

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
OLIMPIADA REPUBLICANĂ TEHNICĂ
Ediția a 23-a, Fizica, 2019

1. Trei elemente - un reșou electric, un ventilator și un ampermetru – legate în serie, se conectează la o rețea cu tensiune constantă. Se modifică indicația ampermetrului dacă jetul de aer rece de la ventilator se îndreaptă asupra reșoului? Să se argumenteze răspunsul.
2. La cinematograf imaginile sunt proiectate pe ecran și spectatorii recepționează lumina reflectată de acesta. Ecranul se confecționează din pânză albă, sau reprezintă un perete alb. Se poate oare folosi în calitate de ecran o oglindă plană? Să se argumenteze răspunsul.
3. Un magnet cade în interiorul unei țevi de cupru fără a se atinge de pereți. Se poate oare afirma că magnetul cade liber, dacă rezistența aerului se neglijează? Să se argumenteze răspunsul.
4. Trei becuri electrice cu puterile de $50 W$, $50W$ și $100W$, fiecare prevăzut pentru tensiunea de alimentare de $110V$, trebuie conectate la tensiunea $220V$, astfel încât fiecare bec să lumineze în condiții normale. Ce schemă electrică propuneți? Explicați, de ce condițiile normale sunt asigurate pentru fiecare bec.
5. Sub ce unghi față de orizontală trebuie aruncată de la sol o minge cu viteza inițială ϑ_0 , pentru ca, lovind elastic un perete vertical aflat la distanța d , mingea să revină în punctul, din care a fost aruncată? Rezistența aerului se neglijează. Să se demonstreze că înălțimea maximă la care urcă mingea poate fi determinată prin două metode.
6. Pentru încălzirea izobară cu $14K$ a gazului ideal cu masa molară $18kg/kmol$ este necesară cantitatea de căldură egală cu $10 J$. În rezultatul răcirii izocore a acestui gaz până la temperatura inițială se degajă cantitatea de căldură egală cu $8J$. 1) Să se calculeze masa gazului. 2) Să se traseze calitativ graficele acestor două procese consecutive, cât și graficul procesului care, unind starea inițială a procesului izobar cu cea finală a procesului izocor, ar permite obținerea unui ciclu direct. Să se caracterizeze acest proces.
7. Un condensator cu capacitatea $4 \cdot 10^{-7} F$ este încărcat cu sarcina $3 \cdot 10^{-5} C$. La bornele condensatorului încărcat se conectează un solenoid ideal cu inductanța $9 \cdot 10^{-3} H$. Să se determine: 1) valoarea maximă a fluxului magnetic prin solenoid; 2) valoarea medie a tensiunii electromotoare, induse în solenoid în primul sfert de perioadă a oscilațiilor libere armonice ale intensității curentului, apărute în circuit după conectarea solenoidului.
- 8.(LICEU) Sarcina electrică punctiformă q în mișcare cu viteza ϑ și cu impulsul p , pătrunde în câmpul electric, generat de sarcina electrică fixă, punctiformă Q . Forța electrică ce acționează asupra sarcinii mobile este perpendiculară pe viteza acesteia. Să se determine inducția câmpului magnetic, generat de sarcina mobilă în punctul, în care este fixată sarcina $Q>0$, dacă $q<0$.
- 8.(ȘCOALĂ) Două bile metalice de raze R_1 și $R_2 > R_1$, încărcate cu sarcini pozitive și egale, se unesc cu un fir conductor subțire. Vor trece sarcinile de la o bilă la alta? Să se argumenteze răspunsul, folosind relații concrete.

