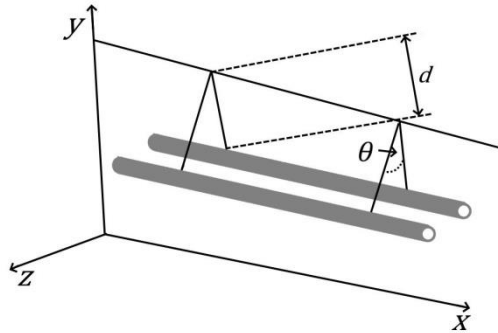


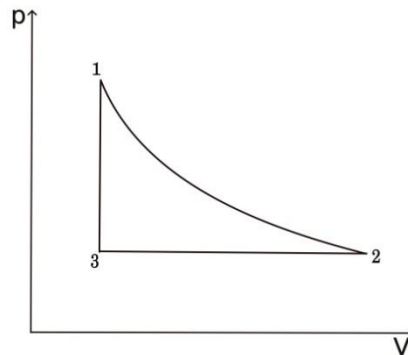
**32. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА
СРЕДЊИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (7. март 2026)**

III РАЗРЕД

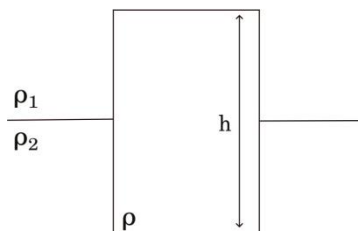
1. Двије дугачке, паралелне жице, од којих свака има масу по јединици дужине λ , висе у хоризонталној равни, окачене о ужад дужине d . Када се кроз жице пропусти електрична струја јачине I , жице се одбијају тако да угао између ужади износи θ . Одредити смјер и јачину струје I ?



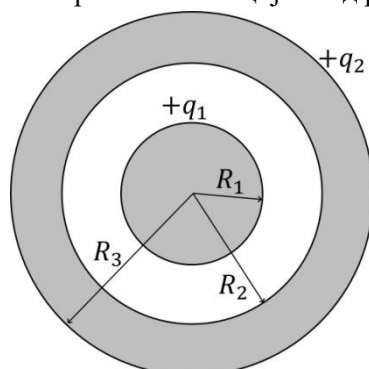
2. Кружни циклус састоји се од изохоре, адијабате и изобаре, при чему је однос максималне и минималне температуре у току циклуса $\frac{T_{max}}{T_{min}} = \tau$. Радно тијело је идеалан гас. Одредити коефицијент корисног дејства идеалне топлотне машине чији се рад заснива на овом циклусу? Резултат изразити у зависности од коефицијента адијабате γ и параметра τ .



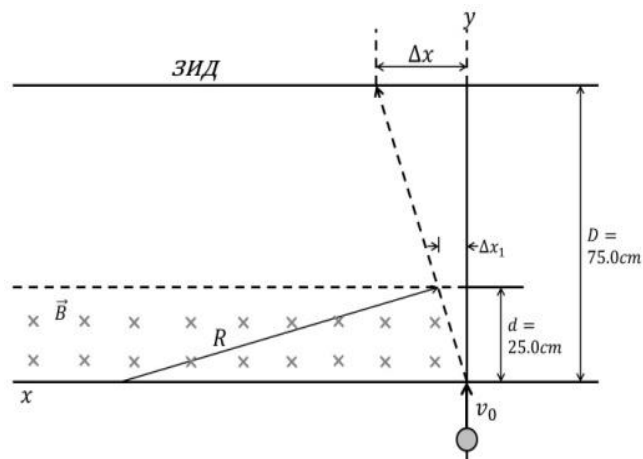
3. Квадар висине h и густине ρ налази се у стабилној равнотежи на граници двије течности густина ρ_1 и ρ_2 , које се међусобно не мијешају. Одредити висину дијела квадра који се налази у доњој течности, као и услов који дате густине морају да задовољавају да би стабилна равнотежа била могућа. Одредити и угаону фреквенцију малих осцилација квадра око равнотежног положаја. Занемарити отпоре при кретању квадра.



