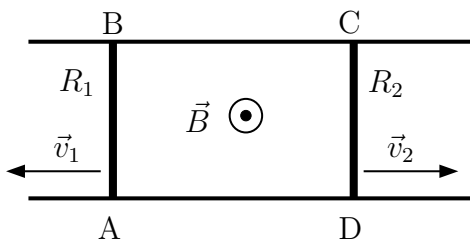


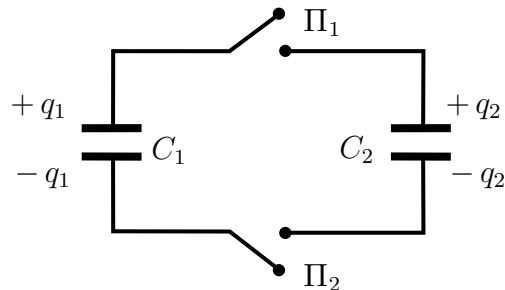
ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2003/2004. ГОДИНЕ

Задаци за III разред

1. Честица масе m и наелектрисања q налази се у тренутку $t = 0$ у координатном почетку и има брзину интензитета v_0 дуж x -осе. У области у којој се честица креће постоји константно и хомогено магнетно поље, дефинисано помоћу својих пројекција B_x , B_y и B_z дуж координатних оса. У овој области постоји и хомогено електрично поље, при чему је позната само његова (константна) пројекција дуж x -осе, E_x . Нађите пројекције електричног поља E_y и E_z уколико је познато да се честица за $t > 0$ креће дуж x -осе. Убрзање Земљине теже \vec{g} је паралелно са z -осом и има супротан смер. (20 п.)
2. Две металне шипке отпора R_1 и R_2 клизе у супротним смеровима брзинама \vec{v}_1 и \vec{v}_2 по паралелним металним шинама занемарљивог отпора. Растојање између шина је d . Овај систем се налази у константном и хомогеном магнетном пољу \vec{B} , нормалном на раван у којој леже шине (слика 1). Одредите јачину и смер струје у колу ABCD. Израчунајте разлике потенцијала U_{AB} (између А и В) и U_{CD} (између С и D). Да ли важи $U_{AB} = -U_{CD}$? (20 п.)



Слика 1



Слика 2

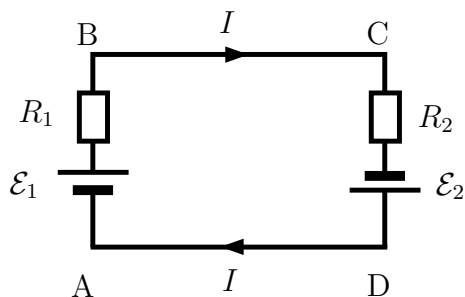
3. На плочама два равна плочаста кондензатора, капацитета C_1 и C_2 , налазе се наелектрисања q_1 и q_2 (слика 2). Покажите да ће се укупна електростатичка енергија система смањити ако паралелно спојимо кондензаторе истовременим затварањем прекидача Π_1 и Π_2 . Где се губи та енергија? Нађите услов при коме нема губитака енергије. (20 п.)
4. О еластичну опругу обешен је тас на коме се налази тег. Познато је да је период осциловања тог система $T = 1.5\text{s}$. Колики ће бити период осциловања T' када на тас додамо још један тег, ако се при том равнотежни положај спусти за $h = 10\text{cm}$? За интензитет убрзања Земљине теже узети $g = 9.81\text{m/s}^2$. (Млади физичар **80**, 2000/2001.) (20 п.)
5. Грејна плоча решоа садржи три паралелно везана отпорника истих отпорности $R = 120\Omega$. Отпорници су помоћу жица укупног отпора $r = 1.5\Omega$ повезани на извор наизменичне струје ефективног напона $U = 220\text{V}$. Нађите однос времена потребних за загревање исте количине воде за исту температурну разлику у случају када раде сва три отпорника и у случају када је један од отпорника прегорео. (20 п.)

Задатке припремили: Игор Салом и Антун Балаж
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић

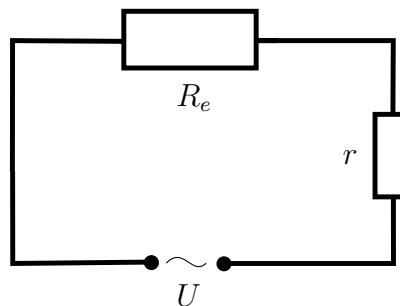
ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2003/2004. ГОДИНЕ

