_1 = \frac{\hbar}{kme^2} = 52,9 pm$$

r_1 - birinci Bor radiusu, $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{Kl^2}$ - elektrik sabitdir.

Bor orbitlərində elektronun xətti sürəti:

$$v_n = \frac{ke^2}{\hbar} \cdot \frac{1}{n}$$

Elektron bir stasionar orbitdən digərinə keçdikdə stasionar halların enerjiləri fərqi qədər ya enerji şüalandırır, ya da udur:

$$\Delta E = E_m - E_n$$

Atomda elektronun enerjisi kvanlanır. Hidrogen atomunda elektronun enerjisi

$$E_n = -\frac{me^4}{8\epsilon_0 h^2 n^2} = -\frac{E_1}{n^2} eV$$

$E_1 = -13,6 eV$ - hidrogen atomunda əsas halin ($n=1$) enerjisidir.

Elektron bir orbitdən digərinə keçdikdə udulan və ya şüalanan fotonun tezliyi.

$$\nu = \frac{E_m - E_n}{h}$$

İki qonşu Bor orbiti arasındakı məsafə:

$$\Delta r_{n,n+1} = r_{n+1} - r_n = \frac{k\hbar^2}{me^2} (2n+1) = r_1 (2n+1)$$

İki qonşu enerji səviyyəsinin energetik eni

$$\Delta E_{n,n+1} = E_{n+1} - E_n = E_1 (2n+1)$$

Mövzuya aid suallar

1. Atomun ilk modelini hansı alim vermişdir?
2. Tomson modelininə görə atom nədən ibarətdir?
3. Tomson modelininə görə atomda elektronlar hansı nisbətə paylanmışdır?
4. Tomson modelininə görə atomda elektronlar necə hərəkət edir?
5. Tomson modelininə görə atomun ölçüsü hansı tərtibdədir?

6. Tomson modelininə görə hansı hadisələri izah etmək mümkün oldu?
7. Tomson modeli statik model kimi hansı fiziki hadisələri izah edə bilmədi?
8. Atomun dinamik - planetar modelini hansı alim vermişdir?
9. Rezerford modelininə görə atom nədən ibarətdir?
10. Rezerford modelininə görə atomda elektronlar necə hərəkət edir?
11. Rezerford modelininə görə atomun ölçüsü hansı tərtibdədir?
12. Rezerford modelininə görə hansı hadisələri izah etmək mümkün oldu?
13. Rezerford modeli hansı çətinliklərlə üzləşdi?
14. Atom hadisələrini nə üçün Tomson və Rezerford modelləri ilə izah etmək mümkün olmadı?
15. Atom hadisələrini izah etmək üçün növbəti atom modelini hansı alim təklif etdi?
16. Atom hadisələrini izah etmək üçün Bor o vaxta qədər məlum olan hansı kəşflərə əsaslanmışdır?
17. Bor nəzəriyyəsinin mahiyyətini nələr təşkil edir?
18. Bor postlatlarını söyləyin.
19. Hansı orbitlərə stasionar orbitlər deyilir?
20. Bor nəzəriyyəsinə görə hansı kəmiyyətlər kvantlanmışdır?
21. Atom nə vaxt enerji şüalandırır?
22. Atom nə vaxt enerji udur?

Məsələ həlli nümunələri

Məsələ 1. Atomun Tomson modelinə görə elektron tarazlıq vəziyyətindən uzaqlaşdıqda onu tarazlıq vəziyyətinə qaytaran kvazielastiki qüvvə yaranır. Bu qüvvənin təsiri altında elektron harmonik rəqsi hərəkət edir. Hidrogen atomu üçün bu rəqslərin tezliyini və hidrogen atomun radiusunu təyin edin.

Həlli:

Harmonik rəqsi hərəkətin dairəvi tezliyi

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

düsturu ilə tapılır. Burada m - elektronun kütləsidir.

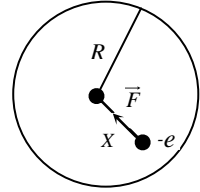
Tomson modelinə görə elektron atomun mərkəzində yerləşmişdir. Elektron tarazlıq vəziyyətindən $0 \leq x \leq R$ - yerdəyişməsi etdikdə onu tarazlıq vəziyyətinə qaytaran

$$F = -kx \quad (2)$$

kvazielastiki qüvvəsi yaranır.

Digər tərəfdən bərabər sıxlıqla yüklənmiş kürənin daxilində elektrona x məsafəsində elektrostatik sahə tərəfindən

$$F = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R^3} \cdot x \quad (3)$$



Şəkil 6

qüvvəsi təsir edir. Burada e - elektronun

yükü, R - atomun radiusu, ϵ_0 - elektrik sabitidir. (2) və (3)

düsturlarının bərabərliyindən

$$k = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R^3}$$

alırıq.

Sonuncu ifadəni (1) düsturunda yerinə yazsaq, elektronun harmonik rəqslərinin dairəvi tezliyi üçün

$$\omega = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m R^3}}$$

düsturunu alırıq. Sonuncu ifadədən atomun radiusu üçün

$$R = \sqrt[3]{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m \omega}}$$

düsturunu alırıq.

Məsələ 2. Hidrogen atomunda elektronu, yükü elektronun yükünə bərabər kütləsi isə $m=207 m_e$ olan müon ilə əvəz

etdikdə alınan sistem mezoatom adlanır. Mezoatomun birinci orbitinin radiusunu və ionlaşma enerjisini tapın.

<p><i>Verilir:</i> $q=e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, $Z=1$, $m=207 m_e$</p>	<p><i>Həlli:</i> Bor nəzəriyyəsinə görə orbitdə müonun impuls momenti kvantlanır $m v r = n \hbar$</p>
<p>$r_1 - ?$, $E_1 - ?$</p>	<p>Digər tərəfdən</p>

$$\frac{m v^2}{r} = k \frac{z e^2}{r^2} \text{ olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{k m Z e^2} \text{ alarıq.}$$

$$r_1 = \frac{\hbar^2}{k m e^2} = 0,254 \text{ pm}$$

Müonun orbitdəki enerjisi

$$E_n = -\frac{Z^2 m e^4}{8 \epsilon_0^2 \hbar^2 n^2}$$

İonlaşma enerjisi

$$E_i = E_\infty - E_1 = \frac{Z^2 m e^4}{8 \epsilon_0^2 \hbar^2} = 2,8 \text{ keV olur.}$$

$$\text{Cavab: } r_1 = 0,254 \text{ pm, } E_1 = 2,8 \text{ keV}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

16.1. Hidrogen atomun ionlaşma enerjisi 13,6 eV olarsa, Tomson modelindən istifadə edərək atomun radiusunu təyin edin.

$$\text{Cavab: } R = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

16.2. Hidrogen atomu $\lambda = 0,6 \text{ mkm}$ dalğa uzunluqlu şüalar buraxır. Tomson modelindən istifadə edərək hidrogen atomunun radiusunu təyin edin.

Cavab: $R = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

16.2. Hidrogen atomu $\lambda = 0,6 \text{ mkm}$ dalğa uzunluqlu şüalar buraxır. Tomson modelindən istifadə edərək hidrogen atomunun radiusunu təyin edin.

Cavab: $R = 3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

16.3. Bor nəzəriyyəsiindən istifadə edərək birinci bor radiusunu və bu orbitdə elektronun hərəkət sürətini tapın.

Cavab: $r_1 = 52,8 \text{ pm}$, $v_1 = 2,19 \text{ Mm/san}$

16.4. Hidrogen atomunda ikinci orbitdə olan elektronun sürətini tapın.

Cavab: $v = 1,09 \text{ Mm/san}$

16.5. Bor nəzəriyyəsiindən istifadə edərək üçüncü bor radiusunu və bu orbitdə elektronun hərəkət sürətini tapın.

Cavab: $r_1 = 52,8 \text{ pm}$, $v_1 = 2,19 \text{ Mm/san}$

16.6. Hidrogen atomunda elektronun altıncı bor orbitindən ikinci orbitə keçidinə uyğun spektral xəttin dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda = 0,41 \text{ mkm}$

16.7. $\lambda = 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ dalğa uzunluqlu foton şüalandıraraq həyəcanlanmış haldan əsas hala keçən elektronun orbital mexaniki momentinin dəyişməsiini tapın.

Cavab: $\Delta M = 2,1 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$

16.8. Əsas halda olan hidrogen atomu $\lambda = 121,5 \text{ nm}$ dalğa uzunluqlu foton udur. Həyəcanlanmış hidrogen atomunda elektron orbitinin radiusunu tapın.

Cavab: $r = 212 \text{ pm}$

16.9. Hidrogen atomunda üçüncü bor orbitində hərəkət edən elektronun orbital maqnit momentini tapın.

Cavab: $p_m = 2,8 \cdot 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$

16.10. Hidrogen atomunda üçüncü bor orbitində hərəkət edən elektronun fırlanma tezliyini tapın.

Cavab: $n=2,42 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

16.11. Hidrogen atomunda elektronun birinci bor orbitində hərəkətinə ekvivalent cərəyan şiddətini tapın.

Cavab: $I=1,05 \text{ mA}$

16.12. Əsas halda olan hidrogen atomu $E=12,12 \text{ eV}$ enerjili foton udaraq həyəcanlanmış hala keçir. Həyəcanlanmış halın baş kvant ədədini tapın.

Cavab: $n=3$

16.13. Əsas halda olan hidrogen atomu $\lambda=1,2 \cdot 10^7 \text{ m}$ dalğa uzunluqlu foton udur. Həyəcanlanmış atomda elektron orbitinin radiusunu tapın.

Cavab: $r=210 \text{ pm}$

16.14. Hidrogen atomu foton udması nəticəsində ikinci bor orbitində olan elektron atomdan qoparaq $v=6 \cdot 10^5 \text{ m/san}$ sürətlə uçar. Udulan fotonun tezliyini tapın.

Cavab: $\nu=1,06 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

16.15. $E=16,5 \text{ eV}$ enerjili foton həyəcanlanmamış hidrogen atomundan elektron qoparır. Hüvədən uzaqlarda elektronun sürəti nə qədər olar?

Cavab: $v=10^6 \text{ m/san}$

16.16. Sükunətdə olan hidrogen atomu foton şüalandıraraq $n=2$ halından $n=1$ əsas hala keçir. Atom hansı sürət alır?

Cavab: $v=3,27 \text{ m/san}$

16.17. Hidrogen atomunda birinci bor orbitində hərəkət edən elektronun λ de - Broyl dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda=330 \text{ pm}$

16.18. Birqat ionlaşmış helium üçün elektron orbitinin birinci Bor radiusunu tapın.

Cavab: $r=26,5 \text{ pm}$

16.19. İkiqat ionlaşmış litium atomunda elektronun ikinci Bor orbitindən birinci orbitə keçidinə uyğun fotonun dalğa uzunluğunu tapın.

Cavab: $\lambda=13,5nm$

16.20. $\lambda=90 nm$ dalğa uzunluqlu foton hidrogen atomunda ikinci bor orbitindən elektron qoparır. Qopan elektron atomundan uzaqda induksiyası $B=5mTl$ olan bircins maqnit sahəsinə perpendikulyar daxil olur. Elektronun maqnit sahəsində hərəkət orbitinin radiusunu tapın.

Cavab: $r =2,18 nm$

16.21. Hidrogen atomunda n -ci Bor orbitində olan elektronun maqnit momentinin mexaniki momentinə olan nisbətini tapın.

Cavab: $\frac{\mu}{M} = \frac{e}{2m_e}$

16.22. Pozitronium ümumi kütlə mərkəzi ətrafında fırlanan pozitron və elektrondan ibarət atomabənzər sistemdir. Bor nəzəriyyəsini tətbiq edərək belə sistemin minimal ölçüsünü tapın.

Cavab: $d_{min} =106 pm$

16.23. Pozitroniumun ionlaşma enerjisini tapın.

Cavab: $E_I =6,08eV$

16.24. Bir qat ionlaşmış helium atomunda $n=3$ kvant ədədinə uyğun halda olan elektronu nüvədən qoparmaq üçün nə qədər enerji tələb olunur?

Cavab: $E_I =6,02eV$

16.25. Mezoatom proton və müondan ibarət sistemin (müonun yükü elektronun yükünə bərabər, kütləsi isə 207 dəfə böyükdür) yaşama müddəti $\tau=2,2mksan$ ərzində neçə dövr edər?

Cavab: $N=1,36 \cdot 10^{18} dövr$

Test 16.

1. Atomun ilk modeli kim tərəfindən vermişdir?

A) Rezerford

B) Tomson

C) Hers

D) Maksvell

E) Loerns

2. Atomun dinamik modeli kim tərəfindən verilmişdir?

- A) Rezerford B) Tomson C) maksvell
D) Lorens E) Hers

3. Atomun dayanıqlığını izah edə bilən model hansıdır?

- A) Rezerford modeli B) Tomson C) Planetar model
D) Nüvə modeli E) Rezerford- Bor

4. İlk atom modeli kim tərəfindən yaradılmışdır?

- A) Rezerford B) Tomson C) Bor
D) Heyzenberq E) İvanenko

5. Atomun nüvə modeli hansı təcrübə əsasında yaranmışdır?

- A) Ştern-Gerlax təcrübəsi B) Frank-Hers təcrübəsi
C) Miliken təcrübəsi D) Rezerford təcrübəsi
E) Bote təcrübəsi

6. Atom sisteminin diskret enerji səviyyələrinə malik olması faktı hansı təcrübə vasitəsilə təsdiq edilmişdir?

- A) Rezerford təcrübəsi B) Miliken təcrübəsi
C) Ştern-Gerlax təcrübəsi D) Devisson-Cermer təcrübəsi
E) Frank-Hers təcrübəsi

7. Frank - Hers təcrübəsi nəyi təsdiq edir?

- A) Işığın təzyiqi B) Elektronun spini
C) Maddənin dalğa təbiəti
D) Atom enerjisinin kvantlanması
E) yükün diskretliyi

8. Atom bir enerji səviyyəsindən digər enerji səviyyəsinə keçərkən şüalandırdığı işığın tezliyi hansı düsturla ifadə olunur($m > n$)?

- A) $\frac{E_m}{E_n}$ B) $\frac{E_n}{E_m}$ C) $E_m - E_n$

- D) $(E_m + E_n)/h$ E) $(E_m - E_n)/h$

9. Atom bir enerji səviyyəsindən digər enerji səviyyəsinə keçərkən udduğu işığın tezliyi hansı düsturla ifadə olunur($m > n$)?

A) $\frac{E_m}{E_n}$ B) $(E_m - E_n)/h$ C) $\frac{E_n}{E_m}$

D) $(E_m + E_n)/h$ E) $E_m - E_n$

10. Hidrogen atomu enerjisi - 1,7eV olan haldan enerjisi - 6,8 eV olan hala keçmişdir. Bu halda hansı mülahizə doğrudur?

- A) 8,5 eV enerjili foton şüalandırmışdır?
 B) 8,5 eV enerjili foton udmuşdur
 C) 5,1 eV enerjili foton şüalandırmışdır
 D) 5,1 eV enerjili foton udmuşdur
 E) 3,4 eV enerjili foton şüalandırmışdır

11. Hidrogen atomunda elektron 3-cü səviyyədən 2-ci səviyyəyə keçdikdə dalğa uzunluğu 0,66 mkm olan foton şüalanır. Bu zaman atom nə qədər enerji itirir

($h=6,6 \cdot 10^{-34} C \cdot san$)?

- A) $2 \cdot 10^{-19} C \cdot san$? B) $6 \cdot 10^{-19} C \cdot san$ C) $4 \cdot 10^{-19} C \cdot san$
 D) $3 \cdot 10^{-19} C \cdot san$ E) $10^{-19} C \cdot san$

12. Elektron – pozitron cütünün yaranması üçün γ – kvant hansı minimal enerjiyə (eV - la) malik olmalıdır

($c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san}$, $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} kq$)?

- A) 0,511MeV B) 0,25 MeV C) 0,1 MeV?
 D) 0,9 MeV E) 1,025 MeV

13. Hidrogen atomu enerjisi - 13,5 eV olan əsas haldadır. Enerjisi 12 eV olan foton udduqdan sonra atomun enerjisini hesablayın.

- A) 1,5 eV B) -1,5 eV C) 25,5 eV
 D) -25,5 eV E) -3,4 eV

14. Borun atom modelinə görə hidrogen atomu üçün hansılar diskret dəyişir?

1. Enerji
2. İmpuls momenti
3. Orbitin radiusu

- A) 1, 2 və 3 B) yalnız 1 C) yalnız 2
D) yalnız 3 E) 2 və 3

15. Borun atom modelinə görə hidrogen atomunda elektronun impuls momenti 3 dəfə artarsa onun orbitinin radiusu necə dəyişər ?

- A) 9 dəfə azalar B) 3 dəfə artar C) dəyişməz
D) 3 dəfə azalar E) 9 dəfə artar

16. Hidrogen atomunun I Bor orbitindəki elektronun sürəti v olarsa II orbitindəki sürəti nə qədər olar?

- A) $\frac{v}{2}$ B) $\frac{v}{4}$ C) v D) $2v$ E) $4v$

17. Hidrogen atomunda elektron III enerji səviyyəsindən əsas hala keçərkən onun sürəti necə dəyişər?

- A) 3 dəfə artar B) 9 dəfə artar C) dəyişməz
D) 9 dəfə azalar E) 3 dəfə azalar

18. Hidrogen atomunda elektronun 2 - ci orbitinin radiusu r_1 ,

5-ci orbitin radiusu r_2 olarsa $\frac{r_1}{r_2}$ nə qədər olar?

- A) $\sqrt{\frac{2}{5}}$ B) $\frac{2}{5}$ C) $\frac{4}{25}$ D) $\frac{25}{4}$ E) $\frac{5}{2}$

19. Hidrogen atomunda elektronun 5 - ci orbitinin radiusu r_1 ,

2 - ci orbitin radiusu r_2 olarsa $\frac{r_1}{r_2}$ nə qədər olar?

- A) $\frac{4}{25}$ B) $\frac{2}{5}$ C) $\sqrt{\frac{2}{5}}$ D) $\frac{25}{4}$ E) $\frac{5}{2}$

20. Hidrogen atomunun ionlaşma potensialı hansı ifadə ilə təyin olunur? (R - Ridberq sabiti, e - elementar yüküdür.)

- A) $\varphi_i = \frac{eRh}{2}$ B) $\varphi_i = \frac{Rh}{e}$ C) $\varphi_i = \frac{e}{Rh}$
D) $\varphi_i = \frac{2e^2}{Rh^2}$ E) $\varphi_i = \frac{2e^2}{R^2h}$

21. Hidrogen atomunun ionlaşma enerjisi $E_i =$ olduğu nu bilərək birinci ionlaşma potensialını tapın.

A) $\varphi_1 = 10,2V$ B) $\varphi_1 = 3,4V$ C) $\varphi_1 = 13,6V$

D) $\varphi_1 = 1,55V$ E) $\varphi_1 = 0,89V$

22. E_1 əsas halda olan hidrogen atomu ε enerjili foton udaraq həyəcanlanmış hala keçir. Bu halın baş kvant ədədi hansı düsturla hesablanır?

A) $n = \sqrt{\frac{E_1}{E_1 + \varepsilon}}$ B) $n = \frac{E_1}{E_1 + \varepsilon}$ C) $n = \frac{E_1 + \varepsilon}{E_1}$

D) $n = \left(\frac{E_1 + \varepsilon}{E_1}\right)^2$ E) $n = \left(\frac{E_1}{E_1 + \varepsilon}\right)^2$

23. Hidrogen atomunda iki qonşu orbit arasında məsafə hansı düsturla hesablanır? (m - elektronun kütləsi, h - Plank sabiti, ℓ - elektronun yüküdür)

A) $\Delta r = \frac{me^2}{2n^2 h^2}$ B) $\Delta r = \frac{(2n+1)^2 h^2}{me^2}$ C) $\Delta r = \frac{2n^2 h^2}{me^2}$

D) $\Delta r = \frac{me^2}{(2n+1)h^2}$ E) $\Delta r = \frac{(2n+1)h^2}{me^2}$

24. Hidrogen atomunda birinci stasionar orbitlə n -ci stasionar orbit arasında məsafə hansı düsturla hesablanır (r_B - Bor radiusudur) ?

A) $\Delta r = (n+1) \cdot r_B$ B) $\Delta r = (n-1) \cdot r_B$ C) $\Delta r = (n^2 - 1) \cdot r_B$

D) $\Delta r = n \cdot r_B$ E) $\Delta r = (n+1)^2 \cdot r_B$

25. Hidrogen atomunda dördüncü orbitin radiusu ikinci orbitin radiusundan neçə dəfə böyükdür?

A) 2 B) 4 C) 3 D) 1,5 E) 16

26. Hidrogen atomunda birinci stasionar orbitlə 2 - ci stasionar orbit arasında məsafə nə qədərdir ($r_B =$)?

A) $2A^\circ$ B) $1A^\circ$ C) $3A^\circ$ D) $1,5A^\circ$ E) $3,5A^\circ$

27. Hidrogen atomunda qonşu orbitlər arasındakı məsafənin Bor radiusuna nisbəti nəyə bərabərdir?

A) $2n+1$

B) n^2

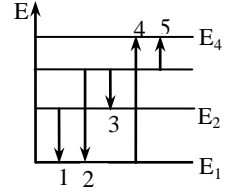
C) $n-1$

D) $n+1$

E) n^2+1

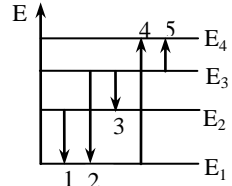
28. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik dalğa uzunluqlu fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 4 B) 1 C) 3 D) 2 E) 5



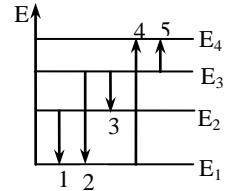
29. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük dalğa uzunluqlu fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 4 B) 1 C) 2 D) 3 E) 5



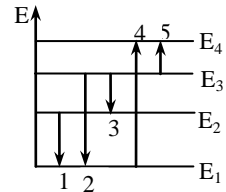
30. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik tezlikli fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 3 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

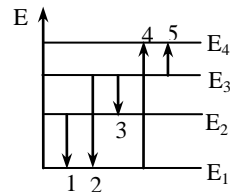


31. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük tezlikli fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 2 B) 1 C) 3 D) 4 E) 5



32. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik



enerjili fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 3 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

33. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən enerjili fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 2 B) 1 C) 3 D) 4 E) 5

34. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik impulsu fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 2 B) 1 C) 3 D) 4 E) 5

35. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük impulsu fotonun şüalanmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 3 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

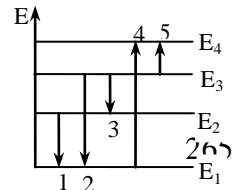
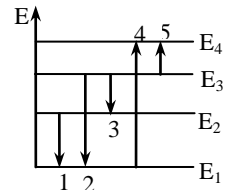
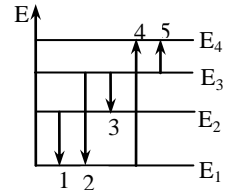
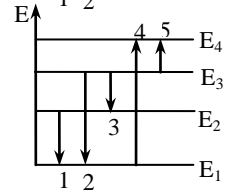
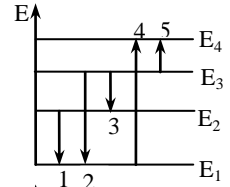
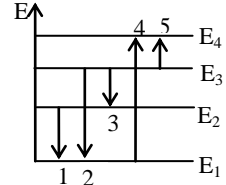
36. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik impulsu fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 3 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5

37. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük impulsu fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

- A) 4 B) 1 C) 2 D) 3 E) 5

38. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük

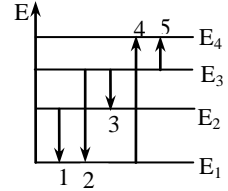


enerjili fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 4 B) 1 C) 2 D) 3 E) 5

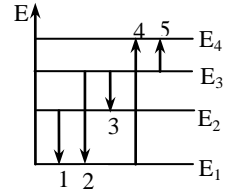
39. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik enerjili fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 3 B) 1 C) 2 D) 5 E) 4



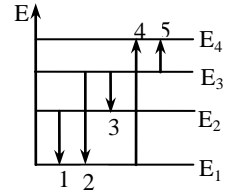
40. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük tezlikli fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 3 B) 1 C) 2 D) 4 E) 5



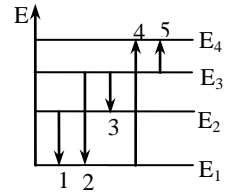
41. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən kiçik tezlikli fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 1 B) 5 C) 2 D) 3 E) 4



42. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən böyük dalğa uzunluqlu fotonun udulmasına uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 1 B) 5 C) 2 D) 3 E) 4



43. Aşağıdakı müddəalardan hansılar Bor postlatlarının mahiyyətinə uyğundur?

- 1- atomda elektronlar dairəvi orbitlər üzrə hərəkət edir və elektromaqnit dalğaları şüalandırırlar
- 2- atom stasionar hallardan birində ola bilər və stasionar hallarda atom enerji şüalandırmır
- 3- bir stasionar haldan digərinə keçdikdə atom və ya enerji udulur, ya da şüalandırır

- A) yalnız 1 B) 2 və 3 C) 1 və 2
D) yalnız 3 E) yalnız 2

44. Hidrogen atomunda n sayılı Bor orbitində neçə de - Broyl dalğa uzunluğu yerləşər?

- A) n^2 B) $2n$ C) $2n^2$ D) n E) $\frac{n}{2}$

45. Hidrogen atomunda 9 sayılı Bor orbitində neçə de - Broyl dalğa uzunluğu yerləşər?

- A) 81 B) 18 C) 36 D) 6 E) 9

46. $n=2, 3, \dots$ halı atomun hansı halına uyğundur?

- A) Atomun həyəcanlaşmış halına B) Əsas hala
C) “+” iona çevrilməsi D) “-” iona çevrilməsi
E) Heç biri

47. $n \rightarrow \infty$ halı atomun hansı halına uyğundur?

- A) Atom “+” iona çevrilir B) Əsas hala
C) Həyəcanlaşmış hala D) Atom “-” iona çevrilir
E) Heç biri

48. $n=1$ halı atomun hansı halına uyğundur?

- A) Atomun əsas halı B) Həyəcanlaşmış hal
C) “+” iona çevrilməsi D) Heç biri
E) “-” iona çevrilməsi

49. Hidrogen atomunun hansı sayılı Bor orbitində n sayda de - Broyl dalğa uzunluğu yerləşər?

- A) $2n$ B) $2n+2$ C) $n-1$ D) $2n-2$ E) n

50. Hidrogen atomunda elektron əsas haldan $n=3$ səviyyəsinə keçdikdə orbitin radiusu və elektronun sürəti necə dəyiçər?

- | | r | v |
|----|---------------|---------------|
| A) | 9 dəfə artar | 9 dəfə artar |
| B) | 9 dəfə artar | 3 dəfə azalar |
| C) | 9 dəfə azalar | 9 dəfə azalar |
| D) | 3 dəfə artar | 9 dəfə artar |
| E) | 3 dəfə azalar | 9 dəfə azalar |

§ 17. Hidrogen atomunun kvant nəzəriyyəsi

Hidrogenəbənzər atomlarda elektronun halı $\psi_{n,l,m_l}(r,\theta,\varphi)$ dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. Burada n – baş, l – orbital, m_l – maqnit kvant ədədidir.

s - halında ($l=0$; $m_l=0$) dalğa funksiyası θ və φ bucaqlarından asılı olmayıb sferik simmetrik olur.

$1s$ - və $2s$ - hallarına uyğun normalaşdırılmış dalğa funksiyası aşağıdakı şəkildədir.

$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a} \quad \text{və} \quad \psi_{200} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi a^3}} \left(2 - \frac{r}{a}\right) e^{-\frac{r}{2a}}$$

a - birinci bor radiusudur.

Hidrogen atomunda s - halında olan elektronun r , $r+dr$ intervalında olma ehtimalı bütün istiqamətlərdə eyni olub.

$$dW = |\psi(r)|^2 4\pi r^2 dr$$

disturu ilə hesablanır.

Elektronun orbital impuls momenti və maqnit momenti:

$$M_l = \hbar \sqrt{l(l+1)}, \quad \mu_l = \mu_B \sqrt{l(l+1)}$$

Burada $l=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n-1$ orbital kvant ədədi;

$s \ p \ d \ f \ g \ h \dots$

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m} = 0,927 \cdot 10^{-23} \frac{C}{Tl}$$

Bor maqnetonudur.

İmpuls momentinin və maqnit momentinin xarici maqnit sahəsi istiqamətindəki proyeksiyaları kvantlanır.

$$M_{lz} = m_l \hbar; \quad \mu_{lz} = \mu_B m_l$$

Burada $m_l=0;\pm 1;\pm 2;\pm 3;\dots;\pm l$ maqnit kvant ədədidir.

Mövzuya aid suallar

1. Hidrogen atomunu kvant mexanikasının köməyi ilə öyrənərkən hansı xarakterik cəhətlər nəzərə alınmalıdır?
2. Kvant mexanikası baxımından elektron nüvənin Kulon sahəsində özünü necə aparır?
3. Nəyə görə atom sistemi üçün planetar model yaramadı?
4. Hidrogen atomunda elektronun hərəkətini hansı tənliklə təsvir etmək olar?
5. Hidrogen atomu üçün Ψ - dalğa funksiyası hansı parametrlərdən asılıdır?
6. Sferik koordinatlar hansı qiymətlər alır?
7. $R(r)$ - funksiyası atomda nəyi xarakterizə edir?
8. $\theta(\theta)$ - funksiyası atomda nəyi xarakterizə edir?
9. $\Phi(\varphi)$ - funksiyası atomda nəyi xarakterizə edir?
10. Hidrogen atomu üçün Şredinger tənliyinin həlli olması üçün Ψ - dalğa funksiyasının üzərinə hansı şərtlər qoyulur?
11. Hidrogen atomu üçün Şredinger tənliyinin həllindən hansı nəticələr alınır?
12. Hidrogen atomunun halını hansı kvant ədədlər ilə müəyyən olunur?
13. Enerjinin kvantlanma şərti necədir?
14. n - baş kvant ədədinin artması ilə enerji səviyyələri arasında məsafə necə dəyişir?
15. n - baş kvant ədədi hansı qiymətlər alır?
16. l - orbital kvant ədədi nəyi xarakterizə edir və hansı qiymətlər alır?
17. Elektronun hərəkət miqdarı momentinin kvantlanma şərti necədir?
18. Atomda elektron buludunun formasını (simmetriyasını) hansı kvant ədədi müəyyən edir?
19. Maqnit momenti ilə mexaniki hərəkət mometi arasında əlaqə necədir?
20. m_l - maqnit kvant ədədi atomda nəyi xarakterizə edir və hansı qiymətlər alır?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. Hidrogen atomunda əsas halda olan elektron $E=1,21eV$ enerjili foton udaraq orbital kvant ədədinin mümkün maksimal qiymətinə uyğun həyəcanlanmış hala keçir. Elektronun orbital hərəkətinin impuls momentinin dəyişməsinə tapın.

