

DODATNE AUDITORNE

zad1: kolika je valna dužina fotona koji se raspršuje na slobodnom e^- , ako max kin. energija koju može dobiti e^- u raspršenju iznosi $E = 0,19 \text{ MeV}$.

$$E = \gamma m_0 c^2 - m_0 c^2, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad v \ll c$$
$$E_{\text{kin}} = \cancel{m_0 c^2} + \frac{mv^2}{2} + \dots - \cancel{m_0 c^2}$$

$$E = h\nu - h\nu' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} \leftarrow \lambda' = \lambda + \Delta\lambda$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\vartheta}{2}, \quad \lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda} \quad \text{max}$$

$$\Delta\lambda_{\text{max}} \text{ za } \vartheta = \pi$$

$$\Delta\lambda = \frac{2h}{m_0 c}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + 2\lambda_c}$$

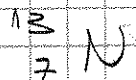
$$E = hc \cdot \frac{2\lambda_c}{\lambda(\lambda + 2\lambda_c)}$$

$$\lambda^2 + 2\lambda_c \cdot \lambda - \frac{2hc\lambda_c}{E} = 0$$

$$\lambda = 3,7 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Zad 2: U laboratoriju imamo $m = 1,49 \mu\text{g}$ čistog
 dušika $^{13}_7\text{N}$ koji ima vrijeme poluraspada
 10 min. Nakon koliko vremena će aktivnost
 pasti na 1 raspad u sekundi.

$$m = 1,49 \mu\text{g}$$



$$A(t) = \lambda N(t)$$

$$T_{1/2} = 10 \text{ min}$$

$$A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A(t_1) = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$t_1 = ?$$

$$N_0 = \frac{N_A m}{M} = 6,9 \cdot 10^{16}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$A(t_1) = \lambda N_0 e^{-\lambda t_1} \quad / \ln$$

$$t_1 = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{A(t_1)}{\lambda N_0}$$

$$= \frac{1}{\lambda} \ln \frac{\lambda N_0}{A(t_1)} = \frac{\ln(\lambda N_0)}{\lambda}$$

$$t_1 = 2,77 \cdot 10^4 \text{ s}$$

Zad 3: Koliki je kut raspršenja fotona $E = h\nu = 0,2 \text{ MeV}$
 na slobodnom e^- , ako foton u raspršenju
 izgubi 10% svoje energije.

$$E = h\nu = 0,2 \text{ MeV}$$

$$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\vartheta}{2}$$

$$E' = h\nu' = 0,9E$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$$

$$\Delta\lambda = \frac{hc}{E'} - \frac{hc}{E} = \frac{hc}{0,9E} - \frac{hc}{E}$$

$$\frac{hc}{E} \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right) = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\vartheta}{2}$$

$$\frac{hc}{0,9E} = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\vartheta}{2}$$

$$\sin \frac{\vartheta}{2} = \left(\frac{hc}{1,8\lambda_c E} \right)^{1/2} = 0,377$$

$$\vartheta = 44,3^\circ$$

Zad4: Snop monokromatske svjetlosti valne dužine

$\lambda = 532 \text{ nm}$ i snage $P = 5 \text{ mW}$ pada

na pločicu cezija izlaznog rada $W_i = 2,14 \text{ eV}$.

Ako je između pločice cezija (fotokatoda)

i anode napon koji ubrzava izbačene e^- ,

te ako je vjerojatnost da će upadni

foton uzrokovati fotoelektrični efekt 60%

kolika je struja između katode i anode.

$$\lambda = 532 \text{ nm}$$

$$P = 5 \text{ mW}$$

$$W_i = 2,14 \text{ eV}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = 2,33 \text{ eV}$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = ?$$

$$\frac{dN_\gamma}{dt} = \frac{P}{h\nu} = \frac{P\lambda}{hc}$$

$$\frac{dN_e}{dt} = 0,6 \frac{dN_\gamma}{dt}$$

$$\frac{dQ}{dt} = e \cdot \frac{dN_e}{dt} = e \cdot 0,6 \frac{P\lambda}{hc}$$

$$I = 1,29 \text{ mA}$$

Zad5: Mjerenje aktivnosti radioaktivnog izotopa ^{14}C , mase

$m = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ je pokazalo da postoji $A = 10^5 \text{ s}^{-1}$,

odredite vrijeme raspada izotopa.