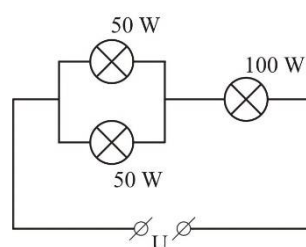
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
OLIMPIADA REPUBLICANĂ TEHNICĂ
Ediția a 23-a, Fizica, 2019

1. Соединённые последовательно электроплитка, вентилятор и амперметр подключены к источнику постоянного напряжения. Изменятся ли показания амперметра, если поток холодного воздуха от вентилятора направить на электроплитку? Дать аргументированный ответ.
2. При просмотре фильма изображения проектируются на экран и зрители воспринимают свет, отражённый от экрана. В качестве экрана используется белая ткань, либо белая стена. Можно ли использовать в качестве экрана плоское зеркало?
3. Магнит падает внутри вертикальной медной трубы, не соприкасаясь с её стенками. Пренебрегая сопротивлением воздуха, можно ли утверждать, что магнит падает свободно? Дать аргументированный ответ.
4. Три лампочки, мощности которых равны $50W$, $50W$ и $100W$ и которые светят в нормальном режиме при напряжении на каждой лампочке в $110V$, необходимо подключить в сеть с напряжением $220V$. Какую электрическую схему Вы предлагаете для того чтобы обеспечить нормальный режим для каждой лампочки? Дать аргументированный ответ.
5. Под каким углом относительно горизонта необходимо бросить с поверхности земли мяч с начальной скоростью ϑ_0 чтобы, в результате упругого соударения с вертикальной стеной, мяч вернулся в первоначальное положение? Стена расположена на расстоянии d от первоначального положения мяча. Пренебречь сопротивлением воздуха.
6. При изобарном нагреве на $14 K$ идеального газа с молярной массой 18 кг/кмоль было затрачено количество теплоты равное 10 Дж . Затем, в результате изохорного охлаждения газа до первоначальной температуры, выделилось количество теплоты равное 8 Дж . а) Определить массу газа. б) Построить графики вышеуказанных процессов, а также график процесса, позволяющий получить прямой цикл. Дать характеристику этого процесса. $R=8,31 \text{ Дж/моль K}$.
7. Электрический заряд на обкладках конденсатора ёмкостью $4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}$ равен $3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$. Заряженный конденсатор подключается к клеммам идеального соленоида с индуктивностью $9 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$. Определить максимальное значение магнитного потока через витки соленоида, а также среднее значение $\mathcal{E}, \mathcal{D}, \mathcal{C}$ самоиндукции в соленоиде в течении первой четверти периода свободных гармонических колебаний тока в цепи
8. (ЛИЦЕЙ) Точечный электрический заряд q с импульсом p ,двигающийся со скоростью ϑ , проникает в электрическое поле, созданное точечным, фиксированным, электрическим зарядом Q . Сила, действующая со стороны поля надвигающийся заряд направлена к заряду и перпендикулярна к его скорости. Определить индукцию магнитного поля, созданногодвигающимся зарядом, в точке, в которой находится фиксированный заряд $Q>0$, если $q < 0$.
8. (ШКОЛА) Два металлических шара с радиусами R_1 и $R_2 > R_1$, заряженные одинаковыми зарядами, соединяются тонким, проводящим проводом. Происходит ли перемещение заряда с одного шара на другой? Обосновать ответ конкретными физическими формулами.

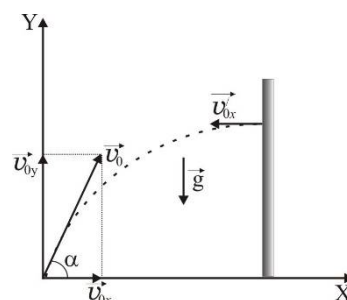
OLIMPIADA TEHNICĂ REPUBLICANĂ
LA FIZICĂ
13 aprilie 2019
Total 45 p.
Soluții

1. Aerul rece răcește reșoul, rezistența lui scade. Tensiunea fiind constantă, intensitatea curentului prin circuit crește.
2. De la pânză sau perete se produce reflexia difuză, adică în toate direcțiile, iar de la oglindă – numai pe anumite direcții a razelor de lumină incidente. În rezultat, în cazul utilizării oglinzii, imaginea este vizibilă numai pe anumite direcții.
3. La mișcarea magnetului se produce variația fluxului său magnetic, ce străbate pereții țevii, deci în pereți se induce curent electric. Conform regulii lui Lenz, câmpul magnetic al curentului indus se opune variației fluxului magnetic inductor prin apariția câmpului magnetic indus, care acționează asupra magnetului. Concluzie: mișcarea magnetului nu este liberă.

