



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.

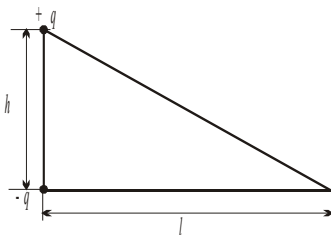


III РАЗРЕД

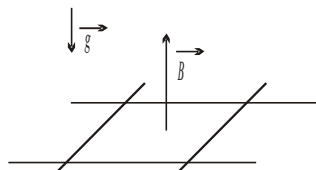
Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

РЕПУБЛИЧКИ НИВО
04.04.2009

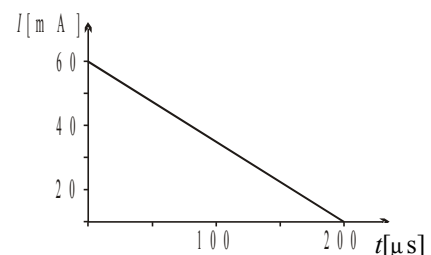
1. Широко суд је напуњен течношћу кроз коју се звук простире брзином $u = 1500 \text{ m/s}$. Са површине течности се пусти куглица која после неког времена пада константном брзином $v = 10 \text{ m/s}$. Уз површину течности се налазе предајник и пријемник звука. Предајник емитује звук фреквенције $f = 500 \text{ Hz}$ вертикално према дну суда. Које све фреквенције звука региструје пријемник док куглица пада брзином v . (20 поена)
2. Са врха стрме равни висине h и хоризонталне дужине l пусти се из стања мировања куглица масе m занемарљивог полупречника (слика 1). Куглица је наелектрисана количином наелектрисања $+q$. У врху правог угла стрме равни налази се непокретна количина наелектрисања $-q$. а) Одредити брзину куглице у подножју равни. б) Ако је висина стрме равни $h = 1 \text{ m}$, за које вредности хоризонталне дужине l , куглица масе $m = 1 \text{ g}$, наелектрисана количином наелектрисања $q = 1.36 \mu\text{C}$, стиже до подножја. (15 поена)
3. На две хоризонталне паралелне проводне шине постављене су две једнаке проводне пречке паралелне једна другој и нормалне на шине (слика 2). У једном тренутку укључи се спољашње вертикално магнетно поље (сматрати да се поље укључује веома брзо). Ако је почетно растојање између пречки било l_0 , колико ће бити на крају? Сматрати да је отпорност шина много мања од отпорности пречки. Трење у систему занемарити. Занемарити путеве које пречке прелазе у току укључивања поља. Помоћ: Ако се величина x мења у интервалу од нула до x_0 , тада је $\sum x \Delta x = x_0^2 / 2$. (25 поена)
4. Калем термогене отпорности R и индуктивности L налази се у спољашњем променљивом магнетном пољу. Када се магнетни флуks тог поља повећа за $\Delta\Phi$ струја кроз калем порасте за ΔI . Одредити количину наелектрисања која при томе протекне кроз калем. (15 поена)
5. Наелектрисан кондензатор капацитета $C = 1 \mu\text{F}$ се празни кроз струјни елемент непознате волт-ампер карактеристике. Струја у току пражњења кондензатора мења се са временом на начин приказан на слици 3. Одредите зависност напона на непознатом струјном елементу од јачине струје која протиче кроз њега у току пражњења кондензатора, тј. његову волт-ампер карактеристику. Грешке не треба одређивати. Помоћ: Са приложеног графика можете одредити временску зависност наелектрисања кондензатора. (25 поена)



Слика 1



Слика 2



Слика 3

Задатке припремила: Доц. др Андријана Жекић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

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



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

РЕПУБЛИЧКИ НИВО
04.04.2009.

1. Пријемник региструје а) Звук одбијен од дна као и емитовани $f_1 = f = 500\text{Hz}$ (1). б) Звук одбијен од куглице која пада: прво се куглица понаша као пријемник који се удаљава, а затим као извор који се удаљава, па је $f_2 = f \frac{u}{u+v} \frac{u-v}{u} = f \frac{u-v}{u+v} \approx 493\text{Hz}$ (5). в) Звук одбијен од дна, од куглице, па поново од дна: прво се од дна одбије звук не промењене фреквенције, затим га куглица прима као пријемник који се приближава, а емитује као извор који се приближава. Поновна рефлексија од дна не мења фреквенцију, па је $f_3 = f \frac{u}{u-v} \frac{u+v}{u} = f \frac{u+v}{u-v} \approx 507\text{Hz}$ (6). г) Звук више пута одбијан од дна и доње површине куглице. Ако је n пута одбијен од доње стране куглице, тј. $n+1$ пута од дна суда, тада је $f_n = f[(u+v)/(u-v)]^n \approx 500 \cdot (1.013)^n \text{Hz}$ (8). Ако неки од случајева нису посматрани, а одређене друге фреквенције, за сваку дати по 3 поена.

