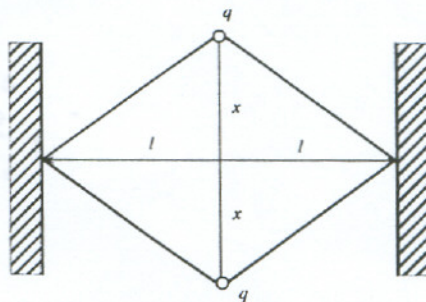
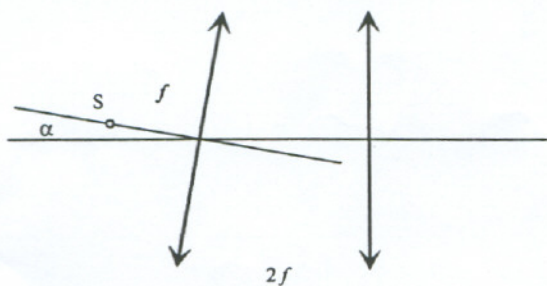


СРБИЈА и ЦРНА ГОРА
Југословенско друштво физичара
Министарство просвете и спорта Републике Србије
Министарство просвете и науке Републике Црне Горе
Министарство за просвјету, науку и културу Републике Српске
Задаци за 39. Савезно такмичење из физике, Београд 2004. год.

VIII разред

1. Примарни намотај трансформатора садржи $n_1 = 2400$ навојака. Колики број навојака треба да садржи секундарни намотај да би при напону $U = 11V$ на његовим прикључцима снага испоручена потрошачу прикљученом на трансформатор износила $P = 22W$? Отпор секундарног намотаја износи $R_s = 0.20 \Omega$. Напон у мрежи износи $U_1 = 380V$.
2. Два једнака сабирна сочива жижних даљина $f = 10\text{ cm}$ постављена су тако да њихове оптичке осе образују угао $\alpha = 10^\circ$ (види слику). Растојање између центара сочива износи $2f$. У жижи првог сочива смештен је тачкасти извор светлости. Колико је растојање између извора и његовог лика добијеног од оваквог система сочива? (Упутство: у правоуглом троуглу у којем је један од углова 10° , однос дужина наспрамне и налегле катете тог угла износи $k = 0.176327$).
3. Куглица полупречника $a = 1\text{ cm}$ спојена је са Земљом преко отпорника $R = 100\text{ k}\Omega$ и налази се ("купа се") у паралелном снопу електрона који долећу брзином $v = 50000\text{ km/s}$. Густина честица у снопу износи $n_e = 10^{10}\text{ 1/m}^3$. Одредите највеће могуће наелектрисање куглице. Који услов треба да задовољи брзина електрона да би претходни рачун био тачан?
4. Колико је растојање између наелектрисаних куглица занемарљивих маса које су повезане са непокретним зидовима помоћу гумених нити као што је приказано на слици? Растојање између зидова износи $2l = 20\text{ cm}$, коефицијент еластичности $k = 2.25 \cdot 10^4\text{ N/m}$, а наелектрисање сваке $q = 1\text{ nC}$. Истежање нити је веома мало у односу на њихову дужину. Упутство: Чланови који садрже квадрате истежања могу се занемарити! Израз облика $\frac{1}{a+b}$ је у случају $a \gg b$ једнак $\frac{1}{a} \left(1 - \frac{b}{a}\right)!$



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

Свим такмичарима желимо успешан рад!

39. Савезно такмичење из физике, Београд 2004. год.

Решења задатака за VIII разред

1. Индуковану електромоторну силу у секундарном намотају можемо израчунати као $U_2 = I \cdot (R_s + R)$, док отпор потрошача можемо изразити преко дате снаге и напона на

прикључцима: $R = \frac{U^2}{P}$. Пошто је јачина струје која протиче кроз секундарни део кола

$I = \frac{P}{U}$, комбиновањем једначина добија се $U_2 = \frac{P}{U} \cdot R_s + U$ а из релације за

трансформаторски однос следи: $n_1 : n_2 = U_1 : U_2 \Rightarrow n_2 = n_1 \cdot \frac{P \cdot R_s + U^2}{U_1 \cdot U}$. Заменом

бројних вредности добијамо $n_2 = 72$.

