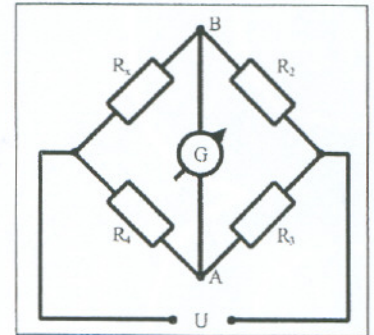


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
 МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
 ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
 ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД
 Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2005/2006. год.
 Ужице, 1-2. април 2006. године

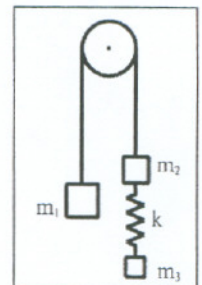
VIII разред

1. Витстонов мост представља једноставно електрично коло приказано на слици које омогућава да се одреди вредност непознатог отпора R_x . Мост се доводи у равнотежу, а то значи да кроз галванометар не тече струја. А) Извести израз за R_x када је мост у равнотежи а остали отпори су познати (6 поена). Б) При умањењу отпора R_x за 1Ω код уравнотеженог моста, кроз галванометар тече струја $I = 5 \mu\text{A}$. При томе се јачина струје кроз R_x мења од 100mA на 120mA . Одредити јачину струје кроз галванометар при повећању отпора R_x за 2Ω . Напомена: Имајте у виду редове величина струја, тј. њихове бројне вредности, а самим тим могућност занемаривања неких од њих у појединим прорачунима!!! (19 поена)



2. Електромотор једносмерне струје (статор мотора је стални магнет) је прикључен на мрежу једносмерног напона $U = 120 \text{V}$ преко реостата тако да укупни омски отпор кола износи $r = 5 \Omega$. При тим условима кроз навојке електромотора тече струја $I = 10 \text{A}$. Електромотор се искључује са мреже и његови прикључци се спајају са отпорником тако да укупни отпор кола износи $R = 100 \Omega$. Он се сада користи као генератор с тим да је број обртаја ротора исти као и у случају када ради као мотор. Одредити јачину струје која протиче кроз отпорник R . (15 поена)
3. Мерење количине наелектрисања наелектрисаног проводника може да се изврши помоћу електрометра који мери разлику потенцијала. Електрометар је мерни инструмент чији је унутрашњи отпор бесконачан. Електрометар има одређени капацитет, и мери напон као напон на том капацитету. Прво се измери напон између проводника и Земље U_1 . Затим се у коло веже још један кондензатор познатог капацитета C_0 и то тако да му је једна плоча повезана са проводником а друга уземљена. Електрометар показује тада напон U_2 . Напишите једначину из које се одређује наелектрисање проводника? Од чега зависи тачност мерења количине наелектрисања? (20 поена)

4. Преко хоризонталног, глатког и непокретног ваљка пребачен је канап занемарљиве масе. За један крај обешено је тело масе $m_1 = 500 \text{g}$, а за други крај тело масе $m_2 = 200 \text{g}$ за које је обешено, преко опруге коефицијента еластичности $k = 100 \text{N/m}$, тело масе $m_3 = 100 \text{g}$. Одредити убрзање тела и величину истезања опруге. Занемарити масу опруге. Претпоставити да нема осцилација тела која су везана за опруге. (15 поена)



5. Одређивање релативне диелектричне константе течности може се једноставно извести помоћу плочастог кондензатора. Мери се капацитет кондензатора у ваздуху C_0 , и у течности C_x и њихов однос даје вредност релативне диелектричне константе течности. Ипак, капацитет водова којима је кондензатор прикључен (сматрати да је двојични вод везан паралелно са кондензатором) на мерни инструмент уноси значајну грешку и због тога се врши додатно мерење капацитета C_p у течности чија је релативна диелектрична константа ϵ_p позната. Мерење капацитета помоћу уређаја ISKRA MA2302 даје следеће вредности: $C_0 = 31 \text{pF}$, $C_p = 46 \text{pF}$, $C_{x1} = 49 \text{pF}$, $C_{x2} = 40,3 \text{pF}$, $\epsilon_p = 2.1$. Задаци: а) извести израз за израчунавање непознате релативне диелектричне константе на основу датих података и израчунати их. б) На основу података конструисати график погодан да се на основу њега може одредити капацитет водова (25 поена)

Константе: $g = 10 \text{m/s}^2$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$

Напомена: Сва решења детаљно објаснити! **Свим такмичарима желимо успешан рад!**

Решења задатака за VIII разред

1. Услов равнотеже моста је да су тачке А и Б на истом потенцијалу, а то значи да је $R_x I_1 = R_4 I_2$ и $R_2 I_1 = R_3 I_2$. Делјењем једначина следи да је $R_x = R_2 \frac{R_4}{R_3}$. За мост у равнотежи важи: $(R_x + R_2) I_1 = \varepsilon$ а када се отпор R_x смањи за 1Ω : $(R_x + R_2) I_1' = \varepsilon$ јер је $120 \text{mA} \gg 5 \mu\text{A}$. Изједначавањем израза следи $R_1 + R_2 = 6 \Omega$, тј. $\varepsilon = 0.6 \text{V}$. Када се отпор R_x повећа за 2Ω следи $I_1'' = 75 \text{mA}$. Дакле, када отпор R_x опада, струја расте и потенцијал тачке А расте, и обрнуто. У првом случају је потенцијал тачке А (у односу на тачку В) повећан за $\Delta U' = R_2 \cdot 20 \text{mA}$, а у другом смањен за $\Delta U'' = R_2 \cdot 25 \text{mA}$. Пошто се отпор галванометра не мења, онда је $\frac{\Delta U'}{I'} = \frac{\Delta U''}{I''} \Rightarrow I'' = I' \frac{\Delta U''}{\Delta U'}$. $I'' = -6.25 \mu\text{A}$.