Verilir:

$$1s, n_1=1, l_1=0$$

$$E=12,1 \text{ eV}$$

$$l_2=l_{max}$$

$$\Delta M_1 = ?$$

Həlli:

Elektronun orbital hərəkətinin impuls momenti

$$M_l = \hbar \sqrt{l(l+1)}$$

düsturu ilə təyin olunur. Burada l orbital kvant ədədidir. Hidrogen atomunda əsas halda $l_1=0$ olduğundan

$M_{l_1} = 0$ olur. Onda impuls momentinin dəyişməsi.

$$\Delta M_l = M_{l_2} - M_{l_1} = M_{l_2} = \hbar \sqrt{l_2(l_2+1)} \text{ olar.}$$

Elektronun həyəcanlanmış halına uyğun n_2 baş kvant ədədini $E = hR \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ düsturundan tapa bilərik. $n_1=1$

olduğundan $n = \sqrt{\frac{hR}{hR - E}} = 3$ alırıq.

$$l_2=l_{max}=n-1;$$

$$\Delta M_l = \hbar \sqrt{l_2(l_2+1)} = \hbar \sqrt{(n-1)n} = 2,57 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$$

$$\text{Cavab: } \Delta M_l = 2,57 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$$

Məsələ 2. Hidrogen atomunda elektron $1s$ halı $\psi(r)=Ce^{-r/a}$ şəklində dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. Burada r -elektronun nüvədən olan məsafəsi; a -birinci bor radiusudur. Nüvə sahəsində elektronun orta potensial enerjisini tapın.

Verilir $\psi(r)=Ce^{-r/a}$ $a=\text{const}$ <hr/> $\langle U \rangle - ?$	Həlli: Hidrogen atomunda elektronun potensial enerjisi $U = -k \frac{e^2}{r}.$ Potensial enerjisinin orta qiyməti
--	--

$$\langle U \rangle = \int_V U |\psi|^2 dV; \quad dV = 4\pi r^2 dr$$

Potensial enerjisinin orta qiymətini tapmaq üçün ψ dalğa funksiyasının C normallaşdırma əmsalını təyin edək.

$$\int_V |\psi|^2 dV = 1$$

$$\int_0^\infty |\psi|^2 dV = \int_0^\infty C^2 e^{-2r/a} 4\pi r^2 dr = 4\pi C^2 \int_0^\infty r^2 e^{-2r/a} dr = 4\pi C^2 \frac{2!}{\left(\frac{2}{a}\right)^3}$$

$$4\pi C^2 a^3 = 1; \quad C = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}};$$

$$\begin{aligned} \langle U \rangle &= \int_0^\infty \left(-k \frac{e^2}{r} \right) \frac{1}{\pi a^3} e^{-2r/a} 4\pi r^2 dr = -k e^2 \frac{4}{a^3} \int_0^\infty r e^{-2r/a} dr = \\ &= -k e^2 \frac{4}{a^3} \frac{1!}{\left(\frac{2}{a}\right)^2} = -k e^2 \frac{4}{a^3} \frac{a^2}{4} = -k \frac{e^2}{a} \end{aligned}$$

$$\text{Cavab: } \langle U \rangle = -k \frac{e^2}{a}$$

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

17.1. Hidrogen atomunda elektronun 1s halı $\psi(r)=Ce^{-r/a}$ şəklində dalğa funksiyası ilə təsvir olunur, burada r -elektronun nüvədən olan məsafəsi; a -birinci Bor

radiusudur. Bu hala (1s) uyğun normalaşdırılmış dalğa funksiyasını tapın.

$$\text{Cavab: } \psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a}$$

17.2. Hidrogen atomunda elektronun 1s - halı

$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a}$ şəklində dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. $\frac{1}{r}$ funksiyasının orta qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } \left\langle \frac{1}{r} \right\rangle = \frac{1}{a}$$

17.3. Hidrogen atomunda elektronun 1s-halı

$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a}$ normallaşdırılmış dalğa funksiyası ilə təsvir olunur, burada a -birinci Bor radiusudur. Elektronun nüvədən hansı məsafədə olma ehtimalı ən böyükdür?

$$\text{Cavab: } r=a$$

17.4. Hidrogen atomunda elektronun 1s halı

$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a}$ normallaşdırılmış dalğa funksiyası ilə

təsvir olunur. Elektronu təsir kulon qüvvəsinin orta qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } \langle F \rangle = 2k \frac{e^2}{a^2}$$

17.5. Hidrogen atomunda əsas halda olan elektronun birinci Bor radiusu sfera ilə hədudlanmış oblast daxilində olma W_1 ehtimalının, bu sferadan kənarında olma W_2 ehtimalına nisbətini tapın. Əsas halda dalğa funksiyası

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a} \text{ şəklindədir.}$$

$$\text{Cavab: } W_1/W_2 = 0,48$$

17.6. Hidrogen atomunun halı $\psi_{nlm_l}(r, \theta, \varphi)$ dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. Burada n -baş kvant ədədi, l -orbital kvant ədədi və m_l -maqnit kvant ədədidir. Baş kvant ədədinin verilmiş n qiymətinə uyğun müxtəlif halların sayını tapın.

$$\text{Cavab: } N=n^2$$

17.7. Atomda d -halında olan elektronun orbital hərəkət miqdarı momentini tapın.

$$\text{Cavab: } M_l = 2,45 \hbar$$

17.8. f halında olan elektronun orbital hərəkət miqdarı momenti d -halında olan elektronun hərəkət miqdarı momentindən neçə dəfə böyükdür?

$$\text{Cavab: } \frac{M_e^f}{M_l^p} = 2,45$$

17.9. Atomda d -halında olan elektronun hərəkət miqdarı momentinin xarici maqnit sahəsi istiqamətindəki proyeksiyasının maksimal qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } M_{l_{\max}} = 2\hbar$$

17.10. Əsas halda olan hidrogen atomu $E=10,2eV$ enerjili kvant udaraq həyəcanlanmış p halına keçir. Elektronun orbital hərəkətinin impuls momentinin dəyişməsinə hesablayın.

$$\text{Cavab: } \Delta M_l = 1,49 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$$

17.11. Pauli prinsipini nəzərə alaraq n baş kvant ədədi ilə təyin olunan kvant hallarındakı elektronların sayını tapın.

$$\text{Cavab: } N=2n^2$$

17.12. Həyəcanlaşdırma enerjisi $E=12,09eV$ olarsa, həyəcanlanmış hidrogen atomunda orbital impuls momentinin maksimal qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } M_l = 2,6 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$$

17.13. Pauli prinsipindən istifadə edərək atomda n və l kvant ədədləri eyni olan elektronların maksimal sayını tapın.

$$\text{Cavab: } N_{max} = 2(2l+1)$$

17.14. Hidrogen atomunda elektronun orbital hərəkət miqdarı momenti $M_l = 1,83 \cdot 10^{-32} \text{ C}\cdot\text{san}$ -dir. Elektronun orbital hərəkəti ilə şərtlənən maqnit momentini tapın.

$$\text{Cavab: } \mu_l = 1,61 \cdot 10^{-27} \frac{\text{C}}{\text{Tl}}$$

17.15. Həyəcanlaşdırma enerjisi $E = 12,09 \text{ eV}$ olarsa, həyəcanlanmış hidrogen atomunda elektronun orbital hərəkəti ilə şərtlənən maqnit momentinin maksimal qiymətini tapın.

$$\text{Cavab: } \mu_l = 2,27 \cdot 10^{-23} \frac{\text{C}}{\text{Tl}}$$

Test 17

1. Aşağıdakı ifadələrdən hansılar n baş kvant ədədi üçün doğrudur?

1-n baş kvant ədədi atomda elektronun enerjisini müəyyən edir.

2-n baş kvant ədədi atomda elektron buludunun ölçüsünü müəyyən edir.

3-n baş kvant ədədi atomda elektronun hərəkət miqdarı momentini təyin edin.

A) yalnız 3

B) 1 və 2

C) yalnız 2

D) 2 və 3

E) 1 və 3

2. Atomda elektron d halındadır. Elektronun impuls momentinin xarici maqnit sahəsi istiqamətində proyeksiyasının (L_{iz}) maksimal qiymətini (h vahidlərində) təyin edin.

A) $M_{iz} = 0$

B) $M_{iz} = \pm 4h$

C) $M_{iz} = \pm 1h$

D) $M_{iz} = \pm 3h$

E) $M_{iz} = \pm 2h$

3. Elektron atomda d halındadır. Elektronun impuls momentinin xarici maqnit sahəsi istiqamətindəki proyeksiyasının maksimal qiymətini tapın.

- A) $1,5\hbar$ B) \hbar C) $2\hbar$ D) $3\hbar$ E) $\sqrt{3}\hbar$

4. Atomda d halında olan elektronun impuls momentini tapın.

- A) $\sqrt{6}\hbar$ B) $\sqrt{3}\hbar$ C) $\sqrt{2}\hbar$ D) \hbar E) $2\hbar$

5. Atomda f halında olan elektronun impuls momenti P halında olan elektronun impuls momentindən neçə dəfə çoxdur?

- A) $\sqrt{6}\hbar$ B) $\sqrt{3}\hbar$ C) $\sqrt{2}\hbar$ D) $2\hbar$ E) $3\hbar$

6. Atomun energetik səviyyələrində elektronun paylanması üçün hansılar doğrudur?

1- Pauli prinsipi ödənilir

2- Enerjinin minimumluq şərti ödənilir

3- Hund qaydası ödənilir

- A) 1,2,3 B) Yalnız 1 C) Yalnız 2
D) 1,3 E) 1,2

7. Atomda S halında olan elektronun impuls momentini tapın

- A) \hbar B) 0 C) $\sqrt{2}\hbar$ D) $2\hbar$ E) $1,5\hbar$

8. Elektronun məxsusi mexaniki momentə - spinə malik olması hansı təcrübə vasitəsilə müəyyənləşdirilmişdir?

- A) Bote B) Miliken C) Rezerford
D) Ştern-Gerlax E) Devisson –Cermer

9. Atomun energetik səviyyələrində elektronun paylanması üçün hansı şərtlər ödənilməlidir?

1- Pauli prinsipi

2- Enerjinin minimumluq şərti

3- Hund qaydası

- A) 1,2,3 B) Yalnız 1 C) Yalnız 2
D) 1,3 E) 1,2

10. Hidrogen atomu üçün stasionar hallar üçün Şredinger tənliyinin həllini ödəyən enerjinin məxsusi qiymətləri hansı düsturla ifadə olunur.

- A) $E_n = -13,6n^2$ B) $E_n = -\frac{m^2 e^2 n^2}{8\varepsilon_0 \hbar^2}$
- C) $E_n = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ D) $E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2}$
- E) $E_n = -\frac{ne^2}{r}$

11. Orbital kvant ədədinin $\ell = 0(s)$ qiymətində maksimum neçə elektron yerləşə bilər?

- A) 6 B) 1 C) 0 D) 2 E) 8

12. Orbital kvant ədədinin $\ell = 1(p)$ qiymətində maksimum neçə elektron yerləşə bilər?

- A) 6 B) 1 C) 2 D) 8 E) 0

13. Orbital kvant ədədinin $\ell = 2(d)$ qiymətində maksimum neçə elektron yerləşə bilər?

- A) 0 B) 2 C) 6 D) 10 E) 12

14. Orbital kvant ədədinin $\ell = 3(f)$ qiymətində maksimum neçə elektron yerləşə bilər?

- A) 16 B) 3 C) 6 D) 8 E) 14

15. Atomda elektronun impuls momentini müəyyən edən kvant ədədi hansıdır?

- A) n B) ℓ C) m_ℓ D) M_z E) m_s

16. Atomda elektron buludunun formasını müəyyən edən kvant ədədi hansıdır?

- A) m_s B) n C) ℓ D) m_ℓ E) M_z

17. Hərəkət miqdarı momentinin proyeksiyasını müəyyən edən kvant ədədi hansıdır?

- A) M_z B) m_s C) n D) ℓ E) m_ℓ

18. Məxsusi hərəkət miqdarı momentinin maqnit sahəsi sahəsində proyeksiyasının müəyyən edən kvant ədədi hansıdır?

- A) m_s B) m_ℓ C) n D) ℓ E) M_z

19. Cırılma nədir?

- A) Eyni kvant ədədinə malik olan hallar
B) Müxtəlif enerjili hallar
C) Eyni sərbəstlik dərəcəsinə malik olan hallar
D) Eyni enerjili hallar
E) Heç biri

20. Cırılma dərəcəsi nədir?

- A) Eyni enerjili halaların sayı
B) Eyni enerjili hallar
C) Eyni kvant ədədinə malik hallar
D) Eyni sərbəstlik dərəcəsinə malik olanlar
E) Heç biri

21. Spinin varlığı ilk dəfə təcrübi olaraq kim tərəfindən verilmişdir?

- A) Ştern və Herlax B) Dirak C) Lorens
D) Tomson E) Miliken

22. Spinin varlığı nəzəri olaraq kim tərəfindən verilmişdir?

- A) Ştern B) Dirak C) Herlax
D) Tomson E) Rezerford

23. Aşağıdakılardan hansı orbital momenti ifadə edir?

- A) Heç biri B) $M = \hbar\sqrt{n(n+1)}$
C) $M = \hbar\sqrt{s(s+1)}$ D) $M = \hbar\sqrt{me(me+1)}$
E) $M = \hbar\sqrt{\ell(\ell+1)}$

24. Spin momenti necə təyin olunur?

- A) $M = \hbar\sqrt{s(s+1)}$ B) $M = \hbar\sqrt{\ell(\ell+1)}$
C) $M = \hbar\sqrt{n(n+1)}$ D) Heç biri
E) $M = \hbar\sqrt{me(me+1)}$

25. Bor maqnitonunun ifadəsi necədir?

- A) $\mu_B = e\hbar$ B) $\mu_B = \frac{e\hbar}{2mc}$ C) $\mu_B = \frac{2mc}{e\hbar}$
D) $\mu_B = -\frac{2mc}{e\hbar}$ E) $\mu_B = -\frac{e\hbar}{2mc}$

26. $\ell = 0$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = \sqrt{2}\hbar$ B) $M = 0$ C) $M = \hbar$
D) $M = \sqrt{3}\hbar$ E) $M = \sqrt{30}\hbar$

27. $\ell = 1$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = \sqrt{3}\hbar$ B) $M = \sqrt{2}\hbar$ C) $M = 2\hbar$
D) $M = 2\sqrt{3}\hbar$ E) $M = \sqrt{7}\hbar$

28. $\ell = 2$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = \sqrt{12}\hbar$ B) $M = 0$ C) $M = \sqrt{6}\hbar$
D) $M = 1$ E) $M = \sqrt{30}\hbar$

29. $\ell = 3$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = 2\sqrt{3}\hbar$ B) $M = \sqrt{2}\hbar$ C) $M = \sqrt{3}\hbar$
D) $M = \sqrt{7}\hbar$ E) $M = 2\sqrt{5}\hbar$

30. $\ell = 4$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = \sqrt{30}\hbar$ B) $M = 1$ C) $M = 2\sqrt{3}\hbar$
D) $M = 2\sqrt{5}\hbar$ E) $M = \sqrt{7}\hbar$

31. $\ell = 5$ olduqda hərəkət miqdarı momenti hansı qiyməti alır?

- A) $M = \sqrt{30}\hbar$ B) $M = 0$ C) $M = \sqrt{2}\hbar$
D) $M = \sqrt{6}\hbar$ E) $M = \sqrt{3}\hbar$

32. Baş kvant ədədi (n) hansı qiymətləri alır?

- A) Tam ədədlər B) $0; 1; 2; \dots, n-1$
 C) Müsbət tək ədədlər D) Müsbət cüt ədədlər
 E) $1; 2; 3; \dots \infty$

33. Orbital kvant ədədi (ℓ) hansı qiymətləri alır?

- A) $\ell = 0; 1; 2; \dots, n-1$ B) $1; 2; 3; \dots, n-1$ C) $1; 2; 3; \dots \infty$
 D) Ancaq cüt ədədlər E) Ancaq tək ədədlər

34. Maqnit kvant ədədi (m_ℓ) hansı qiymətləri alır?

- A) $0; \pm 1; \pm 2; \dots n-1$ B) $\pm 1; \pm 2; \dots \pm n$
 C) $0; \pm 1; \pm 2; \dots \pm \ell$ D) Ancaq tək ədədlər
 E) Ancaq cüt ədədlər

35. “..... zərrəciklərin daxili xassəsi olub, sırf kvant hadisəsidir”. Fikri tamalayın.

- A) Kütlə B) Spin C) Enerji
 D) Sıxlıq E) İmpuls

36. Elektronun f - halındakı orbital impuls momenti p – halındakı impuls momentindən neçə dəfə böyükdür?

- A) 2 dəfə B) 4 dəfə C) $\sqrt{6}$ dəfə
 D) 6 dəfə E) $\sqrt{12}$ dəfə

37. nd halında neçə qat cırlaşma mümkündür?

- A) 3 B) 2 C) 2 D) 10 E) 14

38. nf halında neçə qat cırlaşma mümkündür?

- A) 7 B) 14 C) 10 D) 5 E) 3

39. Atomda elektronun halını tam təsvir etmək üçün neçə kvant ədədindən istifadə olunur?

- A) 3 B) 4 C) 2 D) 1 E) 5

40. Spin kvant ədədi (m_s) hansı qiymətləri alır?

- A) 0 B) $\frac{1}{2}$ C) $-\frac{1}{2}$ D) 1 E) $\pm \frac{1}{2}$

41. Cırlaşma dərəcəsi necə təyin olunur?

- A) $\sum_{\ell=0}^n \ell(\ell+1) = n$ B) $\sum_{\ell=0}^n \ell(\ell-1) = n^2$

$$C) \sum_{\ell=0}^n \ell(\ell+1) = n^2$$

$$D) \sum_{\ell=0}^n \ell(\ell+1) = n^3$$

$$E) \sum_{\ell=0}^n \ell(\ell-1) = n$$

42. Atomda ekelektronun enerjisi hansı kvant ədədi ilə müəyyən olunur?

- A) orbital B) baş C) spin
D) azimutal E) maqnit

43. Maqnit kvant ədədi nəyi müəyyən edir?

- A) enerjisi B) impuls momenti C) impulsu
D) impuls momentinin proyeksiyasını
E) elektron buludunun forması

44. $\ell = 3$ olduqda maqnit kvant ədədi neçə qiymət alır?

- A) 3 B) 5 C) 7 D) 6 E) 2

45. d halında olan həyəcanlanmış hidrogen atomu maqnit sahəsində yerləşdirilərsə neçə enerji səviyyəsinə parçalanar?

- A) 3 B) 5 C) 4 D) 2 E) 6

46. Şredinger tənliyinin həllihə əsasən atomda elektronun halı hansı kvant ədədləri ilə təsvir olunur?

1. n - baş kvant ədədi 2. ℓ - orbital kvant ədədi
3. m_ℓ - maqnit kvant ədədi 4. spin kvant ədədi

- A) 1, 2 və 3 B) 1, 3 və 4 C) 2, 3 və 4
D) 1 və 4 E) 3 və 4

47. Hidrogen atomunda hərəkət miqdarı momenti $M = 2\sqrt{3}\hbar$ olan elektron hansı haldadır?

- A) s B) p C) d D) f E) g

48. Hidrogen atomunda hərəkət miqdarı momenti $M = \sqrt{2}\hbar$ olan elektron hansı haldadır?

- A) s B) p C) d D) f E) g

49. Hansı halda hərəkət miqdarı momenti sıfıra bərabər olar?

- A) s B) p C) d D) f E) g

50. Seçmə qaydasına görə atomda elektron keçidi zamanı onun orbital kvant ədədi necə dəyişir?

A) $\Delta\ell = 0$

B) $\Delta\ell = 0; 1$

C) $\Delta\ell = \pm 1$

D) $\Delta\ell = \pm 2$

E) $\Delta\ell = 0; \pm 1$

§ 18. Mürəkkəb atomlar. Atomun vektor modeli.

Atomun tam orbital momenti onun bütün elektronlarının orbital momentlərinin vektorial cəminə bərabər olur:

$$\vec{M}_\ell = \sum_{i=1}^n \vec{\ell}_i$$

Kvant mexanikasına görə atomun tam orbital momentini L - tam orbital kvant ədədi ilə təyin olunur:

$$M_L = \hbar\sqrt{L(L+1)}$$

L - kvant ədədi hesablanarkən yalnız dolmamış təbəqələrdəki elektronlar nəzərə alınır və L - kvant ədədi

$$L = \ell_1 + \ell_2, \ell_1 + \ell_2 - 1, |\ell_1 - \ell_2 + 1|, |\ell_1 - \ell_2|$$

qiymətlərini alır.

Atomun ümumi spini bütün elektronların spinlərinin vektorial cəminə bərabərdir:

$$\vec{M}_s = \sum_{i=1}^n \vec{S}_i$$

Çoxelektronlu atomlarda yekun spin momentini S - tam spin kvant ədədi ilə təyin olunur:

$$M_S = \hbar\sqrt{S(S+1)}$$

Dolmamış təbəqələrdəki elektronların sayı N olarsa, S – tam spin kvant ədədi

$$S = \frac{N}{2}; \frac{N}{2} - 1; \frac{N}{2} - 2; \dots; \frac{1}{2}$$

qiymətlərini alır.

Atomun tam hərəkət miqdarı momenti onun tam orbital və tam spin momentlərinin vektorial cəmi kimi təyin olunur:

$$\vec{M}_j = \vec{M}_L + \vec{M}_S; \quad M_j = \hbar\sqrt{j(j+1)}$$

Burada j - atomun yekun impuls momenti kvant ədədidir.

$$j = L + S; L + S - 1; L + S - 2; \dots; L - S$$

tam və yarım tam qiymətlər alır.

Atomda spektral termlər şərti olaraq

$${}^{\chi}L_j \text{ simvolu ilə işarə olunur.}$$

Burada L - tam orbital kvant ədədi, $\chi = 2S + 1$ verilən enerji layının multiplətliyi, j - atomun tam impuls momenti kvant ədədidir. Multiplətlik spin orbital qarşılıqlı təsiri nəticəsində enerji səviyyəsinin neçə yerə parçalanmasını göstərir.

L - tam orbital kvant ədədinin müxtəlif qiymətləri latın əlifbasının böyük hərfləri ilə işarə olunur.

$$\begin{array}{cccccccc} L = & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ & S & P & D & F & G & H & I & K & L \end{array}$$

Atomun əsas termi Pauli prinsipi ödənilməsi şərti ilə spin orbital momentlərinin maksimal qiymətinə uyğundur.

Atomun tam orbital momenti kvant ədədi L - aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$L = \frac{k}{2}(2\ell - k + 1)$$

Burada k – cütləşməmiş elektronların sayıdır.

Mövzuya aid suallar

1. Hansı atomlar mürəkəb atomlar adlanır?
2. Mürəkəb atomlar üçün Şredinger tənliyinin həllinin çətinliyi nə ilə bağlıdır?

3. Çox elektronlu atomlarda təsir edən qüvvələr neçə qrupa ayrılır?
4. Spin-orbital qarşılıqlı təsiri nədir?
5. Atomun tam orbital momenti onun elektronlarının orbital momentləri ilə necə əlaqələndirilir?
6. Atomun tam orbital momenti hansı kvant ədədi ilə təyin olunur?
7. Tam orbital kvant ədədi hansı qiymətlər alır?
8. Atomun tam orbital momenti tam orbital kvant ədədi ilə necə ifadə olunur?
9. Tam dolmuş elektron təbəqəsi üçün tam orbital kvant ədədi nəyə bərabərdir?
10. Atomun ümumi spini onun elektronlarının spini ilə necə əlaqələndirilir?
11. Atomun tam spini hansı kvant ədədi ilə təyin olunur?
12. Tam spin kvant ədədi hansı qiymətlər alır?
13. Atomun tam spin momenti tam spin kvant ədədi ilə necə ifadə olunur?
14. Tam spin kvant ədədinin aldığı qiymətlər hansı elektronların sayından asılıdır?
15. Atomun hərəkət miqdarı momenti onun orbital və spin momentlərindən necə asılıdır?
16. Atomun yekun hərəkət miqdarı momenti hansı kvant ədədi ilə təyin olunur?
17. Tam hərəkət miqdarı momenti kvant ədədi hansı qiymətlər alır?
18. Atomun tam hərəkət miqdarı momenti tam hərəkəti miqdarı momenti kvant ədədi ilə necə ifadə olunur?
19. Atomun tam orbital, tam spin və tam hərəkət miqdarı momentlərindən hansılar diskret qiymətlər alır?
20. Multipletlik nəyi göstərir?
21. Mürəkkəb atomlarda elektron təbəqələrinin doldurulması hansı hansı prinsplərə əsaslanır?
22. Atomun əsas spektral termi necə işarə olunur?

23. Atomun tam orbital momenti kvant ədədi hansı ifadə ilə təyin olunur?

24. Hund qaydasını necə ifadə etmək olar?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. $\ell_1 = 3$ və $\ell_2 = 4$ olarsa atomun tam orbital momentinin maksimal qiymətinin onun minimum qiymətinə olan nisbətini tapın.

Həlli:

Məlumdur ki atomun tam orbital momenti kvantlanır və

$$M_L = \hbar \sqrt{L(L+1)} \quad \text{düsturu ilə təyin olunur.}$$

Burada L tam orbital momenti kvant ədədidir. L kvant ədədi

$$L = \ell_1 + \ell_2, \ell_1 + \ell_2 - 1, |\ell_1 - \ell_2 + 1|, |\ell_1 - \ell_2|$$

qiymətlərini alır. $\ell_1 = 3$ və $\ell_2 = 4$ olduqda

$$L_{\max} = \ell_1 + \ell_2 = 3 + 4 = 7 \quad \text{və} \quad L_{\min} = |\ell_1 - \ell_2| = |3 - 4| = 1 \quad \text{olur.}$$

Beləliklə,

$$M_{L_{\max}} = \hbar \sqrt{L_{\max}(L_{\max} + 1)} = \hbar \sqrt{7(7 + 1)} = \sqrt{56} \hbar$$

$$M_{L_{\min}} = \hbar \sqrt{L_{\min}(L_{\min} + 1)} = \hbar \sqrt{1(1 + 1)} = \sqrt{2} \hbar$$

Buradan

$$\frac{M_{L_{\max}}}{M_{L_{\min}}} = \frac{\sqrt{56} \hbar}{\sqrt{2} \hbar} = \sqrt{28} = 2\sqrt{7}$$

Cavab: $2\sqrt{7}$

Məsələ 2. Atom dolmuş təbəqələrlə yanaşı üç (s,p,d) elektronlarına malikdir və bu konfigurasiya üçün tam hərəkət miqdarı momenti mümkün maksimal halındadır. Atomun vektor modelindən istifadə edərək tam hərəkət miqdarı və tam spin momentləri vektorları arasındakı bucağı tapın.

Həlli:

Atomun tam hərəkət miqdarı momenti $M_j = \hbar\sqrt{j(j+1)}$ ifadəsi ilə təyin olunur. Burada J tam hərəkət miqdarı momenti kvant ədədidir. Atomun tam hərəkət miqdarı momentinin maksimum olması üçün L kvant ədədi özünün mümkün olan ən böyük qiymətini almalıdır:

$$J_{\max} = L_{\max} + S_{\max}$$

Dolmuş təbəqənin tam impuls momenti sıfıra bərabər olur. s , p və d elektronları üçün orbital kvant ədədləri uyğun olaraq $\ell_1 = 0$; $\ell_2 = 1$ və $\ell_3 = 2$ qiymətlərini aldığından

$$L_{\max} = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 = 0 + 1 + 2 = 3,$$

buna uyğun olaraq tam orbital momenti isə

$$M_L = \hbar\sqrt{L(L+1)} = \sqrt{12}\hbar \text{ olur.}$$

$$S_{\max} = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

Onda atomun tam spin momenti

$$M_{S_{\max}} = \hbar\sqrt{S(S+1)} = \frac{\sqrt{15}}{2}\hbar$$

$$J_{\max} = L_{\max} + S_{\max} = 3 + \frac{3}{2} = \frac{9}{2}$$

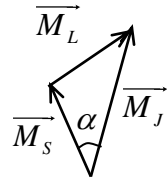
Atomun vektor modelinə əsasən onun tam hərəkət miqdarı momenti tam orbital (\vec{M}_L) və tam spin (\vec{M}_S) momentlərinin həndəsi cəminə bərabər olur

$$\vec{M}_J = \vec{M}_L + \vec{M}_S$$

Vektorların cəmini üçbucaq qaydası ilə tapmaq olar. Bu üçbucağa kosinuslar teoremini tətbiq etməklə

$$M_L^2 = M_J^2 + M_S^2 - 2M_S M_L \cos \alpha$$

Axtarılan bucağı $\cos \alpha = \frac{M_J^2 + M_S^2 - M_L^2}{2M_S M_J}$



Şəkil 7

ifadəsi ilə təyin edə bilərik. M_L , M_S və M_J üçün alınan qiymətləri bu düsturda yerinə yazaq

$$\cos \alpha = \frac{\frac{99}{4} \hbar^2 + \frac{15}{4} \hbar^2 - 12\hbar^2}{2 \cdot \frac{\sqrt{15}}{2} \hbar \cdot \frac{\sqrt{99}}{2} \hbar} = 0,856$$

$$\alpha = \arccos 0,856 = 31^\circ$$

Cavab: $\alpha = 31^\circ$

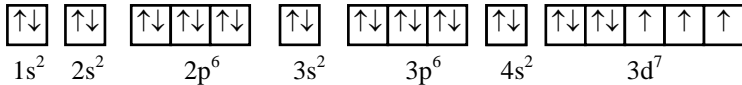
Məsələ 3. Kobalt atomunun ($_{27}Co$) multiplanetliyini təyin edin.