4. Deoarece $U_1 = U_2 = U_3 = U = 110\text{ V}$, din formula pentru putere $P = \frac{U^2}{R}$ urmează, că becul cu puterea de 50 W are rezistența de 2 ori mai mare decât becul cu puterea de 100 W. Totodată, gruparea în paralel a becurilor cu puterea de 50 W are aceeași rezistență ca și becul de 100 W.

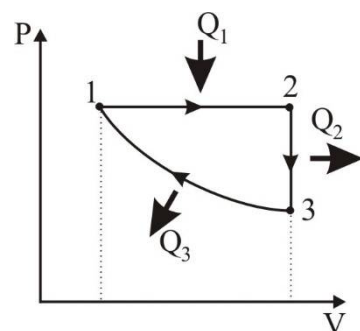


5. Mingea revine în punctul de aruncare dacă vitezele ei nemijlocit înainte și după ciocnirea elastică se deosebesc doar prin sens. Această condiție se realizează numai în punctul maxim al traiectoriei, în care viteza mingii este orientată orizontal, $v = v_x = v_0 \cos \alpha$. Prin urmare, $v_y = 0$. Din figură: $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ și $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$. Astfel, pentru mișcarea uniform încetinită pe verticală avem: $0 = v_{0y} - gt \rightarrow t = \frac{v_{0y}}{g}$. Mișcarea pe orizontală este uniformă, cu viteza v_{0x} deci $d = v_{0x}t = v_{0x} \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \rightarrow \sin 2\alpha = \frac{2gd}{v_0^2}$, iar $\alpha = \frac{1}{2} \arcsin \frac{2gd}{v_0^2}$.



Înălțimea maximă se poate determina din formula lui Galilei $v_y^2 - v_{0y}^2 = -2gh \rightarrow h = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$, de asemenea și în baza legii conservării energiei mecanice $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{0x}^2}{2} + mgh \rightarrow h = \frac{v_0^2 - v_{0x}^2}{2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

6. Din diagrama PV reprezentată în figura alăturată rezultă:



a) $Q_1 = \nu C_p \Delta T$ și $|Q_2| = \nu C_v \Delta T$. Calculând diferența cantităților de căldură, $Q_1 - |Q_2| = (C_p - C_v) \nu \Delta T$, și substituind relația Mayer $C_p - C_v = R$, obținem: $Q_1 - |Q_2| = R \nu \Delta T = \frac{Rm\Delta T}{M}$, de unde $m = \frac{M(Q_1 - |Q_2|)}{R\Delta T} = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

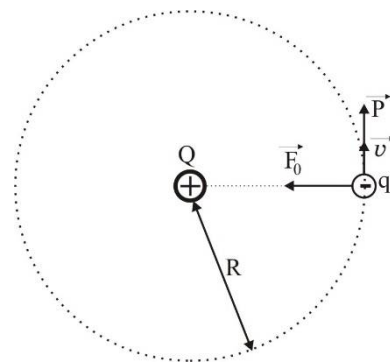
b) Deoarece $T_1 = T_3$, procesul $3 \rightarrow 1$ este izoterm de comprimare. Pe parcursul acestui proces gazul cedează mediului cantitatea de căldură Q_3 , numeric egală cu lucrul efectuat de forțele exterioare asupra gazului.