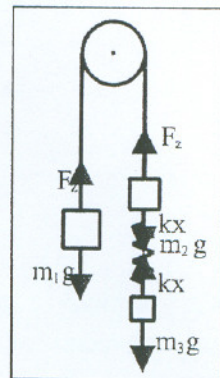
2. Када електромотор ради у режиму мотора онда важи: $UI = rI^2 + P_{mech} = rI^2 + \varepsilon I$ те се одавде добија електромоторна сила на мотору $\varepsilon = U - rI$ која ствара магнетно поље ротора, а брзина промене флукса је сразмерна броју обртаја ротора. Када мотор ради у режиму генератора, а брзина обртања је иста као у претходном случају, онда је индукована електромоторна сила једнака електромоторној сили мотора у првом случају. Дакле, $\varepsilon = RI'$, те изједначавањем добијамо $U - rI = RI' \Rightarrow I' = \frac{U}{R} - \frac{r}{R} I$. Заменом бројних вредности добија се $I' = 0.7A$.

3. Нека је наелектрисање проводника q_p а капацитет C_p . У првом случају тело предаје део наелектрисања електрометру па се може написати $q_e = C_e U_1$ и $q_p - q_e = C_p U_1$, где је C_e капацитет електрометра. После спајања кондензатора C_0 важи: $q' = (C_e + C_0) U_2$ и $C_p U_2 = q_p - (C_e + C_0) U_2$. Комбиновањем једначина добијамо $\frac{U_1}{U_2} = \frac{q_p - U_1 C_e}{q_p - (C_e + C_0) U_2}$ те је $q_p = \frac{U_1 U_2}{U_1 - U_2} C_0$. Тачност

одређивања количине наелектрисања зависи од тачности одређивања напона и од разлике напона. Већа разлика – већа тачност.

4. Из другог Њутновог закона за ова три тела: $m_1 g - F_z = m_1 a$, $F_z - m_2 g - kx = m_2 a$ и $kx - m_3 g = m_3 a$. Из тих једначина следи: $a = \frac{(m_1 - m_2 - m_3) g}{m_1 + m_2 + m_3} = 2.5 \text{ m/s}^2$,

$$x = \frac{2m_1 m_3}{k(m_1 + m_2 + m_3)} g = 0.0125 \text{ m}.$$



5. Пошто уређај мери укупни капацитет (кондензатор + водови) можемо писати: $C_o - C_v = \epsilon_0 \frac{S}{d}$,

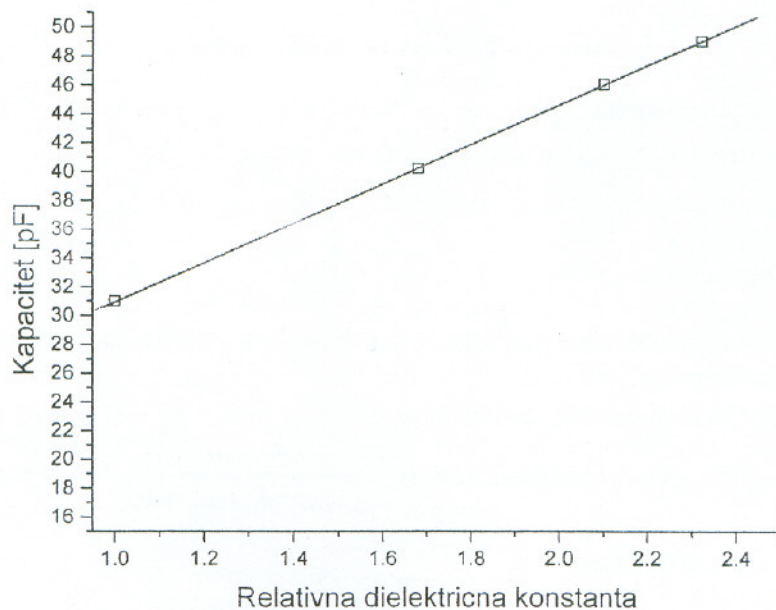
$$C_p - C_v = \epsilon_0 \epsilon_p \frac{S}{d}, C_x - C_v = \epsilon_0 \epsilon_x \frac{S}{d}. \text{ Види се да је разлика } C_x - C_0 \text{ сразмерна } \epsilon_x - 1, \text{ а разлика } C_p - C_0$$

сразмерна $\epsilon_p - 1$. Дакле $\frac{(C_x - C_0)}{(C_p - C_0)} = \frac{\epsilon_x - 1}{\epsilon_p - 1} \Rightarrow \epsilon_x = (\epsilon_p - 1) \frac{(C_x - C_0)}{(C_p - C_0)} + 1$. Заменом бројних вредности

добивамо $\epsilon_{x1} = 2.32$, $\epsilon_{x2} = 1.68$

Да би одредили вредност капацитета водова користићемо горње изразе, види се да је капацитет линеарна функција релативне диелектричне константе: $C_o = \epsilon_0 \frac{S}{d} \cdot \epsilon_r + C_v$. На основи табеле можемо нацртати график:

C [pF]	31	40.3	46	49
ϵ	1	1.68	2.1	2.32



Са графика се добија да је $C_o = 13.64$ pF, а $C_v = 17.36$ pF. Видимо да капацитет водова истог реда величине као и капацитет кондензатора па је додатно мерење неопходно!