$$m = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$A = 10^5 \text{ s}^{-1}$$

$$T_{1/2} = ?$$

$$N(t) = A(t)$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

$$\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N = A$$

$$M = 14 \text{ g/mol}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N}{A} = \frac{\ln 2}{A} \cdot \frac{m}{M} N_A$$

$$= 5568 \text{ god}$$

Zad6: Jednoliki film i dani oksid TiO_2 debljine 1036 nm indeksa loma $n=2,62$ jednoliko je raspodjeljen preko površine stakla. Svjetlost valne dužine 520 nm pada okomito na film iz zraka. Koliko min treba povećati debljinu filma da bi refleksija bila najmanja.

$$d = 1036 \text{ nm}$$

$$n = 2,62$$

$$\lambda = 520 \text{ nm}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$2d \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} = m\lambda \quad \text{min}$$

$$m \in \mathbb{Z}$$

$$2dn = m\lambda$$

$$d = \frac{m\lambda}{2n} = 99,24 \text{ nm}$$

$$d > 1036 \text{ nm}$$

$$m = 11$$

$$d(m=11) = 1091,6 \text{ nm}$$

$$\Delta d = d(m=11) - d_0 = 55,6 \text{ nm}$$

Zad7: U trostruko ioniziranom atomu Berilija Be^{3+} (9_4Be) nalazi se u pobuđenom stanju s radijusom putanje jednakom radijusu e^- u osnovnom stanju vodikovog atoma.

Koji je kvantni broj pobuđenog stanja?

Kolika je frekv. fotona koji može izbaci e^- iz ovog pobuđenog stanja.

$$\text{Re } \textcircled{3+} \left(\frac{1}{4} \text{Re} \right)$$

$$n = 2$$

$$r_n = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e Z e^2} n^2$$

$$r_n = a_0$$

$$a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} \cdot 1$$

$$\Rightarrow r_n = \frac{a_0}{2} n^2 = a_0 \Rightarrow n^2 = 2 = 4$$

$$n = 2$$

$$h\nu = -E_2$$

$$h\nu = - \left(\frac{-13,6 \text{ eV}}{2^2} \right) 2^2$$

$$\nu = 1,314 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Zad 8: Foton valne dužine $\lambda = 50 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ raspršuje se na mirnom e^- , tako da je promjena energije fotona max. Odredite količinu gibanja raspršenog e^- u jedinicama eV/c

$$\lambda = 50 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\nu}{2}$$

$$\nu = \pi$$

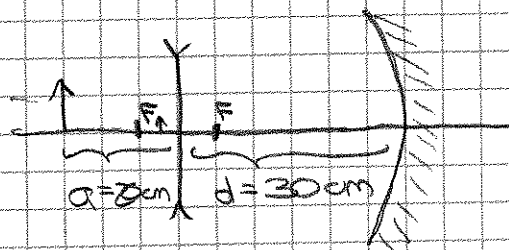
$$\lambda' = \lambda + 2\lambda_c$$

$$\text{ZOI} \quad \underbrace{(\gamma m_0 v)^2}_{p_e^2} = \underbrace{\left(\frac{h\nu}{c} \right)^2 + \left(\frac{h\nu'}{c} \right)^2 - \frac{2h^2 \nu \nu' \cos \nu}{c^2}}_{p_e^2} \quad \nu = \pi$$

$$p = h \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda'} \right)$$

$$= 48,5 \cdot 10^3 \text{ eV}/c$$

29: Predmet se nalazi 20 cm lijevo od divergentne leće, $f = -8$ cm. Konkavno zrcalo, $f = 12$ cm se nalazi na optičkoj osi, na udaljenosti 30 cm desno od leće. Na kojoj udaljenosti od zrcala se nalazi konačna slika.



