

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД

Задаци за окружно такмичење ученика основних школа, шк. 2006/2007. год.

VIII разред

1. Сатурнови прстенови састоје се од финих гранула прашине чији је полупречник реда величине 1 μm . Ове грануле се крећу кроз јонизовани гас и током кретања "сакупљају" електроне. Колико електрона би требало да сакупи једна гранула да би потенцијал електричног поља на њеној површини био -400 V ? (МФ100).
(15 поена)
2. Три наелектрисања $q_1 = 3\text{ nC}$, $q_2 = -4\text{ nC}$ и $q_3 = 2\text{ nC}$ налазе се у теменима правоуглог троугла, тако да се q_3 налази у темену чије странице граде прав угао. Наћи силу која делује на њега ако је удаљено за $r_1 = 0.1\text{ m}$ од наелектрисања q_1 и $r_2 = 0.08\text{ m}$ од наелектрисања q_2 .
(15 поена)
3. Двострана полуга је уравнотежена телима од истог материјала густине ρ тако да је са леве стране од ослонца на растојању l_1 од њега тело запремине V_1 , а са десне стране је тело запремине V_2 на растојању l_2 од ослонца. Када лево тело потопимо у дестиловану воду ($\rho_v = 1000\text{ kg/m}^3$), а десно у алкохол ($\rho_A = 800\text{ kg/m}^3$), равнотежа је успостављена померањем левог тела на три пута веће растојање од ослонца, а десног на два пута веће растојање од ослонца у односу на почетна растојања. Наћи густину материјала ρ од кога су направљена тела.
(20 поена)
4. Електромотор грађевинске дизалице је радног напона $U = 380\text{ V}$. Када дизалица подиже терет масе $M = 1.4\text{ t}$ брзином од $v_1 = 20\text{ cm/s}$, тада кроз електромотор тече струја јачине $I_1 = 10\text{ A}$. Коликом брзином дизалица подиже исти терет када кроз мотор тече струја јачине $I_2 = 15\text{ A}$. Коефицијент корисног дејства само механичких преносника дизалице је $\eta = 0.9$.
(25 поена)
5. У плочасти кондензатор чије су плоче квадратне, димензија $a \times a = (6\text{ cm} \times 6\text{ cm})$, и на међусобном растојању од $d = 3\text{ mm}$ увлачи се константном брзином $v = 1\text{ cm/s}$ диелектрична плочица релативне диелектричне константе $\epsilon_r = 7$. Плочица потпуно попуњава простор између плоча и увлачи се тако да јој је предња, равна страна, паралелна двома, а нормална на друге две ивице плоча кондензатора. Кондензатор је спојен са извором електромоторне силе $U = 120\text{ V}$. Одредити јачину струје која тече у колу током увлачења плочице.
(25 поена)

Константе: $g = 10\text{ m/s}^2$, $k = 9 \cdot 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Напомена: Сва решења детаљно објаснити!

Задатке припремили: мр Маја Стојановић и др Срђан Ракић
Рецензенти: др Срђан Ракић и мр Маја Стојановић
Председник комисије: др Надежда Новаковић

Свим такмичарима желимо успешан рад!

Решења задатака за VIII разред

- Потенцијал на површини ће бити једнак траженом ако је гранула наелектрисана са $\varphi = k \frac{q}{r} \Rightarrow q = \frac{\varphi \cdot r}{k}$ (8п). Заменом бројних вредности добијамо $q = 4.44 \cdot 10^{-14}$ C (2п). Ова количина наелектрисања садржи $n = \frac{q}{e}$ (3п) тј. 277500 електрона (2п).
- Интензитет резултујуће силе која делује на наелектрисање ће се добити као $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ (3п) пошто силе F_1 и F_2 граде прав угао. Силе рачунамо као $F_1 = k \frac{q_1 q_3}{r_1^2}$ (3п) и $F_2 = k \frac{q_1 q_2}{r_2^2}$ (3п). Заменом бројних вредности добијамо $F_1 = 0.54 \cdot 10^{-5}$ N (2п) и $F_2 = 1.125 \cdot 10^{-5}$ N (2п). Јачина резултујуће силе износи $F = 1.25 \cdot 10^{-5}$ N (2п).
- Услов за равнотежу полуге је једнакост статичких момената сила које делују са леве и са десне стране у односу на тачку ослоња $Q_1 l_1 = Q_2 l_2 \Rightarrow \rho \cdot V_1 \cdot g \cdot l_1 = \rho \cdot V_2 \cdot g \cdot l_2$ (4п). Потапањем тела у воду, односно у алкохол нови услов статичке равнотеже је $(Q_1 - F_{p1}) \cdot 3l_1 = (Q_2 - F_{p2}) \cdot 2l_2$ (6п), где су F_{p1} и F_{p2} силе потисака које делују на тела. Заменом одговарајућих израза добија се $(\rho - \rho_V) \cdot V_1 \cdot g \cdot 3l_1 = (\rho - \rho_A) \cdot V_2 \cdot g \cdot 2l_2$ (4п). Деобом прве и последње једначине добија се да је $\rho = 3 \cdot \rho_V - 2 \cdot \rho_A$ (4п). Заменом бројних вредности је $\rho = 1400$ kg/m³ (2п).
- Корисна снага дизалице је $P = \frac{mgh}{t} = mgv$, а механичка снага коју мора да испоручи мотор износи $P_{meh} = \frac{mgv}{\eta}$ (2п). Снага коју развија мотор троши се на механичку снагу и снагу за загревање отпорника у колу, па је $UI = RI^2 + P_{meh}$. Када кроз мотор протиче струја I_1 важи $R = \frac{U \cdot I_1 - P_{meh}}{I_1^2}$ (8п), тј. $R = 6.9 \Omega$ (1п). Када кроз мотор тече струја I_2 , онда је испоручена механичка енергија $P'_{meh} = \eta \cdot (U \cdot I_2 - R \cdot I_2^2) = mgv_2$ (8п), па је $v_2 = 26.6$ cm/s (3п).
- Струја у колу тече због промене капацитета кондензатора (он се повећава). Овај кондензатор са диелектричном плочицом разматрамо као два паралелно везана кондензатора (2п). Нека је у тренутку t плочица увучена за растојање x у кондензатор. Капацитет је у том случају $C(t) = \varepsilon_0 \frac{a \cdot (a-x)}{d} + \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{a \cdot x}{d}$ (7п). Након кратког времена Δt плочица се увуче у кондензатор за $v \cdot \Delta t$, капацитет се промени и износи $C(t + \Delta t) = \varepsilon_0 \frac{a \cdot (a-x-v \cdot \Delta t)}{d} + \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{a \cdot (x+v \cdot \Delta t)}{d}$ (7п). Промена капацитета износи $\Delta C = C(t + \Delta t) - C(t) = \varepsilon_0 (\varepsilon_r - 1) \frac{a \cdot v \cdot \Delta t}{d}$ (2п). Како је $\Delta q = \Delta C \cdot U$ (2п) то је $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \varepsilon_0 (\varepsilon_r - 1) \frac{a \cdot v}{d} U$ (3п). Заменом бројних вредности добија се $I \approx 1.27$ nA (2п).