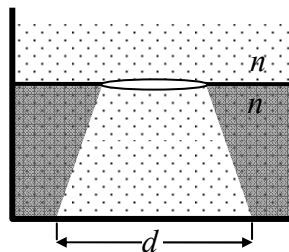




1. (МФ спец. издање 2005/06, 97-3) У књигама научне фантастике се предвиђа да ће у будућности свемирско соларно једрење бити један од најпопуларнијих спортова. Ефикасно соларно једро би могла да буде танка плоча направљена од веома лаког идеално рефлектујућег материјала. Нека та плоча мирује у почетном тренутку на растојању од Сунца једнаком полупречнику Земљине орбите око Сунца  $R = 149,6 \cdot 10^9$  m. Плоча је оријентисана тако да зрачење пада нормално на њу. Гравитационо поље планета занемарити. Колику ће максималну брзину достићи овакво соларно једро током кретања? Маса по јединици површине плоче је  $\rho_s = 3,0 \cdot 10^{-4}$  kg m<sup>-2</sup>. Маса Сунца је  $M_s = 1,9891 \times 10^{30}$  kg, његова средња снага зрачења је  $P = 3,9 \cdot 10^{26}$  W, а универзална гравитациона константа  $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>. (20п)
2. Електрон, чија се почетна брзина може занемарити креће се у хомогеном електричном пољу јачине  $E = 1$  MV/m. Колику ће кинетичку енергију имати електрон после  $t = 10$  ns од почетка кретања. Наелектрисање електрона је  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C, његова маса је  $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg и брзина светлости  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s (25п)
3. Протон лети брзином  $4,6 \cdot 10^4$  m/s, судара се са непобуђеним атомом хелијума који мирује. Након судара атом је у побуђеном стању, а протон се креће у супротној смеру од првобитног и има дупло мању брзину него пре судара. Наћи таласну дужину фотона који ће емитовати хелијумов атом. Маса протона је  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, а атома хелијума  $6,64 \cdot 10^{-27}$  kg. (15п)
4. У широки суд с водом, паралелно са дном, стављено је танко сабирно сочиво чија је жижна даљина у води  $f = 22$  cm. Сочиво је окружено хоризонталним непрозирним заклоном. Удаљење сочива од дна суда једнако је жижној даљини  $f$ . Ако је површина воде осветљена дифузном светлошћу колики ће бити пречник  $d$  осветљене површине на дну суда? Индекс преламања воде је  $n = 1,333$ . (25п)
5. Највећа таласна дужина спектралне линије Лајманове серије спектра водоника износи 122 nm. Одредити највећу таласну дужину у Балмеровој серији. (15п)



Слика 4

Задатке припремио: др Александар Крмпот, Институт за физику, Београд

Рецензент: др Борђе Спасојевић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО  
07.03.2009.

1. Сила којом сунчево зрачење делује на плочу када се она налази на растојању  $r$  од Сунца је једнака  $F = 2 \frac{P}{4r^2 \pi c} S$  (5п), где је  $S$  површина плоче. Одатле је потенцијална енергија плоче у пољу ове силе  $E_p(r) = \frac{PS}{2\pi c r}$  (8п). Плоча ће достићи максималну брзину када се удаљи на велико растојање од Сунца. Тада је из закона одржања енергије  $\frac{mv^2}{2} = -\frac{\gamma M_s m}{R} + E_p(R)$  (5п) одакле је  $v = \sqrt{\frac{P}{\pi c \rho_s R} - \frac{2\gamma M_s}{R}} = 8,6 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  (2п).

2. Према основној једначини динамике  $\frac{dp}{dt} = F$  (1п) па је  $\frac{d}{dt}(m_0 v / \sqrt{1-v^2/c^2}) = eE$  (2п) или  $d(m_0 v / \sqrt{1-v^2/c^2}) = eEdt$  (4п). Интеграљењем се добија  $m_0 v / \sqrt{1-v^2/c^2} = eEt + C$  (4п), а константа  $C$  се може добити из почетних услова тј. за  $t = 0$  је  $v = 0$  па је и  $C = 0$  (4п). Из претходне једначине следи да је  $v = \frac{eEt}{m_0} / \sqrt{1 + (eEt/m_0 c)^2}$  (4п), па се заменом у израз за кинетичку енергију  $E_k = m_0 c^2 \left( 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2} - 1 \right)$  (4п) добија  $E_k = m_0 c^2 \left( \sqrt{1 + \left( \frac{eEt}{m_0 c} \right)^2} - 1 \right) \approx 2,5 \text{MeV}$  (2п).

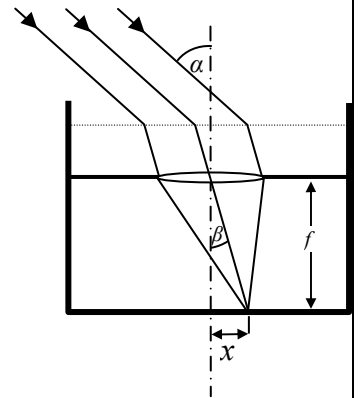
3. Из закона одржања импулса  $mv = Mu - mv/2$  (4п) налази се брзина хелијумовог атома након судара са протоном  $u = \frac{3mv}{2M}$  (2п). Из закона одржања енергије  $\frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \left( \frac{v}{2} \right)^2 + \frac{Mu^2}{2} + \frac{hc}{\lambda}$  (5п) налази се таласна дужина фотона  $\lambda = \frac{8hcM}{3mv^2(M-3m)} = 6,1 \cdot 10^{-7} \text{m}$  (4п).

4. Претпоставимо да на површину воде пада паралелно сноп зрака под упадним углом  $\alpha$ . Тада преломни угао  $\beta$  може да се нађе из Снеловг закона  $\sin \alpha = n \sin \beta$  (2п). Паралелени зраци се након проласка кроз сочиво секу у тачки која се налази у жижиној равни, односно у овом случају на дну суда (4п за исправну слику). Са слике се види да је  $x = f \tan \beta = f \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = f \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = f \frac{\sin \alpha}{n \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} = \frac{f \sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$  (5+1+2+3+1п).

Величина  $x$  има максималну вредност када је  $\alpha = 90^\circ$ , односно када зраци падају паралелно површини воде  $x_{\max} = \frac{f}{\sqrt{n^2 - 1}}$  (5п). Пошто при осветљавању дифузном

светлошћу светлосни зраци падају под свим угловима произилази да ће на дну суда бити осветљена површина чији је пречник  $d = 2x_{\max} = \frac{2f}{\sqrt{n^2 - 1}} \approx 50 \text{cm}$  (2п).

5. Линије у спектрима атома водоника карактеришу се таласним дужинама  $\lambda_{nm}$  за које важи формула  $\frac{1}{\lambda_{nm}} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$  (2п) где је  $n = 1, 2, 3, \dots$  а  $m > n$  такође цео број. За дату серију ( $n = \text{const}, m = n+1, n+2, n+3, \dots$ ) максималну таласну дужину имаће линија за коју је  $m = n+1$  (3п). За Лајманову серију ( $n = 1$ ) максимална таласна дужина износи  $\lambda_1 = \frac{4}{3R}$  (4п), а за Балмерову серију ( $n = 2$ ) је  $\lambda_2 = \frac{36}{5R}$  (4п). Елиминацијом Ридбергове константе добија се  $\lambda_2 = \frac{27}{5} \lambda_1 = 659 \text{nm}$  (2п).





**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.**