2. Укупне енергије куглице на врху и у подножју стрме равни су $E_1 = mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h}$ (1) и $E_2 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{mv^2}{2}$ (1), респективно. а) Према закону одржања енергије је $mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{mv^2}{2}$ (3), одакле следи да је брзина куглице у подножју стрме равни $v = \sqrt{\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 m} \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{h}\right) + 2gh}$ (2). б) Куглица стиже до подножја када је израз под кореном позитиван, или ако је $mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} > 0$ (4), $\frac{1}{l} > \frac{1}{h} - \frac{4\pi\epsilon_0 mgh}{q^2}$ (2), $\frac{1}{l} > 0.411 \frac{1}{m}$, $l < 2.43 \text{ m}$ (2). За тачан цео поступак са погрешним знаком потенцијалне енергије 4 поена.

3. Потребно је одредити брзину пречке после брзог укључења поља. $E_{ind} = al_0 \Delta B / \Delta t$ (1), a - међусобно растојање шина, l_0 - почетно растојање између пречки. У колу тече струја јачине $I = \frac{E_{ind}}{R} = \frac{al_0}{R} \frac{\Delta B}{\Delta t}$ (1), где је R - укупан отпор пречки. На пречку делује Амперова сила $F = Iba = \frac{a^2 l_0}{R} B \frac{\Delta B}{\Delta t}$ (1). Пошто је $\Delta p = F \Delta t$,

то је $mv_0 - 0 = \sum F \Delta t$ (1) $\Rightarrow mv_0 = \frac{a^2 l_0}{R} \sum B \Delta B$ (2), где је B_0 - индукција укљученог поља, а v_0 брзина коју пречке добијају по његовом укључењу, односно њихова почетна брзина равномерно успореног кретања $v_0 = \frac{a^2 l_0}{2Rm} B_0^2$ (4, 1 поен без половине). Пречка наставља кретање у магнетном пољу B_0 , па се у контури

индукује ЕМС $E_{ind} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B_0 a \frac{\Delta l}{\Delta t} = 2B_0 a v$ (2), где је v - тренутна брзина, а фактор 2 се јавља јер постоје две пречке. Амперова сила која делује на једну пречку је $F = IB_0 a = \frac{E_{ind}}{R} B_0 a = \frac{2B_0^2 a^2}{R} v$ (2). Из 2. Њутновог

закона следи да је $m \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{2B_0^2 a^2}{R} v$ (2). Пошто је $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow m \Delta v = -2 \frac{B_0^2 a^2}{R} \Delta x$ (2)

$m(0 - v_0) = -2 \frac{B_0^2 a^2}{R} x$ (2). Свака пречка прелази пут $x = \frac{mv_0 R}{2B_0^2 a^2} = \frac{mR}{2B_0^2 a^2} \frac{a^2 l_0}{2Rm} B_0^2 = \frac{l_0}{4}$ (3), па им је



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2008/2009. ГОДИНЕ.



расстојање на крају $l_0 / 2$ (2).

4. Промена спољашњег магнетног флукса и самоиндукција, која јој се супротставља индукују ЕМС супротног смера, па је $\mathcal{E}_{\text{ind}} - \mathcal{E}_{\text{сind}} = RI$ (3), $RI = \Delta\Phi / \Delta t - L\Delta I / \Delta t$ (6), $\Delta q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi - L\Delta I}{R}$ (6).

5. Зависност струје од времена је $I = I_0 - at$, где су $I_0 = 50 \text{ mA}$ и $a = 0.25 \text{ mA}/\mu\text{s}$ (3п). Струја кроз стр. елемент је $I = (I_0 - at) = (at_0 - at) = a(t_0 - t)$ (2п), где је t_0 време пражњења кондензатора (240s). Наелектрисање кондензатора у тренутку t једнако је површини испод графика у остатку времена пражњења, тј. $q = I(t_0 - t) / 2$ (3п, 1п без половине). $q = (I_0 - at)(t_0 - t) / 2$ (2п), $q = (at_0 - at)(t_0 - t) / 2 = a(t_0 - t)^2 / 2$. (3п). Напон на кондензатору и елементу је

$U = q / C = a(t_0 - t)^2 / 2C$ (3п), $U = \frac{I^2}{2ac}$ (5п) па је волт-ампер карактеристика елемента:

$$U = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{S}}{\text{AF}} I^2 \text{ (4п)}.$$