Həlli:

($_{27}Co$) atomunun elektron konfigurasiyası aşağıdakı kimidir:

$$Z = 27 \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 2p^6 4s^2 3d^7$$

Bu elektron konfigurasiyanı kvant özlərində aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



Göründüyü kimi cütləşməmiş elektronların sayı $k=3$ -dür.

Odur ki, $S = 3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ olur. Enerji layının multiplanetliyi uyğun olaraq

$$\chi = 2S + 1 = 2 \cdot \frac{3}{2} + 1 = 4 \text{ olur.}$$

Cavab: $\chi = 4$

Məsələ 4. Qadalinium ($_{64}Gd$) atomunun əsas termini təyin edin.

Həlli:

Atomun əsas termi $^{\infty}L_J$ kimi təyin olunur. Burada $\chi = 2S + 1$ atomun multiplanetliyi; L tam orbital kvant ədədi, J - tam hərəkət miqdarımomentikvant ədədidir.

(${}_{64}\text{Gd}$) atomunun elektron konfigurasiyası ${}_{64}\text{Gd} \rightarrow 4f^7 5d^1 6s^2$ şəklindədir. Göründüyü kimi cütləşməmiş elektronların sayı $k = 8$ - dir. Onda $S = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4$, olur. Cütləşməmiş elektronlar həm $4f$ həm də $5d$ alt səviyyələrində vardır. Odur ki,

$$L_{4f^7} = \frac{k_1}{2}(2\ell_1 - k_1 + 1) = \frac{7}{2}(2 \cdot 3 - 7 + 1) = 0$$

$$L_{5d^1} = \frac{k_2}{2}(2\ell_2 - k_2 + 1) = \frac{1}{2}(2 \cdot 2 - 1 + 1) = 2$$

Yekunda $L = L_{4f^7} + L_{5d^1} = 0 + 2 = 2 \quad L = 2 \Rightarrow D$

$$J = |L - S| = |2 - 4| = 2$$

Uyğun olaraq ${}_{64}\text{Gd}$ atomunun əsas termi ${}^2L_j = {}^2D_2$ olur.

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

18.1. Həyəcanlanmış helium atomunda elektronlarından biri p , digəri isə d halındadır. Tam orbital kvant ədədinin mümkün qiymətlərini və onlara uyğun tam orbital momentləri tapın.

$$L = 3; 2; 1$$

Cavab:

$$M_L = \hbar 2\sqrt{3}; \hbar\sqrt{6}; \hbar\sqrt{2}$$

18.2. İki elektronlu sistemin tam spin momentini $s = 1$ kvant ədədi ilə təyin olunur. Bu elektronların spin momentləri arasında qalan bucağı tapın.

$$\text{Cavab: } \alpha = 71^{\circ}31'$$

18.3. Orbital kvant ədədləri $\ell_1 = 1, \ell_2 = 2, \ell_3 = 3$ olan üç elektrondan ibarət sistem S - halındadır. İlk iki elektronun orbital impuls momentləri arasındakı φ_{12} bucağını tapın.

$$\text{Cavab: } \alpha = 54^{\circ}45'$$

18.4. İki elektrondan ibarət sistem $J = 2$ halındadır. Bu sistemin tam momenti ilə tam hərəkət miqdarı momentləri arasındakı bucağın mümkün qiymətlərini tapın.

$$54^{\circ}45'(S = 1; L = 3)$$

$$\text{Cavab: } 106^{\circ}45'(S = 1; L = 2)$$

$$150^{\circ}(S = 1; L = 1)$$

18.5. Aşağıdakı şərtlər daxilində biri d halında, digəri f halında olan iki elektronun orbital momentləri arasındakı bucağı tapın.

a) tam orbital kvant ədədi $L = 3$;

b) axtarılan bucaq maksimaldır;

c) axtarılan bucaq minimaldır.

$$\text{Cavab: } a)110^{\circ}45', b)160^{\circ}35', c)45^{\circ}$$

18.6. Atomun vektor modelindən istifadə edərək atomda d-halında olan elektronun orbital hərəkət miqdarı momenti vektoru ilə xarici maqnit sahəsinin istiqaməti arasındakı ən kiçik bucağı tapın.

$$\text{Cavab: } \alpha = 35^{\circ}10'$$

18.7. $1s^22s^22p^13d^1$ elektron konfigurasiyasında karbon atomu maksimal tam mexaniki momentə malik olur. Bu halda atomun maqnit momenti nəyə bərabərdir.

$$\text{Cavab: } \mu = 5,18 \cdot 10^{-23} \text{ C/Tl}$$

18.8. Valent elektronu $n=3$ halında olan litium atomunun mümkün maksimal tam mexaniki momenti nəyə bərabərdir?

$$\text{Cavab: } M_l = 3,12 \cdot 10^{-34} \text{ C-san.}$$

18.9. Natrium atomunun valent elektronun əsas halını təyin edən kvant ədədlərini yazın.

$$\text{Cavab: } n=3, l=0; m_l=0; m_s = \pm \frac{1}{2}$$

18.10. Elementlərin dövrü sistemində K, L, M təbəqələri və həmçinin 4s-alt təbəqəsi dolmuş elementlərin sıra nömrəsini tapın.

$$\text{Cavab: } Z=30, \text{ sink}$$

18.11. $L=3$ və $S=\frac{7}{2}$ olduqda sistemin mümkün hallarının sayı nə qədərdir?

Cavab: 7

18.12. ${}_{66}\text{Dy}$ atomunun multipletliyini tapın.

Cavab: $\chi=5$

18.13. Pauli prinsindən istifadə edərək atomda n və ℓ kvant ədədləri eyni olan elektronların maksimal sayını tapın.

Cavab: $2(2\ell+1)$

18.14. Pauli prinsindən istifadə edərək atomda n , ℓ və m_ℓ kvant ədədləri eyni olan elektronların maksimal sayını tapın.

Cavab: 2

18.15. Tam dolmuş təbəqələrdən başqa iki s və p elektronları olan atomun mümkün termlərini yazın.

Cavab: 1P_1 və ${}^3P_{0,1,2}$

18.16. Tam dolmuş təbəqələrdən başqa iki p və d elektronları olan atomun mümkün termlərini yazın.

Cavab: ${}^1P_1, {}^1D_2, {}^1F_3, {}^3P_{0,1,2}, {}^3D_{1,2,3}, {}^3F_{2,3,4}$

18.17. Tam dolmamış yarımsəviyyəsi beş elektronla yarıya qədər tutulmuş atomun əsas termini təyin edin.

Cavab: ${}^6S_{5/2}$

18.18. Maksimal tam mexaniki momentə malik atom 4F halındadır. Bu halın cırılaşma tərtibini təyin edin.

Cavab: 10

18.19. Axıncı elektron təbəqələri tam dolmuş ($s^2, p^6, d^{10}, f^{14}, g^{18}$) atomların əsas termini hesablayın.

Cavab: 1S_0

18.20. Bütün təsirsiz qazların (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) əsas termini hesablayın.

Cavab: 1S_0

18.21. Elektron konfigurasiyası ${}_{86}Rn + 7s^2 6d^1 5f^7$ olan elementin əsas termini hesablayın.

Cavab: 9D_2

18.22. Elementlərin dövrü sistemindəki 101 - ci elementin əsas termini hesablayın.

Cavab: ${}^2F_{7/2}$

Test 18

1. Nə üçün mürəkkəb atomlar üçün Şredinger tənliyini həll etmək çətindir?

- A) Mürəkkəb atomlarda elektron nüvənin yaratdığı sahə ilə qarşılıqlı təsirdə olmur
- B) Mürəkkəb atomlarda elektron nüvənin yaratdığı sahə ilə zəif qarşılıqlı təsirdə olur
- C) Mürəkkəb atomlarda elektron nüvənin yaratdığı sahə ilə yanaşı digər elektronların yaratdığı sahədə də hərəkət edir
- D) Mürəkkəb atomlarda elektron nüvənin yaratdığı sahə ilə güclü qarşılıqlı təsirdə olur
- E) Mürəkkəb atomlarda elektron nüvənin yaratdığı sahə ilə güclü qarşılıqlı təsirdə olmur

2. Çox elektronlu atomlarda tam orbital moment üçün hansı fikir doğrudur?

1- Tam müsbət qiymətlərlər

2- Müsbət kəsir qiymətlər alır

3- Mənfi tam qiymətlər alır

A) 2 B) 1 və 2 C) 1 və 3 D) 1 E) 3

3. Çoxelektronlu atomun tam orbital momentinin kvantlanma şərti necədir? (L - tam orbital kvant ədədi, \hbar - Plank sabitidir)

7. K və L örtükləri tam dolmuş elementin dövrü sistem cədvəlindəki sıra nömrəsini müəyyən edin

- A) 9 B) 10 C) 12 D) 11 E) 8

8. K , L , M örtükləri və $4s$ alt örtüyü tam dolmuş elementin sıra nömrəsini müəyyən edin.

- A) 31 B) 28 C) 27 D) 25 E) 30

9. Çoxelektronlu atomun tam hərəkət miqdarı momentinin ifadəsi hansıdır? (M_l - orbital, M_s - spin momentidir)

- A) $\vec{M}_j = \vec{M}_l + \vec{M}_s$ B) $\vec{M}_j = \vec{M}_l - \vec{M}_s$ C) $\vec{M}_j = \vec{M}_l \cdot \vec{M}_s$
D) $M_j = M_l + M_s$ E) $M_j = M_l - M_s$

10. Çoxelektronlu atomun tam spin momentinin kvantlanma şərti necədir? (S – tam orbital kvant ədədi, \hbar - Plank sabitidir)

- A) $|\vec{M}_j| = \hbar j$ B) $|\vec{M}_j| = \hbar \sqrt{j(j+1)}$
C) $|\vec{M}_j| = \hbar^2 \sqrt{j(j+1)}$ D) $|\vec{M}_j| = \sqrt{\hbar j(j+1)}$
E) $|\vec{M}_j| = \frac{1}{\hbar} \sqrt{j(j+1)}$

11. Kvant mexanikasına görə çoxelektronlu atomun tam momenti haqqında aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

- A) Tam moment kəsilməz qiymət alır
B) Tam momentin qiyməti kvantlanmışdır
C) Tam momentin qiyməti tam dolmamış təbəqələrdəki elektronların sayından asılı deyil
D) Tam momentin qiyməti tam dolmuş təbəqələrdəki elektronların sayından asılıdır
E) Tam momentin qiyməti yalnız tam spin kvant ədədinin qiymətindən asılıdır

12. Çoxelektronlu atomda j - kvant ədədinin qiyməti nədən asılıdır?

- A) \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının fərqindən
B) \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının cəmindən

- C) \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının modulundan
 D) \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının orientasiyasından
 E) \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının vektor hasilindən

13. Çoxelektronlu atomlarda j -kvant ədədi hansı qiymətlər ala bilər?

- A) Yalnız tam müsbət qiymət alır
 B) $(l+s)$ -dən $(l-s)$ - ə qədər tam qiymət alır
 C) $(l+s)$ -dən $(l-s)$ - ə qədər tam və yarımtam qiymət alır
 D) Yalnız tam mənfi qiymət alır
 E) İstənilən qiymət alır

14. Çoxelektronlu atomda j - kvant ədədi haqqında aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

1 - \vec{M}_l və \vec{M}_s vektorlarının orientasiyasından asılı olaraq $(l+s)$ - dən $(l-s)$ - ə qədər qiymət alır

2 - Yalnız tam müsbət qiymət alır

3 - $(l+s)$ - dən $(l-s)$ - ə qədər tam və yarımtam qiymət alır

- A) 1 və 3 B) yalnız 1 C) yalnız 2
 D) 2 və 3 E) 1 və 2

15. Çoxelektronlu atomlarda spin - orbital qarşılıqlı təsirin enerjisi nəylə müəyyən olunur?

- A) Spin və orbital momentləri vektorlarının orientasiyası ilə
 B) Spin və orbital momentləri vektorlarının vektorial hasilini ilə
 C) Spin və orbital momentləri vektorlarının skalyar cəmi ilə
 D) Spin və orbital momentləri vektorlarının vektorial cəmi ilə
 E) Spin və orbital momentləri vektorlarının skalyar hasilini ilə

16. Çoxelektronlu atomlarda spin və orbital momentləri vektorlarının skalyar hasilini ilə hansı enerji müəyyən olunur?

- A) Elektronların hərəkət enerjisi
 B) Nüvə və elektronların qarşılıqlı təsir enerjisi

C) Elektron- elektron qarşılıqlı təsirin enerjisi

D) Spin - orbital qarşılıqlı təsirin enerjisi

E) Atomun rabitə enerjisini

17. Aşağıdakı qarşılıqlı təsirlərdən hansı çoxelektronlu atoma aiddir?

1- Spin – orbital qarşılıqlı təsiri

2- Güclü qarşılıqlı təsir

3- Nüvə və elektronların qarşılıqlı

A) 1 və 3

B) 1 və 2

C yalnız 1

D) yalnız 3

E) 2 və 3

18. Hidrogen atomunda (S^1) j -kvant ədədi hansı qiymət alır?

A) $j = \pm \frac{1}{2}$

B) $j = \frac{1}{2}$

C) $j = -\frac{1}{2}$

D) $j = \pm 1$

E) $j = 0; \frac{1}{2}$

19. H ($e s^1$) atomu üçün tam orbital kvant ədədi L – hansı qiyməti alır?

A) 1

B) 0

C) 2

D) -1

E) 0,5

20. Hansı atom üçün tam orbital kvant ədədi L = qiyməti alır?

A) $H (1s^1)$

B) $Li (2s^1)$

C) $He (1s^2)$

D) $Be (1s^2 2s^2)$

E) $F (1s^2 2s^2)$

21. Hansı atom üçün j - kvant ədədi $j = \pm \frac{1}{2}$ qiymət alır?

A) $He (1s^2)$

B) $Li (2s^1)$

C) $H (1s^1)$

D) $Be (1s^2 2s^2)$

E) $F (1s^2 2s^2)$

22. Çoxelektronlu atomda elektronun hərəkət miqdarı momentinin Z oxu üzrə proyeksiyası hansı ifadə ilə müəyyən olunur?

A) $(\vec{M}_l) = \hbar L$

B) $(M_j)_z = m_j \hbar$

C) $(\vec{M}_l) = \hbar^2 \sqrt{L(L+1)}$

D) $(\vec{M}_l) = \sqrt{\hbar L(L+1)}$

E) $(\vec{M}_l) = \frac{1}{\hbar} \sqrt{L(L+1)}$

23. Əsas halda olan ${}_{11}\text{Na}$ atomunun valent elektronun halını təsvir edən kvant ədədlərindən maqnit kvant ədədinin qiymətini göstərin.

A) $m_\ell = -2$

B) $m_\ell = 1$

C) $m_\ell = -1$

D) $m_\ell = 0$

E) $m_\ell = 2$

24. Pauli prinsipindən istifadə edərək atomda baş kvant ədədinin verilmiş n qiyməti ilə təyin olunan hallarda yerləşən elektronların maksimal sayını tapın.

A) $2n^2$

B) $2n+1$

C) $2n(n+1)$

D) n^2+n

E) $\frac{n(n+1)}{2}$

25. ${}_2\text{He}$ atomunun multipletliyi neçədir?

A) 0

B) 1

C) 2

D) -1

E) 0,5

26. ${}_2\text{He}$ atomunun əsas termi hansıdır?

A) ${}^1S_{1/2}$

B) 1S_0

C) ${}^2S_{1/2}$

D) 7S_3

E)

${}^2D_{3/2}$

27. ${}_9\text{F}$ atomunun tam orbital momenti (L) hansı qiymət alır?

A) $L=0$

B) $L=2$

C) $L=1$

D) $L=1,5$

E) $L=0,5$

28. Elektron konfigurasiyası ${}_{86}\text{Rn} + 7s^2 6d^1 5f^3$ olan ${}_{92}\text{U}$ atomunun əsas termi hansıdır?

A) 7F_0

B) 9D_2

C) 3F_2

D) 5L_6

E) ${}^6L_{1/2}$

29. İki p^2 elektronu üçün L tam orbital kvant ədədi hansı qiymətlər alır?

A) 2, 1 və 0

B) 2 və 1

C) 3, 2 və 1

D) 1 və 0

E) 1,0,-1

30. İki p və d elektronlarından ibarət sistmə üçün L tam orbital kvant ədədi hansı qiymətlər alır?

A) 2, 1 və 0

B) 3, 2 və 1

C) 3, 2, 1 və 0

D) 2 və 1

E) 2, 1, 0, və -1

31. Atom dolmuş təbəqələrlə yanaşı üç (s, p, d) elektronlarına malikdir. L tam orbital kvant ədədi maksimum hansı qiymətlər alır?

A) 2

B) 4

C) 3

D) 1

E) 5

32. L tam orbital kvant ədədinin hansı qiymətində atomun tam hərəkət miqdarı momenti $M_L = \sqrt{56}\hbar$ olar?

A) 2

B) 4

C) 5

D) 7

E) 6

33. $\ell_1 = 1$ və $\ell_2 = 2$ olarsa atomun tam orbital momenti minimum hansı qiymət alır?

A) $M_{L_{\min}} = \sqrt{6}\hbar$

B) $M_{L_{\min}} = \sqrt{5}\hbar$

C) $M_{L_{\min}} = 2\hbar$

D) $M_{L_{\min}} = \sqrt{3}\hbar$

E) $M_{L_{\min}} = \sqrt{2}\hbar$

34. $\ell_1 = 2$ və $\ell_2 = 3$ olarsa atomun tamorbital kvant ədədi neçə qiymət alır?

A) 5

B) 4

C) 3

D) 6

E) 2

35. ${}_{12}\text{Mg}(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2)$ atomun tam spin kvant ədədi hansı qiymət alır?

A) $\frac{1}{2}$

B) 0

C) $\frac{3}{2}$

D) $-\frac{1}{2}$

E) $-\frac{3}{2}$

36. ${}_{7}\text{N}(1s^2 2s^2 2p^3)$ atomunun multipletliyi nə qədərdir?

A) 2

B) 3

C) 4

D) $\frac{5}{2}$

E) $\frac{7}{2}$

37. İstənilən atomda tam orbital momenti kvant ədədi hansı ifadə ilə təyin olunur (k - təbəqədəki cutləşməmiş elektronların sayı, ℓ - orbital kvant ədədidir)?

A) $L = \frac{k}{2}(2\ell - k + 1)$

B) $L = \frac{k}{2}(2\ell - k - 1)$

C) $L = 2k(\ell - k + 1)$ D) $L = 2k(2\ell - k + 1)$

E) $L = \frac{k}{2}(2\ell - k - 1)$

38. $Z_{(n)}$ halında elektronların maksimal sayı hansıdır?

- A) n B) $2n^2$ C) n^2 D) $2n + 1$ E) $(n - 2)^2$

39. $Z_{(n,\ell)}$ halında elektronların maksimal sayı hansıdır?

- A) $2n + 1$ B) $2n^2 + \ell$ C) $2(2\ell + 1)$ D) $2\ell + n$ E) $2n^2$

40. Atomun spektral termləri şərti olaraq ${}^{\chi}L_j$ simvolu ilə işarə olunur. Burada χ nəyi göstərir?

- A) Multipliyyəti B) Tam spin kvant ədədi
C) Elektronların sayını D) Tam impuls momenti
E) Tam orbital kvant ədədi

41. Atomun spektral termləri şərti olaraq ${}^{\chi}L_j$ simvolu ilə işarə olunur. Burada L nəyi göstərir?

- A) Multipliyyəti B) Tam spin kvant ədədi
C) Elektronların sayını D) Tam impuls momenti
E) Tam orbital kvant ədədi

42. Atomun spektral termləri şərti olaraq ${}^{\chi}L_j$ simvolu ilə işarə olunur. Burada j nəyi göstərir?

- A) Multipliyyəti B) Tam spin kvant ədədi
C) Elektronların sayını D) Tam impuls momenti
E) Tam orbital kvant ədədi

43. Seçmə qaydasına uyğun olaraq atomda elektron keçidləri zamanı ℓ orbital kvant ədədinin bir vahid dəyişir ($\Delta\ell \pm 1$). Seçmə qaydası hansı qanunun nəticəsidir?

- A) Enerjinin saxlanması B) İmpulsun saxlanması
C) yükün saxlanması D) Cütlüyün saxlanması
E) İmpulsun momentinin saxlanması

44. Seçmə qaydasına uyğun olaraq Layman seriyasına hansı keçid uyğundur?

- A) $np \rightarrow 1s$ B) $ns \rightarrow 1s$ C) $ns \rightarrow 1s$
D) $nd \rightarrow 1s$ E) $nf \rightarrow 1s$

45. Seçmə qaydasına uyğun olaraq Balmer seriyasına hansı keçid uyğundur?

- A) $np \rightarrow 2s$ B) $ns \rightarrow 2p$ C) $nd \rightarrow 2p$
D) $nf \rightarrow 2p$ E) $2p \rightarrow nd$

46. Əsas halda olan hidrogen atomunun udma spektrinin xətlərinə uyğun keçid hansıdır?

- A) $1s \rightarrow nd$ B) $1s \rightarrow ns$ C) $1s \rightarrow np$
D) $1s \rightarrow nf$ E) $1s \rightarrow ng$

47. Normal halda K , L - layları və $3s$ təbəqəsi tam dolmuş, $3p$ təbəqəsi isə yarıya qədər dolmuş atom hansıdır?

- A) ${}_{13}Al$ B) ${}_{17}Cl$ C) ${}_{14}Si$ D) ${}_{16}S$ E) ${}_{15}P$

48. Hər hansı atomda $n = 3$ layı tam dolarsa $\ell = 2$ halında olan elektronların sayı nə qədərdir?

- A) 10 B) 6 C) 2 D) 14 E) 18

49. ${}_{19}K$ atomunun elektron konfigurasiyası hansıdır?

- A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^7$
C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^1 4s^1$
E) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^2 4s^1$

50. Normal halda K , L , M - layları və $4s$ təbəqələri tam dolmuş atom hansıdır?

- A) ${}_{29}Cu$ B) ${}_{30}Zn$ C) ${}_{31}Ga$ D) ${}_{32}Ge$ E) ${}_{28}Ni$

VI FƏSİL. İKİ ATOMLU MOLEKULLAR

§19. Fırlanma və rəqsi spektrlər

İki atomlu molekulların gətirilmiş kütləsi

$$m^* = \frac{M_1 \cdot M_2}{(M_1 + M_2) \cdot N_A},$$

Burada M_1 və M_2 – uyğun olaraq molekulu təşkil edən atomların molyar kütləsi, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Avoqadro ədədidir.

İki atomlu molekulun ətalət momenti

$$J = m^* R^2,$$

burada: $R = r_1 + r_2$ - atomların nüvələri arasındakı məsafə, r_1 və r_2 isə atomların radiuslarıdır.

Molekulların fırlanma enerjisi

$$E_f = \frac{\hbar^2}{2J} l(l+1).$$

burada $l=0,1,2,\dots$ - fırlanma kvant ədədidir.

$\Delta l = \pm 1$ seçmə qaydasına uyğun olaraq ikiatomlu molekulun həyəcanlanma enerjisi

$$\Delta E_{l+1, l} = E_{l+1} - E_l = \frac{\hbar^2}{J} (l+1)$$

Udulan fotonun maksimal tezliyi

$$\nu_{l+1} = \frac{\Delta E}{h}$$

İki atomlu molekulun impuls momenti

$$L = J\omega_l$$

burada $\omega_l - l$ energetik halında molekulun fırlanma bucaq sürətidir.

İkiatomlu molekulun impuls momenti kvantlanmışdır.

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$$

İkiatomlu molekulun rəqs enerjisi

$$E_v = \hbar\omega \left[\left(v + \frac{1}{2} \right) - \gamma \left(v + \frac{1}{2} \right)^2 \right]$$

burada ω – rəqsin tezliyi; $v=0,1,2,\dots$ - rəqs kvant ədədi, γ – qeyri harmoniklik əmsalıdır. Harmonik ossilyator üçün $\gamma=0$. Onda harmonik ossilyatorun enerjisi

$$E_v = \hbar\omega \left(v + \frac{1}{2} \right)$$

Sıfırıncı enerji ($v=0$)

$$E_0 = \frac{\hbar\omega}{2}$$

v -nin seçmə qaydası

$$\Delta v = \begin{cases} \pm 1; \gamma = 0 & \text{olan halda} \\ \pm 1; \pm 2 \dots & \text{qalan hallarda} \end{cases}$$

İki qonşu rəqs səviyyələrin enerji fərqi

$$\Delta E_{v+1,v} = \hbar\omega [1 - 2\gamma(v+1)]$$

v kvant ədədinin maksimum qiyməti

$$v_{max} = \frac{1}{2\gamma} - 1$$

Rəqsi hərəkətin maksimum enerjisi

$$E_{max} = \frac{\hbar\omega}{4\gamma}$$

İkiatomlu molekulun dissosiasiya enerjisi

$$E_d = E_{max} - E_0 = \frac{\hbar\omega}{4\gamma} (1 - 2\gamma)$$

Mövzuya aid suallar

1. Molekul nəyə deyilir?
2. Molekul hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?

3. Molekulda atomlar arasında kimyövi rabitöni tæmin edæn qüvvələr hansı təbiətlidir?
4. Elektromənfilik nədir? Hansı atomlar ən böyük elektromənfiliyə malikdir?
5. Elektromüsbətlik nədir? Hansı atomlar ən böyük elektromüsbətliyə malikdir?
6. Molekul və atomların oxşar və fərqli cəhətlərini söyləyin.
7. Molekul yaranarkən hansı şərtlər ödənilir?
8. Molekullar üçün kimyövi rabitənin hansı növləri xarakterikdir?
9. Kovalent rabitənin xarakterik xüsusiyyətlərini söyləyin.
10. Molekulda atomlar arasında kimyövi rabitə nəyin hesabına yaranır?
11. Hansı molekullar üçün ion rabitəsi xarakterikdir?
12. Hansı molekullar üçün kovalent rabitə xarakterikdir?
13. Kimyövi rabitənin yaranması idasını ilk dəfə kim söyləmişdir?
14. Lyuisə görə kimyövi rabitə nədir?
15. Dissosiasiya enerjisi nə nəyə deyilir?
16. Həqiqi dissosiasiya enerjisi nəyə deyilir?
17. Rəqslərin sıfırıncı enerjisi nəyə deyilir?
18. Rabitə bucağı nəyə deyilir?
19. İki atomlu molekulun gətirilmiş kütləsi hansı düsturla təyin olunur?
20. Hidrogen atomu üçün Şredinger tənliyini yazın və həll edin.
21. Hidrogen atomu üçün Şredinger tənliyinə hansı qarşılıqlı təsir enerjiləri daxildir?
22. Hansı hal siqlet hal adlanır?
23. Hansı hal triplet hal adlanır?
24. Hidrogen atomunun sinqlet halı üçün dalğa funksiyasının forması necədir?
25. Hidrogen atomunun triplet halı üçün dalğa funksiyasının forması necədir?

26. Hidrogen atomunun sinqlet halı üçün enerjinin ifadəsi necədir?
27. Hidrogen atomunun triplet halı üçün enerjinin ifadəsi necədir?
28. Hidrogen atomu üçün enerjinin ifadəsinə hansı kəmiyyətlər daxildir?
29. Kulon inteqralının fiziki mənası nədən ibarətdir?
30. Mübadilə inteqralının fiziki mənası nədən ibarətdir?
31. Qapanma inteqralının fiziki mənası nədən ibarətdir?
32. Hidrogen molekulunda Q - Kulon inteqralı nəyin hesabına yaranır?
33. Hidrogen molekulunda M - mübadilə inteqralı nəyin hesabına yaranır?
34. Hidrogen molekulunda S - qapanma inteqralı nəyin hesabına yaranır?
35. Hidrogen molekulunda atomlar yaxınlaşarkən neçə molekulyar orbit yaranır?
36. Hidrogen molekulunda yaranan molekulyar orbitlərdə neçə elektron yerləşə bilər?
37. Hidrogen molekulunda elektronların spinlərinin antiparalel halına uyğun molekulyar orbit necə adlanır?
38. Hidrogen molekulunda elektronların spinlərinin paralel halına uyğun molekulyar orbit necə adlanır?
39. Molekulda elektronun halı neçə kvant ədədi ilə xarakterizə olunur?
40. Atomda olduğu kimi molekulda hansı prinsip ödənilir?
41. Molekulda ℓ_i - köməkçi kvant ədədi hansı qiymətlər ala bilər?
42. Molekulda λ_i - kvant ədədi nəyi xarakterizə edir?
43. Molekulda λ_i - kvant ədədi hansı qiymətləri alır?
44. İkiatomlu molekulda hərəkət miqdarı momentinin (L_z) proyeksiyası hansı ifadə ilə müəyyən olunur?
45. Molekulda hansı elektronlar ekvivalent elektronlar adlanır?

46. Molekulda $1s\sigma$ elektronu üçün kvant ədədləri hansı qiymət alır?
47. Molekulda $2p\sigma$ elektronu üçün kvant ədədləri hansı qiymət alır?
48. Molekulda $2p\pi$ elektronu üçün kvant ədədləri hansı qiymət alır?
49. Valent nəzəriyyəsinin xarakterik xüsusiyyətləri hansılardır?
50. Molekulyar orbit nəzəriyyəsinin xarakterik xüsusiyyətləri hansılardır?
51. İki atomlu molekulun ətalət momenti hansı düsturla təyin olunur?
52. Molekulların fırlanma enerjisi hansı düsturla hesablanır?
53. Hansı molekulyar spektrlər mövcuddur?
54. Molekulda hansı energetik səviyyələr var?
55. Molekulda hansı energetik keçid ən böyük enerji udulması və şüalanması ilə müşayiət olunur?
56. İkiatomlu molekulun rəqs enerjisi hansı düsturla müəyyən olunur?
57. İkiatomlu molekulun dissosiasiya enerjisi hansı düsturla müəyyən olunur?
58. İkiatomlu molekulun fırlanma enerjisi hansı düsturla müəyyən olunur?

