



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2021/2022. ГОДИНЕ.



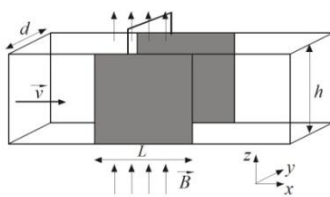
III
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије

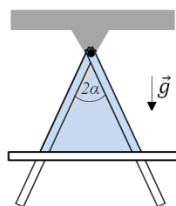
ОКРУЖНИ
НИВО
27.03.2022.

ЗАДАЦИ– АЛФА КАТЕГОРИЈА

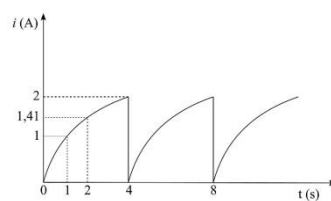
- Магнето-хидродинамички генератор је уређај за производњу електричне струје кретањем проводног флуида кроз магнетно поље. На Слици 1 је приказана правоугаона пластична комора ширине d и висине h кроз коју протиче жива (комора је увек испуњена) електричне проводљивости σ . Турбина ствара разлику притисака на улазу и излазу из коморе, Δp , која изазива кретање живе константном брзином v . На делу коморе су њене наспрамне облоге прекривене бакарним плочама дужине L и висине h , као на слици. Плоче су кратко спојене. Протицање живе кроз комору посматрати као стационарно протицање невискозног и нестишљивог флуида. Хомогено магнетно поље делује само између бакарних плоча. а) Одредити напон између бакарних плоча, V_H . б) Одредити интензитет и смер Амперове силе која делује на живу. в) Одредити брзину флуида након успостављања стационарног стања. г) Одредити снагу турбине у стационарном стању.
- Преко вертикалног рама са углом 2α при врху превучена је опна од сапунице, чији је коефицијент површинског напона γ . Штап масе m постављен је хоризонтално тако да може да клизи по раму без трења (Слика 2). Штап се изведе из равнотежног положаја за растојање y_0 у вертикалном правцу пусти. Показати да ће штап хармонијски осциловати и наћи зависност његове елонгације од времена. Штап током кретања остаје хоризонталан.
- Колика је ефективна вредност јачине струје чија се тренутна јачина мења са временом по датом графику на Слици 3? (Млади физичар 54)
- Са врха стрме равни висине h и хоризонталне дужине l пусти се из стања мировања куглица масе m , занемарљивог полупречника. Куглица је наелектрисана количином наелектрисања $+q$. У темену правоугла 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?
- Електрично коло састоји се од отпорника отпорности $R = 1 \text{ k}\Omega$, кондензатора капацитета $C = 160 \mu\text{F}$ и калема индуктивности $L = 1 \text{ mH}$ (Слика 4). Ако је временска зависност напона у колу $u(t) = 2U_0 \cos(at) \sin(bt)$, где су $U_0 = 2\text{V}$, $a = 1250 \text{ rad/s}$ и $b = 3750 \text{ rad/s}$, колике ће бити кружна фреквенција и амплитуда електричне струје која тече кроз проводник?



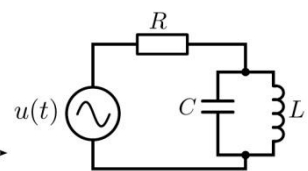
Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.



Слика 4.

Напомене: Сва решења детаљно објаснити. Сваки задатак носи по 20 поена.

Свим такмичарима желимо успешан рад !

Задатке припремили: др Иван Смиљанић и Ивана Видаковић, Институт за нуклеарне науке Винча
Рецензент:

Председник комисије: Проф. др Имре Гут, Департаман за физику, Нови Сад

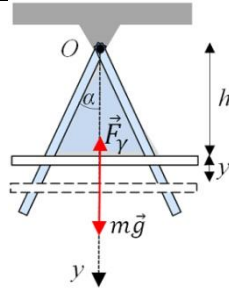


III
РАЗРЕД

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА – АЛФА КАТЕГОРИЈА

ОКРУЖНИ НИВО
27.03.2022.