4. Метална кугла полупречника $R_1 = 10\text{cm}$ постављена је, као на слици, унутар сферног металног проводника унутрашњег полупречника $R_2 = 20\text{cm}$ и спољашњег $R_3 = 30\text{cm}$. Кугли је доведено наелектрисање $q_1 = +10\mu\text{C}$, а сферном проводнику $q_2 = +80\mu\text{C}$. Нацртати график зависности електричног потенцијала од растојања од центра кугле.



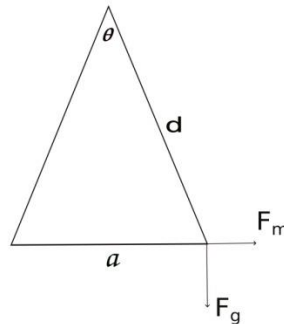
5. Честица наелектрисања $q = 2,15\mu\text{C}$ и масе $m = 3,2 \cdot 10^{-11}\text{kg}$ у почетку се креће у позитивном смјеру у $-$ осе брзином $v_0 = 1,45 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Затим у област хомогеног магнетног поља, које је усмјерено окомито на раван листа папира (као на слици). Ширина области са магнетним пољем је $d = 25\text{cm}$, а јачина поља $B = 0,42\text{T}$. По уласку у магнетно поље честица се креће по кружној путањи полупречника R . Након времена t_1 , напушта магнетно поље, при чему остварује отклон Δx_1 у односу на почетни смјер кретања. Крећући се даље кроз област без магнетног поља, честица удара у зид који се налази на растојању $D = 75\text{cm}$ од мјеста уласка у магнетно поље, при чему настаје укупни отклон Δx . Одредити радијус R закривљеног дијела пута, вријеме t_1 , као и отклоне Δx_1 и Δx .



Задатке припремио: Јован Потребих
Рецензент: Проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

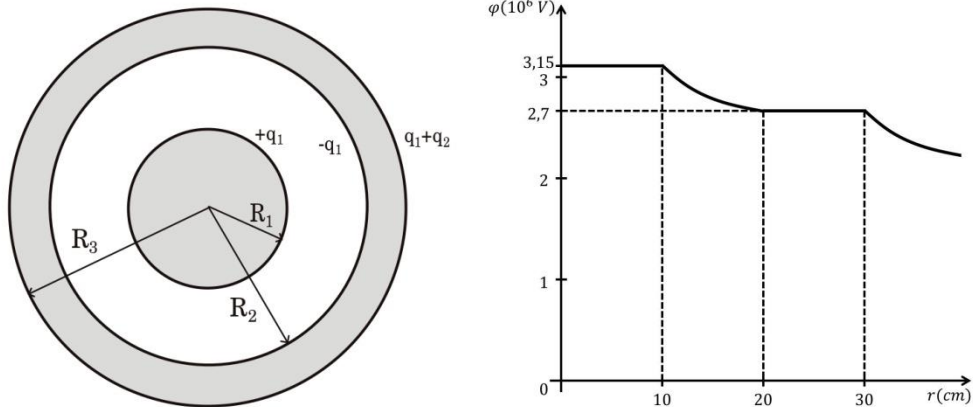
РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1. Пошто се жице међусобно одбијају, струје у њима морају тећи у супротним смјеровима. На сваку жицу дјелују сила теже $F_g = \lambda l g$ и магнетна сила $F_m = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi a} l$, гдје је l дужина жице, а $a = 2d \sin \frac{\theta}{2}$ растојање између жица. Са слике, на основу сличности троугова, добијамо: $\frac{F_m}{F_g} = \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$. Коначно добијамо: $I = \sqrt{\frac{4\pi d \lambda g}{\mu_0} \sin \frac{\theta}{2} \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}$.