Məsələ həllinə nümunə

Məsələ 1. *HF* molekulu üçün ətalət momentini, birinci fırlanma səviyyəsinə həyəcanlanma enerjisini və $l=1$ energetik halında fırlanma bucaq sürətini tapın. Nüvələr arası məsafə $R=91,7 \text{ pm}$ -dir.

Verilir:

$l=1$

$R=91,7 \text{ nm}$

Həlli:

İkiatomlu molekulun ətalət momenti

J -?
 $\Delta E_{l,0}$ -?
 ω_{1} -?

$$J = m^* R^2 \quad (1)$$

düsturu ilə hesablanır. m^* - ikiatomlu molekulun gətirilmiş kütləsidir. Gətirilmiş kütlə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$m^* = \frac{M_1 \cdot M_2}{(M_1 + M_2) \cdot N_A} \quad (2)$$

Burada M_1 və M_2 uyğun olaraq ikiatomlu molekulu təşkil edən atomların molyar kütləsi, N_A - Avoqadro ədədidir. $M_H = 10^{-3} \text{ kq/mol}$; $M_F = 19 \cdot 10^{-3} \text{ kq/mol}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ qiymətlərini (2) düsturunda yerinə yazıb hesablama aparsaq HF molekulu üçün gətirilmiş kütlənin qiyməti $m^* = 1,58 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$ olar.

Nəhayət m^* və R - in qiymətini (1) ifadəsində yazıb HF molekulunun ətalət momentinin qiymətini hesablayaq:

$$J = 1,58 \cdot 10^{-27} \cdot (91,7 \cdot 10^{-12})^2 = 1,33 \cdot 10^{-47} \text{ kq} \cdot \text{m}^2$$

2. Molekulun birinci fırlanma səviyyəsinə həyacanlanması üçün lazım olan enerji molekulun birinci və sıfırncı fırlanma səviyyələrinin enerjiləri fərqi ilə bərabərdir.

İkiatomlu molekulun fırlanma səviyyəsinin enerjisi

$$E_l = \frac{\hbar^2}{2J} l(l+1) \quad (l = 0; 1; 2; \dots) \quad (3)$$

düsturu ilə təyin olunur. Bu düsturdan istifadə edərək iki qonşu fırlanma səviyyələri fərqi tapaq.

$$\Delta E_{l,l+1} = E_{l+1} - E_l = \frac{\hbar^2}{2J} [(l+1)(l+2) - l(l+1)] = \frac{\hbar^2}{J} (l+1)$$

$$\Delta E_{l,l+1} = \frac{\hbar^2}{J} (l+1)$$

Sonuncu ifadədə $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$, $J = 1,33 \cdot 10^{-47} \text{ kq} \cdot \text{m}^2$ və $l=0$ qiymətlərini yazıb, hesablama aparsaq

$$\Delta E_{l,0} = 5,46 \text{ meV} \text{ alarıq.}$$

3. İkiatomlu molekulun impuls momenti ilə ətalət momenti arasında əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$L=J \cdot \omega_l \quad (4)$$

ω_l - l energetik halında molekulun fırlanma bucaq sürətidir. Digər tərəfdən ikiatomlu molekulun impuls momenti kvantlanmışdır.

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar \quad (l = 0;1;2;\dots) \quad (5)$$

(4) və (5) tənliklərindən

$$\omega_l = \frac{\sqrt{l(l+1)}\hbar}{J}$$

alırıq.

l, \hbar və J qiymətlərini sonuncu ifadə yerinə yazıb, fırlanma bucaq sürətini hesablayaq:

$$\omega_l = 1,12 \cdot 10^{13} \text{ rad/san.}$$

Məsələ2. Rəqs tezliyi $\omega = 5,63 \cdot 10^{14} \text{ san}^{-1}$ və qeyri harmoniklik əmsalı $\gamma = 0,0201$ olan HCl molekulunun $\Delta E_{2,l}$ - birinci rəqs səviyyəsindən ikinci rəqs səviyyəsinə keçid enerjisini, ν_{max} - maksimal kvant ədədini, E_{max} maksimal rəqs enerjisini və E_{d} dissosiasiya enerjisini tapın.

Verilir	Həlli
$\omega = 5,63 \cdot 10^{14} \text{ san}^{-1}$	<p>1. İki qonşu rəqs səviyyəsi arasında keçid enerjisi $\Delta E_{\nu+1, \nu}$ bu rəqs səviyyələrinin enerjiləri fərqinə bərabərdir.</p> $\Delta E_{\nu+1, \nu} = E_{\nu+1} - E_{\nu} = \hbar \omega [1 - 2\gamma(\nu + 1)]$ <p>\hbar, ω və γ-nın qiymətlərini yerinə yazıb, hesablama aparsaq, keçid enerjisi üçün</p>
$\gamma = 0,0201$	
$\Delta E_{2,l}?$	
$\nu_{max}?$	
$E_{max}?$ $E_d?$	

$$\Delta E_{2,l} = 1,09 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 0,682 \text{ eV}$$

qiymətini alırıq.

2. Qonşu energetik səviyyələrin enerjiləri fərqini sıfıra bərabər edib, ν_{\max} maksimal kvant ədədini tapa bilərik.

$$\Delta E_{\nu+1,\nu} = \hbar\omega[1 - 2\gamma(\nu_{\max} + 1)] = 0 \quad \text{və ya}$$

$$1 - 2\gamma(\nu_{\max} + 1) = 0 \quad \text{buradan}$$

$$\nu_{\max} = \frac{1}{2\gamma} - 1 = \frac{1}{2 \cdot 0,0201} - 1 = 23,87 \quad \text{alınır. Rəqs kvant}$$

ədədləri tam ədədlər olduğundan $\nu_{\max} = 23$

3. Maksimal rəqs enerjisini tapmaq üçün ikiatomlu molekulun rəqs enerjisinin

$$E_{\nu} = \hbar\omega \left[\left(\nu + \frac{1}{2} \right) - \gamma \left(\nu + \frac{1}{2} \right)^2 \right]$$

düsturunda $\nu_{\max} = \frac{1}{2\gamma} - 1$ ifadəsini yazmaq lazımdır.

$$E_{\max} = \hbar\omega \left[\left(\nu \frac{1}{2\gamma} - 1 + \frac{1}{2} \right) - \gamma \left(\frac{1}{2\gamma} - 1 + \frac{1}{2} \right)^2 \right].$$

Sonuncu ifadəni sadələşdirib və $\frac{\gamma}{4} \ll \frac{1}{4\gamma}$

olduğundan nəzərə almasaq,

$$E_{\max} = \frac{\hbar\omega}{4} \quad \text{alırıq.}$$

\hbar, ω və γ -nin qiymətlərini axırıncı düsturda yerinə yazıb, hesablama aparsaq

$$E_{\max} = 7,38 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 4,61 \text{ eV} \quad \text{alırıq.}$$

4. Dissosiasiya enerjisi molekulda onu təşkil edən atomların kimyəvi rəbitəsini qıraraq onları atomların qarşılıqlı təsir hüdudundan uzaqlaşdırmaq üçün lazım olan enerjidir. Bu enerji sıfırıncı rəqs səviyyəsindən ən yuxarı səviyyəyə keçid enerjisinə uyğundur. Onda dissosiasiya enerjisi

$$E_d = E_{max} - E_o = \frac{\hbar\omega}{4\gamma} - \frac{1}{2}\hbar\omega \quad \text{və ya}$$

$$E_d = \frac{\hbar\omega}{4\gamma}(1 - 2\gamma) = E_{max}(1 - 2\gamma)$$

Hesablama aparsaq, $E_d = 4,43 \text{ eV}$ alarıq.

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

19.1. O_2 molekulu üçün gətirilmiş kütləni və ətalət momentini hesablayın. Oksigen atomunun nisbi atom kütləsi 16, nüvələr arası məsafə isə 121 pm-dir.

$$\text{Cavab: } m^* = 1,33 \cdot 10^{-26} \text{ kq; } J = 195 \cdot 10^{-47} \text{ kq} \cdot \text{m}^2$$

19.2. Birinci fırlanma səviyyəsində yerləşən S_2 molekulunun bucaq sürətini (ω_1) tapın. Kükürd atomunun nisbi atom kütləsi 32, nüvələr arası məsafə 189 pm-dir.

$$\text{Cavab: } \omega = 1,57 \cdot 10^{11} \text{ rad/san}$$

19.3. Fırlanma enerjisi 2,16 MeV olan oksigen molekulunun impuls momentini tapın.

$$\text{Cavab: } L = \sqrt{2\epsilon m^* R^2} = 3,46\hbar$$

19.4. NO molekulu üçün birinci fırlanma səviyyəsinin ($l=0$) həyəcanlanma enerjisini tapın. Atom nüvələri arasındakı məsafə $R = 1,15 \text{ \AA}$ - dir.

$$\text{Cavab: } \Delta E_{1,0} = 0,28 \text{ meV}$$

19.5. H_2 molekulunun $l=2$ halında fırlanma enerjisini və fırlanma bucaq sürətini tapın. Atom nüvələri arasındakı məsafə 74 pm-dir.

$$\text{Cavab: } \omega_2 = 5,72 \text{ rad/san; } E = 45 \text{ meV}$$

19.6. İki atomlu molekul birinci fırlanma səviyyəsindən ikinci fırlanma səviyyəsinə keçdikcə impuls momentinin dəyişməsinə (ΔL) tapın.

$$\text{Cavab: } \Delta L = 1,1 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$$

19.7. Hansı fırlanma səviyyəsində hidrogen molekulunun fırlanma bucaq sürəti $3,3 \cdot 10^{13}$ rad/san olar? H_2 molekulunda nüvələr arası məsafə $R=74$ pm-dir.

19.8. HCl molekulunu üçün hansı iki qonşu fırlanma səviyyələrinin enerji fərqi $7,86$ meV olar?

Cavab: $\ell = 3; \ell + 1 = 4$

19.9. NO molekulunun irəliləmə hərəkətinin orta kinetik enerjisi hansı temperaturada birinci həyəcanlanmış fırlanma səviyyəsinin enerjisinə bərabər olar? Atomların nüvələri arasındakı məsafə $1,15 A^0$, nisbi atom kütlələri isə uyğun olaraq 14 və 16-dir.

Cavab: $T = 2,16K$

19.10. CO molekulunu üçün ikinci fırlanma səviyyəsinin enerjisini hesablayın. Nüvələr arası məsafə $d=113$ pm, atomların nisbi kütləsi uyğun olar 12 və 16-dir.

Cavab: $E=1,42$ meV

19.11. $l=1$ energetik səviyyəsində fırlanma enerjisi $0,06$ meV olan Cl_2 molekulunu üçün nüvələr arası məsafəni tapın. Xlor atomunun nisbi atom kütləsi 35-dir.

Cavab: $R = 1,99 A^0$

Test 19

1. Molekul yaranarkən kimyəvi rəbitədə iştirak edən atomların özünə elektron birləşdirmək qabiliyyəti nədir?

- A) Kulon inteqralı B) Elektromüsbətlik
C) Qapanma inteqralı D) Elektromənfilik
E) Mübadilə inteqralı

2. Molekul yaranarkən kimyəvi rəbitədə iştirak edən atomların özlərindən elektron vermə qabiliyyəti nədir?

- A) Mübadilə inteqralı B) Qapanma inteqralı
C) Kulon inteqralı D) Elektromənfilik
E) Elektromüsbətlik

3. Aşağıdakılardan hansı kovalent rəbitə üçün xarakterikdir?

1- Kovalent rəbitə doymuşluq xassəsinə malikdir.

2- Kovalent rəbitə istiqamətliliyə malikdir.

D) Atomların mərkəzlərini birləşdirən xətlə kimyəvi rabitənin təsir istiqaməti arasındakı bucaq

E) Atomların mərkəzlərini birləşdirən xətlə elektronların hərəkət istiqaməti arasında qalan bucaq

9. s-orbitalının elektronları hansı rabitədə iştirak edir?

A) Yalnız σ rabitədə

B) π -rabitədə

C) δ -rabitə

D) σ və π rabitədə

E) π və δ rabitədə

10. d - orbitalının elektronları hansı rabitədə iştirak edir?

A) Yalnız π - rabitədə

B) Yalnız σ - rabitədə

C) Yalnız δ - rabitədə

D) σ -, π - δ - rabitədə

E) Heç bir rabitədə iştirak etmir

11. Hansı rabitə bir örtmə oblastına malikdir?

A) σ -rabitə

B) π -rabitə

C) δ -rabitə

D) σ və π rabitə

E) π və δ rabitə

12. p - elektronları hansı rabitədə iştirak edir?

A) σ - və π -rabitədə

B) σ -rabitədə

C) σ - və δ - rabitədə

D) δ -rabitədə

E) Heç bir rabitədə iştirak etmir

13. Hansı rabitə dörd örtmə oblastına malikdir?

A) π və δ rabitə

B) σ -rabitə

C) π -rabitə

D) σ və δ rabitə

E) δ -rabitə

14. Hansı rabitə iki örtmə oblastına malikdir?

A) σ -rabitə

B) π -rabitə

C) δ -rabitə

D) σ və π rabitə

E) π və δ rabitə

15. Molekul və atomun oxşar cəhətləri hansıdır?

1-Hər ikisində qarşılıqlı tsir elektrik təbiətlidir

2-hər ikisi elektrik cəhətdən neytraldır

3-Hər ikisi davamlı kvant sistemidir

A) 1, 2 və 3

B) 1 və 2

C) 1 və 3

D) Yalnız 1

E) Yalnız 2

16. Molekul yaranarkən hansı şərt ödənilir?

1-Molekulun rabitə enerjisi ayrı-ayrı atomların enerjiləri cəmindən kiçik olur

2-Elektronların dalğa funksiyası kəşifir

3-Molekulun rabitə enerjisi ayrı-ayrı atomların enerjiləri cəminə bərabər olur

- A) 1 və 2 B) Yalnız 1 C) Yalnız 2
D) 1 və 3 E) 1, 2 və 3

17. Hidrogen molekulu üçün simmetrik dalğa funksiyası necədir (ψ_1 və ψ_2 uyğun olaraq elektronların dalğa funksiyasıdır)?

- A) $\psi_+ = \psi_1 \cdot \psi_2$ B) $\psi_+ = \psi_1 - \psi_2$ C) $\psi_+ = \psi_1 + \psi_2$
D) $\psi_+ = \frac{\psi_1}{\psi_2}$ E) $\psi_+ = \frac{\psi_2}{\psi_1}$

18. Hidrogen molekulu üçün antisimmetrik dalğa funksiyası necədir (ψ_1 və ψ_2 uyğun olaraq elektronların dalğa funksiyasıdır)?

- A) $\psi_- = \psi_1 \cdot \psi_2$ B) $\psi_- = \psi_1 + \psi_2$ C) $\psi_- = \psi_1 - \psi_2$
D) $\psi_- = \frac{\psi_1}{\psi_2}$ E) $\psi_- = \frac{\psi_2}{\psi_1}$

19. Hansı hal singlet vəziyyət adlanır?

- A) Elektronların spinlərinin antiparalel olduğu hal
B) Elektronların spinlərinin paralel olduğu hal
C) Elektronların spinlərinin bərabər olduğu hal
D) Baş kvant ədədinin eyni olduğu hal
E) Orbital kvant ədədinin eyni olduğu hal

20. Hansı hal triplet vəziyyət adlanır?

- A) Elektronların spinlərinin paralel olduğu hal
B) Elektronların spinlərinin antiparalel olduğu hal
C) Elektronların spinlərinin bərabər olduğu hal
D) Baş kvant ədədinin eyni olduğu hal
E) Orbital kvant ədədinin eyni olduğu hal

21. Hidrogen molekulunda singlet hala uyğun dalğa funksiyasının ifadəsi necədir?

- A) $\psi_+ = \psi_A(1) \cdot \psi_A(2) + \psi_B(2) \cdot \psi_B(1)$

B) $\psi_+ = \psi_A(1) \cdot \psi_B(2) - \psi_A(2) \cdot \psi_B(1)$

C) $\psi_+ = \psi_A(1) \cdot \psi_B(2)$

D) $\psi_+ = \psi_A(1) \cdot \psi_B(2) + \psi_A(2) \cdot \psi_B(1)$

E) $\psi_+ = \psi_A(1) \cdot \psi_A(2) - \psi_B(2) \cdot \psi_B(1)$

22. Hidrogen molekulunda triplet hala uyğun dalğa funksiyanın ifadəsi necədir?

A) $\psi_- = \psi_A(1) \cdot \psi_A(2) - \psi_B(1) \cdot \psi_B(2)$

B) $\psi_- = \psi_A(2) \cdot \psi_B(2) + \psi_A(2) \cdot \psi_B(1)$

C) $\psi_- = \psi_A(1) \cdot \psi_B(2)$

D) $\psi_- = \psi_A(1) \cdot \psi_A(2) + \psi_B(1) \cdot \psi_B(2)$

E) $\psi_- = \psi_A(1) \cdot \psi_B(2) - \psi_A(2) \cdot \psi_B(1)$

23. Hidrogen molekulunda simmetrik hal üçün enerjinin ifadəsi hansıdır (Q-kulon, M-mübadilə, S-örtmə inteqralı, E_H -hidrogen atomunun enerjisidir)?

A) $E_+ = 2 \left(E_H + \frac{Q+M}{1+s^2} \right)$

B) $E_+ = 2 \left(E_H - \frac{Q+M}{1+s^2} \right)$

C) $E_+ = 2E_H + \frac{Q+M}{1+s^2}$

D) $E_+ = E_H + \frac{Q+M}{1+s^2}$

E) $E_+ = 2E_H - \frac{Q+M}{1+s^2}$

24. Hidrogen molekulunda antisimmetrik hal üçün enerjinin ifadəsi hansıdır? (Q-kulon, M-mübadilə, S-örtmə inteqralı, E_H -hidrogen atomunun enerjisidir)?

A) $E_- = 2 \left(E_H + \frac{Q+M}{1+s^2} \right)$

B) $E_- = 2E_H + \frac{Q+M}{1+s^2}$

C) $E_- = 2E_H - \frac{Q+M}{1+s^2}$

D) $E_- = E_H + \frac{Q+M}{1+s^2}$

E) $E_- = 2 \left(E_H - \frac{Q+M}{1+s^2} \right)$

25. Hidrogen molekulunda S - qapanma inteqralı nəyin hesabına yaranır?

- A) Elektronların spinləri paralel olduqda
- B) Atomun elektron buludlarının örtülməsi
- C) Elektronların spinləri antiparalel olduqda
- D) Elektron mübadiləsi
- E) Kulon qarşılıqlı təsiri nəticəsində

26. Hidrogen molekulunda S - qapanma inteqralı hansı qiymət ala bilər?

- A) $0 \div 1$
- B) $0 \div \infty$
- C) $-\infty \div +\infty$
- D) $-\infty \div 0$
- E) Yalnız 0

27. Hidrogen molekulunda S-qapanma inteqralı hansı halda $S =$ qiymətini alır (R_A nüvələr arasındakı məsafədir; r -atomun radiusudur)?

- A) $R_{AB} = 0$
- B) $R_{AB} = r$
- C) $R_{AB} \rightarrow \infty$
- D) $R_{AB} = 2r$
- E) $R_{AB} = \frac{1}{2}r$

28. Hidrogen molekulunda S-qapanma inteqralı R_A nüvələr arası məsafənin hansı qiymətində $S =$ qiymət alır (r -atomun radiusudur)?

- A) $R_{AB} \rightarrow \infty$
- B) $R_{AB} = 0$
- C) $R_{AB} = r$
- D) $R_{AB} = 2r$
- E) $R_{AB} = \frac{1}{2}r$

29. Hidrogen molekulunda M-mübadilə inteqralı nəyin hesabına yaranır?

- A) Elektronların spinləri antiparalel olduqda
- B) Elektron buludunun bir-birini örtməsi
- C) Elektronların spinləri paralel olduqda
- D) Elektron mübadiləsi hesabına
- E) Kulon qarşılıqlı təsiri nəticəsində

30. Mübadilə inteqralı (M) və Kulon inteqralı (Q) arasında hansı münasibət doğrudur?

- A) $|M| = 2|Q|$
- B) $|M| < |Q|$
- C) $|M| = |Q|$

D) $|M| > |Q|$

E) $|M| = \frac{1}{2}|Q|$

31. Molekulda Kulon inteqralı nəyin hesabına yararır?

- A) Elektronların spinləri paralel olduqda
- B) Elektron mübadiləsi hesabına
- C) Elektron buludunun bir-birini örtməsi
- D) Kulon qarşılıqlı təsirin nəticəsində
- E) Elektronların spinləri antiparalel olduqda

32. Hidrogen molekulunda atomlar yaxınlaşarkən neçə molekulyar orbit yaranır?

- A) 2
- B) 1
- C) 4
- D) 3
- E) 0

33. Hidrogen molekulunda yaranan molekulyar orbitlərdə neçə elektron yerləşə bilər?

- A) 2
- B) 1
- C) 4
- D) 3
- E) 0

34. Hidrogen molekulunda elektronların spinlərinin antiparalel halına uyğun molekulyar orbit necə adlanır?

- A) Qapalı orbit
- B) Yumşaldıcı orbit
- C) Dairəvi orbit
- D) Parabolik orbit
- E) Əlaqələndirici orbit

35. Hidrogen molekulunda elektronların spinlərinin paralel halına uyğun molekulyar orbit necə adlanır?

- A) Yumşaldıcı orbit
- B) Əlaqələndirici orbit
- C) Dairəvi orbit
- D) Parabolik orbit
- E) Qapalı orbit

36. Molekulda elektronun halı neçə kvant ədədi ilə xarakterizə olunur?

- A) 3
- B) 1
- C) 2
- D) 4
- E) 0

37. Atomda olduğu kimi molekulda hansı prinsip ödənilir?

1-Enerjinin minimumluq prinsipi

2-Pauli prinsipi

3- Kəcilməzlik prinsipi

- A) 1,2 və 3
- B) 3
- C) Yalnız 1
- D) Yalnız 2
- E) 1 və 2

38. Molekulda ℓ_i - köməkçi kvant ədədi hansı qiymət ala bilər (n_i -baş kvant ədədidir)?

- A) $\ell_i = n_i$ B) $\ell_i \leq n_i - 1$ C) $\ell_i \pm n_i$
D) $\ell_i = n_i^2$ E) $\ell_i = 2n_i$

39. Molekulda λ_i - kvant ədədi nəyi xarakterizə edir (ℓ_i - köməkçi kvant ədədidir) ?

- A) ℓ_i -vektorunun molekulun oxu istiqamətindəki proyeksiyasını
B) ℓ_i -vektorunun modulunu
C) ℓ_i -vektorunun istiqamətini
D) ℓ_i -vektorunun rabitə xəttinə perpendikulyar istiqamətdə proyeksiyasını
E) ℓ_i -vektorun rabitə xətti ilə əmələ gətirdiyi bucağı

40. Molekulda λ_i - kvant ədədi hansı qiymətləri alır (ℓ_i - köməkçi kvant ədədidir)?

- A) $\lambda_i = \pm 1, \pm 2, \dots \pm (\ell_i - 1)$ B) $\lambda_i = 1, 2, 3, \dots \ell_i$
C) $\lambda_i = \pm \ell, \pm (\ell_i - 1), \dots, 0$ D) $\lambda_i = 1, 2, 3, \dots (\ell_i - 1)$
E) $\lambda_i = 0, \pm \frac{1}{2}$

41. İkiatomlu molekulda hərəkət miqdarı momentinin (L_z) proyeksiyası hansı ifadə ilə müəyyən olunur (λ - orbital kvant ədədidir)

- A) $L_z = \pm \lambda \hbar$ B) $L_z = 2\hbar$ C) $L_z = \frac{1}{2} \lambda$
D) $L_z = 2\lambda$ E) $L_z = \sqrt{\lambda \hbar}$

42. Molekulda hansı elektronlar ekvivalent elektronlar adlanır?

- A) $n_1 \neq n_2, \ell_1 = \ell_2 = 1$ B) $n_1 \neq n_2, \ell_1 = \ell_2$
C) $n_1 = n_2, \ell_1 = \ell_2$ D) $n_1 \neq n_2, \ell_1 \neq \ell_2$

E) $n_1 \neq n_2, \ell_1 = \ell_2 = 0$

43. Molekulda $1s\sigma$ elektronu üçün n, ℓ, λ -kvant ədədləri hansı qiymət alır?

A) $n=1, \ell=1, \lambda=0$

B) $n=1, \ell=0, \lambda=0$

C) $n=2, \ell=0, \lambda=0$

D) $n=1, \ell=0, \lambda=1$

E) $n=2, \ell=1, \lambda=1$

44. Molekulda $2p\sigma$ elektronu üçün n, ℓ, λ -kvant ədədləri hansı qiymət alır?

A) $n=2, \ell=1, \lambda=0$

B) $n=2, \ell=0, \lambda=1$

C) $n=2, \ell=1, \lambda=1$

D) $n=1, \ell=0, \lambda=0$

E) $n=1, \ell=1, \lambda=0$

45. Molekulda $2p\pi$ elektronu üçün n, ℓ, λ -kvant ədədləri hansı qiymət alır?

A) $n=2, \ell=1, \lambda=1$

B) $n=2, \ell=1, \lambda=0$

C) $n=2, \ell=0, \lambda=1$

D) $n=2, \ell=0, \lambda=0$

E) $n=2, \ell=2, \lambda=1$

46. Molekulda kvant ədədlərinin $n=2, \ell=1, \lambda=1$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $1s\sigma$ B) $2p\sigma$ C) $2p\pi$ D) $2s\sigma$ E) $3s\sigma$

47. Molekulda kvant ədədlərinin $n=2, \ell=1, \lambda=0$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $2s\sigma$ B) $2p\pi$ C) $1s\sigma$ D) $2p\sigma$ E) $3s\sigma$

48. Molekulda kvant ədədlərinin $n=3, \ell=1, \lambda=0$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $3p\sigma$ B) $2p\pi$ C) $1s\sigma$ D) $2s\sigma$ E) $3s\sigma$

49. Molekulda kvant ədədlərinin $n=1, \ell=0, \lambda=0$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $1s\sigma$ B) $2p\pi$ C) $2p\sigma$ D) $2s\sigma$ E) $3s\sigma$

50. Molekulda kvant ədədlərinin $n=3, \ell=0, \lambda=0$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $3s\sigma$ B) $2p\pi$ C) $1s\sigma$ D) $2p\sigma$ E) $3s\sigma$

51. Molekulda kvant ədədlərinin $n = 3, \ell = 1, \lambda = 1$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $3s\sigma$ B) $2p\sigma$ C) $1s\sigma$ D) $2s\sigma$ E) $3p\pi$

52. Molekulda kvant ədədlərinin $n = 3, \ell = 2, \lambda = 1$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $3s\sigma$ B) $2p\sigma$ C) $1s\sigma$ D) $2s\sigma$ E) $3d\pi$

53. Molekulda kvant ədədlərinin $n = 3, \ell = 2, \lambda = 0$ qiymətini hansı elektronu alır?

A) $3s\sigma$ B) $2p\sigma$ C) $1s\sigma$ D) $2s\sigma$ E) $3d\sigma$

54. Polinq qiymətləndiməsinə görə s s rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 1 B) $\sqrt{3}$ C) $\sqrt{5}$ D) 3 E) 5

55. Polinq qiymətləndiməsinə görə sp rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 3 B) 1 C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{5}$ E) 5

56. Polinq qiymətləndiməsinə görə pp rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 3 B) 1 C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{5}$ E) 5

57. Polinq qiymətləndiməsinə görə sd rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 5 B) 1 C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{15}$ E) $\sqrt{5}$

58. Polinq qiymətləndiməsinə görə pd rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 1 B) $\sqrt{15}$ C) $\sqrt{3}$ D) $\sqrt{5}$ E) 3

59. Polinq qiymətləndiməsinə görə pd rabitəsi hansı qiymət alır?

A) 1 B) 5 C) $\sqrt{3}$ D) 3 E) $\sqrt{15}$

60. Aşağıdakılardan hansı valent rabitə nəzəriyyəi üçün xarakterikdir?

1-Qarşılıqlı təsirdə olan atomların orbitləri qoşalaşmamış elektrona malik olun

2-Kimyəvi rabitə elə istiqamətdə yaranır ki, elektron buludlarının həmin istiqamətdə bir-birini örtməsi maksimum olsun

3-Elektronlar molekulyar enerji səviyələrin Pauli prinsipinə uyğun olaraq doldurur

A) Yalnız 1 B) 1, 2 və 3 C) 1 və 2

D) Yalnız 3 E) 1 və 3

61. Molekulyar orbit nəzəriyyəsi üçün aşağıdakılardan hansı xarakterikdir?

1- Qarşılıqlı təsirdə olan atomların orbitləri qoşalaşmamış elektrona malik olun

2- Kimyəvi rabitə elə istiqamətdə yaranır ki, elektron buludlarının həmin istiqamətdə bir-birini örtməsi maksimum olsun

3- Elektronlar molekulyar enerji səviyələrin Pauli prinsipinə uyğun olaraq doldurur

A) Yalnız 3 B) 1, 2 və 3 C) 1 və 2

D) Yalnız 1 E) 1 və 3

62. Aşağıdakılardan hansı valent rabitə nəzəriyyəsi üçün xarakterik deyil?

1- Qarşılıqlı təsirdə olan atomların orbitləri qoşalaşmamış elektrona malik olsun

2 - Kimyəvi rabitə elə istiqamətdə yaranır ki, elektron buludlarının həmin istiqamətdə bir-birini örtməsi maksimum olsun

3 - Elektronlar molekulyar enerji səviyələrin Pauli prinsipinə uyğun olaraq doldurur

A) 1, 2 və 3 B) Yalnız 3 C) 1 və 2

D) Yalnız 1 E) 1 və 3

63. Molekulyar orbit nəzəriyyəsi üçün aşağıdakılardan hansı xarakterik deyil?

1- Qarşılıqlı təsirdə olan atomların orbitləri qoşalaşmamış elektrona malik olun

2 - Kimyəvi rabitə elə istiqamətdə yaranır ki, elektron buludlarının həmin istiqamətdə bir-birini örtməsi maksimum olsun

3 - Elektronlar molekulyar enerji səviyələrin Pauli prinsipinə uyğun olaraq doldurur

- A) 1 və 2 B) 1, 2 və 3 C) 1 və 3
D) Yalnız 1 E) Yalnız 2

64. Hidrogen atomunun kütləsi m olarsa, H_2 molekulu üçün götürülmüş kütlənin qiymətini hesablayın.

- A) $4m$ B) $2m$ C) $\frac{m}{2}$ D) $\frac{m}{4}$

E) m

65. Ətalət moment J , götürülmüş kütləsi m olan ikiatomlu molekul üçün nüvələr arası məsafəni hansı düsturla hesablamaq olar?