Решења задатака за III разред

1. Једначина кретања описане честице дата је са $m\vec{a} = q\vec{v} \times \vec{B} + q\vec{E} + m\vec{g}$, где је \vec{a} убрзање честице, а \vec{v} њена брзина. Према условима задатка, оба ова вектора имају само x -компоненте. Пројекција једначине кретања на x -осу је $ma_x = qE_x$, одакле видимо да честица има константно убрзање дуж x -осе. Дакле, интензитет брзине честице је $v = v_x = v_0 + a_x t = v_0 + qE_x t/m$. Дуж y -осе имамо $0 = -qv_x B_z + qE_y$, па је $E_y = v_x B_z = B_z(v_0 + qE_x t/m)$. Пројекција једначине кретања дуж z -осе је $0 = qv_x B_y + qE_z - mg$, одакле следи $E_z = mg/q - v_x B_y = mg/q - B_y(v_0 + qE_x t/m)$.
2. На слободне електроне у шипкама АВ и CD делује Лоренцова сила и помера их у правцу тачке А, односно у правцу тачке С. На крајевима шипки индукују се електромоторне силе \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 које узрокују појаву електричне струје у посматраном колу, са смером ABCDA. Еквивалентна шема дата је на слици 1. Електромоторне силе су $\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = \frac{Bdv_1\Delta t}{\Delta t} = Bdv_1$ и слично $\mathcal{E}_2 = Bdv_2$. Јачина струје у колу је $I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2} = Bd \frac{v_1 + v_2}{R_1 + R_2}$. Из Омовог закона за део струјног кола следи $U_{AB} = IR_1 - \mathcal{E}_1$ и $U_{CD} = IR_2 - \mathcal{E}_2$, одакле је $U_{AB} = Bd \frac{v_1 + v_2}{R_1 + R_2} R_1 - Bdv_1 = Bd \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_1 + R_2}$ и $U_{CD} = Bd \frac{v_1 + v_2}{R_1 + R_2} R_2 - Bdv_2 = Bd \frac{v_1 R_2 - v_2 R_1}{R_1 + R_2}$. Сада је очигледно да важи $U_{AB} = -U_{CD}$.
3. Пре затварања прекидача укупна електростатичка енергија система је $E_e = \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2}$. Након затварања прекидача успоставља се ново равнотежно стање, са новим наелектрисањима q'_1 и q'_2 на кондензаторима. Пошто су напони на кондензаторима једнаки, важи $q'_1/C_1 = q'_2/C_2$, а из закона одржања наелектрисања добијамо $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$. Решавањем овог система једначина добијамо $q'_1 = C_1 \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}$ и $q'_2 = C_2 \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}$. Електростатичка енергија посматраног система кондензатора је сада $E'_e = \frac{q_1'^2}{2C_1} + \frac{q_2'^2}{2C_2} = \frac{(q_1 + q_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$. Ако израчунамо разлику енергија $E_e - E'_e$, након сређивања добијамо $E_e - E'_e = \frac{(q_1 C_2 - q_2 C_1)^2}{2C_1 C_2 (C_1 + C_2)}$. Одавде се види да заиста важи $E_e \geq E'_e$. Губици енергије потичу од рада уложеног на премештање наелектрисања са једног на други кондензатор приликом успостављања новог равнотежног стања. Губитака нема уколико важи $q_1 C_2 = q_2 C_1$. Тада је $q'_1 = q_1$ и $q'_2 = q_2$, па нема премештања наелектрисања, а самим тим ни губитака енергије.
4. Пре додавања другог тега важи $T = 2\pi\sqrt{M/k}$, где је M маса првог тега и таса, а k коефицијент еластичности опруге. Када додамо други тег, имамо $T' = 2\pi\sqrt{(M+m)/k}$, где је m маса другог тега. Одавде је $T'^2 = 4\pi^2(M+m)/k$, а како је $T^2 = 4\pi^2 M/k$, следи $T'^2 = T^2 + 4\pi^2 m/k$. Спуштање равнотежног положаја за h изазвано је тежином другог тега, $mg = kh$, одакле је $m/k = h/g$. Коначно, $T' = \sqrt{T^2 + 4\pi^2 h/g}$. Након замене нумеричких вредности добијамо $T' = 1.6\text{ s}$.
5. Еквивалентан отпор три паралелно везана отпорника отпорности R једнак је $R_e = R/3$ (еквивалентно коло је dato на слици 2). Ефективна јачина струје у колу је $I = U/(R_e + r)$, док је струја I' која тече кроз сваки од отпорника дата са $I'R = IR_e$, односно $I' = I/3 = U/(R + 3r)$. Укупна снага која се ослобађа на сва три отпорника је $P_3 = 3I'^2 R = 3U^2 R/(R + 3r)^2$. Слично, у случају када један отпорник прегори, добијамо ослобођену снагу $P_2 = 2U^2 R/(R + 2r)^2$. Како је веме потребно за загревање воде при истим условима обрнуто пропорционално снази грејача, тражени однос времена је једнак $P_2/P_3 = \frac{2}{3} \left(\frac{R+3r}{R+2r} \right)^2$, односно $P_2/P_3 = 0.68$.



Слика 1



Слика 2

Задатке припремили: Игор Салом и Антун Балаж
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић