

**15-Amaliy mashg‘ulot**  
**Mavzu: Atom yadrosi fizikasi**

**ASOSIY TENGLAMALAR VA FORMULALAR**

Foton energiyasi:

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

Foton massasi:

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

Foton impulsi:

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

De Broyl to‘lqini uzunligi:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Yorug‘lik bosimi:

$$P = \frac{I}{c} (1 + \rho)$$

Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi:

$$h\nu = A + \frac{m_e g^2}{2} \quad \text{yoki} \quad \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m_e g^2}{2}$$

Fotoeffekt uchun qizil chegara:

$$\lambda_q = \frac{hc}{A}, \quad \nu_q = \frac{A}{h}$$

Elektronlar tormozlanishi tufayli hosil bo‘ladigan rentgen nurlarining minimal to‘lqin uzunligi va maksimal chastotasi:

$$\lambda = \frac{hc}{eU}, \quad \nu = \frac{eU}{h}$$

Kompton effekti:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta) = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

Stefan-Bolsman qonuni:

$$M_e = \sigma T^4$$

Kulrang jismning energetik yorituvchanligi:

$$M_e = \varepsilon \sigma T^4$$

Plank fomulasi:

$$f(\omega, T) = \frac{\hbar \omega^3}{4\pi^2 c^2} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{\hbar \omega}{kT} - 1\right)},$$

Absolyut qora jismning maksimal nurlanish qobiliyati:

$$\varphi_{\lambda \max} = CT^5$$

Radioaktiv moddalarning emirilish qonuni

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

radioaktiv yadrolarning **o'rtacha yashash vaqti** deyiladi:

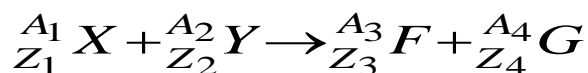
$$\tau = \frac{1}{\lambda}, \quad \tau = 1,44 \cdot T$$

massa **defekti** deyiladi:

$$\Delta M = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}.$$

Nuklonlardan yadro hosil bo'lib massasining kamayishida bu zarralar sistemaning energiyasi  $E_{bog'}$ , bog'lanish energiyasi miqdorida kamayishini bildiradi:

$$E_{bog'} = \Delta M c^2 = (Z m_p + N m_n - M_{ya}) \cdot c^2.$$



Bu yerda X, Y, F, G qandaydir elementlar va zarralar,

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4 \qquad Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

## MASALALAR YECHISH BO‘YICHA USLUBIY TAVSIYALAR

**1 – masala.** Quyoshning nurlanish spektrini tekshirish energetik yorituvchanlik spektral zichligining maksimumi 500 nm to‘lqin uzunligiga to‘g‘ri kelishini ko‘rsatadi. Quyoshni qora jism sifatida qabul qilib quyoshning energetik yorituvchanligi, quyosh sochadigan energiya oqimi hamda 1 s da sochadigan elektromagnit to‘lqinlarning massasini aniqlang.

Berilgan	Yechilishi
$\lambda = 500 \text{ nm}$	<p>Qora jismning energetik yorituvchanligi Stefan-Bolsman formulasi bilan aniqlanadi.</p> $M_e = \sigma T^4$ <p>Nur sochayotgan sirtning harorati Vinning siljish qonunidan foydalanib aniqlashimiz mumkin: <math>\lambda_B = b/T</math>. bundan harorat T ni ifodalab energetik yorituvchanlikni aniqlaymiz:</p> $M_e = \sigma (b/\lambda_m)^4 = 6,67 \cdot 10^{-8} (2,9 \cdot 10^{-3} / 500 \cdot 10^{-9})^4 = 64 \text{ MW} / \text{m}^2$ <p>Quyosh sochadigan energiya oqimi quyoshning energetik yorituvchanligining uning sirtiga ko‘paytmasiga teng:</p> $\Phi_e = M_e \cdot S = M_e \cdot 4\pi R^2 = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$ <p>Quyoshning 1 s da sochadigan elektromagnit to‘lqinlarning massasini massa va energiyaning proporsionallik qonuni <math>E = mc^2</math> orqali aniqlaymiz. t vaqt davomida sochiladigan elektromagnit to‘lqinlarning energiyasi energiya oqimi (nur sochish quvvati) ning vaqtga ko‘paytmasiga teng. <math>E = \Phi_e \cdot t</math>.</p> $\text{Demak, } m = \Phi_e \cdot t / c^2 = 4,3 \cdot 10^9 \text{ kg.}$
$M_e = ?$ $\Phi_e = ?$ $m = ?$	