- а) Посматрајући живу као штап дужине d који пресеца магнетно поље индукције B брзином v следи да је $V_H = Bdv$ (2п). Пошто је $I = \frac{V_H}{R}$ (1п), а $R = \frac{\rho d}{S} = \frac{\rho d}{Lh}$ (1п). Следи да је $I = \frac{BdvLh}{\rho d} = BLh\sigma v$ (2п) б) $F_A = Bid = B(BLh\sigma v)d = B^2Lh\sigma dv$ (3п). Сила делује у смеру супротном од смера x -осе (1п). в) $ma = \Delta pS - B^2Lh\sigma dv = \Delta phd - B^2Lh\sigma dv$ (3п). По успостављању стационарног стања, $a = 0, v = const = \frac{\Delta p}{B^2L\sigma}$ (3п). г) $P = Fv = \Delta pSv = \frac{(\Delta p)^2 h}{B^2\sigma}$ (4п).
- Нека је хоризонтални штап у равнотежном положају на растојању h од тачке O (Слика 1), при чему је у додиру са опном од сапунице део штапа дужине $d = 2htg\alpha$ (2п). Услов статичке равнотеже хоризонталног штапа је $m\vec{g} + \vec{F}_Y = 0$ (1п), односно $mg - 2\gamma d = mg - 4\gamma htg\alpha = 0$ (4п), одакле се за равнотежни положај добија $h = \frac{mg}{4\gamma tg\alpha}$ (1п). Уколико је штап изведен из равнотежног положаја за y по вертикали, једначина његовог кретања је $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{Y1}$ (2п), одакле следи $ma = mg - 4\gamma(h + y)tg\alpha = -4\gamma tg\alpha \cdot y$ (3п). Добijена једначина описује хармонијско осциловање са кружном фреквенцијом $\omega^2 = 4\gamma tg\alpha/m$ (3п). Како штап почиње кретање из амплитудног положаја, његова елонгација је $y(t) = y_0 \cos \sqrt{\frac{4\gamma tg\alpha}{m}} t$ (4п)
- У току једног периода, који траје $4s$, јачина струје мења се по закону $i = k\sqrt{t}$ (4п), где је $k = 1As^{-\frac{1}{2}}$ (2п). Тренутна снага на отпору R је $p = i^2R = k^2Rt$ (2п), па је средња снага за један период $\bar{P} = \frac{1}{2}k^2RT$ (2п). Количина топлоте која се ослободи за један период је $Q = \bar{P}T$ (2п), а ефективна јачина струје је $I_{ef} = \sqrt{\frac{Q}{RT}}$ (4п). Након сређивања се добија $I_{ef} = k\sqrt{\frac{T}{2}} = \sqrt{2}A$ (4п).
- Укупне енергије куглице на врху и у подножју стрме равни су $E_1 = mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h}$ (2п) и $E_2 = \frac{mv^2}{2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l}$ (2п), респективно. а) Према закону одржања енергије је $mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} = \frac{mv^2}{2} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l}$ (3п), одакле следи да је брзина куглице у подножју стрме равни $v = \sqrt{\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 m} (\frac{1}{l} - \frac{1}{h}) + 2gh}$ (3п). б) Куглица стиже до подножја када је израз под кореном позитиван, или ако је $mgh - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} > 0$ (4п), $\frac{1}{l} > \frac{1}{h} - \frac{4\pi\epsilon_0 mgh}{q^2}$ (3п), $\frac{1}{l} > 0,411 \frac{1}{m}$, $l < 2,43m$ (3п). За тачан цео поступак са погрешним знаком потенцијалне енергије 6 поена.
- Дати напон се може представити као збир два синусна напонска сигнала $u(t) = U_0 \sin \omega_1 t + U_0 \sin \omega_2 t$ (3п), једнаких амплитуда $U_0 = 2V$ и кружних фреквенција $\omega_1 = a + b = 5000 rad/s$ (2п) и $\omega_2 = a - b = 2500 rad/s$ (2п). Импедансе кондензатора и калема су редом $Z_C = \frac{1}{i\omega C}$ и $Z_L = i\omega L$, па је импеданса дела кола $Z_{LC} = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C} = \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC}$ (3п), а укупна импеданса кола је $Z = R + Z_{LC}$ (1п). Заменом бројних вредности добија се да је укупна импеданса кола за кружну фреквенцију ω_2 бесконачна (2п), док је за кружну фреквенцију ω_1 укупна импеданса коначна (2п), што значи да ће кроз коло тећи само струја кружне учестаности ω_1 (2п). Амплитуда те струје је $I = \frac{U_0}{|Z|} = 2mA$ (3п).



Слика 1.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!