



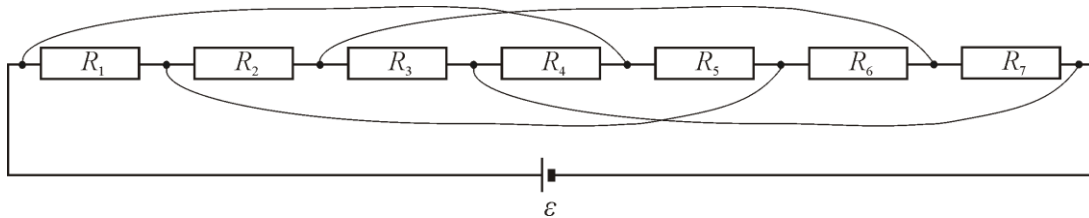
VIII
РАЗРЕД

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

ДРЖАВНИ НИВО
22-23.4.2023.

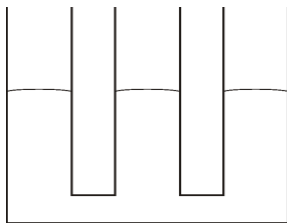
ЗАДАЦИ

1. У колу приказаном на слици 1 одредити кроз које отпорнике протиче најмања и највећа струја. Познато је: $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 6 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 8 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_7 = 14 \text{ k}\Omega$ и $\varepsilon = 60 \text{ V}$. Занемарити унутрашњу отпорност извора.

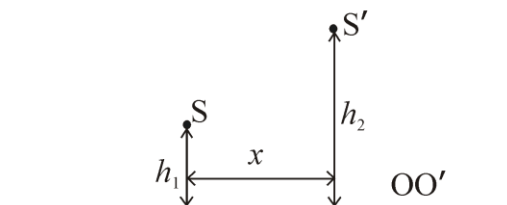


Слика 1

2. Трамвај масе $m = 25 \text{ t}$ креће се брзином $v_1 = 8 \text{ m/s}$ по хоризонталном путу. Коефицијент трења износи $\mu = 0,01$, напон на линији је $U = 600 \text{ V}$, а коефицијент корисног дејства је $\eta = 70\%$. Одредити струју која протиче кроз мотор. Колика је брзина кретања овог трамваја v_2 , када се креће ка врху брда нагиба $\alpha = 30^\circ$, ако би користио исту снагу мотора?
3. У спојени суд где вертикалне цеви имају исти попречни пресек, насута је жива (слика 2). Одредите на коју висину Δh ће се подићи ниво живе у средњој цеви (након успостављања равнотеже), ако се у леви и десни крај цеви сипа вода тако да је висина воденог стуба у левој цеви $h_1 = 80 \text{ mm}$, а у десној цеви $h_2 = 124 \text{ mm}$. Густина воде је $\rho_v = 1 \text{ g/cm}^3$, а живе $\rho_z = 13,6 \text{ g/cm}^3$.
4. Тачкасти светлосни извор и његов лик се налазе са исте стране танког сочива жижне даљине f . Растојања извора и његовог лика од главне оптичке осе сочива OO' су h_1 и h_2 , по реду. Одредити растојање x између равни нормалних на главну оптичку осу сочива у којима се налазе предмет и лик (слика 3).



Слика 2



Слика 3

5. Путник у аутобусу који путује паралелно воденом каналу посматра одсјај светлости који се образује рефлексијом светлости уличне светиљке о равну површину воде. Улична светиљка се налази на супротној страни канала. Одредите брзину кретања одсјаја светлости u по површини воде у односу на обалу канала, ако је висина светиљке H , висина очију путника у односу на површину воде h , а брзина кретања аутобуса v . Аутобус се све време кретао равномерно праволинијски.

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

Свим такмичарима желимо успешан рад !

Задатке припремила: др Биљана Максимовић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Маја Стојановић, ПМФ, Нови Сад

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

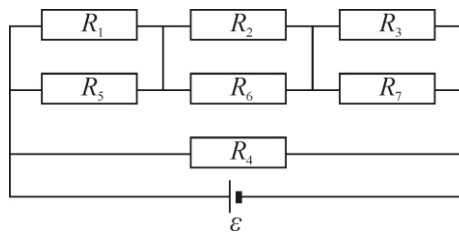


**VIII
РАЗРЕД**

Друштво физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
Решења задатака за VIII разред

ДРЖАВНИ НИВО
22-23.4.2023.