**2 – masala.** Seziyning sirti to‘lqin uzunligi 400 nm bo‘lgan binafsha yorug‘lik nuri bilan nurlantirilganda fotoelektronlarning maksimal tezligi 650 km/s bo‘lsa, seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasini aniqlang.

Berilgan	Yechilishi
----------	------------

$\lambda=400 \text{ nm}$ $v_{\max}=650 \text{ km/s}$	<p>To‘lqin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi mos kelgan yorug‘lik bilan yoritilganda fotoelektronlarning tezligi, jumladan, kinetik energiyasi ham nolga teng bo‘ladi.</p> $hc/\lambda_0=A$ <p>Seziy uchun chiqish ishini Eynshteyn formulasi yordamida aniqlaymiz:</p> $A=hc/\lambda - m v_{\max}^2/2$ <p>Shunga asoslanib qizil chegara ifodasini topamiz:</p> $hc/\lambda_0=hc/\lambda - m v_{\max}^2/2$ $\lambda_0 = \frac{2hc\lambda}{2hc - m\lambda v_{\max}^2} = 651 \text{ nm}$
$\lambda_q=?$ $\Phi_e=?$ $m=?$	

**3 – masala.** To‘lqin uzunligi 500 nm bo‘lgan yorug‘likning parallel dastasi 10  $\mu\text{Pa}$  bosim hosil qilib qoraytirilgan sirtga normal tushadi. Dastadagi fotonlar konsentratsiyasini, 1 s vaqtda 1  $\text{m}^2$  yuzali sirtga tushayotgan fotonlar sonini aniqlang.

Berilgan	Yechilishi
$\lambda=500 \text{ nm}$ $P= 10 \mu\text{Pa}$ $t=1 \text{ s}$ $S=1 \text{ m}^2$	<p>Dastadagi fotonlar konsentratsiyasi energiyasining hajmiy zichligining bitta fotonning energiyasiga nisbati kabi topilishi mumkin.</p> $n=\omega/\varepsilon$ <p>Yorug‘likning bosimini aniqlovchi <math>P= \omega(1+\rho)</math> ifodadan <math>\omega</math> ni topamiz.</p> $\omega = P/(1+\rho)$ <p><math>\Omega</math> ning tenglamadagi ifodasi orqali konsentratsiyasini ifodalasak:</p> $n = \frac{P}{(\rho + 1)\varepsilon}$ <p>Fotonning energiyasi chastota yoki to‘lqin uzunlikka bog‘liq.</p> $\varepsilon=hv=hc/\lambda$ <p>Fotonning energiyasi uchun topilgan ifoda bilan umumlashtirib izlanayotgan fotonlar konsentratsiyasini</p>
$n=?$ $N=?$	

	<p>topamiz, bunda qoraytirilgan sirt uchun qaytarish koeffitsiyentini nolga teng deb olamiz:</p> $n = \frac{P\lambda}{(\rho+1)hc} = 2,52 \cdot 10^{13} m^{-3}$ <p>1 s vaqt ichida 1 m<sup>2</sup> yuzali sirtga tushayotgan fotonlar sonini <math>N=k/(S \cdot t)</math> munosabatdan topamiz. Bunda k-t vaqtda S yuzali sirtga tushayotgan fotonlar soni. Ammo <math>k=nSct</math>.</p> $N = \frac{ncSt}{St} = nc = 7,56 \cdot 10^{21} m^{-2}$
--	---

