

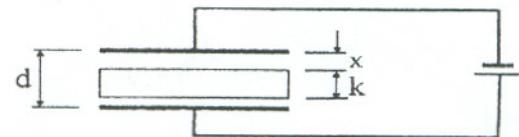
САВЕЗНА РЕПУБЛИКА ЈУГОСЛАВИЈА
 ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА
МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЈЕТЕ И НАУКЕ РЕПУБЛИКЕ ЦРНЕ ГОРЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА ПРОСВЕТУ, НАУКУ И КУЛТУРУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

37. савезно такмичење из физике

Нови Сад, 2002.

VIII разред

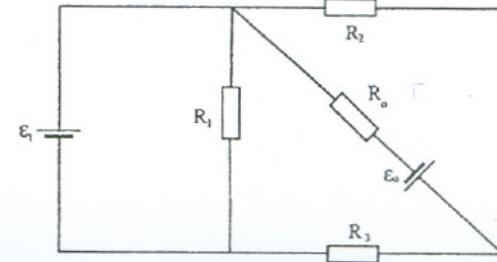
1. Унутар равног кондензатора налази се паралелно плочама, не додирујући ни једну од њих, плоча чија дебљина износи $k = 0.6d$, где је d растојање између плоча кондензатора. Капацитет кондензатора у одсуству плоче износи $C = 20 \text{ nF}$. Кондензатор се напуни из извора $U = 200 \text{ V}$, затим се искључи од извора и на крају се плоча полако извуче из кондензатора. Наћи рад, утрошен на извлачење плочице ако је она:



метална; б) стаклена ($\epsilon_r = 9$). ($\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$)

Енергија кондензатора: $W = \frac{1}{2} CU^2$ [15п]

2. Дато је струјно коло приказано на слици. Наћи струју која протиче кроз отпор $R_o = 4 \Omega$, ако су: $\epsilon_o = 6 \text{ V}$, $\epsilon_1 = 12 \text{ V}$, $R_o = 4 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ и $R_3 = 2 \Omega$. [10п]



3. У делу кола са бакарним проводником попречног пресека $S_1 = 5 \text{ mm}^2$ прикључен је оловни осигурач попречног пресека $S_2 = 2 \text{ mm}^2$. Познато је да почетна температура кола износи 20°C . Колика је максимална температура бакарног проводника која може бити достигнута, ако се претпостави да се приликом кратког споја сва издвојена количина топлоте троши на загревање проводника и осигурача, а бројне вредности физичких величина су: густине бакра (Cu) 9000 kg/m^3 и олова (Pb) 11300 kg/m^3 , специфичне отпорности Cu $0.017 \mu\Omega\text{m}$ и Pb $0.21 \mu\Omega\text{m}$, специфичног топлотног капацитета Cu 0.39 kJ/(kgK) и Pb 0.13 kJ/(kgK) , температуре топљења Pb 327°C и латентне топлоте топљења олова 25 kJ/kg . [15п]

$$I_{KS} = \frac{\epsilon}{R}$$

4. На равном огледалу лежи танко сабирно жижне даљине $f = 84 \text{ cm}$. На главној оптичкој оси сочива са стране сочива налази се тачкасти извор светlostи. Где ће се и какав лик тог извора добити ако је растојање од извора до сочива а) 60 cm ? б) 96 cm ? [15п]
5. На крају вода наизменичне струје постављен је трансформатор за снижење напона. Коефицијент трансформације износи $k = 20$. Потрошач (грејач пећи за топљење) добија са секундара тог трансформатора снагу $P = 21 \text{ kW}$ при јачини струје од $I_2 = 60 \text{ A}$. Одредити коефицијент корисног дејства трансформатора, ако је напон којим се вод напаја $U = 7.2 \text{ kV}$, а отпор вода износи $R_v = 12 \Omega$. Занемарити губитке у примару трансформатора. [15п]

Задатке припремили: Маја Гарић (1-3) и Срђан Ракић (4,5)

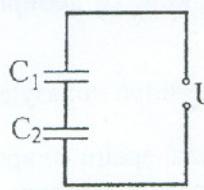
Рецензент: Срђан Ракић и Маја Гарић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

Свим такмичарима желимо успешан рад!