2. Коефицијент корисног дејства за овај циклус дат је изразом $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, гдје су Q_1 и Q_2 примљена и отпуштена количина топлоте у току циклуса, респективно. У току процеса 1 – 2 нема размјене топлоте, те он не доприноси ни Q_1 ни Q_2 . У процесу 2 – 3 отпуштена је количина топлоте $Q_2 = n c_p (T_2 - T_3)$. Током процеса 3 – 1 примљена је количина топлоте $Q_1 = n c_v (T_1 - T_3)$. Одатле је коефицијент корисног дејства $\eta = 1 - \frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_3}$. Није тешко закључити да између температура постоји поредак $T_1 > T_2 > T_3$, односно $T_1 = T_{max}$, $T_3 = T_{min}$. За адијабатски процес 1 – 2 важи $T_1 p_1^{\frac{1}{\gamma}-1} = T_2 p_2^{\frac{1}{\gamma}-1}$, док за изохорски процес 3 – 1 важи $\frac{p_1}{p_3} = \frac{T_1}{T_3}$. Како је $p_3 = p_2$, закључујемо да је $T_2 = T_1 \tau^{\frac{1}{\gamma}-1}$. Убацујући то у израз за η , и након кратких алгебарских преуређења, добијамо $\eta = 1 - \gamma \frac{(\tau^{\frac{1}{\gamma}} - 1)}{\tau - 1}$.
3. Нека се у положају равнотеже у доњој течности налази дио квадра висине y_0 , а S нека буде површина основе квадра. У равнотежном положају, тежина квадра изједначена је са силама потиска, односно важи: $\rho S h g = \rho_1 S (h - y_0) g + \rho_2 S y_0 g$. Одатле следи: $y_0 = \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} h$. Услов за стабилну равнотежу захтијева да важи $0 < y_0 < h$, односно $0 < \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} < 1$. Када квадар изведемо из равнотежног положаја тако да у доњој течности буде дио висине $y = y_0 + \varepsilon$, једначина његовог кретања гласи: $\rho S h a = \rho S h g - \rho_1 S (h - y) g - \rho_2 S y g$. Убацавањем услова равнотеже добијамо: $\rho S h a = -(\rho_2 - \rho_1) S g \varepsilon$, односно $a = -\frac{(\rho_2 - \rho_1) g}{\rho h} \varepsilon$. Ова једначина описује хармонијско осциловање око стабилне равнотеже, са угаоном фреквенцијом $\omega = \sqrt{\frac{(\rho_2 - \rho_1) g}{\rho h}}$, само ако је $\rho_2 > \rho_1$. Када то повежемо са претходно изведеним условима равнотеже, закључујемо да је стабилна равнотежа могућа ако је $\rho_2 > \rho > \rho_1$.

4. Након прерасподјеле наелектрисања образоваће се три наелектрисане металне површине као на слици (лијево). Унутар кугле, односно за $r \leq R_1$ потенцијал је свуда исти и износи: $\varphi_1 = k \frac{q_1}{R_1} - k \frac{q_1}{R_2} + k \frac{q_1+q_2}{R_3} = 3,15 \cdot 10^6 V$. У области $R_1 \leq r \leq R_2$ потенцијал је: $\varphi = k \frac{q_1}{r} - k \frac{q_2}{R_2} + k \frac{q_1+q_2}{R_3}$. За тачке из области $R_2 \leq r \leq R_3$ важи да је потенцијал: $\varphi_2 = k \frac{q_1+q_2}{R_3} = 2,7 \cdot 10^6 V$. Коначно, за $r \geq R_3$ потенцијал је $\varphi = k \frac{q_1+q_2}{r}$. Када то све нацртамо, водећи рачуна о непрекидности потенцијала, добијамо график који је приказан на слици (десно).



5. У магнетном пољу честица се креће константном брзином v_0 по кружној путањи радијуса $R = \frac{mv}{qB} = 5.14 m$. Дужина криве коју честица пребрише износи (према слици) $l = R\theta$, гдје је $\theta = \arcsin\left(\frac{d}{R}\right) = 4,87 \cdot 10^{-2} rad$. Одатле добијамо $t_1 = \frac{l}{v} = 1,72 \cdot 10^{-6} s$. Отклон Δx_1 налазимо као $\Delta x_1 = R(1 - \cos \theta) = 6,1 \cdot 10^{-3} m$. Отклон $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$, гдје је Δx_2 хоризонтални помак од мјеста гдје напушта поље до мјеста гдје удара у зид. Јасно је да је $\Delta x_2 = (D - d) \tan(\theta) = 2,44 \cdot 10^{-2} m$. Одатле добијамо: $\Delta x = 3 cm$.