- A) $r = \sqrt{\frac{J}{2m}}$ B) $r = \sqrt{\frac{2J}{m}}$ C) $r = \sqrt{\frac{J}{m}}$
D) $r = \sqrt{J \cdot m}$ E) $r = \sqrt{\frac{m}{J}}$

66. O_2 molekulu üçün götürülmüş kütlənin qiyməti nə qədərdir (Oksigen molekulunun kütləsi 16 a.k.v-dir)?

- A) 8 a.k.v. B) 32 a.k.v. C) 2 a.k.v.
D) 4 a.k.v. E) 16 a.k.v.

67. İkiatomlu molekulda hansı keçid zamanı ən kiçik tezlikli şüalar buraxılır?

- A) Elektron B) Bütün hallarda C) Rəqsi
D) Fırlanma səviyyəsindən elektron səviyyəsinə
E) Fırlanma

68. Fırlanma spektrinin tezliyi ν , məlum olarsa, ikiatomlu molekulun ətalət momentini hansı düsturla təyin etmək olar?

- A) $J = \frac{h}{4\pi^2\nu}$ B) $J = \frac{4\pi^2\nu}{h}$ C) $J = 4\pi^2\nu h$
D) $J = \frac{4\pi\nu}{h^2}$ E) $J = \frac{h}{2\pi^2\nu}$

69. Eyni atomdan təşkil olunmuş molekulun gətirilmiş kütləsi m^* ilə, atomun kütləsi m arasında hansı münasibət vardır?

- A) $m^* = 2m$ B) $m^* = m$ C) $m^* = \frac{m}{2}$
D) $m^* = 4m$ E) $m^* = \frac{m}{4}$

70. İkiatomlu molekulda hansı keçid yüksək tezlikli şüaların udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Elektron B) Fırlanma C) Rəqsi
D) Fırlanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

71. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən kiçik dalğa uzunluqlu şüaların udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Rəqsi B) Fırlanma C) Elektron
D) Fırlanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

72. İkiatomlu molekulda hansı keçid zamanı ən kiçik dalğa uzunluqlu şüalar buraxılır?

- A) Elektron B) Fırlanma C) Rəqsi
D) Fırlanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

73. İkiatomlu molekulda hansı keçid zamanı ən böyük dalğa uzunluqlu şüalar buraxılır?

- A) Elektron B) Fırlanma C) Rəqsi
D) Fırlanma səviyyəsindən elektron səviyyəsinə
E) Bütün hallarda

74. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən kiçik tezlikli şüaların udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Elektron B) Fırlanma C) Rəqsi
D) Fırlanma səviyyəsindən elektron səviyyəsinə
E) Bütün hallarda

75. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən böyük dalğa uzunluqlu şüaların udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Elektron B) Fırlanma C) Rəqsi

- D) Fırılanma səviyyəsindən elektron səviyyəsinə
E) Bütün hallarda

76. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən böyük enerji ayrılması ilə müşayiət olunur?

- A) Rəqsi B) Fırılanma C) Elektron
D) Fırılanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

77. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən kiçik enerji udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Fırılanma B) Elektron C) Rəqsi
D) Fırılanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

78. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən kiçik enerji ayrılması ilə müşayiət olunur?

- A) Fırılanma B) Elektron C) Rəqsi
D) Fırılanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

79. Molekulun rəqsi səviyyələrində baş verən keçid zamanı hansı şüalar buraxılır?

- A) Ultrabənövşəyi şüa B) Görünən şüa
C) Rentgen şüası D) Yaxın infraqırmızı şüa
E) γ -şüalar

80. Molekulun fırlanma səviyyələrində baş verən keçid zamanı hansı şüalar buraxılır?

- A) Uzaq infraqırmızı şüa B) Görünən şüa
C) Rentgen şüası D) Ultrabənövşəyi şüa
E) γ -şüalar

VII FƏSİL . BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

§ 20. Kvant statistikasını. Bərk cisimlərdə elektrik keçiriciliyi

Fermi-Dirak statistikasına əsasən $(E, E+dE)$ enerji intervalında metalda sərbəst elektronların enerjiyə görə paylanması

$$dn(E) = \frac{\sqrt{2m^3}}{\pi^2 \hbar^3} \cdot \frac{\sqrt{E} dE}{1 + e^{(E-E_f)/kt}}; \quad (T \neq 0)$$

$$dn(E) = \frac{\sqrt{2m^3}}{\pi^2 \hbar^3} \sqrt{E} dE; \quad (T = 0)$$

Burada $dn(E) - (E, E+dE)$ intervalında elektronların konsentrasiyası; m və E -elektronun kütləsi və enerjisidir; $T=0$ olduqda metalda Fermi səviyyəsi

$$E_f = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}$$

Cırlaşma temperaturu

$$T_c = \frac{2\pi \hbar^2}{km} n^{2/3}$$

k -Bolsman sabitidir.

Metalların xüsusi elektrik keçiriciliyi

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m} = enu$$

Burada n -sərbəst elektronların konsentrasiyası, τ -realaksasiya müddəti, e və m –elektronun yükü və kütləsidir.

Yükdaşıyıcıların yürüklüyü

$$u = \frac{v_d}{E} = \frac{e\tau}{m}$$

v_d -dreyf sürəti, E -elektrik sahəsinin intensivliyi.

Məxsusi yarımkeçiricilərdə xüsusi elektrik keçiriciliyi

$$\sigma = en(u_n + u_p) = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$

u_n və u_p – elektronların və deşiklərin yürüklüyü. σ_0 -başlanğıc andakı xüsusi keçiricilik.

Qadağan olunmuş zonanın eni

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda};$$

λ -udulan işığın dalğa uzunluğudur.

Holl gərginliyi

$$U_H = R_H B j l,$$

Burada B - maqnit sahəsinin induksiyası, l -nümunənin eni, j - cərəyan sıxlığı.

$$R_H = \frac{1}{ne} - \text{Holl əmsal}{\text{ıdır.}}$$

Mövzuya aid suallar

1. Makrocisimlər hansı obyektlərin əlaqəli sistemidir?
2. Maddənin hansı aqrekat halları var?
3. Bərk cisimlər maddənin digər aqrekat hallarından hansı xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir?
4. Bərk cisimlər üçün kimyəvi rəbitənin hansı növləri xarakterikdir?

5. Kimyəvi rabitə ilə kristalın fiziki xassəsi arasındakı əlaqəni elektrik keçiriciliyi misalında izah edin.
6. Metallik rabitənin xüsusiyyətlərini söyləyin.
7. Metalları hansı qruplara bölmək olar?
8. Metallik qəfəs hansı zərrəciklərdən təşkil olunmuşdur?
9. Metallik qəfəs üçün koordinasiya ədədi hansı qiymətlər alır?
10. Metalların xassələrini söyləyin.
11. Metallarda elektrikkeçiriciliyini hansı yükdaşıyıcılar yaradır?
12. Metallarda temperaturun artması ilə keçiriciliyin azalmasının səbəbi nədir?
13. Metallarda keçiriciliyin temperatur asılılığı necədir?
14. Metallarda elektron qazı hansı statistikaya tabedir?
15. Metallarda elektron qazı hansı vəziyyətdədir?
16. Cırlaşma nədir?
17. Cırlaşma temperaturu hansı dusturla hesablanır?
18. Kristallarda kovalent rabitə necə yaranır?
19. Hibritləşmə nədir?
20. Kovalent rabitə digər rabitələrdən hansı xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir?
21. Hansı maddələrə yarımkeçirici maddələr deyilir?
22. Yarımkeçiricilərdə keçiriciliyi hansı yükdaşıyıcılar təmin edir?
23. Yarımkeçiricilərdə elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı necədir?
24. Aktivləşmə enerjisi nəyə deyilir?
25. Yarımkeçiricilərdə aktivləşmə enerjisi necə təyin olunur?
26. Yarımkeçiricilər digər bərk cisimlərdən hansı xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir?
27. Yarımkeçiricilərdə temperaturun artması ilə keçiriciliyin artmasının səbəbi nədir?
28. Yarımkeçiricilərin xassələrini söyləyin?

Məsələ həllinə nümunələr

Məsələ 1. Mütləq sıfırda həcmi $V=20\text{sm}^3$ olan metal parçasında impulsu $0,1P_{\text{max}}$ -dan böyük olan $\Delta N=2,9\cdot 10^{23}$ elektron var. Metalın Fermi səviyyəsini tapın.

Verilir:

$$V=20\text{sm}^3=2\cdot 10^{-5}\text{m}^3$$

$$P=0,9P_{\text{max}}$$

$$\Delta N=2,9\cdot 10^{23}$$

$$E_f - ?$$

Həlli:

Metaldə sərbəst elektronların Fermi-Dirak paylanmasıdan istifadə edərək elektronların impulsa görə paylanmasını tapaq.

$$dn(E) = \frac{\sqrt{2m^3}}{\pi^2 \hbar^3} \sqrt{E} dE \quad (1)$$

Vahid həcmdə

$$dn(p) = dn(E) \quad (2)$$

Enerji ilə impuls arasındakı münasibətindən:

$$E = \frac{p^2}{2m}$$

$$dE = \frac{p}{m} dp \quad \text{və} \quad \sqrt{E} = \frac{p}{\sqrt{2m}} \quad (3) \quad \text{alırıq.}$$

(2) və (3) münasibətlərini (1)-də yazıb hesablamı aparısaq:

$$dn(p) = \frac{p^2}{\pi^2 \hbar^3} dp \quad \text{alırıq.}$$

Sonuncu ifadəni integrallasaq (p , p_{max}) intervalında vahid həcmə düşən elektronların sayını alırıq.

$$\Delta n = \frac{1}{\pi^2 \hbar^3} \int_{0,9P_{\text{max}}}^{P_{\text{max}}} p^2 dp = \frac{0,271}{3\pi^2 \hbar^3} P_{\text{max}}^3$$

V həcmində isə elektronların sayı:

$$\Delta N = \Delta n \cdot V = \frac{0,271}{3\pi^2 \hbar^3} \cdot P_{\text{max}}^3 \cdot V$$

$$P_{\text{max}}^2 = 2mE_f \quad \text{olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$\Delta N = \frac{0,271V}{3\pi^2\hbar^3} \cdot (2mE)^{3/2}$$

buradan

$$E_f = \frac{1}{2m\hbar} \cdot \left(\frac{0,271V\Delta N}{3\pi^2} \right)^{2/3}$$

Verilənləri yerinə yazıb hesablama aparsaq $E_f = 5eV$ alırıq.

Məsələ 2. Misin elektrikeçiriciliyi $\sigma = 6 \cdot 10^7 (\text{Om} \cdot \text{m})^{-1}$ Fermi enerjisi, $E_f = 7eV$, sərbəst elektronların konsentrasiyası $n = 84 \cdot 10^{27} \text{m}^{-3}$ olduğunu bilərək elektronların sərbəst yolunun orta uzunluğunu hesablayın.

Verilir:

$$\sigma = 6 \cdot 10^7 (\text{Om} \cdot \text{m})^{-1}$$

$$E_f = 7eV$$

$$n = 84 \cdot 10^{27} \text{m}^{-3}$$

$\langle l \rangle = ?$

Həlli:

Misin elektrikeçiriciliyini

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m} = \frac{ne^2}{m} \cdot \frac{\langle l \rangle}{\langle v_k \rangle}$$

düsturu ilə hesablaya bilərik. Burada $\langle v_k \rangle$ - orta kvadratik sürət, $\langle l \rangle$ - sərbəst yolun orta uzunluğudur.

Beləliklə,

$$\langle l \rangle = \frac{\sigma m}{ne^2} \cdot \langle v_k \rangle \quad (1)$$

alırıq.

$$\langle v_k \rangle = \sqrt{\frac{2 \langle E \rangle}{m}} \quad (2)$$

$\langle v_k \rangle$ - orta kvadratik sürəti tapmaq üçün, sərbəst elektronların

$$dn(E) = \frac{\sqrt{2m^3}}{\pi^2\hbar^3} \sqrt{E} dE$$

Fermi - Dirak paylanmasıdan istifadə edərək sərbəst elektronların orta enerjisini tapmaq:

$$\langle E \rangle = \frac{\int_0^{E_f} E dn(E)}{\int_0^{E_f} dn(E)} = \frac{\int_0^{E_f} E^{3/2} dE}{\int_0^{E_f} E^{1/2} dE} = \frac{3}{5} E_f,$$

$$\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_f \quad (3) \text{ -alarıq.}$$

$$(3) - \text{ü } (2) - \text{də yazsaq } \langle v_k \rangle = \sqrt{\frac{1,2 E_f}{m}} \quad (4)$$

(4) ifadəsini (1) - də nəzərə alsaq

$$\langle l \rangle = \frac{\sigma}{ne^2} \sqrt{1,2 m E_f} \text{ alarıq.}$$

Verilənləri yazıb, hesablama aparsaq $\langle l \rangle = 31 \cdot 10^{-9} m$ alarıq.

Sərbəst həll etmək üçün məsələlər

20.1. Mütləq sıfır temperaturda metalda sərbəst elektronların konsentrasiyası $4,57 \cdot 10^{27} m^{-3}$ -dur. Bu metal üçün Fermi enerjisini tapın.

Cavab: $E_f = 1eV$

20.2. Litium və seziumda $T=0K$ temperaturda sərbəst elektronların konsentrasiyalarının nisbəti $n_1/n_2=5,41$ və litiumun Fermi enerjisi $4,72eV$ -dur. Sezium üçün Fermi enerjisini hesablayın.

Cavab: $E_{f_2} = 1,53eV$

20.3. $T=0K$ temperaturda bir mis atomuna düşən sərbəst elektronların sayını tapın. Misin Fermi səviyyəsi $E_f=7eV$, sıxlığı $\rho=8600kq/m^3$ və molyar kütləsi $M=63,5q/mol$ -dur.

Cavab: $N = 1,5$

20.4. Mütləq sıfırda $1mol$ natrium atomuna düşən sərbəst elektronların sayını tapın. Natriumun Fermi səviyyəsi

$E_f=3,12eV$, sıxlığı $\rho=970kq/m^3$ və molyar kütləsi $22,9q/mol$ -dur.

$$Cavab: N \approx 6 \cdot 10^{23} mol^{-1}$$

20.5. Mütləq sıfırda Fermi səviyyəsi E_f olan metalda elektronların kinetik enerjisinin orta qiymətini tapın.
 $E_f=3,15eV$.

$$Cavab: \langle E \rangle = \frac{3}{5} E_f = 1,89eV$$

20.6. Metalda sərbəst elektronların konsentrasiyası $n=5 \cdot 10^{28} m^{-3}$ - dur. 18.5. nömrəli məsələnin həllindən istifadə edərək mütləq sıfırda sərbəst elektronların enerjisinin orta qiymətini hesablayın.

$$Cavab: \langle E \rangle = 0,14eV$$

20.7. Metalda sərbəst elektronların enerjiyə görə Fermi - Dirak paylanmasıdan istifadə edərək, elektronların impulsa görə $dn(p)$ paylanmasını $T \neq 0K$ və $T=0K$ halları üçün yazın?

$$Cavab: dn(p) = \frac{1}{\pi^2 \hbar^3} \frac{p^2 dp}{\exp\left(\frac{p^2 / 2m - E_f}{kT}\right)}$$

$$dn(p) = \frac{1}{\pi^2 \hbar^3} p^2 dp$$

20.8. Metallarda sərbəst elektronların enerjiyə görə Fermi-Dirak paylanmasıdan istifadə edərək $T \neq 0K$ və $T=0K$ halları üçün elektronların sürətə görə $dn(v)$ paylanmasını yazın.

$$Cavab: dn(v) = \frac{m}{\pi^2 \hbar^3} \frac{v^2 dv}{\exp\left(\frac{mv^2 - 2E_f}{2kT}\right)}$$

$$dn(v) = \frac{m}{\pi^2 \hbar^3} v^2 dv$$

20.9. Mütləq sıfırda Fermi səviyyəsi $3,15eV$ olan metalda elektronların maksimal sürətini tapın.

$$\text{Cavab: } v_{\max} = \sqrt{\frac{2E_f}{m}} = 1,05MeV$$

20.10. Mütləq sıfırda Fermi səviyyəsi $5eV$ olan metalda elektronların orta kvadratik sürətini tapın.

$$\text{Cavab: } \langle v \rangle = \sqrt{\frac{3}{5}} v_{\max} = 1,03Mm / san$$

20.11. Fermi səviyyəsi $7eV$ olan metal üçün cırlaşma temperaturunu hesablayın.

$$\text{Cavab: } T_c \approx 10^5 K$$

20.12. En kəsiyinin sahəsi $0,3sm^2$ olan mis naqıldən $2A$ cərəyan keçir. Elektronun dreyf sürətini tapın. Yükdaşıyıcıların konsentrasiyası $n=84 \cdot 10^{27}m^{-3}$ - dur.

$$\text{Cavab: } v_d = 5 \cdot 10^{-6} m/san$$

20.13. Uzunluğu $l=2sm$ olan dəmir naqıldə $N=68 \cdot 10^{22}$ sayda sərbəst elektron var və naqıldən $1,5A$ cərəyan keçir. Keçirici elektronların dreyf sürətini tapın.

$$\text{Cavab: } v_d = 2,8 \cdot 10^{-8} m/san$$

20.14. Həcmi $0,3m^3$ olan gümüş naqıldə elektronların sayı $1,74 \cdot 10^{28}$ və elektronların dreyf sürəti $0,7m/san$ - dir. Naqili əhatə edən elektrik sahəsinin intensivliyini, relaksasiya müddətini və elektronların yürüklüyünü hesablayın. Gümüşün xüsusi müqaviməti $1,54 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$ - dir.

$$\text{Cavab: } E=100V/m, \tau=39,8 \cdot 10^{-15} san$$

$$u=7 \cdot 10^{-3} m^2/V \cdot san$$

20.15. Dəmirin $20^{\circ}S$ - də xüsusi müqayiməti $\rho=9,71 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$, sərbəst elektronların yürüklüyü $7,6 \cdot 10^{-4} m^2/(V \cdot san)$ - dir. Sərbəst elektronların konsentrasiyasını tapın.

$$\text{Cavab: } n=8,5 \cdot 10^{28} m^{-3}$$

20.16. Deşiklərin konsentrasiyası $n_p=3 \cdot 10^{20} m^{-3}$ olan p - tip yarımkəçirici germaniumun xüsusi müqavimətini tapın. Deşiklərin yürüklüyü $u_p=0,18 m^2/(V \cdot san)$ -dir.

Cavab: $\rho=0,120 m \cdot m$

20.17. Xüsusi müqaviməti $\rho=0,050 m \cdot m$ olan n-tip yarımkəçirici germaniumda elektronların yürüklüyü $u_n=0,38 m^2/(V \cdot san)$ - dir. Elektronların konsentrasiyasını tapın.

Cavab: $n_e=3,28 \cdot 10^{20} m^{-3}$

20.18. Qadağan olunmuş zonasının eni $\Delta E=6eV$ olan almaz üçün udulan işığın uzundalğa sərhəddini tapın.

Cavab: $\lambda=207 nm$

Test 20

1. Metallar üçün xarakterik olan ən tipik kristal qəfəs hansılardır?

1- Həcmə mərkəzləşmiş kubik qəfəs

2-Səthə mərkəzləşmiş kubik qəfəs

3- Sıx yerləşmiş heksoqonal qəfəs

A) 1,3 B) Yalnız 2 C) 1,2,3 D) Yalnız 3 E) Yalnız 1

2. Metallarda rabitə qeyri - valent ilişmə qüvvələri təbiətinə malik olub istiqamətlənməmiş rabitədir. Buna səbəb nədir?

A) Lokalizasiya

B) Kvantlanma

C) Delokalizasiya

D) Hibritləşmə

E) Yüksək koordinasiya ədədinə malik olma

3. Temperaturun artması ilə metalların elektrikkeçiriciliyi necə dəyişir?

A) Azalır

B) Artır

C) Dəyişmir

D) Müqavimət sıfır qiyməti alır.

E) Temperaturdan asılı deyil

4. Temperaturun artması ilə metalların müqaviməti necə dəyişir?

A) Azalır

B) Artır

C) Dəyişmir

D) Müqavimət sıfır olur

E) Temperaturdan asılı deyil

5. Təmiz yarımqeçiricidə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası haqqında aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

1- Təmiz yarımqeçiricilərdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası metallara nisbətən azdır

2- Temperaturdan kəskin asılıdır

3- Sabit olub temperaturdan asılı deyil

A) 2,3 B) Yalnız 1 C) Yalnız 2

D) 1,2 E) Yalnız 3

6. Yarımqeçiricilər haqqında hansı fikir doğru deyil?

A) Yarımqeçiricilər xarici təsirlərə həssasdır

B) Yarımqeçiricilər mütləq sıfırda dielektrikə çevrilir

C) Yarımqeçiricilər yüksək elektrikkeçiriciliyinə malikdir

D) Yarımqeçiricilər cərəyanı düzləndirmək effektivinə malikdir

E) Yarımqeçiricilərin xassəsi cüzi aşqarın təsiri ilə kəskin dəyişir

7. Kristallarda rabitənin növündən asılı olmayaraq hansı ümumi cəhətlər var?

1- Qəfəs şəbəkələrində yerləşən zərrəciklərin yaratdığı elektrik sahəsi periodik potensiallardır

2- Qəfəs şəbəkələrində zərrəciklər nizamlı düzölmüşdür

3- Hər hansı istiqamətdə iki qonşu atom arasındakı məsafə eynidir

A) Yalnız 3 B) Yalnız 2 C) 1,2,3

D) Yalnız 1 Heç biri

8. Boze-Eynşteyn statistikasına tabe olan zərrəciyin kvant xanalarında paylanması üçün aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

1- Eyni növ iki zərrəcik bir kvant xanasında yerləşə bilər

2- Birinci və ikinci xananın hər birində bir zərrəcik yerləşə bilər

3- Pauli prinsipinə görə eyni xanada bir zərrəcik yerləşə bilər

A) 1,3 B) Yalnız 2 C) Yalnız 1

D) 1,2 E) 3

9. Boze - Eynşteyn statistikasına tabe olan zərrəciyin kvant xanalarında paylan-ması üçün aşağıdakı fikirlərdən hansı doğru deyil?

1- Eyni növ iki zərrəcik bir kvant xanasında yerləşə bilər

2- Birinci və ikinci xananın hər birində bir zərrəcik yerləşə bilər

3- Pauli prinsipinə görə eyni xanada bir zərrəcik yerləşə bilər

A) 3 B) Yalnız 1 C) 1,2

D) Yalnız 2 E) 1,3

10. Fermi-Dirak statistikasına tabe olan zərrəciyin kvant xanalarında paylanması üçün aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

1- Pauli prinsipinə görə eyni xanada bir zərrəcik yerləşə bilər

2- Eyni növ iki zərrəcik bir kvant xanasında yerləşə bilər

3- Birinci və ikinci xananın hər birində bir zərrəcik yerləşə bilər

A) 1 B) 1,2 C) Yalnız 2

D) 2,3 E) 1,2,3

11. Fermi-Dirak statistikasına tabe olan zərrəciyin kvant xanalarında paylanması üçün aşağıdakı fikirlərdən hansı doğru deyil?

1- Pauli prinsipinə görə eyni xanada bir zərrəcik yerləşə bilər

2- Eyni növ iki zərrəcik bir kvant xanasında yerləşə bilər

3- Birinci və ikinci xananın hər birində bir zərrəcik yerləşə bilər

A) 2,3 B) Yalnız 1 C) 1,2

D) Yalnız 3 E) 1,3

12. Fermi-Dirak statistikasına tabe olan zərrəciklər haqqında aşağıdakı fikirlərdən hansı doğru deyil?

1- Pauli prinsipinə görə eyni xanada bir zərrəcik yerləşə bilər

2- Pauli prinsipinə tabedir

3- Tam spinə malikdir

A) 3 B) 1,2 C) 1,3

D) Yalnız 2 E) Yalnız 1

13. Ge və Si-da hansı qrupdan olan aşqarlar n - tip küçiricilik yaradır?

- A) I qrupdan B) III qrupdan C) V qrupdan
D) II qrupdan E) IV qrupdan

14. Ge və Si-da hansı qrupdan olan aşqarlar p-tip küçiricilik yaradır?

- A) IV qrupdan B) V qrupdan C) VI qrupdan
D) III qrupdan E) VIII qrupdan

15. Faza fəzasında bir kvant halına düşən həcm nə qədərdir?

- A) h^3 B) $(h\nu)^3$ C) $0,3h^3$ D) $2h^3$ E) $3h^3$

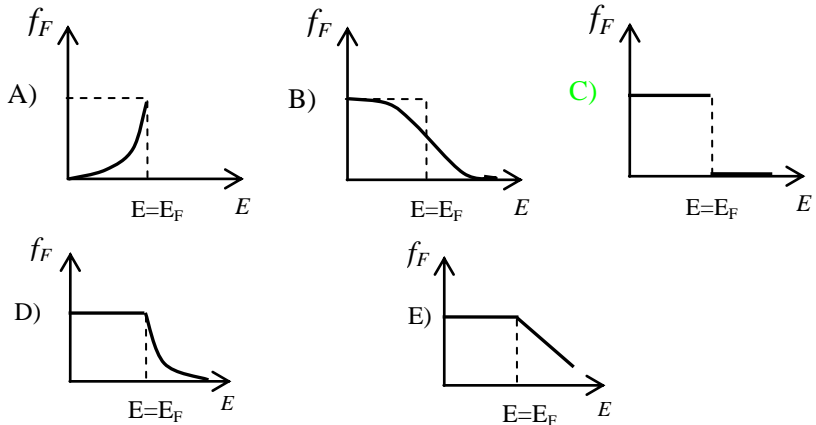
16. Enerji Fermi enerjisinə bərabər səviyyədə elektronun olma ehtimalı nəyə bərabərdir?

- A) 0 B) 1 C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ E) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

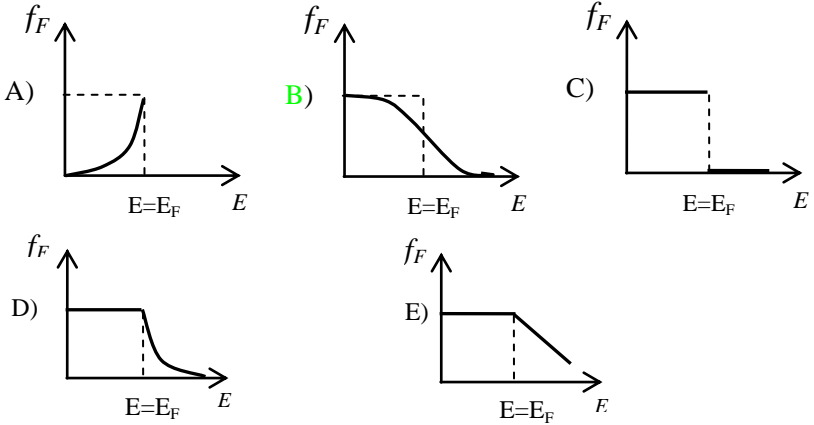
17. Metallik qəfəsin düyünlərində hansı zərrəcik yerləşir?

- A) Pozitron B) Elektron C) Proton
D) Neytron E) Müsbət yüklü ionlar

18. Hansı qrafik $T = 0$ -da Fermi - Dirak paylanma funksiyasının E - dən asılılığını ifadə edir?



19. Hansı qrafik $T \neq 0$ -da Fermi-Dirak paylanma funksiyasının E - dən asılılığını ifadə edir?



20. Aşağıdakı fikirlərdən neçəsi metallar üçün xarakterikdir?

- A) Metallar yüksək elektrik və istilikkeçiriciliyinə malikdir.
 - B) Metallarda elektron qazı Fermi-Dirak statistikasına tabedir.
 - C) Metallarda elektron qazı cızlaşmışdır.
 - D) Metallar elektron və dəşik keçiriciliyinə malikdir.
 - E) Metallarda elektrikkeçiriciliyi temperatur artdıqca azalır
21. Aşağıdakılardan hansı metallik rabitə üçün xarakterikdir?

- 1. Metallik rabitə doymamışlıq xassəsinə malikdir.
- 2. Metallik rabitə istiqamətlənmiş rabitədir.
- 3. Metallik rabitə doymuşluq xassəsinə malikdir.

- A) 1,2
- B) 1,3
- C) 1
- D) 2,3
- E) Yalnız 3

22. Metallarda elektrikkeçiriciliyini hansı zərrəciklər yaradır?

- A) Sərbəst elektronlar
- B) Bağlı elektronlar
- C) Müsbət və mənfi ionlar
- D) Dəşiklər
- E) Mənfi ionlar

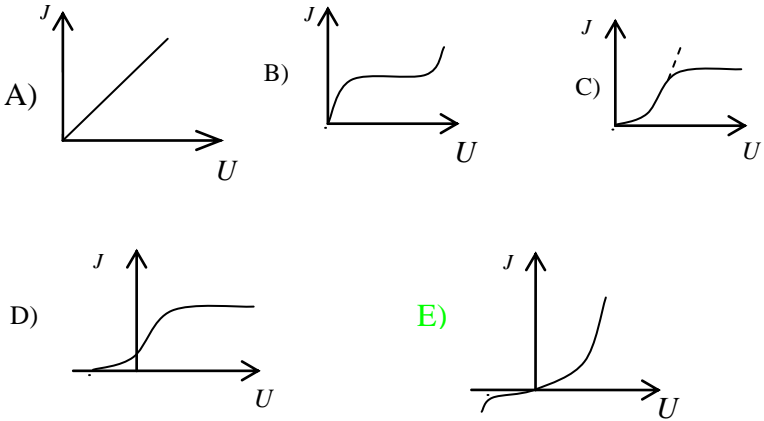
23. Yarımkəçiricilərdə keçiriciliyi hansı zərrəciklər yaradır?

- A) Müsbət ionlar və elektronlar B) Sərbəst elektronlar
C) Elektronlar və deşiklər D) İonlar
E) Bağlı elektronlar

24. Metal, yarımkəçirici və dielektrlərdə xüsusi elektrikkeçiriciliyi arasında hansı münasibət doğrudur (σ_m -metalların, σ_y -yarımkəçiricilərin, σ_d -dielektrlərin xüsusi elektrikkeçiriciliyidir)?