Решења задатака са 37. савезног такмичење из физике
ученика основних школа
Нови Сад, 2002.
VIII разред

1. а) Када је метална плочица у кондензатору:



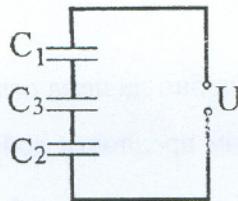
$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{x} \quad \text{и} \quad C_2 = \epsilon_0 \frac{S}{d-x-k}. \quad \text{Еквивалентан капацитет је:}$$

$$C_{el} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\epsilon_0 S}{d-k} = C \frac{d}{d-k}. \quad \text{Енергија кондензатора је: } W_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_{el}}.$$

$$\text{Када се плочица извуче: } q = q', \quad C_{el2} = \frac{\epsilon_0 S}{d} = C, \quad \text{а енергија } W_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_{el2}}.$$

Утрошени рад је: $A = \Delta W = W_2 - W_1$. Након убацивања свих изражених величина и сређивања добија се да је: $A = \frac{1}{2} CU^2 \frac{d \cdot k}{(d-k)^2} = 1.5 \text{ mJ}$.

б) Када је стаклена плочица у кондензатору:



$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{x}, \quad C_2 = \epsilon_0 \frac{S}{d-x-k}, \quad C_3 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{k}. \quad \text{Еквивалентни капацитет је:}$$

$$C_{el} = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3}{C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_1 C_3} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{\epsilon_r(d-k) + k} = \frac{C \epsilon_r d}{k + \epsilon_r(d-k)}, \quad \text{а}$$

$$\text{енергија } W_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_{el}}.$$

$$\text{Кад се плочица извуче: } q = q', \quad C_{el2} = \frac{\epsilon_0 S}{d} = C,$$

$$\text{а енергија } W_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_{el2}}. \quad \text{Утрошени рад је:}$$

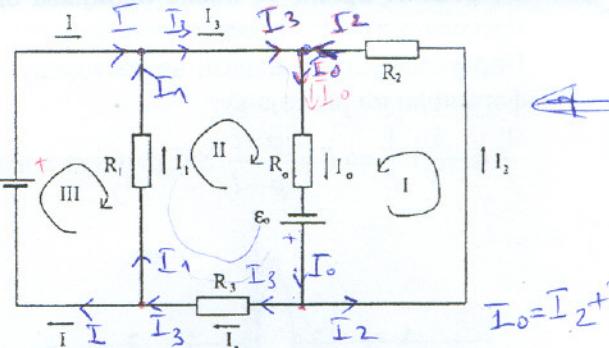
$$A = \frac{1}{2} CU^2 \frac{\epsilon_r(\epsilon_r - 1) \cdot k \cdot d}{(k + \epsilon_r(d-k))^2} = 0.98 \text{ mJ}.$$

2. Применом I и II Кирхофовог правила за назначене контуре добија се:

$$I_o = I_2 + I_3; \quad \epsilon_o = I_2 R_2 + I_o R_o \Rightarrow I_2 = \frac{\epsilon_o - I_o R_o}{R_2}, \quad \epsilon_o = I_3 R_3 + I_1 R_1 + I_o R_o \Rightarrow I_3 = \frac{\epsilon_o + \epsilon_1 - I_o R_o}{R_3};$$

$$\epsilon_1 = -I_1 R_1; \quad \text{Уврштавањем } I_2, I_3 \text{ у прву једначину и сређивањем добија се:}$$

$$I_o = \frac{\epsilon_o \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) + \epsilon_1}{R_o \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) + R_3} = 2.625 \text{ A}.$$



$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$\epsilon_1 = -I_1 R_1$$

$$m = d \frac{\ell S}{V}$$

3. На бакарном проводнику се ослобађа: $Q_1 = m_1 c_1 \Delta t = d_1 l_1 S_1 c_1 \Delta t$, а на оловном осигурачу се ослобађа: $Q_2 = m_2 c_2 (t_i - t_o) + m_2 \lambda_i = d_2 l_2 S_2 [c_2 (t_i - t_o) + \lambda_i]$, а пошто су везани редно:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{I^2 R_1 \tau}{I^2 R_2 \tau} = \frac{\rho_1 \frac{l_1}{S_1}}{\rho_2 \frac{l_2}{S_2}}, \quad \text{а такође}$$

и

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{d_1 l_1 S_1 c_1 \Delta t}{d_2 l_2 S_2 [c_2 (t_i - t_o) + \lambda_i]}.$$

Изједначавањем и сређивањем добија се: $\Delta t = \frac{\rho_1 d_2 S_2^2 [c_2(t_i - t_o) + \lambda_i]}{\rho_2 d_1 S_1^2 c_1} = 2.7 \text{ } ^\circ\text{C}$, па је максимална температура: $t_{\max} = t_o + \Delta t = 22.7 \text{ } ^\circ\text{C}$.

