

**ЗАДАЦИ ЗА РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ (2010.)**  
**IV РАЗРЕД**

1. Буре висине  $d = 1m$  испуњено је водом индекса преламања  $n = 1,333$ , а на дну бурета се налази равно огледало. Израчунајте удаљеност  $x$  између тачке А у којој свјетлосни зрак улази у воду и тачке В у којој се зрак, након одбијања од огледала, свјетлости враћа у ваздух, ако је упадни угао  $\alpha = 20^\circ$ .

2. Монохроматска свјетлост таласне дужине  $\lambda = 700nm$  пада нормално на оптичку решетку. Максимуми трећег реда интензитета дифрактоване свјетлости виде се под углом  $\theta_3 = 10^\circ$ . Одредити константу решетке и број прореза  $N$  на дужини решетке  $L = 1cm$ . Колики је теоријски највиши ред интензитета ове дифрактоване монохроматске свјетлости која се може видјети овом оптичком решетком? ( $\sin 10^\circ = 0,174$ ).

3. Једна од метода одређивања Планкове константе састоји се у следећем: површина истог метала најприје се освијетли свјетлошћу фреквенције  $\nu_1$  и измјери напон  $U_1$  при коме престаје фотоелектрички ефекат. Исти поступак се понови и за свјетлост фреквенције  $\nu_2$  при чему се измјери напон  $U_2$ . У једном таквом експерименту добијени су следећи резултати  $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15} Hz$ ,  $U_1 = 6,6V$ ,  $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15} Hz$ ,  $U_2 = 16,5V$ .

Колика је Планкова константа? Наелектрисање електрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ .

4. Коликим напонем треба да се убрзају  $\alpha$ -честица и протон да би укупна релативистичка енергија  $\alpha$ -честице постала трипут већа од укупне релативистичке енергије протона?

(Напомена:  $\alpha$ -честица састављена је од два протона и два неутрона. Стога  $\alpha$ -честица има наелектрисање  $2e$ , а пошто је маса неутрона  $m_n$  само мало већа од масе протона

$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ , то за масу  $\alpha$ -честице можемо приближно да пишемо  $m_\alpha = 4m_p$ .)

5. Електрична снага једне нуклеарне електране износи  $P_{el} = 100MW$ . Коефицијент корисног дејства електране је 25%, а енергија ослобођена по једној фисији износи

$E_f = 200MeV$ . Колико се чистог горива урана  $^{235}_{92}U$  утроши у току сваког часа рада електране? Авогадров број  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$ .

здатке припремио: Милко Бабић

рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

# РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IV РАЗРЕД

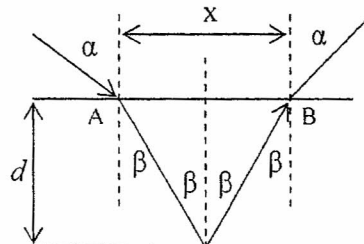
Упутство за бодовање. Овдје је приказан један начин рјешавања задатака. Ако ученици ријеше задатак другачијим а физички исправним начином, треба им дати пуни број бодова предвиђен за тај задатак. Ако ученици не напишу посебно сваки овдје предвиђени корак, а видљиво је да су га направили, треба им дати бодове као да су га написали.

1.

$$d=1m, n=1,333, \alpha=20^\circ, x=?$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x}{2d} \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad \frac{x}{2d} = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$



$$x = \frac{2d \sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad \text{Из закона преламања свјетлости} \quad n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$$

$$x = \frac{2d}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{n}\right)^2}} \frac{\sin \alpha}{n}, \quad x = \frac{2d \sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$$

$$x = \frac{2 \cdot 1m \cdot 0,342}{\sqrt{1,333^2 - 0,342^2}}, \quad x = 0,531m$$

$\Sigma=20$

2.

$$\lambda = 700nm, \theta_3 = 10^\circ, L = 1cm, \sin 10^\circ = 0,174, N = ?, n_{\max} = ?$$

$$\text{Максимуми } n - \text{тог реда се виде под углом } \sin \theta_n = \frac{n \cdot \lambda}{d} \quad d - \text{константа решетке}$$