- A) $\sigma_m < \sigma_y < \sigma_d$ B) $\sigma_m < \sigma_y = \sigma_d$ C) $\sigma_m > \sigma_y > \sigma_d$
D) $\sigma_m = \sigma_y < \sigma_d$ E) $\sigma_m = \sigma_y = \sigma_d$

25. Hansı qrafik p-n keçidin volt-anper xarakteristikasıdır?



26. Kristallarda rabitənin yaranma mexanizmindən asılı olmayaraq atomlar, ionlar və molekullar arasındakı qarşılıqlı təsir hansı qarşılıqlı təsirdir?

- A) Qravitasiya B) Zəif C) Güclü
D) Elektromaqnit E) Qlüon qarşılıqlı təsir

27. Metal, yarımkəçirici və dielektrlərdə qadağan olunmuş zonanın eni üçün hansı münasibət doğrudur (ΔE_m - metalın,

ΔE_y - yarımkeçiricinin, ΔE_d - dielektriklərin qadağan olmuş zonanın enidir)?

- A) $\Delta E_m < \Delta E_d < \Delta E_y$ B) $\Delta E_m > \Delta E_y > \Delta E_d$
C) $\Delta E_m < \Delta E_y < \Delta E_d$ D) $\Delta E_m > \Delta E_d > \Delta E_y$
E) $\Delta E_m = \Delta E_y = \Delta E_d$

28. Aşağıdakılardan hansı kovalent rabitə üçün xarakterikdir?

1 - Kovalent rabitə doymuşluq xassəsinə malikdir.

2 - Kovalent rabitə istiqamətliliyə malikdir.

3 - Kovalent rabitə ionlaşma enerjisi çox kiçik, eyni növ metal atomlarının qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranır.

- A) 2,3 B) 1,2 C) 1,3 D) 3 E) 2

29. Boze-Eynşteyn statistikasına hansı zərrəciklər tabe olur?

- A) yarım tam spinli zərrəciklər B) tam spinli zərrəciklər
C) fermionlar D) elektronlar E) neytronlar

30. Fermi-Dirak statistikasına hansı zərrəciklər tabe olur?

- A) yarım tam spinli zərrəciklər B) tam spinli zərrəciklər
C) bozonlarınlar D) fotonlar E) fononlarınlar

31. Mütləq sıfırda enerjisi $E < E_F$ olan səviyyələrin elektron tərəfindən tutulma ehtimalı nə qədərdir?

- A) 1 B) 0,5 C) 0 D) 0,25 E) 0,75

32. Mütləq sıfırda enerjisi $E > E_F$ olan səviyyələrin elektron tərəfindən tutulma ehtimalı nə qədərdir?

- A) 1 B) 0,5 C) 0 D) 0,25 E) 0,75

33. Ge və Si-da hansı element aşqarları p-tip küçiricilik yaradır?

- A) P B) As C) Sb D) Al E) Bi

34. Temperatur artdıqca məxsusi yarımkeçiricilərin keçiriciliyi necə dəyişir?

- A) artır B) azalır C) dəyişməz qalır
D) əvvəl artır, sonra azalır E) əvvəl azalır, sonra artır

35. Yarımkəçiricilərin məxsusi keçiriciliyi hansı düsturla ifadə olunur?

- A) $f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} + 1}$ B) $f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} - 1}$ C) $\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{2kT}}$
D) $\rho = \rho_0 e^{\frac{E_g}{2kT}}$ E) $f = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}}$

36. Məxsusi keçiricilərdə Fermi səviyyəsi harada yerləşir?

- A) keçirici zonanın ortasında
B) keçirici zonanın minimumunda
C) valent zonanın ortasında
D) valent zonanın maksimumunda
E) qadağan zonanın ortasında

37. Məxsusi yarımkəçiricilərdə keçiriciliyi hansı hissəciklər yaradır?

- A) yalnız sərbəst elektronlar B) müsbət ionlar
C) mənfi ionlar D) yalnız dəşiklər
E) sərbəst elektronlar və dəşiklər

38. Yarımkəçirici maddələrdə məxsusi keçiricilik necə yaranır?

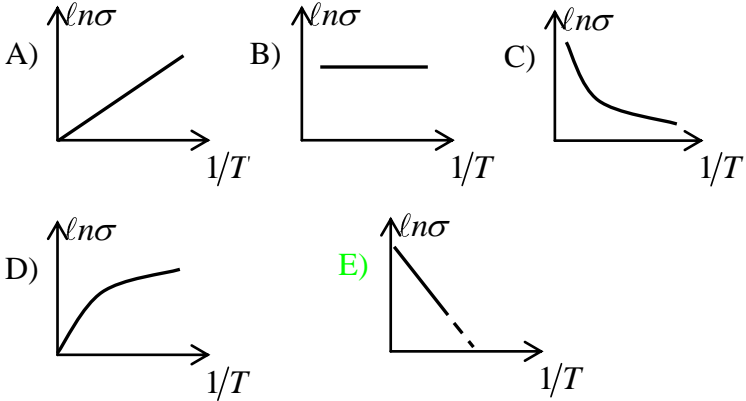
- A) donor səviyyələrinin boşalması nəticəsində
B) keçirici zonadakı elektronların daha yüksək enerji səviyyələrinə keçməsi ilə
C) valent zonanın yuxarı enerji səviyyələrindəki elektronların keçirici zonaya keçməsi ilə
D) akseptor səviyyələrinin boşalması nəticəsində
E) elektronlar keçirici zonadan valent zonaya keçməsi nəticəsində

39. Maksvell - Bolsman paylanması hansı hissəciklər sisteminin halını təsvir edir?

- A) yalnız cırılşmayan fermionlar sisteminin
B) yalnız cırılşmayan bozonlar sisteminin
C) yalnız cırılşan fermionlar sisteminin
D) istənilən cırılşmayan hissəciklər sisteminin

E) yalnız cırılan bozonlar sisteminin

40. Hansı qrafik məxsusi yarımkeçiricilərdə $\ln \sigma$ -nin $\frac{1}{T}$ -dən asılığını ifadə edir? σ – xüsusi elektrik keçiriciliyidir.



41. Məxsusi yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların sayı temperaturun artması ilə necə dəyişir?

- A) xətti artır B) xətti azalır C) kvadrayik artır
D) dəyişmir E) eksponensial artır

42. Məxsusi yarımkeçiricilər üçün $\ln \sigma$ -nin $\frac{1}{T}$ -dən asılılıq

qrafikinə əsasən hansı fiziki kəmiyyəti təyin etmək olar?

- A) valent zonanın enini
B) keçirici zonanın minimumunu
C) valent zonanın yuxarı maksimumunu
D) qadağan zolağın enini
E) keçirici zonanın enini

43. Boze-Eynşteyn paylanma funksiyası hansı düstürlə ifadə olunur?

$$\text{A) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} - 1} \quad \text{B) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} + 1} \quad \text{C) } f = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}}$$

$$\text{D) } \sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad \text{E) } N = N_0^{-\lambda \cdot t}$$

44. Fermi-Dirak paylanma funksiyası hansı düstürlə ifadə olunur?

$$\text{A) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} - 1} \quad \text{B) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} + 1} \quad \text{C) } f = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}}$$

$$\text{D) } \sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad \text{E) } N = N_0^{-\lambda \cdot t}$$

45. Maksvell-Bolsman paylanma funksiyası hansı düstürlə ifadə olunur?

$$\text{A) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} - 1} \quad \text{B) } f = \frac{1}{e^{\frac{E-\mu}{kT}} + 1} \quad \text{C) } f = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}}$$

$$\text{D) } \sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad \text{E) } N = N_0^{-\lambda \cdot t}$$

46. Metallardakı sərbəst elektron qazının halı hansı paylanma funksiyası ilə təsvir olunur?

- A) yalnız Boze-Eynşteynin paylanma funksiyası ilə
- B) yalnız Maksvell-Bolsman paylanma funksiyası ilə
- C) yalnız Fermi-Dirak paylanma funksiyası ilə
- D) həm Boze - Eynşteynin, həm də Maksvell - Bolsman paylanması ilə
- E) həm Fermi - Dirak, həm də Maksvell-Bolsman paylanması ilə

47. Mis metalı üçün Fermi temperaturunu hesablayın. Misin Fermi enerjisi $E_F = 7 \text{ eV}$ - dur. $k = 1,4 \cdot 10^{-23} \text{ C / K}$ və $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ götürün.

- A) $5 \cdot 10^4 K$ B) $8 \cdot 10^4 K$ C) $3,7 \cdot 10^4 K$
D) $5,5 \cdot 10^4 K$ E) $6,4 \cdot 10^4 K$

48. Gümüş metalı üçün Fermi temperaturunu hesablayın. Gümüşün Fermi enerjisi $E_F = 5,6 eV$ - dur.

$k = 1,4 \cdot 10^{-23} C / K$ və $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ götürün.

- A) $5 \cdot 10^4 K$ B) $3,7 \cdot 10^4 K$ C) $6,4 \cdot 10^4 K$
D) $5,5 \cdot 10^4 K$ E) $8 \cdot 10^4 K$

49. Natrium üçün Fermi temperaturu $T_F = 3,7 \cdot 10^4 K$ -dir. Natriumun Fermi enerjisinin qiymətini hesablayın.

$k = 1,376 \cdot 10^{-23} C / K$ və $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ götürün.

- A) $3,182 eV$ B) $4,72 eV$ C) $6,4 eV$
D) $5,5 eV$ E) $6,3 eV$

50. Metal, yarımkəçirici və dielektriklər materialların müqavimətləri üçün hansı münasibət doğrudur (R_m - metalın, R_y - yarımkəçiricinin, R_d - dielektriklərin qadağan olunmuş zonanın enidir)?

- A) $R_d < R_y < R_m$ B) $R_m < R_y = R_d$
C) $R_m < R_y < R_d$ D) $R_m < R_d < R_y$
E) $R_m > R_y = R_d$

Sınaq testləri

Test 1.

1. Mütləq qara cismin şüalanmasını yalnız kiçik tezliklər və yuxarı temperaturlar üçün izah edə bilən qanun hansıdır?

- A) Stefan- Bolsman qanunu B) Kirxor qanunu
C) Reley- Cins qanunu D) Vin qanunu

E) Vinin yerdəyişmə qanunu

E) Bütün tezliklərdə və temperaturalarda

2. Xarici fotoeffekt hadisəsinin baş verməsi üçün fotonun enerjisi (E_f) ilə çıxış işi (A) arasında hansı münasibət doğrudur?

A) $E_f \leq A$

B) $E_f \geq A$

C) $E_f < A$

D) $E_f = \frac{1}{2} A$

E) $E_f \square A$

3. Monoxromatik işıq şüası şəkildəki kimi güzgü səthə düşür. Səthdə nə qədər təzyiq yaranar (w - işığın enerji sıxlığıdır)?

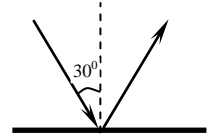
A) $P = \sqrt{3}w$

B) $P = w$

C) $P = \sqrt{3}w$

D) $P = \frac{\sqrt{3}}{2} w$

E) $P = \frac{1}{2} w$



4. Şəkildə volfram antikatodunun bütöv rentgen spektri verilmişdir. Spektrin qısa dalğa sərhəddini müəyyən edin.

($h = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{s}$, $a, n e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ K l}$,
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m / s}$)

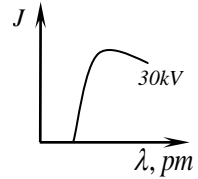
A) $\lambda_{\min} = 4 \text{ pm}$

B) $\lambda_{\min} = 400 \text{ nm}$

C) $\lambda_{\min} = 4 \text{ mkm}$

D) $\lambda_{\min} = 40 \text{ pm}$

E) $\lambda_{\min} = 0,4 \text{ pm}$



5. Elektron L - təbəqəsindən K - təbəqəsinə keçdikdə yaranan xarakteristik rentgen şüalanmasının tezliyini hansı düsturla müəyyən etmək olar (R - Ridberq sabiti, Z - elementin sıra nömrəsi, a - ekranlaşma sabitidir)?

A) $\nu = \frac{3}{4} R(Z - a)^2$

B) $\nu = \frac{8}{9} R(Z - a)^2$

C) $\nu = \frac{15}{16} R(Z - a)^2$

D) $\nu = \frac{5}{36} R(Z - a)^2$

E) $\nu = \frac{3}{16} R(Z - a)^2$

6. $\lambda_0 =$ p ndalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun 2 olduğunu bilərək səpilmə bucağını tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k =$ - dir)

- A) $\theta = 90^\circ$ B) $\theta = 60^\circ$ C) $\theta = 180^\circ$
 D) $\theta = 120^\circ$ E) $\theta = 30^\circ$

7. Potensial çuxurda n_1 və n_2 ($n_1 < n_2$) energetik səviyyələr arasındakı nisbi məsafə hansı düsturla təyin olunur (m - zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

- A) $\Delta E = \frac{h^2}{8m\ell^2}(n_2^2 - n_1^2)$ B) $\Delta E = \frac{n_1 n_2 h^2}{8m\ell^2}$
 C) $\Delta E = \frac{h^2}{8m\ell^2}(n_1 + n_2)$ D) $\Delta E = \frac{h^2}{8m\ell^2}(n_2 - n_1)$
 E) $\Delta E = \frac{h^2}{8m\ell^2}(n_1^2 + n_2^2)$

8. Zərrəcik və anti zərrəcik üçün aşağıdakı mülahizələrdən hansılar yanlıştır?

1 - yaşama müddəti eynidir

2 - eyni kütləyə malikdirlər

3 - elektrik yükünə malik zərrəciyin anti zərrəciyi olmur

4 - bir - biri ilə görüşərkən antihilyasiya edir

- A) 1,3,4 B) 1,2,3 C) 2,3 4 D) yalnız 3 E) 3,4

9. ${}_{50}^{120}\text{Sn}$ nüvəsində protonların sayı neytronların sayının hansı hissəsini təşkil edir?

- A) $\frac{5}{12}$ B) $\frac{5}{7}$ C) $\frac{2}{5}$ D) $\frac{7}{12}$ E) $\frac{7}{17}$

10. Radioaktiv parçalanma zamanı γ - şüalanma necə yaranır?

A) γ - şüalar atom həyəcanlanmış haldan əsas hala keçəndə buraxılır

B) γ - şüalar α - hissəciklər maddədən keçdikdə buraxılır

- C) γ - şüalar β - hissəciklər maddədən keçdikdə buraxılır
 D) γ - şüalar radioaktiv parçalanma nəticəsində həyəcanlanmış atom nüvələri tərəfindən buraxılır
 E) γ - şüalar maddə qızdırıldıqda atomlar tərəfindən buraxılır

11. Üç yarımparçalanma periodunu iki orta yaşama müddəti ilə müqayisə edin. $\ln 2 = 0,692$ götürün.

- A) $\frac{3T}{2\tau} = 1$ B) $\frac{2\tau}{3T} = 0,038$ C) $\frac{3T}{2\tau} = 1,038$
 D) $\frac{3T}{2\tau} = 1,02$ E) $\frac{2\tau}{3T} = 1,02$

12. Hidrogen atomunda elektron üçüncü enerji səviyyəsindən ikinciyə keçərkən şüalanan fotonun enerjisini hesablayın ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$, $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Hs}$).

- A) $2,25 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ B) $1,025 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ C) $3,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 D) $3,025 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ E) $4,025 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

13. Hidrogen atomunda elektron bir stasionar haldan digərinə keçdikdə orbitin radiusu 16 dəfə azalır. Atomda elektronun xətti sürəti neçə dəfə artar?

- A) 16 dəfə B) 4 dəfə C) 2 dəfə
 D) 32 dəfə E) dəyişməz

14. Atomda elektron d halındadır. Elektronun orbital impuls momentini (\hbar vahidlərində) təyin edin.

- A) $L_l = 0$ B) $L_l = \hbar\sqrt{2}$ C) $L_l = \hbar\sqrt{6}$
 D) $L_l = \hbar\sqrt{12}$ E) $L_l = \hbar\sqrt{20}$

15. Atomun N və O örtüklərinin s, p, d, f və g hallarındakı elektronların maksimal sayı nə qədərdir?

- A) 50 B) 60 C) 64 D) 72 E) 82

16. Paulu prinsipin ifadəsi hansıdır?

- A) atomda bütün kvant ədədləri eyni olan ixtiyari sayda elektron ola bilər
 B) atomda bütün kvant ədədləri eyni olan iiki elektron ola bilər

C) atomda bütün kvant ədədləri eyni olan birdən artıq elektron ola bilməz

D) atomda dörd kvant ədədi eyni olan dörd elektron ola bilər

E) doğru cavab yoxdur

17. Əritmə sobasının baxış yarığında şüalandırılan güc 34,02 Vt-dır. Yarığın sahəsinin 6 sm² olduğunu bilərək sobanın temperaturunu təyin edin. ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2 \text{K}^4$)

A) 208 K

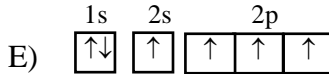
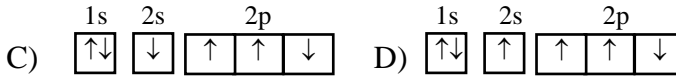
B) 1000 K

C) 100 K

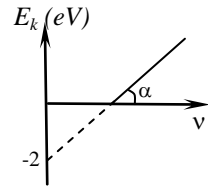
D) 5,67 K

E) 200 K

18. Aşağıdakı elektron konfigurasiyalarından hansı Hund qaydasının tələblərini ödəyir?



19. Saxlayıcı gərginliyin katodun üzərinə düşən şüalanmanın tezliyindən asılılıq qrafiki verilmişdir. Fotoeffektin qırmızı sərhəddini hesablayın. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$ və $h = 4 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{san}$ götürün).



A) 3000 nm

B) 750 nm

C) 375 nm

D) 1500 nm

E) 600 nm

20. İkiatomlu molekulda hansı keçid zamanı yüksək tezlikli şüalar buraxılır?

A) Elektron

B) Fırlanma

C) Rəqsi

D) Fırlanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə

E) Bütün hallarda

21. İşıq vakkumdan sındırma əmsalı 4 olan mühitə keçdikdə fotonun impulsu və enerjisi necə dəyişər?

- A) İmpulsu və enerjisi dəyişməz
- B) İmpulsu 2 dəfə artar, enerjisi dəyişməz
- C) İmpulsu dəyişməz, enerjisi 2 dəfə artar
- D) İmpulsu 4 dəfə azalar, enerjisi dəyişməz
- E) İmpulsu dəyişməz, enerjisi 4 dəfə azalar

22. Proton hansı sürətləndirici potensiallar fərqi keçməlidir ki, onun de Broyl dalğasının uzunluğu 1 nm olsun?

($h = 6,68 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kq}$, $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$)

- A) 0,535 mV
- B) 0,635 mV
- C) 0,835mV
- D) 0,4 mV
- E) 0,8 mV

23. Klassik Nyuton mexanikası

- A) Kiçik sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır
- B) Böyük sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır
- C) Kiçik sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
- D) Böyük sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
- E) İxtiyari sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır

24. Güclü qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları nədir?

- A) mezonlar
- B) qvavitonlar
- C) fotonlar
- D) qlüonlar
- E) kvarklar

25. Obyektlərin əlaqəli sistemində tam enerji $E > 0$ olduqda zərrəciyin trayektoriyasının forması necədir?

- A) Hiperbola
- B) Çevrə
- C) Parabola
- D) Ellips
- E) Düz xətt

Test 2.

20. Hansı maddələrə optik şəffaf maddələr deyilir? (a -şüaudma, r -şüaqaytarma, D -şüakeçirmə qabiliyyətidir)

- A) $a = 1$, $r = 0$, $D = 0$
- B) $a = 0$, $r = 0$, $D = 1$
- C) $a = 0$, $r = 1$, $D = 1$
- D) $a = \text{const}$, $r = \text{const}$, $D = 0$
- E) $a = \text{const}$, $r = \text{const}$, $D = \text{const}$

2. Fotoelementin Volt Amper xarakteristikasını çıxaran zaman doyma cərəyanı $40mA$ olmuşdur. I ərzində katoddan çıxan elektronların sayını tapın. ($e=1,6 \cdot 10^{-19}$ kl)

- A) $2,5 \cdot 10^{18}$ B) $3,2 \cdot 10^{18}$ C) $2,5 \cdot 10^{17}$
D) 10^{18} E) $4 \cdot 10^{18}$

3. İşığın təzyiqinin təyininə aid Lebedev təcrübəsində radio-metrik effekt nəyin hesabına yaranır?

- A) İşıq kvantlarının əks olunması
B) Qanadçıqların müxtəlif dərəcədə qızması nəticəsində yaranan konveksiya
C) Qanadın işıqlanan üzə qaranlıq üzə nəzərən çox qızması
D) İşığın şəffaf mühitdə yayılması
E) İşığın polyrizasiyası nəticəsində

4. Anod gərginliyini 3 dəfə artırırdıqda tormozlanma rentgen şüalanma kvantının maksimal enerjisi necə dəyişir?

- A) 9 dəfə artar B) 3 dəfə azalar C) dəyişməz
D) 3 dəfə artar E) 9 dəfə azalar

5. Xarakteristik kentgen şüalanmasında elektron M - təbəqəsindən L - təbəqəsinə keçdikdə hansı şüalanma xətti yaranır?

- A) K_α B) K_β C) K_γ D) L_α E) L_β

6. Kompton effektində hansı bucaq altında səpilmədə rentgen şüalarının tezliyin dəyişməsi maksimal olur?

- A) 180^0 B) 45^0 C) 60^0 D) 90^0 E) 0^0

15. «Əgər sistem $\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3, \dots, \Psi_n$ dalğa funksiyaları ilə təsvir olunan müxtəlif hallarda olursa bu funksiyaların xətti kombinasiyası ilə təsvir olunan halda da ola bilər » cümləsi hansı prinsipi ifadə edir?

- A) Pauli prinsipi B) Superpozisiya prinsiri
C) Ferma Prinsipi D) Difraksiya prinsipi
E) İnterferensiya prinsipi

8. Pauli prinsipi hansı hissəciklərə aiddir?

- A) bozonlara B) ancaq protonlara C) fermionlara

D) fotonlara E) fononlara

9. İzotop nüvələrə xas olan əsas əlamət hansıdır?

- A) izotoplarda yük ədədi eyni olur
B) izotoplarda kütlə ədədi eyni olur
C) izotoplarda neytronların sayı eyni olur
D) izotoplarda nuklonların sayı eyni olur
E) izotopların yaşama müddəti eynidir

10. Radioaktiv azot ${}^{14}_7N$ izotopunun nüvəsi neytronla bombardman edildikdə karbon ${}^{14}_6C$ izotopu və digər bir zərrəcik alınır. Reaksiya prosesində alınan zərrəciyi müəyyən edin. ${}^{14}_7N + {}^1_0n \rightarrow {}^{14}_6C + {}^N_ZX$

- A) 4_2He B) 1_1H C) ${}^0_{-1}e$ D) 1_0n E) 2_1H

11. Radioaktiv nüvələrin ilkin sayı bir ildə 4 dəfə azalarsa 3 ildə neçə dəfə azalar?

- A) 12 dəfə B) 24 dəfə C) 32 dəfə
D) 64 dəfə E) 8 dəfə

12. Aşağıdakılardan hansı Borun birinci qanunudur?

- A) atomun müsbət yükü bütün həcmi boyu bərabər paylanmış, elektronlar isə daxildə səpilməmişlər
B) atomda stasionar orbitlər mövcuddur, elektronlar bu orbitlərdə hərəkət edərkən şüalanmır
C) atom nüvə və elektronlardan təşkil olunur və onun kütləsi demək olar ki, nüvədə toplanır
D) işığın vakkumda sürəti sabit kəmiyyət olub, mənbəyin və qəbuledicinin sürətindən asılı deyil
E) təbiətdə baş verən bütün proseslər istənilən inersial hesablama sistemində eyni tərzdə baş verir

13. Atomda hansı səviyyədə elektronun yaşama müddəti sonsuz böyükdür?

- A) E_5 B) E_3 C) E_4 D) E_1 E) E_2

14. Aşağıdakı ifadələrdən hansıları ℓ orbital kvant ədədi üçün doğrudur.

1-Atomda elektronun enerjisi müəyyən edir.

2-Atomda elektronun hərəkət miqdarı momentini müəyyən edir.

3-Atomda elektron buludunun simmetriyasını müəyyən edir.

- A) 1 və 3 B) yalnız 1 C) 1,2 və 3
D) 1 və 2 E) 2 və 3

15. Çoxelektronlu atomun tam spin momentinin kvantlanma şərti necədir? (S – tam orbital kvant ədədi, \hbar – Plank sabitidir)

- A) $|\vec{M}_s| = \hbar S$ B) $|\vec{M}_s| = \hbar \sqrt{S(S+1)}$
C) $|\vec{M}_s| = \hbar^2 \sqrt{S(S+1)}$ D) $|\vec{M}_s| = \sqrt{\hbar S(S+1)}$
E) $|\vec{M}_s| = \frac{1}{\hbar} \sqrt{S(S+1)}$

16. Mendeleyev cədvəlində sıra nömrəsi 50 olan element atomunun ümumi yükü nə qədrdir? ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$).

- A) $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ B) $4 \cdot 10^{-18} \text{ Kl}$ C) $-8 \cdot 10^{-18} \text{ Kl}$
D) $16 \cdot 10^{-18} \text{ Kl}$ E) 0

17. Hansı temperaturda mütləq qara cismin integral şüalandırma qabiliyyəti 10 kVt/m^2 olar?

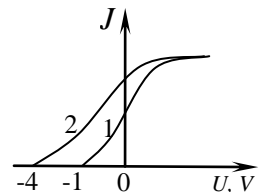
$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2 \text{K}^4 \text{ və } \sqrt[4]{\frac{1}{5,67}} = 0,648 \text{ götürün.}$$

- A) 640 K B) 64,8 K C) 6480 K
D) 648 K E) 1000 K

18. Elektron konfigurasiyası $1s^2 2s^2$ olan ${}_4\text{Be}$ atomunun əsas termi hansıdır?

- A) ${}^1S_{1/2}$ B) 1S_0 C) ${}^2S_{1/2}$ D) 7S_3 E) ${}^2D_{3/2}$

19. Şəkildə katodu müxtəlif tezlikli, eyni intensivlikli şüalalarla işıqlandırılan fotoelementin volt-ampere xarakteristikası verilmişdir. Fotoelek-



tronların maksimal sürətinin v_1/v_2 nisbətini təyin edin

- A) 1 B) 4 C) 2 D) $\frac{1}{4}$ E) $\frac{1}{2}$

20. İkiatomlu molekulun ətalət momenti J olarsa fırlanma spektrinin tezlikləri fərqi $\Delta\nu$ -hansı düsturla hesablanır?

- A) $\Delta\nu = \frac{h}{2\pi^2 J}$ B) $\Delta\nu = \frac{h}{4\pi^2 J}$ C) $\Delta\nu = 4\pi^2 Jh$
D) $\Delta\nu = \frac{4\pi J}{h^2}$ E) $\Delta\nu = \frac{4\pi^2 J}{h}$

21. Kütləsi elektronun sükunət kütləsinə bərabər olan foton hansı dalğa uzunluğuna malikdir? ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$ və $m_{oe} = 10^{-30} \text{ kq}$).

- A) 2 pm B) 3 pm C) 3,5 pm
D) 2,5 pm E) 2,2 pm

22. Eyni sürətlə hərəkət edən α - zərrəcik və protonun de-Broyl dalğa uzunluğunu müqayisə edin ($m_\alpha = 4m_p$).

- A) $\lambda_\alpha = 2\lambda_p$ B) $\lambda_p = 2\lambda_\alpha$ C) $\lambda_\alpha = 4\lambda_p$
D) $\lambda_p = 4\lambda_\alpha$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_p$

23. Relyativistik mexanika

- A) Böyük sürətlə hərəkət edən makrozərrəciklərin mexanikasıdır
B) Böyük sürətlə hərəkət edən mikroərrəciklərin mexanikasıdır
C) Kiçik sürətlə hərəkət edən makrozərrəciklərin mexanikasıdır
D) Kiçik sürətlə hərəkət edən mikroərrəciklərin mexanikasıdır
E) İxtiyari sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır

24. Elektromaqnit qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?

- A) fotonlar B) qvavitonlar C) mezonlar
D) qlüonlar E) kvarklar

25. Obyektlərin əlaqəli sistemində tam enerji $E=0$ olduqda zərrəciyin trayektoriyasının forması necədir?

- A) Hiperbola B) Çevrə C) Parabola
D) Ellips E) Düz xətt

Test 3.

1. Vin qanunu mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyətinin hansı parametrdən asılığını müəyyən edir?

- A) Qaytarma əmsalından B) Dalğa uzunluğundan
C) Mütləq temperaturdan D) Tezlik və temperaturdan
E) Şüalandırıcının növündən

2. Kalium üçün fotoeffektin qırmızı sərhədi $\lambda_0 = 580nm$ - dir.

Hansı dalğa uzunluq-lu şüaların təsiri ilə fotoeffekt hadisəsi baş verməz?

- A) 550 nm B) 600 nm C) 500 nm
D) 480 nm E) 400 nm

3. İşığın təziqi üçün Maksvellin aldığı ifadəni təcrübi olaraq hansı alim təsdiq etmişdir?

- A) Fizo B) Nyuton C) Maksvell
D) Kepler E) Lebedev

4. Rentgen borusunun FİƏ 2%, ondan axan cərəyanın şiddəti 4 mA - dir. Boruda hər saniyədə əmələ gələn fotonların sayını tapın (rentgen şüalanmanı monoxromatik hesab etməli, $e = -1.6 \cdot 10^{-19} K$)

- A) 10^{15} B) $2 \cdot 10^{13}$ C) 10^{14} D) 10^{13} E) $5 \cdot 10^{14}$

5. Xarakteristik rentgen şüalanmasında K seriyasını əmələ gətirən K_α , K_β , K_γ - şüalanma xətlərinə uyğun fotonların dalğa uzunluqlarını müqayisə edin.

