



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2008/209. ГОДИНЕ.



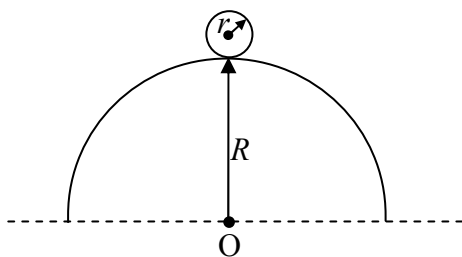
IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

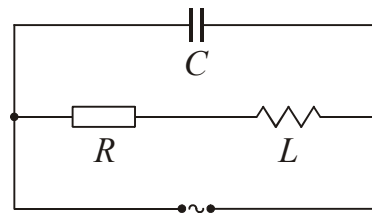
ОКРУЖНИ НИВО
07.03.2009.

1. Хомогена (пуна) кугла, полупречника r , се из стања мировања почне да котрља без клизања низ полусферу полупречника R (слика 1) са њеног врха. Колика је угаона брзина кугле у тренутку одвајања од полусфере? [помоћ: искористити формулу $I = 2mr^2/5$ за момент инерције хомогене кугле; водити рачуна да маса кугле m није позната.] (25п)
2. Наћи за колико се увећа релативистичка маса електрона који се из мировања убрза потенцијалном разликом од 1MV. Колика је брзина електрона након убрзавања? Колика би била брзина електрона рачуната нерелативистички? Занемарити закочно зрачење. (15п)
3. У емисионом спектру атома водоника у близини линије таласне дужине $\lambda_1=486,1320\text{nm}$ налази се линија са таласном дужином $\lambda_2=485,9975\text{nm}$. Под претпоставком да та линија припада спектру зрачења изотопа водоника, одредити који је то изотоп. Познато је да су масе нуклеона око 1800 пута веће од масе електрона. (Млади физичар 101, 19. страна) (20п)
4. У колу са слике 2, учестаност напона који даје извор се може мењати док је амплитуда напона константна. Наћи ону учестаност ω за коју је јачина струје која тече кроз извор у фази са напоном. Величине R , L и C су познате и вреди $L > R^2 C$. (20п)
5. Паралелан сноп електрона, убрзаних напоном $U=510\text{kV}$, пада нормално на дијафрагму са два узана отвора који се налазе на растојању $d=50\mu\text{m}$. Одредити растојање суседних дифракционих максимума на екрану, који се налази на растојању $a=1\text{m}$ од дијафрагме са отворима. (20п)

Користити: Планкова константа $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{Js}$, елементарно наелектрисање $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$, маса мировања електрона $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$, брзина светлости $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.



Слика 1



Слика 2

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

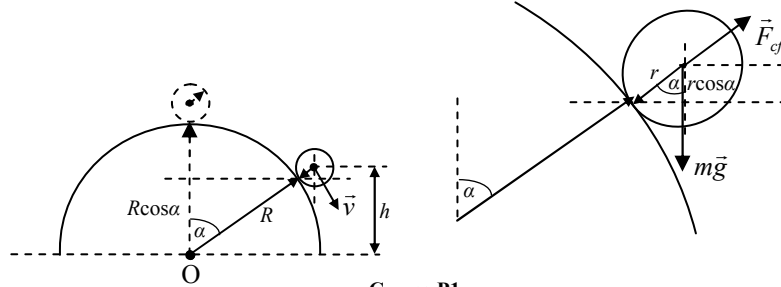


IV РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
07.03.2009.

P1. Пошто се кугла котрља без клизања, вреди $v = \omega \cdot r$ (2п). Према закону одржања енергије (ЗОЕ) је $mg(R+r) = mv^2/2 + I\omega^2/2 + mgh$ (3п), где је h -висина од тла на којој ће се кугла одвојити од полусфере, m -маса кугле и $I = 2mr^2/5$ - момент инерције кугле. Пошто је $h = (R+r)\cos\alpha$ (3п) (Слика P1), ЗОЕ добија облик $g(R+r) = 7v^2/10 + g(R+r)\cos\alpha$ (3п) одакле је $v^2 = 10g(R+r)(1-\cos\alpha)/7$ (3п). У тренутку одвајања кугле од полусфере нормална реакција подлоге исчезава ($N=0$) (3п) те се једначина кретања у радијалном правцу своди на $mg\cos\alpha = mv^2/(R+r)$ (3п). Налажењем $\cos\alpha$ из последње једначине и заменом у претходну добија се да је брзина у тренутку одвајања $v = \sqrt{10g(R+r)/17}$ (3п) односно да је угаона брзина $\omega = v/r = \sqrt{10g(R+r)/(17r^2)}$ (2п).