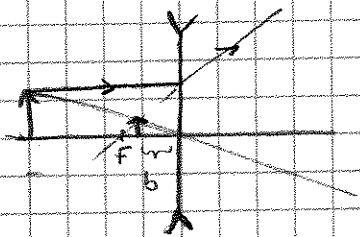
$$a_1 = 20 \text{ cm}$$

$$f_1 = -8 \text{ cm}$$

$$f_2 = 12 \text{ cm}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$b_2 = ?$$



$$a > 0$$

$$b < 0$$

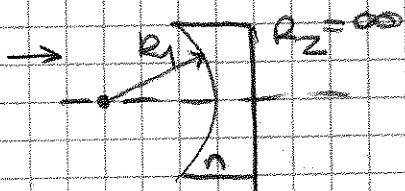
$$b > 0$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1}$$

$$b_1 = -\frac{40}{7} \text{ cm}$$

$$f_{\text{div}} < 0$$

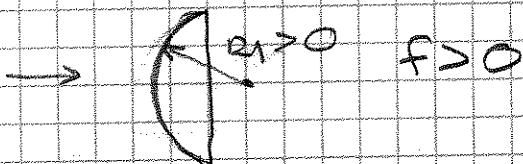
$$f_{\text{konv}} > 0$$



$$R_1 < 0$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$f < 0$$



$$R_1 > 0$$

$$f > 0$$

$$a_2 = d - b_1 = \frac{250}{7} \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2}$$

$$b_2 = 18,1 \text{ cm}$$

210. Izvor svjetlosti koji se giba brzinom $v = 5 \text{ cm/s}$ duž optičke osi, približava se konkavnom sfernom zrcalu, $R = 50 \text{ cm}$. Kojom brzinom se giba slika tog izvora kada je izvor udaljen 20 cm od temena zrcala.

$$v = 5 \text{ cm/s} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} \quad a > 0$$

$$R = 50 \text{ cm}$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$\frac{db}{dt} = ?$$

$$v = \frac{da}{dt}$$

$$b = \frac{Ra}{2a - R}$$

$$\frac{db}{dt} = \frac{Ra}{2a - R} + \frac{Ra \cdot (-2\dot{a})}{(2a - R)^2}$$

$$\frac{db}{dt} = \frac{2a\dot{a}R - R^2\dot{a} - 2a\dot{a}R}{(2a - R)^2}$$

$$= -\frac{R^2}{(2a - R)^2} v = -125 \text{ cm/s}$$

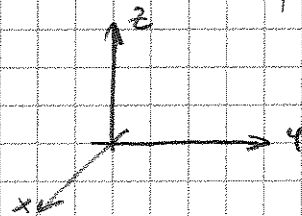
211. Magnetska komponenta polariziranog EM vala u vakuumu, dana je izrazom $B_x = (4 \cdot 10^{-7} \text{ T}) \sin[(1.57 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}y + \omega t)]$

Napišite: a) smjer širenja vala

b) valna dužina

c) frekvencija

d) puni izraz za neisčezavajuće komponente električnog polja



a) $y = f(kx - \omega t) + g(kx + \omega t)$ smjer vala $-y$ ($kx + \omega t$)

b) $\lambda = ? \quad \lambda = \frac{2\pi}{k} = 400 \text{ nm}$

$$k = 1.57 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

c) $\nu = ? \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 7.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$\omega = k \cdot c = 4.7 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

d) $\vec{E} \cdot \vec{r} = k_x x + k_y y + k_z z \quad \hat{E} = \hat{E} \times \hat{B}$

$$-\vec{g} = \vec{H} \times \vec{x}$$

$$-\vec{g} = -\vec{H} \times \vec{x}$$

$$H_x = -c B_0 \sin(ky \cdot y + \omega t)$$

$$\vec{N} = \frac{1}{\mu_0} \vec{H} \times \vec{B} = \frac{1}{\mu_0} c B_0^2 \sin^2(ky + \omega t)$$