- A) $\lambda_\alpha > \lambda_\beta > \lambda_\gamma$ B) $\lambda_\gamma > \lambda_\beta > \lambda_\alpha$ C) $\lambda_\alpha > \lambda_\gamma > \lambda_\beta$
D) $\lambda_\alpha = \lambda_\beta > \lambda_\gamma$ E) $\lambda_\alpha = \lambda_\beta = \lambda_\gamma$

6. $\lambda_0 = p$ ndalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan 120° bucaq altında səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluğu $\lambda_k = 2.426 \text{ pm}$ - dir)

- A) $\lambda = 10,4 \text{ pm}$ B) $\lambda = 14 \text{ pm}$ C) $\lambda = 12,8 \text{ pm}$

D) $\lambda = 9,2 \text{ pm}$ E) $\lambda = 11,6 \text{ pm}$

7. Potensial çuxurda 5 - ci və 3 - cü energetik səviyyələr arasındakı nisbi məsafə hansı düsturla təyin olunur (E_1 - zərrəciyin $n_1 = 1$ halının enerjisidir) ?

A) $\Delta E = 2E_1$ B) $\Delta E = 15E_1$ C) $\Delta E = 8E_1$

D) $\Delta E = 16E_1$ E) $\Delta E = 34E_1$

8. Hansı elementar zərrəciklər fermion adlanır?

A) müsbət yüklü hissəciklər B) yüksüz hissəciklər

C) mənfi yüklü hissəciklər

D) spini \hbar vahidlərində yarım olan hissəciklər

E) spini \hbar vahidlərində tam, yaxud sıfır olan hissəciklər

9. İzobar nüvələrə xas olan əsas əlamət hansıdır?

A) izobarlarda kütlə ədədi eyni olur

B) izobarlarda neytronların sayı eyni olur

C) izobarlarda yük ədədi eyni olur

D) izobarlarda protonların sayı eyni olur

E) izobarların yaşama müddəti eynidir

10. Rarioaktiv şüalar maqnit sahəsindən keçdikdə β - şüalar α - şüalardan daha çox meyl edir. Bunun səbəbi nədir?

A) β - şüaların sürətinin çox olması

B) β - şüaların yükünün az olması

C) β - şüanın kütləsinin az olması

D) β - şüaların sayının çox olması

E) β - şüaların enerjisinin az olması

11. ${}^{97}_{36}\text{Kr}$ elementi ${}^{97}_{42}\text{Mo}$ elementinə çevrildikdə neçə elektron buraxır?

A) 42

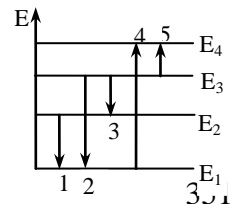
B) 36

C) 12

D) 6

E) 3

12. Şəkildə atomun enerji səviyyələrinin diaqramı təsvir edilmişdir. Ən ən kiçik dalğa uzunluqlu fotonun udulmasına



uyğun keçid hansı rəqəmlə göstərilmişdir?

A) 1 B) 5 C) 2 D) 3 E) 4

13. Hidrogen atomunda əsas halın, yəni $n=1$ halının enerjisi – 13,56 eV-dur. Hidrogen atomunda $n=2$ halının enerjisini müəyyən edin.

A) -3,5 eV B) -6,78 eV C) -27,12 eV
D) -3,39 eV E) -1,5 eV

14. n_p halında neçə qat cırlaşma mümkündür?

A) 7 B) 5 C) 3 D) 10 E) 11

15. Atomun tam hərəkət miqdarı momenti nəyə deyilir?

A) Orbital və spin momentlərinin vektor hasilinə
B) Orbital və spin momentlərinin cəbri cəminə
C) Orbital və spin momentlərinin vektor hasilinə
D) Orbital və spin momentlərinin skalyar hasilinə
E) Orbital və spin momentlərinin vektor cəminə

16. Atomda p -halındakı elektronun orbital impuls momentini hesablayın. $\hbar = 10^{34} C \cdot san$ və $\sqrt{2} = 1,4$ götürün.

A) $2 \cdot 10^{-34} C \cdot san$ B) $5 \cdot 10^{-34} C \cdot san$ C) $1,4 \cdot 10^{-34} C \cdot san$
D) $14 \cdot 10^{-34} C \cdot san$ E) $3 \cdot 10^{-34} C \cdot san$

17. Mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $r_{v,T}$ - nin λ - dan asılılıq əyrisinin maksimumu $17^0 S$ -də hansı dalğa uzunluğunda yerləşir? $b = 2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K$ götürün.

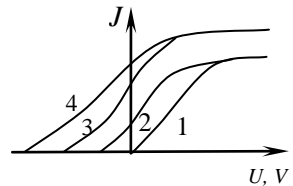
A) 2,9 mm B) 2,9 mkm C) 1 mkm
D) 10mkm E) doğru cavab yoxdur

18. $N e$ ($2s^2 2p^6$) atomu üçün tam orbital kvant ədədi L – hansı qiyməti alır?

A) 1 B) -1 C) 2 D) 0 E) 0,5

19. Şəkildə vakuüm fotoelementinin volt-ampere xarakteristikaları verilmişdir. Tezliyi fotoeffektin qırmızı sərhəd tezliyinə bərabər olan şüalanmaya uyğun qrafik hansıdır?

A) 1 B) 2 C) 3



- D) 4 E) doğru cavab yoxdur
- 20. Gətirilmiş kütləsi 8 a.k.v. olan O₂ molekulunu əmələ gətirən oksigen atomunun kütləsi nə qədərdir?**
- A) 32 a.k.v. B) 4 a.k.v. C) 2 a.k.v.
D) 8 a.k.v. E) 16 a.k.v.
- 21. Kütləsi $3,3 \cdot 10^{-36}$ kq olan fotonun tezliyi nə qədərdir?**
($h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ C · san və $c = 3 \cdot 10^8$ m/san).
- A) $2 \cdot 10^{14}$ Hz B) $9,93 \cdot 10^{14}$ Hz C) $4,5 \cdot 10^{14}$ Hz
D) $4 \cdot 10^{14}$ Hz E) $5 \cdot 10^{14}$ Hz
- 22. Proton və α -zərrəciyi eyni sürətləndirici potensiallar fərqi keçirlər. Onların de - Broyl dalğa uzunluqlarını müqayisə edin ($m_\alpha = 4m_p$ və $q_\alpha = 2q_p$).**
- A) $\lambda_p = 2\sqrt{2}\lambda_\alpha$ B) $\lambda_\alpha = 2\sqrt{2}\lambda_p$ C) $\lambda_\alpha = \lambda_p$
D) $\lambda_p = 2\lambda_\alpha$ E) $\lambda_\alpha = 2\lambda_p$
- 23. Kvant mexanikası**
- A) Kiçik sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
B) Kiçik sürətlə hərəkət edən makrozərrəciklərin mexanikasıdır
C) İxtiyari sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır
D) Böyük sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
E) İxtiyari sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır
- 24. Qravitasiya qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları hansı zərrəciklərdir?**
- A) fotonlar B) qvavitonlar C) mezonlar
D) qlüonlar E) kvarklar
- 25. Obyektlərin əlaqəli sisteminin tam enerjisi $E < 0$ olduqda zərrəciyin trayek-toriyasının forması necədir?**
- A) Düz xətt B) Çevrə C) Parabola
D) Hiperbola E) Ellips

Test 4.

1. Mütləq qara cismin temperaturu T -dən 8 -ə qədər azalarsa maksimal şüalanmaya uyğun dalğa uzunluğu necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) 2 dəfə azalar

2. Udulan fotonun enerjisi 16 dəfə azalarsa verilmiş metal üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi necə dəyişər?

- A) Dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 2 dəfə azalar
D) 4 dəfə artar E) 4 dəfə azalar

3. Işığın təzyiqinin təyininə aid Lebedev təcrübəsində qazokinetik effekt nəyin hesabına yaranır?

- A) Qanadcıqların müxtəlif dərəcədə qızması nəticəsində yaranan konveksiya
B) Işıq kvantlarının əks olunması
C) Işıq kvantlarının səpilməsi
D) Işığın şəffaf mühidə yayılması
E) Işığın polyrizasiyası nəticəsində

4. Tormozlanma rentgen şüalarının qısa dalğa sərhədi nədən asılıdır?

- A) Antikatodun hazırlandığı materialdan
B) Rentgen borusuna verilən gərginlikdən
C) Katodun hazırlandığı materialdan
D) Rentgen borusunun şlçüsündən
E) Heç amildənasılı deyil

5. Xarakteristik rentgen şüalarının tezliyi hansı amillərdən asılıdır?

1- Rentgen borusuna verilən gərginlikdən

2- Antikatodun hazırlandığı materialdan

3- Katodun hazırlandığı materialdan

- A) yalnız 2 B) yalnız 1 C) yalnız 3
D) 2 və 3 E) 1,2 və 3

6. $\lambda_0 = p$ m dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun $1,2 p$ m olduğunu bi-

l r k səpilmə bucađını tapın (elektronun Kompton dalğa uzunluđu $\lambda_k =$ - dir)

- A) $\theta = 90^\circ$ B) $\theta = 30^\circ$ C) $\theta = 180^\circ$
D) $\theta = 120^\circ$ E) $\theta = 60^\circ$

7. Potensial  uxurda 3 – c  v  4 - c  energetik səviyyələr arasındakı nisbi məsafə hansı düsturla təyin olunur (m - zərrəciyin kütləsi, ℓ - çuxurun eni, h - Plank sabitidir) ?

- A) $\Delta E = \frac{25h^2}{8m\ell^2}$ B) $\Delta E = \frac{7h^2}{8m\ell^2}$
C) $\Delta E = \frac{3h^2}{2m\ell^2}$ D) $\Delta E = \frac{h^2}{8m\ell^2}$
E) $\Delta E = \frac{7h^2}{4m\ell^2}$

8. Hansı elementar zərrəciklər bozon adlanır?

- A) müsbət yüklü hissəciklər
B) mənfi yüklü hissəciklər
C) yüksüz hissəciklər
D) spini \hbar vahidlərində yarım olan hissəciklər
E) spini \hbar vahidlərində tam, yaxud sıfır olan hissəciklər

9. Atom nüvəsi proton v  neytronlardan təşkil olunub. Nüvədə hansı c tl k arasında n v  cazibə qüvvəsi mövcuddur?

1-proton-proton

2-proton-neytron

3-neytron-neytron

- A) yalnız 1 B) yalnız 2 C) yalnız 3
D) 1 və 3 E) bütün cütlüklərdə

10. Yük  d di Z olan X nüvəsi γ - çevrilmədən sonra Y nüvəsinə çevrilir. Y nüvəsinin y k n  təyin edin.

- A) Z B) $Z-1$ C) $Z+1$ D) $Z-2$ E) $Z+2$

11. ${}_{92}^{238}U$ izotopu  c α - par alanmasından sonra alınan elementin yük ədədi n  qədər olar?

A) 94 B) 86 C) 83 D) 92 E) 85

12. Hidrogen atomu üçün Balmer seriyasına uyğun maksimal tezliyini hesablayın. $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ götürün.

A) $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ B) $8,25 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ C) $5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
D) $13,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ E) $2,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

13. Hidrogen atomunda elektron 4-cü orbitdən 2-ciyə keçərkən onun de Broyl dalğasının uzunluğu necə dəyişər?

A) 2 dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) 4 dəfə artar
D) 4 dəfə azalar E) dəyişməz

14. Elektronun məxsusi mexaniki impuls momentinin spinin qiyməti nə qədərdir?

A) $\hbar \sqrt{\frac{3}{4}}$ B) $\hbar \sqrt{\frac{3}{2}}$ C) \hbar D) $\hbar \sqrt{\frac{3}{5}}$ E) $\frac{1}{2} \hbar$

15. Elektron quruluşu $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ olan element hansıdır?

A) ${}_{11}^{23}\text{Na}$ B) ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ C) ${}_{13}^{27}\text{Al}$ D) ${}_{14}^{28}\text{Si}$ E) ${}_{10}^{20}\text{Ne}$

16. K və L örtükləri tam doymuş elementin dövrü sistem cədvəlindəki sıra nömrəsini müəyyən edin

A) 9 B) 10 C) 12 D) 11 E) 8

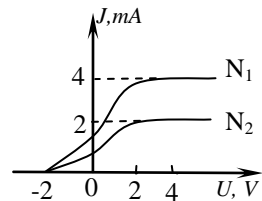
17. Mütləq qara cismin temperaturu 1% artarsa, onun integral şüalandırma qabiliyyəti neçə faiz artar?

A) 1% artar B) 1% azalar C) 2% artar
D) 4% azalar E) 4% artar

18. Hansı atom üçün tam orbital kvant ədədi $L =$ qiyməti alır?

A) $H (1s^1)$ B) $Li (2s^1)$ C) $Ne (2s^2 2p^6)$
D) $Be (1s^2 2s^2)$ E) $F (1s^2 2s^2)$

19. Şəkində vakuüm fotoelementinin volt - amper xarakteristikaları verilmişdir. Katodun səthinə vahid zamanda düşən işıq kvantlarının N_1/N_2 nisbətini təyin edin.



- A) 2 B) $\frac{1}{4}$ C) 4 D) $\frac{1}{2}$ E) 1

20. İkiatomlu molekulda hansı keçid ən böyük enerji udulması ilə müşayiət olunur?

- A) Rəqsi B) Fırlanma C) Elektron
D) Fırlanma səviyyəsindən rəqsi səviyyəyə
E) Bütün hallarda

21. İmpulsu $3 \cdot 10^{-27}$ N·san olan fotonun dalğa uzunluğunu təyin edin ($h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ C·san).

- A) 600 nm B) 300nm C) 180 nm
D) 220nm E) 500nm

22. De- Broyl dalğasının faza sürəti:

- A) işığın vakkumda yayılma sürətindən kiçikdir
B) işığın vakkumda yayılma sürətinə bərabərdir
C) işığın vakkumda yayılma sürətindən böyükdür
D) zərrəciyin sürətinə bərabərdir
E) zərrəciyin sürətindən böyükdür

23. Relyativistik kvant mexanikası

- A) Böyük sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
B) Böyük sürətlə hərəkət edən makrozərrəciklərin mexanikasıdır
C) Kiçik sürətlə hərəkət edən mikrozərrəciklərin mexanikasıdır
D) Kiçik sürətlə hərəkət edən makrozərrəciklərin mexanikasıdır
E) İxtiyari sürətlə hərəkət edən makrocisimlərin mexanikasıdır

24. Qravitasiya qarşılıqlı təsiri haqqında söylənilən mülahizələrdən hansıları doğrudur?

1-Sonsuz təsir radiusuna malikdir

2-İstənilən növ materiya arasında mövcud olan universal qarşılıqlı təsirdir

3-Qravitasiya qarşılıqlı təsirin daşıyıcıları gravitonlardır

4-Təbiətdə mövcud qarşılıqlı təsirin ən güclüsüdür

- A) 1, 2, 3 B) 1, 2, 4 C) 1, 3, 4

D) 2, 3, 4 E) 1,2,3,4

25. Obyektlərin əlaqəli sisteminin tam enerjisi $E \ll 0$ olduqda zərrəciyin trayektoriyasının forması necədir?

- A) Ellips B) Çevrə C) Parabola
D) Hiperbola E) Düz xətt

Test 5.

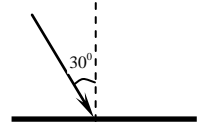
1. Mütləq qara cismin temperaturu I -dən δ -ə qədər azalarsa şüaburaxma qabiliyyəti necə dəyişər?

- A) dəyişməz B) 2 dəfə artar C) 4 dəfə artar
D) 16 dəfə azalar E) 2 dəfə azalar

2. Fotoeffekt zamanı metaldan çıxan elektronların düşən işıq tezliyindən asılıdır. Fikri tamamlayın.

- A) yalnız kinetik enerjisi B) yalnız maksimal sürəti
C) kütləsi D) hərəkət istiqaməti
E) maksimal sürəti və kinetik enerjisi

3. Monoxromatik işıq şüası qaytarma əmsalı ρ olan səthə şəkildəki kimi düşür. Səthdə nə qədər təzyiq yaranar (w - işığın enerji selidir)?



- A) $P = \sqrt{3}w$ B) $P = w$
C) $P = \sqrt{3}w$ D) $P = \frac{\sqrt{3}}{2}w$ E) $P = \frac{1}{2}w$

4. Anod gərginliyini 3 dəfə artırdıqda tormozlanma rentgen şüalanmasının maksimal tezliyi necə dəyişir?

- A) 9 dəfə azalar B) 3 dəfə azalar C) dəyişməz
D) 9 dəfə artar E) 3 dəfə artar

5. Elektron L - təbəqəsindən K - təbəqəsinə keçdikdə yaranan xarakteristik rentgen şüalanmasının enerjisini hansı düsturla müəyyən etmək olar (R - Ridberq sabiti, Z - elementin sıra nömrəsi, a - ekranlaşma sabiti, h - Plank sabitidir) ?

- A) $E = \frac{3}{4} Rh(Z - a)^2$ B) $E = \frac{8}{9} Rh(Z - a)^2$
 C) $E = \frac{15}{16} Rh(Z - a)^2$ D) $E = \frac{5}{36} Rh(Z - a)^2$
 E) $E = \frac{3}{16} Rh(Z - a)^2$

6. $\lambda_0 = p$ m dalğa uzunluqlu foton sərbəst elektrondan səpilir. Spilən fotonun dalğa uzunluğunun $2,4 p$ molarsa, elektronun Kompton dalğa uzunluğu necə dəyişər ?

- A) 2 dəfə artar B) 2 dəfə azalar C) dəyişməz
 D) $10,2pm$ artar E) $10,2pm$ azalar

7. Potensial çuxurda 5 – ci və 4 - cü energetik səviyyələr arasındakı enerji fərqi nə qədərdir (zərrəciyin kütləsi

$m_e = 9 \cdot 10^{-19} kq$, çuxurun eni $l = 10^{-10} m$, Plank sabiti

$h = 6,4 \cdot 10^{-34} C \cdot san$) ?

- A) $\Delta E = 3,2 MeV$ B) $\Delta E = 320 eV$ C) $\Delta E = 3,2 eV$
 D) $\Delta E = 32 keV$ E) $\Delta E = 32 eV$

8. Hansı zərrəciyin antizərrəciyi yoxdur?

1-neytron

2- foton

3- antineytrino

- A) yalnız 1 B) yalnız 2 C) 1,2
 D) 1,3 E) heç birinin

9. ${}_{36}^{84}Kr$ nüvəsindəki neytronların sayı ${}_{Z}^{58}X$ nüvəsindəki neytronların sayından 1,6 dəfə çoxdur. Z-i tapın.

- A) 28 B) 30 C) 32 D) 24 E) 26

10. Radioaktiv nüvənin təbii çevrilməsi zamanı nüvədən helium atomunun nüvələri çıxır. Radioaktiv parşalanmanın hansı növü baş verir?

- A) β^- – parçalanma B) β^+ – parçalanma
 C) α - parçalanma D) γ – şüalanma
 E) iki proton parçalanma

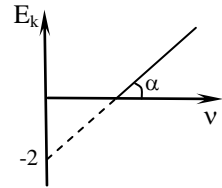
7. Hansı temperaturda mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti $r_{v,T}$ - nin λ - dan asılılıq əyrisinin maksimumu 760 nm dalğa uzunluğunda yerləşir? $b=2,888 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ götürün.

- A) 1000 K B) 2800 K C) 1800 K
D) 3800 K E) 7630 K

18. ${}_7N$ atomunun elektron konfigurasiyası hansı halda düzgün təsvir edilmişdir?

- A) $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \uparrow \square \end{array}$ B) $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \uparrow \uparrow \end{array}$
C) $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow & \uparrow \uparrow \downarrow \end{array}$ D) $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \square & \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array}$
E) $\begin{array}{ccc} 1s & 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \end{array}$

19. Fotoelektronların maksimal kinetik enerjisinin katodun üzərinə düşən şüalanmanın tezliyindən asılılıq qrafiki verilmişdir. Qrafikin meyl bucağının tangensi hansı fiziki kəmiyyəti müəyyən edir?



- A) çıxış işini B) Plank sabitini
C) doyma cərəyan şiddətini
D) şüalanmanın intensivliyini
E) şüalanmanın dalğa uzunluğunu

20. Molekulda valent təbəqədə elektron keçidi zamanı hansı şüalar buraxılır?

- A) γ -şüalar B) Yaxın infraqırmızı şüa
C) Rentgen şüası D) infraqırmızı şüa
E) Ultrabənövşəyi və görünən şüa

21. Hansı dağa uzunluqlu görünən işıq kvantının kütləsi $4 \cdot 10^{-36} \text{ kq}$ -dir ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ C} \cdot \text{san}$ və $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/san}$)?

- A) 500 nm B) 666 nm C) 550 nm
D) 400 nm E) 700 nm

22. Qeyri relyativistik halda De- Broyl dalğasının qrup sürəti:

- A) zərrəciyin sürətinə bərabərdir
B) işığın vakkumda yayılma sürətindən böyükdür
C) işığın vakkumda yayılma sürətinə bərabərdir
D) zərrəciyin sürətindən 2 dəfə böyükdür
E) zərrəciyin sürətindən 2 dəfə kiçikdir

23. W^\pm zərrəciklər hansı qarşılıqlı təsirin daşıyıcılarıdır?

- A) zəif B) qravitasiya C) elektromaqnit
D) güclü E) qlüon

24. Kvant mexanikasının əsas tənliyi hansıdır?

- A) $F = ma$ B) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ C) $E = \hbar \omega$

- D) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$ E) $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$

25. Obyektlərin əlaqəli sistemində tam enerjinin $E \ll 0$ olduğu hal üçün aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?

1-Enerji səviyyəsi potensial əyrini iki nöqtədə kəsir

2-Trayektoriya çevrədir

3-Sistem davamsızdır

- A) 1,3 B) 1,3 C) Yalnız 3
D) Yalnız 1 E) 1,2

Cədvəl 1. Astronomik kəmiyyətlər

№	Kəmiyyət	Qiymət
1	Günəşin kütləsi	$1,97 \cdot 10^{30}$ kq
2	Yerin kütləsi	$5,96 \cdot 10^{24}$ kq
3	Ayın kütləsi	$7,33 \cdot 10^{22}$
4	Günəşin radiusu	$6,96 \cdot 10^8$ m
5	Yerin radiusu	$6,37 \cdot 10^6$ m
6	Günəşdən Yerə qədər orta məsafə	$1,496 \cdot 10^{11}$ m
7	Günəşdən Yupiterə qədər orta məsafə	$7,778 \cdot 10^{11}$ m
8	Yerdən Aya qədər orta məsafə	$3,88 \cdot 10^8$ m

Cədvəl 2. Metaldan elektronların çıxış işi

<i>Metal</i>	<i>A, eV</i>	<i>A, 10⁻¹ C</i>	<i>Metal</i>	<i>A, eV</i>	<i>A, 10⁻¹ C</i>
Volfram	4,5	7,2	Nikel	5,0	8
Dəmir	4,74	7,58	Platin	5,29	8,46
Qızıl	4,68	4,49	Civə	4,52	7,23
Kalium	2,0	3,2	Rubidium	2,13	3,41
Litium	2,4	3,84	Gümüş	4,74	7,58
Maqnezium	3,46	5,54	Tental	4,07	6,5
Miss	4,47	7,15	Seziyum	1,97	3,15
Molibden	4,2	6,72	Sink	4,0	6,4
Natrium	2,3	3,68			

Cədvəl 3. Bəzi inteqrallar

$\int_0^{\infty} e^{-\beta x} dx = \frac{1}{\beta}$	$\int_0^{\infty} e^{-\beta x^2} x dx = \frac{1}{2\beta}$
$\int_0^0 e^{-\beta x} x dx = \frac{1}{\beta^2}$	$\int_0^{\infty} e^{-\beta x^2} x^2 dx = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{\beta^2}}$
$\int_0^{\infty} e^{-\beta x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\beta}}$	$\int_0^{\infty} e^{-\beta x^2} x^3 dx = \frac{1}{2\beta^2}$

Cədvəl 4. Bəzi nüvələrin kütləsi və sükunət enerjisi

Zərrəcik	Kütlə		Enerji	
	m_0, kq	$m_0, a.k.v.$	E_0, c	E_0, MeV
Elektron	$9,1 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,51
Proton	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938
Neytron	$1,68 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Deyton	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3 \cdot 10^{-10}$	1876
α - zərrəcik	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733
Neytral mezon	$2,41 \cdot 10^{-28}$	0,14526	$2,16 \cdot 10^{-11}$	135

Cədvəl 5. Bəzi radioaktiv maddələrin yarımparçalanma periodu

İzotop	İşarəsi	Parçalanmanın növü	Yarımparçalanma periodu
Aktinium	$^{225}_{89}Ac$	α	10 sut.
Yod	$^{131}_{53}J$	β^- , γ	8 sut.
İradium	$^{192}_{77}Jr$	β^- , γ	75 sut.
Kobalt	$^{60}_{27}Co$	β^- , γ	5,3 il
Maqnezium	$^{27}_{12}Mg$	β^-	10 dəq.
Radium	$^{219}_{88}Ra$	α	10^{-3} san
Radium	$^{226}_{88}Ra$	α , γ	$1,62 \cdot 10^3$ il
Radon	$^{222}_{86}Rn$	α	3,8 sut.
Stronsium	$^{90}_{38}Sr$	β^-	28 il
Torium	$^{229}_{90}Th$	α , γ	$7 \cdot 10^3$ il
Uran	$^{238}_{92}U$	α , γ	$4,5 \cdot 10^9$ il
Fosfor	$^{32}_{15}P$	β^-	14,3 sut
Natrium	$^{22}_{11}Na$	γ	2,6 il

Cədvəl 6. Bəzi neytral atomların kütləsi (a.k.v.)

İzotop	Kütləsi	İzotop	Kütləsi	İzotop	Kütləsi
1_1H	1,00783	9_4Be	9,01218	${}^{30}_{14}Si$	29,97377
2_1H	2,01410	${}^{10}_5B$	10,01294	${}^{40}_{20}Ca$	39,96257
3_1H	3,01605	${}^{12}_6C$	12,0	${}^{56}_{27}Co$	55,93984
3_2He	3,01603	${}^{13}_7N$	13,00574	${}^{63}_{29}Cu$	62,92960
4_2He	4,00260	${}^{14}_7N$	14,00307	${}^{112}_{48}Cd$	111,90276
6_3Li	6,01512	${}^{17}_8O$	16,99913	${}^{200}_{80}Hg$	199,96832
7_3Li	7,01600	${}^{23}_{12}Mg$	22,99413	${}^{235}_{92}U$	235,04393
7_4Be	7,01693	${}^{24}_{12}Mg$	23,98504	${}^{238}_{92}U$	238,05353
8_4Be	8,00531	${}^{27}_{13}Al$	26,98154		

Cədvəl 7. İkiatomlu molekulun sabitləri

Molekul	Nüvələr arası məsafə, R, Å ⁰	Rəqs tezliyi ω , 10 ¹³ rad/san	Qeyri harmoniklik əmsalı, $\gamma \cdot 10^{-3}$	Dissosiasiya enerjisi, E ₀ , eV
H ₂	0,741	82,8	285	4,48
N ₂	1,094	44,45	6,15	7,37
O ₂	1,207	29,8	7,65	5,08
F ₂	1,282	21,5	8,51	~1,6
S ₂	1,889	13,7	3,93	~4,4
Cl ₂	1,988	10,64	7,09	2,48
Br ₂	2,283	6,1	3,31	1,97
I ₂	2,666	4,04	2,84	1,54
HF	0,917	77,9	21,8	5,8
HCl	1,275	56,3	17,4	4,43
HBr	1,413	49,9	17,1	3,75
HJ	1,604	43,5	17,2	3,06
CO	1,128	40,9	6,22	~9,7
NO	1,15	35,9	7,55	5,29
OH	0,971	70,4	22,2	4,35

Cədvəl 8.