7. Condensatorul încărcat cu sarcina maximă $q_m = 3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$, conectat cu un solenoid ideal formează un circuit oscilant ideal în care apar oscilații libere armonice ale sarcinii electrice, intensității curentului și ale energiei.

OLIMPIADA TEHNICĂ REPUBLICANĂ
LA FIZICĂ
13 aprilie 2019
Total 45 p.
Soluții

- a) Vom determina valoarea maximă a fluxului magnetic prin solenoid din relația $\Phi_m = LI_m$. Pentru a calcula valoarea maximă a intensității curentului, I_m , aplicăm legea conservării: $\frac{LI_m^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C} \Rightarrow I_m = \frac{q_m}{\sqrt{LC}}$. Obținem: $\Phi_m = L \frac{q_m}{\sqrt{LC}} = q_m \sqrt{\frac{L}{C}} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$.
- b) Valoarea medie a t.e.m. induse în solenoid în primul sfert de perioadă, $\Delta t = \frac{T}{4}$, se determină aplicând formula lui Faraday, $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi - \Phi_0}{t - t_0}$. În momentul $t_0 = 0$ condensatorul este încărcat cu sarcină maximă, deci $i = 0, B = 0, \Phi_0 = 0$. Prin urmare, $\varepsilon_i = -\frac{\Phi}{t}, t = \frac{T}{4}$. Perioada oscilațiilor libere armonice ale sarcinii sau intensității curentului este dată de formula lui Thomson, $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Urmează, $\varepsilon_i = -\frac{2\Phi}{\pi\sqrt{LC}}$.
În momentul $t = \frac{T}{4}$ condensatorul este descărcat complet, iar intensitatea curentului, câmpul magnetic prin bobină și fluxul său au valori maxime. Deci, $\varepsilon_i = -\frac{2\Phi_m}{\pi\sqrt{LC}} \approx 48\text{V}$.

- 8.(Liceu)** Intensitatea câmpului generat de sarcina Q în punctul, unde se află sarcina q este $E = \frac{kQ}{R^2}$, iar forța electrică ce acționează asupra sarcinii q , $F = \frac{kqQ}{R^2}$, este forță centripetă, $F = \frac{m\vartheta^2}{R}$, unde m este masa sarcinii q , determinată din formula ce definește impulsul $P = m\vartheta, m = \frac{P}{\vartheta}$. Prin urmare, $\frac{kqQ}{R^2} = \frac{m\vartheta^2}{R}$, unde R este raza cercului descris de sarcina q în câmpul sarcinii Q . Rezultă: $R = \frac{kqQ}{m\vartheta^2} = \frac{kqQ}{P\vartheta}$. Astfel, sarcina q se deplasează uniform pe o traiectorie circulară de rază R , ceea ce reprezintă un curent electric circular cu perioada $T = \frac{2\pi R}{\vartheta}$ și cu intensitatea $I = \frac{q}{T} = \frac{q\vartheta}{2\pi R}$. Inducția magnetică a câmpului, generat de sarcina q în centrul curentului circular, unde se află sarcina Q , este $B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0}{2} \frac{q\vartheta}{2\pi R^2} = \frac{\mu_0 q\vartheta}{4\pi k^2 q^2 Q^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{P^2 \vartheta^3}{k^2 q Q^2}$.



- 8.(Școală)** Sarcinile se vor deplasa de la bila cu potențialul mai mare, $V_1 = \frac{kq_1}{R_1}$ spre bila cu potențial mai mic, $V_2 = \frac{kq_2}{R_2}$ până când potențialele bilelor se vor egala, adică $\frac{kq_1}{R_1} = \frac{kq_2}{R_2}$. Din această relație urmează $\frac{q_1}{R_1} = \frac{q_2}{R_2}$, unde $q_2 = 2q - q_1$. Atunci, $\frac{q_1}{R_1} = \frac{2q - q_1}{R_2} \Rightarrow q_1 = \frac{2qR_1}{R_1 + R_2} < q$.