Константа решетке је према услову задатка ( $n = 3$ )

$$d = \frac{3\lambda}{\sin \theta_3} \quad d = 1,2 \cdot 10^{-5}m$$

Број прореза на дужини решетке  $L = 1cm$  у овом случају износи

$$N = \frac{1}{d} = \frac{\sin \theta_3}{3\lambda} = 82689 \frac{1}{m} = 827 \frac{1}{cm}$$

$$\text{Да би свјетлост могла теоријски да се види на екрану треба да је } \sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d} \leq 1$$

$$\text{Што за највиши ред дифрактоване свјетлости даје } n_{\max} = 17$$

$\Sigma=20$

3.

Електрони неће доћи до аноде ако је рад електричног поља  $eU$  једнак или већи од почетне кинетичке енергије електрона, тј. у граничном случају  $eU = \frac{mv^2}{2}$  3

Тада Ајнштајнову релацију за фотоелектрични ефекат можемо записати у облику:

$$h\nu = A_i + eU \quad \text{за два посматрана мјерења важи: } h\nu_1 = A_i + eU_1 \quad 3 \quad h\nu_2 = A_i + eU_2 \quad 3$$

Рјешавањем овог система једначина добијамо

$$h = \frac{e(U_2 - U_1)}{\nu_2 - \nu_1} \quad 7 \quad h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} C (16,5V - 6,6V)}{4,6 \cdot 10^{15} Hz - 2,2 \cdot 10^{15} Hz} \quad h = 6,6 \cdot 10^{-34} Js \quad 4$$

$\Sigma=20$

4.

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} kg, \quad c = 3 \cdot 10^8 m/s, \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} C, \quad U = ?$$

$E_\alpha = 3E_p$ , Кинетичка енергија честице наелектрисања  $q$ , која је убрзана напонем  $U$  износи  $E_k = qU$

$$E_\alpha = m_\alpha c^2 + 2eU \quad 4$$

$$E_p = m_p c^2 + eU \quad 4$$

$$m_\alpha c^2 + 2eU = 3(m_p c^2 + eU) \quad 2$$

$$eU = (m_\alpha - 3m_p)c^2$$

$$U = \frac{m_p c^2}{e} \quad 6$$

$$U = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} kg \cdot (3 \cdot 10^8 m/s)^2}{1,6 \cdot 10^{-19} C}$$

$$U \approx 9,4 \cdot 10^8 V = 940 MV \quad 4$$

$\Sigma=20$

5.

$$P_{el} = 100 MW, \quad \tau = 1h, \quad \eta = 0,25, \quad E_f = 200 MeV, \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}, \quad m_\tau = ?$$

Укупна енергија која се ослобађа у нуклеарној електрани у току рада од  $\tau = 1h$  може се изразити на следећи начин

$$E_t = N_\tau \cdot E_f = P_{nuk} \cdot \tau = \frac{P_{el}}{\eta} \cdot \tau \quad 5 \quad (1) \quad P_{nuk} - \text{снага нуклеарних реакција}$$

$N_\tau$  – укупан број језгара урана  ${}^{235}_{92}U$  који доживи фисију у току времена  $\tau = 1h$  и он износи

$$m_\tau = N_\tau m({}^{235}_{92}U) = N_\tau \frac{A({}^{235}_{92}U)}{N_A} \quad 5 \quad (2)$$

$m({}^{235}_{92}U)$  – маса језгра која је приближно једнака маси атома урана  ${}^{235}_{92}U$

$A({}^{235}_{92}U) = 0,235 kg/mol$  – маса једног мола атома урана,  $N_A$  – Авогардов број

Из (1) и (2) се елиминацијом величине  $N_\tau$  добија да задата нуклеарна електрана у току сваког часа утроши следећу масу чистог урана

$$m_\tau = \frac{P_{el} \cdot \tau}{\eta E_f \cdot N_A} A({}^{235}_{92}U) \quad 5 \quad m_\tau = 17,56 g \quad 5$$

$\Sigma=20$