4. Случај под а)

Предмет P, тј. тачкасти извор се налази између жиже и сочива, лик L је имагинаран, тј. зраци се после преламања кроз сочиво крећу тако као да су дошли из тог лика који се добија из једначине:

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \Rightarrow l = -\frac{p \times l}{p + l}. \text{ Заменом вредности добија се } l = -210 \text{ cm, знак минус показује да}$$

је лик имагинаран. Међутим, после одбијања преломљених зрака од огледала, зраци се крећу поново ка сочиву, али као да су дошли из реалног извора L са друге стране огледала на растојању l од њега. (Слика лево)

Дакле, коначни лик ће после проласка кроз сочиво бити формиран на растојању

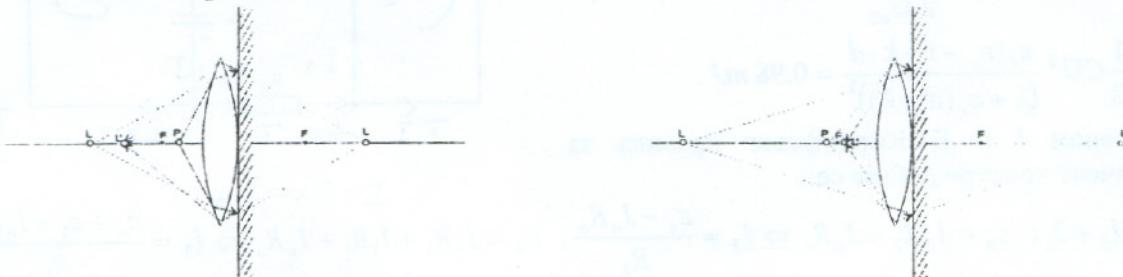
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{l} + \frac{1}{l'} \Rightarrow l' = \frac{l \times f}{l - f}. \text{ Заменом вредности се добија } l' = 140 \text{ cm, реалан је } L' \text{ и налази се са исте стране где и предмет, тј. дати тачкасти извор.}$$

Случај под б)

Предмет P, тј. тачкасти извор се налази иза жиже F, лик L који би се добио да нема огледала је реалан и налазио би се на растојању $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \Rightarrow l = \frac{p \times l}{p - l}$. Заменом вредности добија се

$l = 672 \text{ cm}$. Зраци се после одбијања од огледала крећу поново ка сочиву тако, да би се у пресеку њихових продужетака формирао виртуелни лик L извора L' чији положај тражимо. Виртуелни лик се налази на растојању l или са стране сочива. Дакле, коначан лик L' ће бити формиран на растојању:

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{l} + \frac{1}{l'} \Rightarrow l' = \frac{p \times l}{p + l} \text{ Знак минус показује да је лик } L \text{ имагинаран. (Слика десно)}$$



Заменом вредности се добија $l' = 74.7 \text{ cm}$, лик је реалан и налази се са исте стране где и предмет, тј. дати тачкасти извор. Видимо да у овом случају уствари разматрамо обрнут смер зрака од смера у случају под а).

5. Коефицијент корисног дејства трансформатора се дефинише као однос снага секундара и примара. У овом случају је снага примара једнака $P_1 = U \times I_1 - R_v \times I_1^2$, док је снага секундара P_2 . Користећи однос трансформације $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$ добијамо да је $I_1 = \frac{I_2}{k}$.

Заменом у израз за коефицијент корисног дејства добијамо:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{U \times I_1 - R_v \times I_1^2} = \frac{k^2 \times P_2}{k \times U \times I_2 - R_v \times I_2^2}, \text{ тј. } \eta = 97.7\%$$

$$U_1 \Sigma_1 = U_2 \Sigma_2$$

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{T_2}{T_1}$$