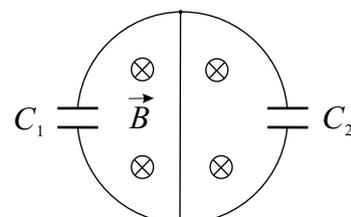


ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2002/2003. ГОДИНЕ

Задачи за III разред

1. Хоризонтално постављена даска хармонијски осцилује у хоризонталном правцу са амплитудом $x_0 = 10\text{ cm}$. Одредити коефицијент трења μ између даске и тела које стоји на њој, ако је познато да тело почиње да клизи по дасци тек када се период осцилација смањи на $T = 1\text{ s}$. (15 п.)

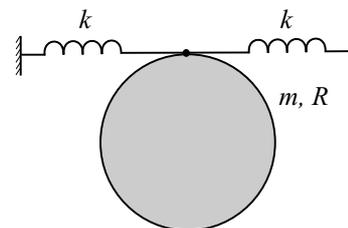
2. Штап од проводног материјала лежи дуж пречника проводног прстена полупречника R , као што је приказано на слици 1. На леву и десну половину прстена прикључени су кондензатори капацитета C_1 и C_2 ($C_1 > C_2$), који су у почетку били празни. Раван прстена је нормална у односу на линије сила магнетног поља чији се интензитет мења по закону $B = kt$ ($k = \text{const.}$) У произвољном тренутку штап је уклоњен, а промена магнетног поља прекинута. Одредити равнотежне количине наелектрисања на облогама оба кондензатора. (Млади физичар **64**, 1997/98.) (25 п.)



Слика 1

3. У колу које се састоји од кондензатора променљивог капацитета и реалног калема побуђују се принудне електромагнетне осцилације. Уколико се капацитет променљивог кондензатора повећа за $\beta = 1\%$ у односу на вредност при којој дато коло ступа у резонанцију, јачина струје у колу опадне $\alpha = 2$ пута. Колики је фактор добротe Q овог осцилаторног кола? (20 п.)
4. Хомогено магнетно поље интензитета $B = 12\text{ mT}$ усмерено је нормално на хомогено електрично поље интензитета $E = 15\text{ kV/m}$. Честица наелектрисања q и масе m , која је претходно убрзана разликом потенцијала $U = 10\text{ kV}$, улетела је у ову област и то тако да је њена брзина нормална на оба поља. Под којим условом ће се честица кретати равномерно праволинијски? Ако је тај услов задовољен, одредити специфично наелектрисање q/m ове честице. (15 п.)

5. Танак хомоген диск масе $m = 2\text{ kg}$ и полупречника $R = 10\text{ cm}$ причвршћен је за две опруге једнаких коефицијената еластичности $k = 50\text{ N/m}$, као што је приказано на слици 2. Наћи период малих осцилација диска, под претпоставком да нема проклизавања. Масе опруга су занемарљиве. (25 п.)



Слика 2

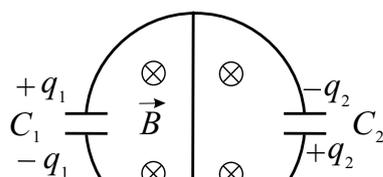
Задатке припремила: Татјана Тошић
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић

ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2002/2003. ГОДИНЕ

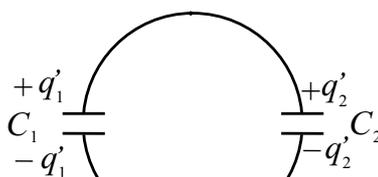
Решења задатака за III разред

1. Пре проклизавања, у неинерцијалном систему везаном за даску на тело делује инерцијална сила \vec{F}_{in} и сила статичког трења \vec{F}_{st} . Ове силе су једнаких интензитета и супротних смерова **2 п**. Тело ће почети да проклизава када сила статичког трења по интензитету постане већа од динамичке силе трења, $F_{st} > \mu m g$ **3 п**, где је са m означена маса тела. Како је $F_{st} = F_{in} = m a(t)$ **1 п**, где је $a(t) = \omega^2 x(t)$ **1 п** интензитет убрзања даске, ω фреквенција осциловања, а $x(t)$ положај центра масе даске у тренутку t , видимо да статичка сила трења има максималан интензитет у амплитудним положајима даске. Тада је $F_{st,max} = F_{in,max} = m \omega^2 x_0$ **2 п**. У граничном случају је $F_{st,max} = \mu m g$, одакле је $m \omega^2 x_0 = \mu m g$ **3 п**, тј. $\mu = \omega^2 x_0 / g = 4 \pi^2 x_0 / g T^2$ **2 п**. Након замене нумеричких вредности добијамо $\mu \approx 0.4$ **1 п**.

