

**22. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (7. март 2015)**

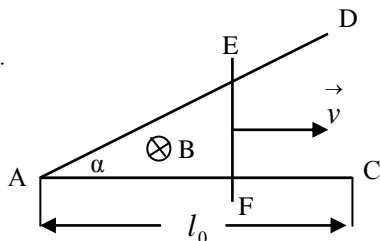
III РАЗРЕД

1. Честица осцилје по закону: $x = 0.1 \sin 6.28t$ гдје су све величине изражене јединицама Интернационалног система.

Одредити средњу брзину честице:

- а) за један период осциловања,
- б) за прву осмину периода,
- в) за другу осмину периода.

2. Проводник EF креће се, без трења, константном брзином v , затварајући струјно коло са проводницима AC и AD , као на слици. Нормално на раван ових проводника постављено је хомогено магнетно поље индукције B . Наћи количину топлоте која се издвоји у колу за вријеме кретања проводника EF од тачке A до тачке C . Отпор јединице дужине проводника EF је r , док су отпори осталих дијелова кола занемарљиви. Дужина проводника AC је l_0 , а угао између AD и AC је α .



3. Калем термогеног отпора 10Ω и индуктивности L , прикључен је на генератор чији се напон мијења по закону $u = 169,2 \cdot \sin 314t$. Фазни помак између напона и јачине струје износи 60° . Колика је индуктивност калема ако он троши снагу $400W$?

4. Низ кров, чији је нагиб према хоризонту 30° , котрља се без клизања хомогена кугла. Полазећи из мировања, кугла пређе по крову $2.8m$ и на висини $9m$ напушта кров. Колика је брзина кугле у тренутку када падне на Земљу? Губици механичке енергије су занемарљиви. Момент инерције кугле је $I = 0.4mr^2$, а $g = 9.81m/s^2$.

5. Цијев отворена на оба краја, дужине $l = 0.76m$, је вертикално урођена до половине у живу. Након тога потпуно се затвори горњи крај цијев и цијев се извади из посуде са живом. Колика ће бити висина стуба живе у цијев и цијев се извађена из посуде? Атмосферски притисак једнак је хидростатичком притиску стуба живе висине $76cm$.

Задатке припремио: Милко Бабић

Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1.

Средња брзина једнака је количнику пређеног пута и протеклог времена кретања.

$$a) v_{sr} = \frac{s}{t} = \frac{4x_0}{T}.$$

Из једначине осциловања, види се да је: $x_0 = 0,1m, T = 1s$, па је: $v_{sr} = 0,4 \frac{m}{s}$.

б) На крају прве осмине периода, елонгација тијела биће:

$$x = 0,1m \cdot \sin \frac{\pi}{4} = 0,0707m, \text{ па је и пређени пут у току тог времена исто толики.}$$

$$\text{Слиједи: } v_{sr} = \frac{s}{t} = \frac{x}{T/8} = \frac{8x}{T}, \text{ односно } v_{sr} = 0,566 \frac{m}{s}.$$

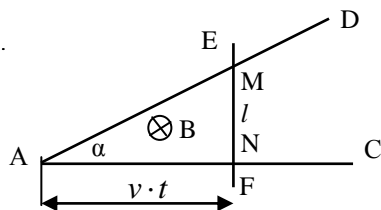
в) на крају следеће осмине периода тијело ће се наћи у амплитудном положају, па је пут који је прешло у току друге осмине периода: $s = x_0 - x$,

$$\text{а средња брзина: } v_{sr} = \frac{x_0 - x}{T/8}, v_{sr} = 0,234 \frac{m}{s}.$$

2.

За вријеме t проводник EF пређе растојање $v \cdot t$. Напон између тачака M и N (слика), $MN = l = v \cdot t \cdot \tan \alpha$, у том тренутку је: $U = B \cdot l \cdot v = B \cdot t \cdot v^2 \cdot \tan \alpha$, а отпор кола је:

$$R = r \cdot l = r \cdot t \cdot v \cdot \tan \alpha.$$



Тренутна снага ослобођења у проводнику за време t је:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(B \cdot t \cdot v^2 \cdot \tan \alpha)^2}{r \cdot t \cdot v \cdot \tan \alpha} = \frac{B^2 \cdot v^3 \cdot \tan \alpha}{r} \cdot t.$$

Како се снага мијења линеарно са временом, то је за израчунавање укупне количине топлоте

