



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
ЗАДАЦИ

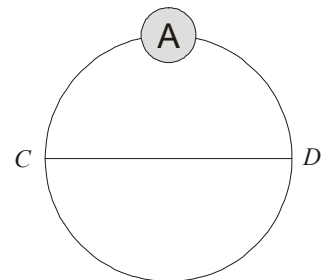
ОПШТИНСКИ НИВО  
13.02.2010.

1. О еластичну опругу обешен је тас на коме се налази тег. Познато је да је период осциловања тог система  $T = 1.5s$ . Колики ће бити период осциловања  $T'$  када на тас додамо још један тег, ако се при том равнотежни положај спусти за  $h = 10cm$ ? За интензитет убрзања Земљине теже узети  $g = 9.81m/s^2$ . (М.Ф.96) (15 поена)

2. Стаклена цев дужине  $L = 76cm$  затворена на једном крају полако се вертикално урања отвореним крајем у суд напуњен живом. На ком растојању  $x$  од површине живе треба да се налази затворени крај цеви да би ниво живо у њој био нижи од нивоа живе у посуди за  $h = 76cm$ ? Атмосферски притисак износи  $p_0 = 101.3kPa$ , а густина живе  $\rho = 1.36 \cdot 10^4 kg/m^3$ . Занемарити капиларне појаве. Обавезно нацртати слику равнотежног стања са јасно означеним величинама  $L$ ,  $h$  и  $x$ . (20 поена)

3. За мерење јачине ракије користи се инструмент у народу познат под именом гради, којим се јачина ракије одређује из концентрације алкохола раствореног у води. Стручни назив оваквог инструмента је ареометар, који концентрацију мери мерењем густине раствора. Ареометар је у облику цевчице, која плива вертикално уроњена у воду. Ареометар масе  $m = 50g$  је потопљен у ракију густине  $\rho = 950kg/m^3$ . Ако се ареометар гурне из равнотежног положаја веома мало у ракију, у вертикалном смеру, и пусти, почеће да осцилује. Одредити период ових осцилација, ако је полупречник цилиндричне цеви ареометра  $r = 3mm$ . (20 поена)

4. Колику ће вредност јачине струје показивати амперметар у колу са слике, ако је вектор магнетне индукције нормалан на раван цртежа и ако се вредност магнетне индукције хомогеног магнетног поља мења у току времена по закону  $B = kt$ , где је  $k$  позитивна константа? Контура са слике се састоји од кружног проводника и праволинијског проводника. Пречник кружнице и дужина праволинијског проводника  $CD$  износе  $d$ . Контура је направљена од жице чији је отпор по јединици дужине  $\rho$ . Отпорност амперметра занемарити. (25 поена)



5. У магнетном пољу индукције  $B = 50mT$  ротира проводни штап дужине  $l = 1m$  угаоном брзином  $\omega = 2\pi rad/s$ . Оса ротације пролази кроз крај штапа и нормална је на њега. Линеје силе магнетног поља су паралелне оси ротације. Одредити електромоторну силу индуковану на крајевима штапа. Ако су крајеви штапа проводником везани за амперметар проводницима који све време остају паралелни линијама силе магнетног поља, одредити количину наелектрисања која протекне кроз амперметар у току једне пуне ротације штапа. Отпорност штапа је  $R = 100\Omega$ . Отпорности проводника и амперметра занемарити. (20 поена)

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 2009/2010. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије  
Министарство Просвете Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОПШТИНСКИ НИВО  
13.02.2010.

1. Пре додавања другог тега је  $T = 2\pi\sqrt{M/k}$ , (1п) где је  $M$  маса првог тега и таса, а  $k$  коефицијент еластичности опруге. Након додавања другог је  $T' = 2\pi\sqrt{(M+m)/k}$  (3п), где је  $m$  маса другог тега. Комбиновањем једначина  $T$  и  $T'$  за добија се да је  $T'^2 = T^2 + 4\pi^2 m/k$  (5п). Спуштање равнотежног положаја изазвано је тежином другог тега,  $mg = kh$  (1п). Следи да је  $T' = \sqrt{T^2 + 4\pi^2 h/g}$  (4п)  $T' \approx 1.6s$  (1п).