Atomların elektron konfigurasiyası və əsas termləri

Dövr	s/s	Kimyəvi element		Elektron konfigurasiyası	Əsas term	
1	2	3		4	5	
I	1	Hidrogen	<i>H</i>	$1s^1$	$^2S_{1/2}$	
	2	Helium	<i>He</i>	$1s^2$	1S_0	
II	3	Litium	<i>Li</i>	He konfigurasiyası ($1s^2$) +	$2s^1$	$^2S_{1/2}$
	4	Berilium	<i>Be</i>		$2s^2$	1S_0
	5	Bor	<i>B</i>		$2s^2 2p^1$	$^2P_{1/2}$
	6	Karbon	<i>C</i>		$2s^2 2p^2$	3P_0
	7	Azot	<i>N</i>		$2s^2 2p^3$	$^4S_{3/2}$
	8	oksigen	<i>O</i>		$2s^2 2p^4$	3P_2
	9	Flüor	<i>F</i>		$2s^2 2p^5$	$^2P_{3/2}$
	10	Neon	<i>Ne</i>		$2s^2 2p^6$	1S_0
III	11	Natrium	<i>Na</i>	Ne konfigurasiyası ($1s^2 2s^2$) +	$3s^1$	$^2S_{1/2}$
	12	Maqnezium	<i>Mg</i>		$3s^2$	1S_0
	13	Alüminium	<i>Al</i>		$3s^2 3p^1$	$^2P_{1/2}$
	14	Silisium	<i>Si</i>		$3s^2 3p^2$	3P_0
	15	Fosfor	<i>P</i>		$3s^2 3p^3$	$^4S_{3/2}$
	16	Kükürd	<i>S</i>		$3s^2 3p^4$	3P_2
	17	Xlor	<i>Cl</i>		$3s^2 3p^5$	$^2P_{3/2}$
	18	Arqon	<i>Ar</i>		$3s^2 3p^6$	1S_0

Cədvəl 8. (davamı)

1	2	3		4		5
IV	19	Kalium	<i>K</i>	<i>Ar</i> konfigurasiyası ($1s^2 2s^2 3s^2 3p^6$) +	$4s^1$	$^2S_{1/2}$
	20	Kalsium	<i>Ca</i>		$4s^2$	1S_0
	21	Skandium	<i>Sc</i>		$4s^2 3d^1$	$^2D_{3/2}$
	22	Titan	<i>Ti</i>		$4s^2 3d^2$	3F_2
	23	Vanadium	<i>V</i>		$4s^2 3d^3$	$^4F_{3/2}$
	24	Xrom	<i>Cr</i>		$4s^1 3d^5$	7P_3
	25	Manqan	<i>Mn</i>		$4s^2 3d^5$	$^6S_{5/2}$
	26	Dəmir	<i>Fe</i>		$4s^2 3d^6$	5D_4
	27	Kobalt	<i>Co</i>		$4s^2 3d^7$	$^4F_{9/2}$
	28	Nikel	<i>Ni</i>		$4s^2 3d^8$	3F_4
	29	Mis	<i>Cu</i>		$4s^1 3d^{10}$	$^2S_{1/2}$
	30	Sink	<i>Zn</i>		$4s^2 3d^{10}$	1S_0
	31	Qalium	<i>Ga</i>		$4s^2 4p^1 3d^{10}$	$^2P_{1/2}$
	32	Germanium	<i>Ge</i>		$4s^2 4p^2 3d^{10}$	3P_0
	33	Arsen	<i>As</i>		$4s^2 4p^3 3d^{10}$	$^4S_{3/2}$
	34	Selen	<i>Se</i>		$4s^2 4p^4 3d^{10}$	3P_2
35	Brom	<i>Br</i>	$4s^2 4p^5 3d^{10}$	$^2P_{3/2}$		
36	Kripton	<i>Kr</i>	$4s^2 4p^6 3d^{10}$	1S_0		

Cədvəl 8 (davamı)

1	2	3		4	5	
V	37	Ribidium	<i>Rb</i>	<i>Kr</i> konfigurasiyası ($1s^2 2s^2 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 3d^{10}$) +	$5s^1$	$^2S_{1/2}$
	38	Stronsium	<i>Sr</i>		$5s^2$	1S_0
	39	Ittirium	<i>Y</i>		$5s^2 4d^1$	$^2D_{3/2}$
	40	Sirkonium	<i>Zr</i>		$5s^2 4d^2$	3F_2
	41	Niobium	<i>Nb</i>		$5s^2 4d^3$	$^6D_{1/2}$
	42	Molibden	<i>Mo</i>		$5s^1 4d^5$	3S_3
	43	Texnesium	<i>Tc</i>		$5s^2 4d^5$	$^7S_{5/2}$
	44	Rutenium	<i>Ru</i>		$5s^2 4d^6$	5F_5
	45	Rodium	<i>Rh</i>		$5s^2 4d^7$	$^4F_{9/2}$
	46	Palladium	<i>Pd</i>		$5s^2 4d^8$	1S_0
	47	Gümüş	<i>Ag</i>		$5s^1 4d^{10}$	$^2S_{1/2}$
	48	Kadmium	<i>Kd</i>		$5s^2 4d^{10}$	1S_0
	49	İndium	<i>In</i>		$5s^2 5p^1 4d^{10}$	$^2P_{1/2}$
	50	Qalay	<i>Sn</i>		$5s^2 5p^2 4d^{10}$	3P_0
	51	Sürmə	<i>Sb</i>		$5s^2 5p^3 4d^{10}$	$^4S_{3/2}$
	52	Tellur	<i>Te</i>		$5s^2 5p^4 4d^{10}$	3P_2
53	Yod	<i>J</i>	$5s^2 5p^5 4d^{10}$	$^2P_{1/2}$		
54	Ksenon	<i>Xe</i>	$5s^2 5p^6 4d^{10}$	1S_0		

1	2	3		4	5
VI	55	Sezium	<i>Cs</i>	$6s^1$	$^2S_{1/2}$
	56	Barium	<i>Ba</i>	$6s^2$	1S_0
L a n t a n o i d l ər	57	Lantan	<i>La</i>	$6s^2 5d^1$	$^2D_{3/2}$
	58	Serium	<i>Ce</i>	$6s^2 4f^2$	3H_4
	59	Prazedim	<i>Pr</i>	$6s^2 4f^3$	$^4I_{9/2}$
	60	Neodim	<i>Nd</i>	$6s^2 4f^4$	5I_4
	61	Prometium	<i>Pm</i>	$6s^2 4f^5$	$^6H_{5/2}$
	62	Samarium	<i>Sm</i>	$6s^2 4f^6$	7F_0
	63	Yevropium	<i>Eu</i>	$6s^2 4f^7$	$^8S_{7/2}$
	64	Qadalinium	<i>Gd</i>	$6s^2 5d^1 4f^7$	9D_2
	65	Terbium	<i>Tb</i>	$6s^2 5d^1 4f^8$	$^8H_{17/2}$
	66	Disprozium	<i>Dy</i>	$6s^2 4f^{10}$	5I_8
	67	Holmium	<i>Ho</i>	$6s^2 4f^{11}$	$^4I_{15/2}$
	68	Erbium	<i>Er</i>	$6s^2 4f^{12}$	3H_6
	69	Tulium	<i>Tm</i>	$6s^2 4f^{13}$	$^2F_{7/2}$
	70	İtterbium	<i>Yb</i>	$6s^2 4f^{14}$	1S_0
	71	Lütensium	<i>Lu</i>	$6s^2 5d^1 4f^{14}$	$^3D_{3/2}$
	72	Hafhium	<i>Hf</i>	$6s^2 5d^2 4f^{14}$	3F_2

Xe konfigurasiyası ($1s^2 2s^2 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 3d^{10} 5s^2 5p^6 4d^{10}$) +

Cədvəl 8 (davamı).

1	2	3		4	5	
VI	73	Tantal	<i>Ta</i>	Xe konfigurasiyası $1s^2 2s^2 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 3d^{10} 5s^2 5p^6 4d^{10} +$	$6s^2 5d^3 4f^{14}$	$^4F_{1/2}$
	74	Volfram	<i>W</i>		$6s^2 5d^4 4f^{14}$	5D_0
	75	Renium	<i>Re</i>		$6s^2 5d^5 4f^{14}$	$^6S_{5/2}$
	76	Osmium	<i>Os</i>		$6s^1 5d^7 4f^{14}$	5D_4
	77	İridium	<i>Ir</i>		$6s^2 5d^7 4f^{14}$	$^4F_{1/2}$
	78	Platin	<i>Pt</i>		$6s^1 5d^9 4f^{14}$	3D_3
	79	Qızıl	<i>Au</i>		$6s^1 5d^{10} 4f^{14}$	$^2S_{1/2}$
	80	Civə	<i>Hg</i>		$6s^2 5d^{10} 4f^{14}$	1S_0
	81	Tallium	<i>Tl</i>		$6s^2 6p^1 5d^{10} 4f^{14}$	$^2P_{1/2}$
	82	Qurğuşun	<i>Pb</i>		$6s^2 6p^2 5d^{10} 4f^{14}$	3P_0
	83	Bismut	<i>Bi</i>		$6s^2 6p^3 5d^{10} 4f^{14}$	$^4S_{3/2}$
	84	Polonium	<i>Po</i>		$6s^2 6p^4 5d^{10} 4f^{14}$	3P_2
	85	Astat	<i>At</i>		$6s^2 6p^5 5d^{10} 4f^{14}$	$^2P_{1/2}$
86	Radon	<i>Rn</i>	$6s^2 6p^6 5d^{10} 4f^{14}$	1S_0		
VII	87	Fransium	<i>Fr</i>	$^47s^1$	$^2S_{1/2}$	
	88	Radium	<i>Ra</i>	$7s^2$	1S_0	
	89	Aktinium	<i>Ac</i>	$7s^2 6d^1$	$^2D_{3/2}$	
	90	Torium	<i>Th</i>	$7s^2 6d^2$	3F_2	

Cədvəl 8 (davamı)

1	2	3			4	5
<i>Aktinoidlər</i>	91	Protaktinium	<i>Pa</i>	<i>Rn konfigurasiyası + 1s² 2s² 3s² 3p⁶ 4s² 4p⁶ 5s² 5p⁶ 6s² 6p⁶ 7s² 6d¹⁰ 4f¹⁴ +</i>	$7s^2 6d^1 5f^2$	$^4K_{11/2}$
	92	Uran	<i>U</i>		$7s^2 6d^1 5f^3$	5L_6
	93	Neptinium	<i>Np</i>		$7s^2 6d^1 5f^4$	$^6L_{11/2}$
	94	Plutonium	<i>Pu</i>		$7s^2 5f^6$	7F_0
	95	Amersium	<i>Am</i>		$7s^2 5f^7$	$^8S_{7/2}$
	96	Kürium	<i>Cm</i>		$7s^2 6d^1 5f^7$	9D_2
	97	Berklium	<i>Bk</i>		$7s^2 6d^1 5f^8$	$^8H_{17/2}$
	98	Kalifornium	<i>Cf</i>		$7s^2 5f^{10}$	5I_8
	99	Eynşteynium	<i>Es</i>		$7s^2 5f^{11}$	$^4S_{15/2}$
	100	Fermium	<i>Fm</i>		$7s^2 5f^{12}$	3H_6
	101	Mendeleyevium	<i>Md</i>		$7s^2 5f^{13}$	$^2H_{7/2}$
	102	Nobelium	<i>No</i>		$7s^2 5f^{14}$	1S_0
	103	Lorensium	<i>Lr</i>		$7s^2 6d^1 5f^{14}$	$^2D_{1/2}$
VII	104	Dubnium	<i>Db</i>	$7s^2 6d^2 5f^{14}$	3F_2	
	105	Joliotium	<i>Jl</i>	$7s^2 6d^3 5f^{14}$	$^4F_{1/2}$	
	106	Rezerfordium	<i>Rf</i>	$7s^2 6d^4 5f^{14}$	5D_0	
	107	Borium	<i>Bh</i>	$7s^2 6d^5 5f^{14}$	$^6S_{1/2}$	
	108	Hanium	<i>Hn</i>	$7s^2 6d^6 5f^{14}$		

Cədvəl 9. e^x funksiyasının qiymətləri

x	e^x	e^{-x}	x	e^x	e^{-x}
0,00	1,0000	1,0000	2,00	7,3891	0,1353
0,05	1,0513	0,9512	2,05	7,7679	0,1287
0,10	1,1052	0,9048	2,10	8,1662	0,1225
0,15	1,1618	0,8607	2,15	8,5849	0,1165
0,20	1,2214	0,8187	2,20	9,0250	0,1108
0,25	1,2840	0,7788	2,25	9,4877	0,1054
0,30	1,3499	0,7408	2,30	9,9742	0,1003
0,35	1,4191	0,7047	2,35	10,486	0,09537
0,40	1,4918	0,6703	2,40	11,023	0,09072
0,45	1,5683	0,6376	2,45	11,588	0,08629
0,50	1,6487	0,6065	2,50	12,182	0,08208
0,55	1,7333	0,5770	2,55	12,807	0,07808
0,60	1,8221	0,5488	2,60	13,464	0,07427
0,65	1,9155	0,5221	2,65	14,154	0,07065
0,70	2,0138	0,4966	2,70	14,880	0,06721
0,75	2,1170	0,4724	2,75	15,643	0,06393
0,80	2,2255	0,4493	2,80	16,445	0,06081
0,85	2,3396	0,4274	2,85	17,288	0,05784
0,90	2,4596	0,4066	2,90	18,174	0,05502
0,95	2,5857	0,3867	2,95	19,106	0,05234
1,00	2,7183	0,3679	3,00	20,086	0,04979
1,05	2,8577	0,3499	3,05	21,115	0,04736
1,10	3,0042	0,3329	3,10	22,198	0,04505
1,15	3,1582	0,3166	3,15	23,336	0,04285
1,20	3,3201	0,3012	3,20	24,533	0,04076
1,25	3,4903	0,2865	3,25	25,790	0,03877
1,30	3,6693	0,2725	3,30	27,113	0,03688-
1,35	3,8574	0,2592	3,35	28,503	0,03508
1,40	4,0552	0,2466	3,40	29,964	0,03337
1,45	4,2631	0,2346	3,45	31,500	0,03175
1,50	4,4817	0,2231	3,50	33,115	0,03020
1,55	4,7115	0,2123	3,55	34,813	0,02872
1,60	4,9530	0,2019	3,60	36,598	0,02732
1,65	5,2070	0,1921	3,65	38,475	0,02599
1,70	5,4739	0,1827	3,70	40,447	0,02472
1,75	5,7546	0,1738	3,75	42,521	0,02352
1,80	6,0496	0,1653	3,80	44,701	0,02237
1,85	6,3598	0,1572	3,85	46,993	0,02128
1,90	6,6859	0,1496	3,90	49,402	0,02024

1,95	7,0287	0,1423	3,95	51,935	0,01925
4,00	54,598	0,01832	6,0	403,43	0,00248
4,05	57,397	0,01742	6,1	445,86	0,00224
4,10	60,340	0,01657	6,2	492,75	0,00203
4,15	63,434	0,01576	6,3	544,57	0,00184
4,20	66,686	0,01500	6,4	601,85	0,00166
4,25	70,105	0,01426	6,5	665,14	0,001503
4,30	73,700	0,01357	6,6	735,10	0,001360
4,35	77,478	0,01291	6,7	812,41	0,001231
4,40	81,451	0,01228	6,8	897,85	0,001114
4,45	85,627	0,01168	6,9	992,27	0,001008
4,50	90,017	0,01111	7,0	1096,6	0,000912
4,55	94,632	0,01057	7,1	1212,2	0,000825
4,60	99,484	0,01005	7,2	1339,4	0,000747
4,65	104,58	0,00956	7,3	1480,5	0,000676
4,70	109,95	0,00910	7,4	1636,0	0,000611
4,75	115,58	0,00865	7,5	1808,0	0,000553
4,80	121,51	0,00823	7,6	1998,2	0,000500
4,85	127,74	0,00783	7,7	2208,3	0,000453
4,90	134,29	0,00745	7,8	2440,6	0,000410
4,95	141,17	0,00708	7,9	2697,3	0,000371
5,00	148,41	0,00674	8,0	2981,0	0,000335
5,05	156,02	0,00641	8,1	3294,5	0,000304
5,10	164,02	0,00610	8,2	3641,0	0,000275
5,15	172,43	0,00580	8,3	4023,9	0,000249
5,20	181,27	0,00552	8,4	4447,1	0,000225
5,25	190,57	0,00525	8,5	4914,8	0,000203
5,30	200,34	0,00499	8,6	5431,7	0,000184
5,35	210,61	0,00475	8,7	6002,9	0,000167
5,40	221,41	0,00452	8,8	6634,2	0,000151
5,45	232,76	0,00430	8,9	7332,0	0,000136
5,50	244,69	0,00409	9,0	8103,1	0,000123
5,55	257,24	0,00389	9,1	8955,3	0,000112
5,60	270,43	0,00370	9,2	9897,1	0,000101
5,65	284,29	0,00352	9,3	10938	0,000091
5,70	298,87	0,00335	9,4	12088	0,000083
5,75	314,19	0,00318	9,5	13360	0,000075
5,80	330,30	0,00303	9,6	14765	0,000068
5,85	347,23	0,00288	9,7	16318	0,000061
5,90	365,04	0,00274	9,8	18034	0,000055
5,95	383,75	0,00261	9,9	19930	0,000050

0-9 ° bucaqlar üçün sinus və tangens qiyməti

Bucaq	Sinus	Tangens	Bucaq	Sinus	Tangens
0	0,0000	0,0000	46	0,7193	1,036
1	0,0175	0,0175	47	0,7314	1,072
2	0,0349	0,0349	48	0,7431	1,111
3	0,0523	0,0524	49	0,7574	1,150
4	0,0698	0,0699	50	0,7660	1,192
5	0,0872	0,0875	51	0,7771	1,235
6	0,1045	0,1051	52	0,7880	1,280
7	0,1219	0,1228	53	0,7986	1,327
8	0,1392	0,1405	54	0,8090	1,376
9	0,1564	0,1584	55	0,8192	1,428
10	0,1736	0,1763	56	0,8290	1,483
11	0,1908	0,1944	57	0,8387	1,540
12	0,2079	0,2126	58	0,8480	1,600
13	0,2250	0,2309	59	0,8572	1,664
14	0,2419	0,2493	60	0,8660	1,732
15	0,2588	0,2679	61	0,8746	1,804
16	0,2756	0,2867	62	0,8829	1,881
17	0,2924	0,3057	63	0,8910	1,963
18	0,3090	0,3249	64	0,8988	2,050
19	0,3256	0,3443	65	0,9063	2,145
20	0,3420	0,3640	66	0,9135	2,246
21	0,3584	0,3839	67	0,9205	2,356
22	0,3746	0,4040	68	0,9272	2,475
23	0,3907	0,4245	69	0,9336	2,605
24	0,4067	0,4452	70	0,9397	2,747
25	0,4226	0,4663	71	0,9455	2,904
26	0,4384	0,4877	72	0,9511	3,078
27	0,4540	0,5095	73	0,9563	3,271
28	0,4695	0,5317	74	0,9631	3,487
29	0,4848	0,5543	75	0,9659	3,732

Cədvəl 10 (davamı).

30	0,5000	0,5774	76	0,9703	4,011
31	0,5150	0,6009	77	0,9744	4,331
32	0,5299	0,6249	78	0,9781	4,705
33	0,5446	0,6494	79	0,9816	5,145
34	0,5592	0,6745	80	0,9848	5,671
35	0,5736	0,7002	81	0,9877	6,314
36	0,5878	0,7265	82	0,9903	7,115
37	0,6018	0,7536	83	0,9925	8,144
38	0,6157	0,7813	84	0,9945	9,514
39	0,6293	0,8098	85	0,9962	11,43
40	0,6428	0,8391	86	0,9976	14,30
41	0,6561	0,8693	87	0,9986	19,08
42	0,6691	0,9004	88	0,9994	28,64
43	0,6820	0,9325	89	0,9998	57,29
44	0,6947	0,9657	90	1,000	∞
45	0,7071	1,0000			

Testlərin cavabı

Test 1				Test 2				Test 3			
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	A	26	B	1	D	26	E	1	C	26	C
2	C	27	A	2	A	27	D	2	E	27	A
3	C	28	B	3	C	28	D	3	A	28	A
4	B	29	E	4	E	29	B	4	D	29	A
5	E	30	B	5	D	30	C	5	A	30	A
6	E	31	D	6	C	31	A	6	B	31	E
7	B	32	A	7	A	32	E	7	D	32	D
8	C	33	C	8	B	33	E	8	A	33	B
9	A	34	D	9	A	34	E	9	C	34	D
10	B	35	E	10	B	35	A	10	C	35	C
11	C	36	A	11	C	36	A	11	D	36	E
12	D	37	E	12	A	37	C	12	B	37	A
13	D	38	C	13	E	38	E	13	D	38	C
14	A	39	E	14	D	39	B	14	A	39	C
15	D	40	A	15	C	40	B	15	E	40	A
16	C	41	B	16	E	41	B	16	A	41	D
17	B	42	A	17	C	42	E	17	C	42	B
18	E	43	C	18	D	43	A	18	D	43	A
19	A	44	A	19	B	44	D	19	B	44	D
20	B	45	D	20	D	45	A	20	A	45	E
21	E	46	D	21	A	46	A	21	B	46	E
22	B	47	A	22	A	47	E	22	A	47	A
23	A	48	D	23	D	48	D	23	B	48	B
24	C	49	D	24	B	49	C	24	E	49	A
25	C	50	D	25	D	50	A	25	B	50	B

Test 4		Test 5				Test 6				Test 7			
s/s	cavab	s/s	cavab	s/s	cavab	s/s	cavab	s/s	cavab	s/s	cavab	s/s	cavab
1	E	1	D	26	B	1	D	26	D	1	D	26	D
2	C	2	A	27	A	2	E	27	A	2	D	27	C
3	D	3	C	28	B	3	E	28	E	3	E	28	A
4	B	4	E	29	E	4	A	29	E	4	B	29	A
5	A	5	D	30	B	5	B	30	B	5	C	30	A
6	B	6	C	31	D	6	D	31	A	6	A	31	A
7	D	7	A	32	A	7	B	32	C	7	C	32	D
8	A	8	B	33	C	8	C	33	A	8	E	33	B
9	B	9	A	34	D	9	A	34	A	9	A	34	C
10	C	10	B	35	E	10	D	35	E	10	D	35	C
11	B	11	C	36	A	11	A	36	C	11	E	36	A
12	C	12	A	37	E	12	D	37	C	12	B	37	D
13	B	13	E	38	C	13	A	38	E	13	E	38	B
14	D	14	D	39	E	14	C	39	D	14	B	39	D
15	E	15	C	40	A	15	E	40	A	15	A	40	B
16	A	16	E	41	B	16	D	41	B	16	E	41	B
17	C	17	C	42	A	17	C	42	E	17	B	42	E
18	D	18	D	43	C	18	B	43	E	18	C	43	C
19	D	19	B	44	A	19	A	44	A	19	D	44	C
20	E	20	D	45	D	20	C	45	B	20	E	45	A
21	C	21	A	46	D	21	B	46	B	21	D	46	D
22	D	22	A	47	B	22	D	47	E	22	C	47	D
23	E	23	D	48	B	23	B	48	C	23	E	48	E
24	C	24	B	49	D	24	C	49	A	24	A	49	C
25	D	25	D	50	C	25	D	50	B	25	A	50	E

Test 8		Test 9				Test 10			
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	C	1	E	26	B	1	B	26	D
2	A	2	C	27	C	2	C	27	D
3	D	3	A	28	D	3	D	28	D
4	C	4	D	29	D	4	A	29	E
5	C	5	B	30	D	5	E	30	A
6	E	6	C	31	C	6	D	31	A
7	A	7	D	32	E	7	A	32	A
8	E	8	B	33	C	8	A	33	E
9	A	9	D	34	D	9	E	34	D
10	A	10	E	35	D	10	A	35	C
11	A	11	C	36	B	11	B	36	D
12	A	12	D	37	C	12	D	37	B
13	C	13	B	38	B	13	A	38	D
14	C	14	C	39	B	14	B	39	E
15	B	15	B	40	A	15	A	40	C
16	D	16	A	41	B	16	B	41	D
17	A	17	C	42	A	17	C	42	E
18	C	18	C	43	C	18	A	43	E
19	A	19	C	44	E	19	D	44	D
20	C	20	D	45	B	20	B	45	E
21	B	21	E	46	E	21	A	46	C
22	E	22	A	47	D	22	B	47	B
23	E	23	A	48	E	23	E	48	C
24	E	24	D	49	B	24	C	49	C
25	E	25	E	50	E	25	A	50	B

Test 11				Test 12							
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	E	26	A	1	A	26	B	51	A	76	C
2	C	27	E	2	C	27	C	52	A	77	C
3	D	28	A	3	A	28	C	53	D	78	C
4	A	29	C	4	E	29	A	54	E	79	C
5	E	30	B	5	A	30	E	55	C	80	C
6	B	31	C	6	B	31	D	56	A	81	D
7	A	32	A	7	B	32	A	57	A	82	A
8	A	33	E	8	C	33	A	58	E	83	A
9	C	34	D	9	A	34	E	59	D	84	C
10	D	35	A	10	A	35	D	60	D	85	C
11	C	36	B	11	B	36	C	61	A	86	A
12	B	37	C	12	D	37	A	62	A	87	A
13	C	38	B	13	A	38	A	63	C	88	A
14	A	39	A	14	C	39	E	64	B	89	B
15	E	40	E	15	A	40	E	65	A	90	A
16	D	41	A	16	A	41	A	66	E	91	B
17	C	42	C	17	A	42	A	67	A	92	C
18	A	43	A	18	B	43	A	68	D	93	C
19	E	44	A	19	B	44	A	69	A	94	B
20	B	45	E	20	A	45	C	70	B	95	B
21	A	46	A	21	A	46	D	71	D	96	E
22	D	47	C	22	E	47	C	72	A	97	B
23	B	48	A	23	C	48	A	73	A	98	D
24	A	49	E	24	A	49	B	74	A	99	C
25	E	50	D	25	D	50	D	75	C	100	A

Test 13				Test 14				Test 15			
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	B	26	A	1	B	26	C	1	B	26	E
2	C	27	E	2	B	27	A	2	A	27	E
3	E	28	A	3	B	28	A	3	B	28	A
4	A	29	A	4	B	29	A	4	B	29	B
5	B	30	E	5	A	30	A	5	B	30	A
6	B	31	B	6	C	31	A	6	E	31	A
7	A	32	E	7	A	32	A	7	D	32	D
8	D	33	A	8	D	33	E	8	A	33	A
9	C	34	D	9	D	34	C	9	B	34	B
10	A	35	D	10	D	35	E	10	A	35	A
11	B	36	E	11	A	36	A	11	E	36	A
12	C	37	B	12	B	37	D	12	A	37	B
13	C	38	D	13	E	38	A	13	A	38	D
14	A	39	C	14	A	39	D	14	B	39	B
15	A	40	A	15	B	40	B	15	A	40	D
16	A			16	A	41	C	16	D	41	A
17	A			17	C	42	A	17	C	42	E
18	A			18	C	43	C	18	A	43	A
19	D			19	C	44	B	19	A	44	E
20	E			20	D	45	E	20	A	45	D
21	C			21	D	46	A	21	A	46	A
22	A			22	A	47	C	22	B	47	B
23	C			23	B	48	A	23	B	48	C
24	D			24	D	49	B	24	C	49	C
25	A			25	A	50	A	25	D	50	A

Test 16				Test 17				Test 18			
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	B	26	D	1	B	26	B	1	C	26	B
2	A	27	A	2	E	27	B	2	D	27	C
3	E	28	D	3	C	28	C	3	B	28	D
4	B	29	D	4	A	29	A	4	A	29	A
5	D	30	A	5	A	30	D	5	D	30	B
6	E	31	A	6	A	31	A	6	B	31	C
7	D	32	A	7	B	32	E	7	B	32	D
8	E	33	A	8	D	33	A	8	E	33	A
9	B	34	C	9	A	34	C	9	A	34	A
10	C	35	C	10	D	35	B	10	B	35	B
11	A	36	E	11	D	36	C	11	B	36	C
12	C	37	A	12	A	37	C	12	D	37	A
13	D	38	A	13	D	38	A	13	C	38	B
14	A	39	D	14	E	39	B	14	A	39	C
15	E	40	D	15	B	40	E	15	E	40	A
16	A	41	B	16	C	41	C	16	D	41	E
17	A	42	B	17	E	42	B	17	A	42	D
18	C	43	B	18	A	43	D	18	A	43	E
19	D	44	D	19	D	44	C	19	B	44	A
20	B	45	E	20	A	45	B	20	C	45	D
21	A	46	A	21	A	46	A	21	C	46	C
22	A	47	A	22	B	47	D	22	B	47	E
23	E	48	A	23	E	48	B	23	D	48	A
24	C	49	A	24	A	49	A	24	A	49	C
25	B	50	B	25	E	50	C	25	B	50	B

Test 19								Test 20			
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	D	26	A	51	E	76	B	1	C	26	D
2	E	27	A	52	E	77	B	2	C	27	C
3	A	28	A	53	E	78	B	3	A	28	B
4	D	29	D	54	A	79	C	4	B	29	B
5	C	30	D	55	C	80	C	5	D	30	A
6	A	31	D	56	A	81		6	C	31	B
7	C	32	A	57	E	82		7	C	32	C
8	D	33	C	58	B	83		8	D	33	D
9	A	34	E	59	B	84		9	A	34	A
10	D	35	A	60	C	85		10	A	35	C
11	A	36	D	61	A	86		11	A	36	C
12	A	37	E	62	B	87		12	A	37	E
13	E	38	B	63	A	88		13	C	38	C
14	B	39	A	64	C	89		14	D	39	D
15	A	40	C	65	C	90		15	A	40	E
16	A	41	A	66	A	91		16	C	41	E
17	C	42	C	67	E	92		17	E	42	D
18	C	43	B	68	A	93		18	C	43	A
19	A	44	A	69	E	94		19	B	44	B
20	A	45	A	70	C	95		20	A	45	C
21	D	46	C	71	A	96		21	A	46	C
22	E	47	D	72	C	97		22	A	47	B
23	C	48	A	73	A	98		23	C	48	C
24	C	49	A	74	A	99		24	C	49	A
25	B	50	A	75	B	100		25	E	50	C

Sınaq testlərinin cavabları

Test 1		Test 2		Test3		Test 4		Test 5	
s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav	s/s	cav
1	C	1	D	1	D	1	B	1	D
2	B	2	C	2	B	2	A	2	E
3	C	3	D	3	D	3	A	3	D
4	D	4	C	4	C	4	B	4	E
5	A	5	B	5	A	5	A	5	A
6	C	6	A	6	B	6	E	6	C
7	A	7	D	7	D	7	B	7	B
8	D	8	C	8	D	8	E	8	B
9	B	9	A	9	A	9	E	9	A
10	D	10	B	10	C	10	A	10	C
11	C	11	D	11	D	11	B	11	D
12	D	12	B	12	E	12	B	12	A
13	B	13	D	13	B	13	B	13	D
14	C	14	B	14	D	14	E	14	D
15	E	15	B	15	A	15	C	15	D
16	C	16	E	16	C	16	B	16	C
17	B	17	C	17	D	17	E	17	D
18	B	18	B	18	D	18	C	18	B
19	E	19	E	19	A	19	A	19	B
20	A	20	B	20	E	20	C	20	E
21	D	21	E	21	C	21	D	21	C
22	C	22	D	22	A	22	C	22	E
23	A	23	A	23	A	23	A	23	A
24	D	24	A	24	B	24	A	24	D
25	A	25	C	25	E	25	B	25	E

**Murquzov Mirzəli İsmayıl oğlu
Hüseynov Cahangir İslam oğlu
Cəfərov Tapdıq Aslan oğlu**

ATOM VƏ NÜVƏ FİZİKASI

- QISA NƏZƏRİ MƏLUMAT*
- SUALLAR*
- MƏSƏLƏLƏR*
- TESTLƏR*

Ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti

Nəşriyyatın direktoru: Xanlar Həsənli
Texniki redaktor: Məcid Qocayev
Korrektor: Xuraman Yusifqızı

M.İ.Murquzov, C.İ.Hüseynov, T.A.Cəfərov

ATOM VƏ NÜVƏ FİZİKASI: «QISA
NƏZƏRİ MƏLUMAT, SUALLAR,
MƏSƏLƏLƏR, TESTLƏR»

Yığılmağa verilmişdir: 15.08.2010, Çapa imzalanıb: 15.09.2010
Formatı: 61x86 1/32. Əla növ kağız. Ofset çap üsulu.
Şərti çap vərəqi: 24,1. Tiraj: 500 nüsxə. Sifariş №104

Kitab «Ləman Nəşriyyatı Poliqrafiya» MMC-də çap olunmuşdur