која се ослободи за вријеме, $T = \frac{l_0}{v}$, потребно узети средњу снагу, а она се рачуна као

$$\text{аритметичка средина почетне и крајње снаге. Дакле, } Q = \frac{P_0 + P_T}{2} \cdot T = \frac{P_T}{2} \cdot T,$$

$$Q = \frac{B^2 \cdot v^3 \cdot T^2 \cdot \tan \alpha}{2 \cdot r}, \text{ односно } Q = \frac{B^2 \cdot l_0^2 \cdot v \cdot \tan \alpha}{2 \cdot r}.$$

3. Услови задатка: $R = 10\Omega, u = 169,2 \cdot \sin 314t, \varphi = 60^\circ, P_a = 400W, L = ?$

Упоређивањем опште формуле за напон генератора $u = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ са датом формулом

добива се максимални напон генератора: $U_0 = 169,3V$, кружна фреквенција $\omega = 314s^{-1}$ и

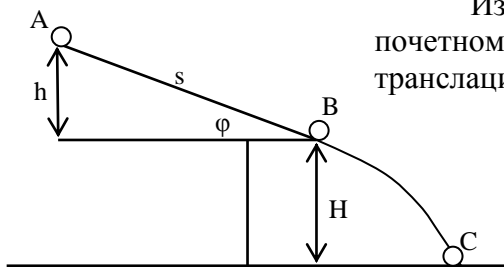
фреквенција струје $f = \omega/2\pi, f = 50Hz$. Ефективни напон износи $U_{ef} = U_0/\sqrt{2}$,

$U_{ef} = 119.7V \approx 120V$. Снага коју троши калем је активна снага: $P_a = U_{ef} I_{ef} \cos \varphi$, одакле је ефективна јачина струје: $I_{ef} = P_a / (U_{ef} \cos \varphi)$, $I_{ef} = 6,68A$.

У колу нема кондензатора па је импеденса $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$. Из Омовог закона $I_{ef} = U_{ef} / Z$, слиједи $Z = U_{ef} / I_{ef}$, одакле је $R^2 + X_L^2 = (U_{ef} / I_{ef})^2$, $X_L^2 = (U_{ef} / I_{ef})^2 - R^2$, $(\omega L)^2 = (U_{ef} / I_{ef})^2 - R^2$. Тражена индуктивност калема износи $L = (1/\omega) \sqrt{(U_{ef} / I_{ef})^2 - R^2}$, $L = (1/2\pi f) \sqrt{(U_{ef} / I_{ef})^2 - R^2}$, или након замене бројних вредности $L = 47.3mH$.

4.

$\varphi = 30^\circ$, $s = 2,8m$, $H = 9m$, $v = ?$



Из закона одржања енергије: потенцијална енергија у почетном стању (A) једнака је збиру кинетичких енергија translације и ротације у моменту када додирне Земљу (C),

$$mgh + mgH = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}, \quad (1) \quad \text{одакле је}$$

$$v = \sqrt{2gH + 2gh - \frac{I\omega^2}{m}}. \quad (2)$$

Угаона брзина ω може да се одреди из закона одржања механичке енергије примијењеног на почетни положај кугле (A) и положај кугле гдје напушта кров (B), $mgh = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$ (3).

Уврштавањем услова котрљања кугле без проклизавања, $v_0 = \omega \cdot r$, у претходну једначину добија се $\omega^2 = \frac{2mgh}{I + mr^2}$, $h = s \cdot \sin \varphi$,

$$\omega^2 = \frac{2mgs \cdot \sin \varphi}{I + mr^2} \quad (4). \quad \text{Уврштавањем (4) у (2)} \quad v = \sqrt{2g \left(H + \frac{s \cdot \sin \varphi}{1 + \frac{I}{mr^2}} \right)}, \quad v = 14 \frac{m}{s}.$$

5.

Ваздух у горњој половини цијеви пролази кроз изотермни процес за који важи:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (1), \quad p_1 = p_0, \quad V_1 = 0,5Sl, \quad p_0 - \text{атмосферски притисак.}$$

Након вађења цијеви из живе: $p_2 + \rho g x = p_0$, $p_2 = p_0 - \rho g x$, $V_2 = (l - x)S$, гдје је x висина стуба живе у цијеви.

Уврштавањем p_2 и V_2 у (1) налазимо $p_0 \cdot 0,5S \cdot l = (p_0 - \rho g x)(l - x)S$. Након сређивања ове

једначине, узимајући у обзир да је $\rho g l = p_0$, добијамо квадратну једначину: $x^2 - 2lx + \frac{l^2}{2} = 0$.

Њена решења су: $x_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{2}}{2} l$. Само рјешење, $x_2 = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} 76cm = 22.3cm$, има физички смисао.