2. Притисак у цеви док је у ваздуху износи  $p_0$ , а запремина ваздуха у њој је  $V_0 = LS$  (1п), ( $S$  површина пресека цеви). **I начин** (претпоставка равнотежног стања као на сл.1): Притисак у цеви  $p_1 = p_0 + \rho gh$  (1п) и запремина ваздуха  $V_1 = (h+x)S$  (1п). Процес је спор па је

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 \text{ (1п)} \Rightarrow p_0 LS = (p_0 + \rho gh)(h+x)S \text{ (5п)} \quad x = \frac{p_0 L}{p_0 + \rho gh} - h \text{ (3п)} \quad x = -0.38m \text{ (3п)}$$

**II начин** (претпоставка равнотежног стања као на сл.2):  $V_1 = (h-x)S$  (1п),  $p_0 V_0 = p_1 V_1$  (1п).

$$\Rightarrow p_0 LS = (p_0 + \rho gh)(h-x)S \text{ (5п)} \quad x = h - \frac{p_0 L}{p_0 + \rho gh} \text{ (3п)} \quad x = 0.38m \text{ (3п)}$$

**НАПОМЕНА:** Ако је уз сл.1 позитивно решење, или уз сл.2 негативно, не давати 3 поена за решење. За тачно решење без слике дати 15 п. Ако је решење негативно без напомене да је цев потопљена и без слике дати 12 п.

3. Када ареометар у равнотежи плива у ракији, сила потиска је једнака сили тежине:

$mg = \rho g V = \rho gh S = \rho g h r^2 \pi$ , (3п), где је  $h$  дубина до које ареометар потоне. Ако се ареометар гурне у течност за  $x$ , у равнотежни положај га враћа сила:

$$F = mg - \rho g(V + \Delta V) = mg - \rho g(h+x)r^2 \pi = -\rho g r^2 \pi x \text{ (6п)}. \text{ Очигледно је ова сила хармонијска,}$$

јер је сразмерна удаљености од равнотежног положаја. Пошто је коефицијент сразмерности  $k = \rho g r^2 \pi$ , (3п)

$$\text{тражени период осциловања износи: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2}{r}\sqrt{\frac{\pi m}{\rho g}} \text{ (6п)} \quad T = \frac{2}{3 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \sqrt{\frac{0.05 \text{ kg} \cdot 3.14}{950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \approx 2.74 \text{ s (2п)}$$

4. Контуре  $CaD$  и  $CbD$ , имају површине  $S = \pi d^2 / 8$ . Магнетни флуксеве кроз њих у тренуцима  $t_1$  и  $t_2$  је  $\Phi_1 = B_1 S = kt_1 \pi d^2 / 8$  и  $\Phi_2 = B_2 S = kt_2 \pi d^2 / 8$ . Индукована ЕМС

ће бити  $\varepsilon = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1} = \frac{k\pi d^2}{8}$ . (5п) Претпостављени смерови струја су приказани на слици. Применом Кирхофових правила добијају се једначине  $I_1 R_1 + IR_2 = \varepsilon$ ; (3п)

$I_2 R_2 - I_1 R_1 = \varepsilon$  (3п);  $I = I_1 + I_2$  (2п), где је  $R_1 = \rho d$  (1п) је отпорност проводника  $CD$ , а  $R_2 = \rho \pi d / 2$  (1п) је отпорност проводника  $CaD$  и  $CbD$ . Решавањем једначина добија

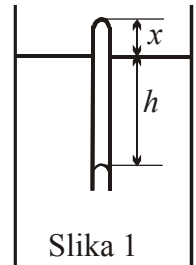
$$\text{се да је } I_1 = 0 \text{ (3п)} \text{ и } I = I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{k d}{4\rho} \text{ (7п)}$$

5. **I начин:** За време  $\Delta t$  штап пребрише површину  $\Delta S = \frac{1}{2} l v \Delta t = \frac{1}{2} l^2 \omega \Delta t$ , (5п) где је брзина периферне тачке, па се

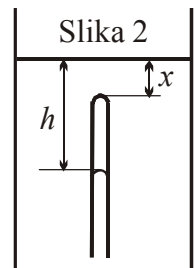
$$\text{у њему индукује ЕМС } \varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{B \Delta S}{\Delta t} = -\frac{Bl^2 \omega}{2} \text{ (8п)}, \quad \varepsilon = \frac{50 \text{ mT} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 2\pi \text{ rad}}{2 \text{ s}} \approx 0.157 \text{ V} \text{ (2п)}$$

**II Начин:** На слободне електроне у штапу, на удаљености  $r$  од осе делује Лиренцова сила  $F = evB = e\omega Br$  (3п). Пошто она линеарно расте са  $r$ , средња сила на све електроне износи  $F = e\omega Bl / 2$  (3п). Ова сила се уравније са силом електричног поља, па је:  $e\omega Bl / 2 = eE = e\varepsilon / l$  (5п), одакле је:  $\varepsilon = Bl^2 \omega / 2$  (2п)  $\varepsilon \approx 0.157 \text{ V}$  (2п) (знак одређује само поларитет ЕМС). За време једне ротације кроз амперметар протекне наелектрисање:

$$q = I T = \frac{\varepsilon}{R} T = \frac{Bl^2 \omega}{2R} \frac{2\pi}{\omega} = \frac{Bl^2 \pi}{R} \text{ (4п)} \quad q = \frac{50 \text{ mT} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot \pi}{100 \Omega} \approx 1.57 \text{ mC} \text{ (1п)}$$



Slika 1



Slika 2