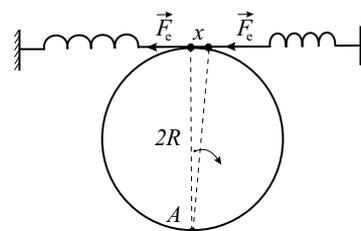
2. Електромоторне силе које се индукују у две полукружне контуре међусобно су једнаке и износе $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \frac{R^2 \pi}{2} = k \frac{R^2 \pi}{2}$ **5 п**, услед чега се (слика 1) кондензатори наелектришу количинама наелектрисања $q_1 = C_1 \mathcal{E}_1 = k C_1 \frac{R^2 \pi}{2}$ **3 п** и $q_2 = C_2 \mathcal{E}_2 = k C_2 \frac{R^2 \pi}{2}$ **3 п**. Након уклањања проводника и престанка промене магнетног поља долази до делимичног пражњења кондензатора и успостављања равнотеже, при чему су на плочама кондензатора равнотежна наелектрисања q'_1 и q'_2 (слика 2). Како се укупна количина наелектрисања у систему не мења, важи $q_1 - q_2 = q'_1 + q'_2$ **5 п**. Користећи једнакост $q'_1 / C_1 = q'_2 / C_2$ **3 п**, коначно добијамо наелектрисања $q'_1 = k C_1 \frac{R^2 \pi}{2} \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2}$ **3 п** и $q'_2 = k C_2 \frac{R^2 \pi}{2} \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2}$ **3 п**.



Слика 1



Слика 2



Слика 3

3. Максимална струја у колу је $I_0 = U / R$ **3 п**, где је U напон на извору, а R укупан отпор у колу. Након промене капацитета кондензатора струја је дата са $I = U / \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C_1\omega)^2}$ **4 п**, где је $C_1 = (1 + \beta) C$ **3 п**, C је резонантни капацитет кондензатора, L је индуктивност калема, а ω је фреквенција побуде. Како је $LC\omega^2 = 1$, из услова задатка $\alpha = I_0 / I$ **2 п** и дефиниције фактора добротe $Q = \sqrt{L/R^2 C}$ **2 п** коначно добијамо $Q = (1 + \beta) \sqrt{\alpha^2 - 1} / \beta$ **5 п**, односно $Q \approx 2 \cdot 10^2$ **1 п**.

4. Услов за равномерно праволинијско кретање честице је једнакост интензитета Лоренцове силе и силе електричног поља које на њу делују, односно $qvB = qE$ **5 п**, где је v интензитет брзине честице. Одавде добијамо да важи $v = E / B$ **1 п**. С друге стране, из закона одржања енергије следи $m v^2 / 2 = qU$ **3 п**, одакле је $q / m = v^2 / 2U$ **1 п**. Ако у ову једнакост убацимо добијени услов $v = E / B$, добијамо $q / m = E^2 / 2 U B^2$ **4 п**, односно $q / m \approx 7.8 \cdot 10^7 \text{ C / kg}$ **1 п**.

5. Ако се диск изведе из равнотежног положаја за мало растојање $x \approx 2 R \theta$ **4 п** (слика 3), на њега делује момент еластичних сила који тежи да га врати у равнотежни положај. Еластичне силе имају исте интензитета $F_e = k x$ **2 п**, па је у односу на тачку A интензитет момента $M = 4 R F_e$ **3 п**, односно $M = 4 R k x \approx 8 R^2 k \theta$ **2 п**. Момент инерције диска око осе ротације која пролази кроз тачку A је $I = m R^2 / 2 + m R^2 = 3 m R^2 / 2$ **3 п**, па је основна једначина динамике ротационог кретања у овом случају $I \alpha = -M$ **5 п**, где је α интензитет угаоног убрзања диска, а знак минус показује да момент сила тежи да врати диск у равнотежни положај. Ова једначина може да се напише и као $\alpha = -\omega^2 \theta$, где је $\omega^2 = 16 k / 3 m$, одакле је период малих осцилација $T = 2 \pi / \omega = \pi \sqrt{3 m / 4 k}$ **5 п**, односно $T \approx 0.5 \text{ s}$ **1 п**.

Задатке припремила: Татјана Тошић
Рецензент: Антун Балаж
Председник комисије: др Мићо Митровић