**4 – masala.**  ${}_5\text{Be}^{11}$  yadrosining massa yetishmovchiligi va bog‘lanish energiyasi hisoblang.

Berilgan	Yechilishi
${}_5\text{Be}^{11}$	<p>Yadro massa yetishmovchiligini <math>\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - m_{ya}</math> ifoda yordamida topiladi. Massa yetishmovchiligini hisoblashni tizimdan tashqi birliklarda (m.a.b.) bajaramiz. <math>{}_5\text{Be}^{11}</math> yadrosi uchun <math>Z=5</math>, <math>A=11</math>. Yadro massalari, proton va neytron massalarini doimiy kattaliklar qismidan olamiz.</p> $\Delta m = [5 \cdot 1,00783 + (11-5)1,00867 - 11,00931] \text{ m.a.b.}$ <p>Demak <math>\Delta m = 0,08186 \text{ m.a.b.}</math></p>
$\Delta m = ?$	Yadroning bog‘lanish energiyasi $E = \Delta mc^2$ .
$E = ?$	<p>Yadroning bog‘lanish energiyasini ham tizimdan tashqi birliklarda (MeV) hisoblaymiz.</p> $E = 931 \cdot 0,08186 \text{ MeV} = 76,224 \text{ MeV}$

## MUSTAQIL YECHISH UCHUN MASALALAR

**15.1.** Tezligi  $1,9 \cdot 10^7$  m/s bo'lgan  $\alpha$ -zarra oltin atom yadrosining markazidan o'tuvchi to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanib, yadroga qanday eng kichik masofagacha yaqinlashishini hisoblang.  $\alpha$ -zarraning massasi  $6,6 \cdot 10^{-27}$  kg,  $\alpha$ -zarraning zaryadi  $3,2 \cdot 10^{-19}$  C, oltin yadrosining zaryadi  $1,3 \cdot 10^{-17}$  C.

**15.2.** Vodorod atomida elektronlar to'rtinchi statsionar orbitadan ikkinchi orbitaga o'tganda energiyasi  $4,04 \cdot 10^{-19}$  J bo'lgan fotonlar chiqadi (vodorod spektrining yashil chizig'i). Spektrning shu chizig'ining to'lqin uzunligini aniqlang.

**15.3.** Kislorod atomini ionlashtirish uchun 14 eV ga yaqin energiya zarur. Ionlashtiruvchi nurlanishning chastotasini toping.

**15.4.** Modda atomi uyg'onib, bir energetik sathdan ikkinchisiga o'tishida yorug'lik nurlandi hamda atomning energiyasi  $3 \cdot 10^{-19}$  J kamaydi. Nurlanish chastotasini hisoblab toping.

**15.5.** Vodorod atomidagi elektronning orbita bo'ylab tezligini aniqlang.  $r = 10^{-10}$  m.

**15.6.** Rentgen trubkasida anod kuchlanishi 20 V. Anod yaqiniga yetib borgan elektronning tezligini toping.

**7.** Rentgen trubkasida katod va anod orasidagi potentsiallar ayirmasi 66,3 kV bo'lsa, trubkadan chiqadigan rentgen nurlari chastotasining maksimum qiymatini toping.

**15.8.** Rentgen trubkasiga 30 kV kuchlanish berilgan. Uzluksiz rentgen spektrining qisqa to'lqin chegarasi topilsin.

**15.9.** Chastotasi  $3,4 \cdot 10^{15}$  Hz bo'lgan nurlar kislorod atomini ionlashtirishi mumkin bo'lgan eng kichik chastotali nurlar bo'lsa, atomni ionlashtirish energiyasi qanday?

**15.10.** Atomni ionlashtirish uchun 4 eV energiya zarur bo'lsa, ionlashtiruvchi nurlanishning to'lqin uzunligi qancha bo'lishi kerak?

**15.11.** Qanday radioaktiv yemirilish natijasida  ${}^{239}_{94}\text{Pu}$  plutoniy  ${}^{235}_{92}\text{U}$  uranga

aylanadi?

**15.12.** Qanday radioaktiv yemirilish natijasida  $^{22}_{11}\text{Na}$  natriy  $^{22}_{12}\text{Mg}$  magniyga aylanadi?