1. Еквивалентне отпорности су редом: $R_{e1} = \frac{5R}{6} = 1,67 \text{ k}\Omega$ [2], $R_{e2} = \frac{3R}{2} = 3 \text{ k}\Omega$ [2], $R_{e3} = \frac{21R}{10} = 4,2 \text{ k}\Omega$ [2]. Еквивалентна отпорност је $R_e = R_{e1} + R_{e2} + R_{e3} = 8,87 \text{ k}\Omega$ [1], па пошто је $R_e > R_4$, кроз R_4 ће протицати максимална струја $I_{\max} = \frac{\varepsilon}{R_4} = 7,5 \text{ mA}$ [2+1]. Кроз део струјног кола са еквивалентном отпорности R_e , ће протицати струја $I = \frac{\varepsilon}{R_e} = 6,76 \text{ mA}$ [1+1]. Струја која протиче кроз парове паралелно везаних отпорника је иста, а код сваког појединачног пара обрнуто је пропорционална отпорности. Напони су: $U_1 = IR_{e1}$, $U_2 = IR_{e2}$ и $U_3 = IR_{e3}$, па је $I_1 = \frac{IR_{e1}}{R_1} = 5,64 \text{ mA}$ [1], $I_5 = \frac{IR_{e1}}{R_5} = 1,13 \text{ mA}$ [1], $I_2 = \frac{IR_{e2}}{R_2} = 5,07 \text{ mA}$ [1], $I_6 = \frac{IR_{e2}}{R_6} = 1,69 \text{ mA}$ [1], $I_3 = \frac{IR_{e3}}{R_3} = 4,73 \text{ mA}$ [1], $I_7 = \frac{IR_{e3}}{R_7} = 2,03 \text{ mA}$ [1]. Из претходног се види да кроз отпорник R_5 протиче минимална струја $I_5 = I_{\min} = 1,13 \text{ mA}$ [1+1].



2. Приликом кретања по хоризонталном путу снага се користи за савладавање силе трења па је $P_1 = F_{\text{тр}} v_1 = \mu mg v_1$ [2], односно $\eta = \frac{P_1}{P_u}$ [2], $P_u = IU$ [1], па је $P_1 = \eta P_u = \eta IU$ [1]. Из претходних једначина се добија $I = \frac{\mu mg v_1}{\eta U} \approx 46,7 \text{ A}$ [4+1]. При кретању ка врху брда поред силе трења трамвај савладава и компоненту силе Земљине теже, па је $P_2 = F_2 v_2 = (\frac{1}{2} mg + \frac{\sqrt{3}}{2} \mu mg) v_2$ [6]. Брзина којом се креће је $v_2 = \frac{2\eta IU}{(1 + \sqrt{3}\mu) mg} = \frac{2v_1 \mu}{(1 + \sqrt{3}\mu)} \approx 0,157 \text{ m/s}$ [2+1].

3. Након сипања ниво живе у левој цеви ће се смањити за Δh_1 , а у десној за Δh_2 , док ће се у средњој цеви повисити за $\Delta h_1 + \Delta h_2$. Уколико је h_0 почетни ниво живе у цеви, након сипања успоставиће се равнотежа притисака у цевима $\rho_v g h_1 + \rho_z g (h_0 - \Delta h_1) = \rho_z g (h_0 + \Delta h_1 + \Delta h_2)$ [6] и $\rho_z g (h_0 + \Delta h_1 + \Delta h_2) = \rho_v g h_2 + \rho_z g (h_0 - \Delta h_2)$ [6]. Из претходних једначина се добија $\rho_v h_1 = \rho_z (2\Delta h_1 + \Delta h_2)$ [2] и $\rho_v h_2 = \rho_z (\Delta h_1 + 2\Delta h_2)$ [2], тј. $\rho_v (h_1 + h_2) = 3\rho_z (\Delta h_1 + \Delta h_2)$. Пошто је $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$, добија се $\Delta h = \frac{\rho_v (h_1 + h_2)}{3\rho_z} = 5 \text{ mm}$ [3+1].