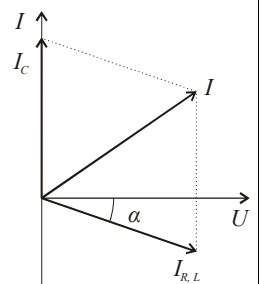


Слика P1

P2. Маса електрона у кретању је $m = \gamma m_0$, где је $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$, а m_0 маса мировања електрона (2п). Кинетичку енергију електрон добија од убрзавајућег потенцијала тако да је $T = m_0 c^2 (\gamma - 1) = eU$ (2п). Налажењем γ из последње једначине и заменом у једначину за масу добијамо да се маса електрона увећала за $m - m_0 = eU/c^2 = 1,7 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ (3п). Брзину електрона након убрзавања можемо наћи из $\gamma = eU/m_0 c^2 + 1$ (2п), одакле је $v = c\sqrt{1 - 1/(eU/m_0 c^2 + 1)^2} = 0,941c = 2,82 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (3п). Рачунајући нерелативистички вреди $m_0 v^2/2 = eU$, односно $v = \sqrt{2eU/m_0} = 5,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (3п).

P3. Таласне дужине ових линија могу да се добију из Балмерове формуле $1/\lambda_1 = R_1(1/n^2 - 1/m^2)$ односно $1/\lambda_2 = R_2(1/n^2 - 1/m^2)$ (3п). Ридбергове константе R_1 и R_2 су пропорционалне [$R = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot 2e^4\pi^2\mu/(ch^3)$] редукованим масама μ_1 и μ_2 (3п). Из претходних једначина се добија $\lambda_2/\lambda_1 = R_1/R_2 = \mu_1/\mu_2$ (3п). Како је редукована маса $\mu = Mm_0/(m_0 + M)$ (3п) [M је маса језгра а m_0 маса мировања електрона], налазимо $M_2 = m_0/[\lambda_2(1 + m_0/M_1)/\lambda_1 - 1]$ (3п). Следи $M_2 \sim 2 \cdot 1800 \cdot m_0$ (3п) што значи да се језгро састоји од два нуклеона, односно да је у питању **деутеријум** (2п).

P4. Јачина струје кроз грану са кондензатором је $I_C = U/R_C = \omega CU$ (2п) и жури у односу на напон за 90° (3п) (Слика P2). Јачина струје кроз грану са отпорником и завојницом је $I_{R,L} = U/Z_{R,L} = U/\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ (3п) и касни за напоном за угао α који се добија из $\text{tg}\alpha = \omega L/R$ (3п). Са слике се види да је јачина струје кроз извор у фази са напоном када је $I_C = I_L \sin\alpha$ (3п). Синус угла може да се изрази преко тангенса па се добија $\sin\alpha = \omega L/\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ (3п). Из претходних једначина може да се изрази ω и тада се добија $\omega = \sqrt{1/(LC) - R^2/L^2}$ (3п).



P5. Де Брољева таласна дужина је $\lambda = h/p$, где је $p = m_0 v/\sqrt{1-v^2/c^2}$ импулс електрона који се, због великог убрзавајућег напона, креће релативистичком брзином (3п). Убрзавајући напон даје електронима кинетичку енергију $T = eU$ (3п) те је $\lambda = h/\sqrt{2m_0 eU + (eU)^2/c^2}$ (3п), где је искоришћено $p = \sqrt{2m_0 T + T^2/c^2}$ (3п). При дифракцији са узаним отвором, растојање два суседна максимума је $x = \frac{\lambda a}{d}$ (3п) те је коначно $x = \frac{ha}{d\sqrt{2m_0 eU}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + eU/2m_0 c^2}}$ (3п) односно $x = 28 \text{ nm}$ (2п).