**15.13.**  $^{238}_{92}\text{U}$  uran uchun  $\alpha$ -zarra yemirilishi reaksiyasini yozing.

**15.14.**  $^{209}_{82}\text{Pb}$  qo'rg'oshin uchun  $\beta$ -yemirilish reaksiyasini yozing.

**15.15.** Radiy  $^{226}_{88}\text{Ra}$  ning  $\alpha$ -yemirilish reaksiyasining yozing. Yemirilishga qadar radiy yadrosini tinch turgan deb hisoblab, hosil bo'lgan yadroning impulslarini va kinetik energiyalarini taqqoslang.

**15.16.** Uran  $^{238}_{92}\text{U}$  izotopi yadrosi bir necha  $\alpha$  va  $\beta$  yemirilishdan so'ng  $^{210}_{82}\text{Pb}$  atomi yadrosiga aylandi. Bunda qancha  $\alpha$  va  $\beta$ -yemirilish bo'lgan?

**15.17.** Agar kobalt elementining yarim yemirilishi davri 71 kun bo'lsa, bir oydan keyin kobaltning radioaktiv yadrolarining necha foizi qoladi?

**15.18.** Radiy izotopining yarim yemirilish davri 1400 yilga teng. Necha yildan keyin undagi atomlar soni 4 marta kamayishini aniqlang.

**15.19.** Sutkaning boshlang'ich 8 soatida radioaktiv modda 3 marta kamaysa, sutkaning oxirida necha marta kamayadi?

**15.20.** Qandaydir radioaktiv elementning aktivligi 4 sutkada 4 marta kamaydi. Uning yarim yemirilish davrini toping.

**15.21.** Radonning yarim yemirilish davri 3,82 sutkaga teng. 1,91 sutkadan keyin bu izotopdagi atomlar soni necha marta kamayadi?

**15.22.** Radioaktiv kumushning aktivligi 645 sutkada 8 marta kamaydi. Kumushning yarim yemirilish davrini sutkalarda hisoblab toping.

**15.23.**  $^{131}_{53}\text{I}$  izotopining yarim yemirilish davri 8 sutkaga teng. 32 sutkadan keyin yod izotopi massasining necha foizi yemiriladi?

**15.24.** Qandaydir radioaktiv elementning 87,5 % atomi yemirilishi uchun qancha vaqt ketadi? Yarim yemirilish davri 2 yil.

**15.25.** Tabiiy xlarning  $^{35}_{17}\text{Cl}$  va  $^{37}_{17}\text{Cl}$  izotoplari mavjud. Agar xlarning atom massasi 35,5 m.a.b. bo'lsa, tabiiy aralashmasidagi izotoplarning har biri necha

foizdan bo‘ladi?

**15.26.**  ${}_1\text{H}^2$  deytriy yadrosining bog‘lanish energiyasini hisoblang.

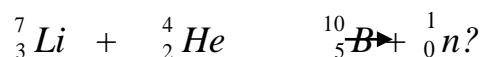
**15.27.** Alyuminiy  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  yadrosining bog‘lanish energiyasini toping.

**15.28.**  ${}_3^7\text{Li}$  va  ${}_8^{16}\text{O}$  yadrolarda bitta nuklonga to‘g‘ri keladigan bog‘lanish energiyasining toping.

**15.29.** Quyidagi yadro reaksiyasida qancha energiya ajraladi:



**15.30.** Quyidagi yadro reaksiyasini amalga oshirish uchun  $\alpha$ -zarra eng kamida qancha energiyaga ega bo‘lishi lozim:



**15.31.** Quyidagi termoyadro reaksiyasida qancha energiya ajraladi:

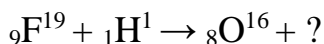


**15.32.**  ${}_{92}^{235}\text{U}$  izotopining bitta yadrosi bo‘lganda, 200 MeV energiya ajraladi.

Shu izotop 4700 g barcha yadrolari bo‘linganda, qancha energiya ajraladi?