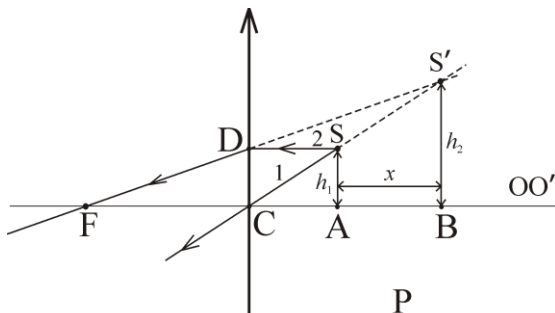


4. Извор S и његов лик S' леже на једној правој чији продужетак пресеца главну оптичку осу у тачки C која представља центар сочива (продужетак зрака 1 на слици 1). На основу тога се може наћи положај сочива. Зрак 2 који полази од извора паралелно оптичкој оси, након проласка кроз сочиво пролази кроз главну жижу сочива. Продужетак овог зрака пролази кроз лик тј. тачку S' , на основу чега закључујемо да

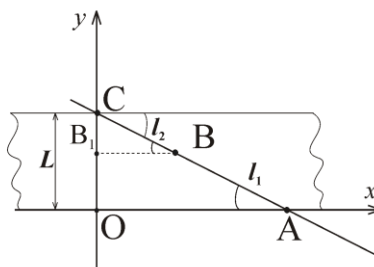
је лик имагинаран, а сочиво сабирно. Према једначини за сабирно сочиво добија се $\frac{1}{AC} - \frac{1}{BC} = \frac{1}{f}$ [6]. Из

сличности троуглова добија се $\frac{h_1}{AC} = \frac{h_2}{AC+x}$ [6], па је $AC = \frac{h_1 x}{h_2 - h_1}$ [2] и $BC = AC + x = \frac{h_2 x}{h_2 - h_1}$ [2]. Из

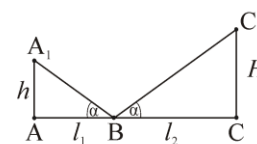
једначине за сабирно сочиво се добија $x = \frac{f(h_2 - h_1)^2}{h_1 h_2}$ [4].



Слика 1



Слика 2



5. На слици 2 лево је приказан поглед одозго и у координатном систему су означени положаји аутобуса A , светиљке C и одсјаја B . Нека се у почетном тренутку аутобус налазио у тачки O , тако да је растојање OC нормално на обале канала односно ширина канала је $OC = L$, а пређени пут аутобуса $OA = vt$. Преостала растојања су означена са $AC = l$, $AB = l_1$ и $BC = l_2$. На слици десно видимо поглед са стране, а тачке A_1 и C_1 представљају положаје очију путника и положај светиљке на врху стуба. Тада су због одбијања светлости угао између тачака ABA_1 и угао CBC_1 једнаки. Из сличности троуглова закључује се

да је $\frac{BC}{AB} = \frac{H}{h}$ [4], $\frac{BC}{AC} = \frac{BC}{AB+BC} = \frac{H}{H+h}$ [4]. Уколико из тачке B нацртамо праву која је паралелна обали

канала, она пресеца праву OC у тачки B_1 . Из сличности троуглова CBV_1 и CAO добија се $\frac{B_1C}{OC} = \frac{BC}{AC} = \frac{H}{H+h}$ [4], тј. однос $\frac{B_1C}{OC}$ је константна величина, па тачка B_1 не мења свој положај на y оси у

току времена. Према томе, одраз се креће праволинијски паралелно са обалом канала и пролази кроз

тачку B_1 . Дужине B_1B и OA су пређени путеви ut и vt , тј. $\frac{B_1B}{OA} = \frac{ut}{vt} = \frac{BC}{AC} = \frac{H}{H+h}$ [4], па је тражена

брзина $u = \frac{H}{H+h}v$ [4].