**15.33.** Uran atomi bo‘linganda, energiyaning 0,05 % issiqlikka aylanadi. Agar atom elektostansiyasining FIK 25% bo‘lsa, atom reaktorida 4 tonna uran bo‘linganida ajraladigan elektr energiyasini aniqlang.

**15.34.** Ushbu yadro reaksiyada noma’lum zarrachani aniqlang:



**15.35.**  ${}_{10}^{20}\text{Ne}$  izotopini  $\alpha$  – zarracha bilan bombardimon qilganda, proton va noma’lum element hosil bo‘ladi. U qanday elementligini toping.

**15.36.**  ${}_{93}\text{Np}^{234}$  yadrosi atomining elektron qobig‘idan elektronni tutib olganida va so‘ng  $\alpha$  – zarra chiqqanida qanday yadro hosil bo‘ladi?

**15.37.** Quyidagi termoyadro reaksiyada qancha energiya ajraladi:

${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} = {}_2^4\text{He} + \Delta E$ .  ${}_1^2\text{H}$  deyteriyning bog‘lanish energiyasi 2,2 MeV,  ${}_2^4\text{He}$  geliyning bog‘lanish energiyasi 28,3 MeV

**15.38.** Atomdan chastotasi  $1,6 \cdot 10^{16}$  Hz bo‘lgan kvant nurlangan bo‘lsa,



uning energiyasi qanchaga kamaygan?

**15.39.** Radioaktiv izotop yadrosining yarim yemirilish davri 20 sutka. Agar radioaktiv yadrolarning boshlang'ich soni  $10^8$  ta bo'lsa, 5 sutkadan keyin bu izotopning nechta radioaktiv yadrosi yemiriladi?

**15.40.** Agar atom impulsi  $6,6 \cdot 10^{-27}$  kg·m/s bo'lgan fotonni yutsa, uning chastotasi qancha ortadi?

**15.41.** Qandaydir radioaktiv modda yadrolari soni 2 kunda 4 marta kamaysa, 3 kunda necha marta kamayadi?

**15.42.** Radioaktiv izotop yadrosining yarim yemirilish davri 2 sutka. Agar radioaktiv yadrolarning boshlang'ich soni  $10^8$  ta bo'lsa, 4 sutkadan keyin bu izotopning nechta radioaktiv yadrosi yemiriladi?

**15.43.** Radioaktiv izotop yadrosining yarim yemirilish davri 20 sutka. Agar radioaktiv yadrolarning boshlang'ich soni  $10^8$  ta bo'lsa, 15 sutkadan keyin bu izotopning nechta radioaktiv yadrosi yemiriladi?

**15.44.** To'liq uzunligi 662 nm bo'lgan nurlanishning nechta kvanti 1 g massaga ega bo'ladi?

**15.45.** Radioaktiv izotop yadrosining yarim yemirilish davri 20 sutka. Agar radioaktiv yadrolarning boshlang'ich soni  $10^8$  ta bo'lsa, necha sutka oldin bu izotopning soni  $10^9$  ta bo'lgan?

**15.46.** Rentgen trubkasi 20 kV kuchlanishda ishlaydi. Rentgen nurining to'liq uzunligini toping.

**15.47.** Elektron bilan pozitron o'zaro annigilyatsiyalanganda qanday chastotali elektromagnit to'liq hosil bo'ladi?

**15.48.** Atom  $6,4 \cdot 10^{18}$  Hz chastotali nurlanish kvantini yutganida uning energiyasi qanchaga ortadi?

**15.49.** Vodorod atomining ionlanish energiyasi  $2,18 \cdot 10^{-18}$  J. Vodorodning ionlanish potentsiali aniqlansin.

**15.50.** Agar azotning ionlanish potentsiali 14,5 V bo'lsa, azot atomini ionlantirish uchun elektron qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

**15.51.** Atomlarning ilgari lanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi

to'qnashish yo'li bilan ionlantirishga yetarli bo'lishi uchun atomar vodorodning harorati qanday bo'lishi kerak? Atomar vodorodning ionlanish potentsiali 13,6 V.