2. После преламања кроз прво сочиво светлосни зраци се крећу паралелно његовој оптичкој оси. За проналажење лика после преламања кроз друго сочиво важно је уочити зрак који пролази кроз центар тог сочива јер он не мења правац, док зрак који пролази кроз жижу, се после преламања креће паралелно оптичкој оси тог сочива. У пресеку та два зрака се сабирају и остали зраци те се добија тражени лик тачкастог

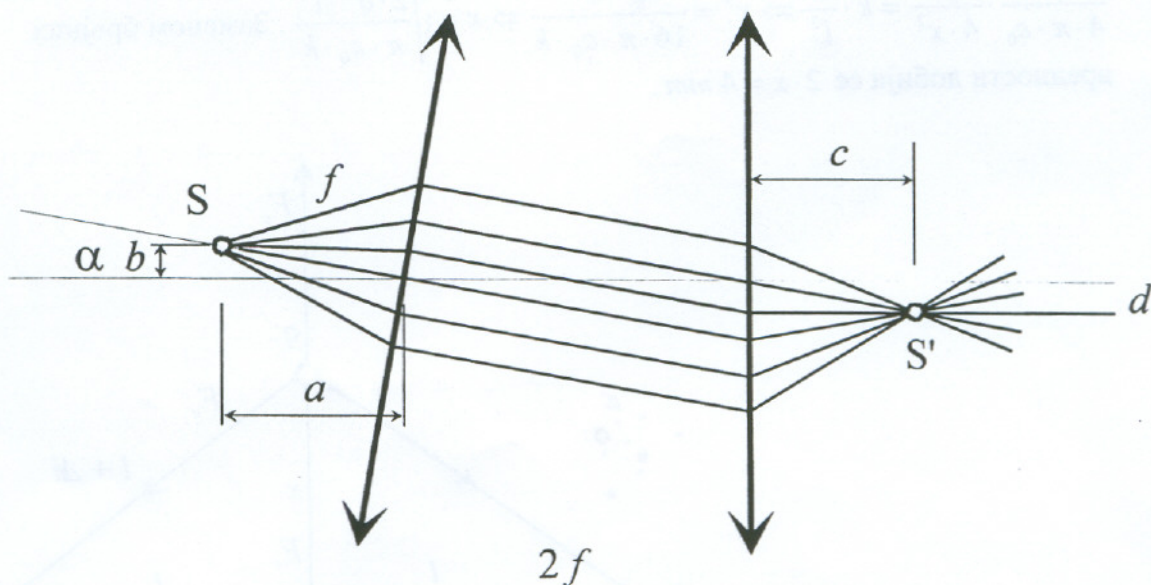
извора. Са слике се види да је $f^2 = a^2 + b^2$, а пошто је $\frac{b}{a} = k$, то је $a = f \cdot \sqrt{1+k^2}$, а

$b = f \cdot \frac{k}{\sqrt{1+k^2}}$. Из сличности троуглова следи $\frac{b}{a} = \frac{d}{f} \Rightarrow d = f \cdot k$, и $\frac{d}{f} = \frac{d}{c} \Rightarrow c = f$.

Хоризонтално растојање износи $X = f \cdot (3 + \sqrt{1+k^2})$, а вертикално

$Y = f \cdot k \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1+k^2}}\right)$. Укупно растојање добијамо применом Питагорине теореме, а

заменом бројних вредности добија се $D \approx 40,3 \text{ cm}$.



3. Наелектрисавање куглице ће престати када сви електрони који пристигну на њу, кроз отпорник отекну у Земљу. Тада је успостављена равнотежа и даљег наелектрисавања куглице нема. У том случају важи:

- Наелектрисање које прими куглица у јединици времена износи $q = S \cdot v \cdot n_e \cdot e = \pi \cdot a^2 \cdot v \cdot n_e \cdot e$

- Наелектрисање које отекне кроз отпорник у јединици времена износи

$$q = I = \frac{\varphi}{R}$$

Одавде добијамо потенцијал куглице $\varphi = \pi \cdot R \cdot a^2 \cdot v \cdot n_e \cdot e$. Како је $\varphi = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \frac{Q}{a}$, то

добијамо да је $Q = 4 \cdot \pi^2 \cdot \epsilon_0 \cdot R \cdot a^3 \cdot v \cdot n_e \cdot e$. Заменом бројних вредности добијамо $Q = 2.8 \text{ pC}$, а одговарајући потенцијал куглице износи $\varphi = 2.513 \text{ V}$.

Кинетичка енергија електрона мора бити много већа од потенцијалне енергије у пољу

кугле: $\frac{m_e \cdot v^2}{2} > e \cdot \varphi \Rightarrow v > \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2 \cdot e^2 \cdot n_e}{m_e}$. Заменом бројних вредности видимо да

је и тај услов испуњен јер је $\frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2 \cdot e^2 \cdot n_e}{m_e} = 1.8 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, што је за око 3000 пута мање

од брзине електрона у снопу.

4. Са слике се види да је у стању равнотеже $F_c = F_r$, при чему резултујућу силу F_r можемо добити на основу сличности троуглова:

$$\frac{F_r}{x} = \frac{2 \cdot F_e}{l + \Delta l} \Rightarrow F_r = \frac{2 \cdot x}{l + \Delta l} \cdot F_e = \frac{2 \cdot k \cdot x \cdot \Delta l}{l + \Delta l}$$

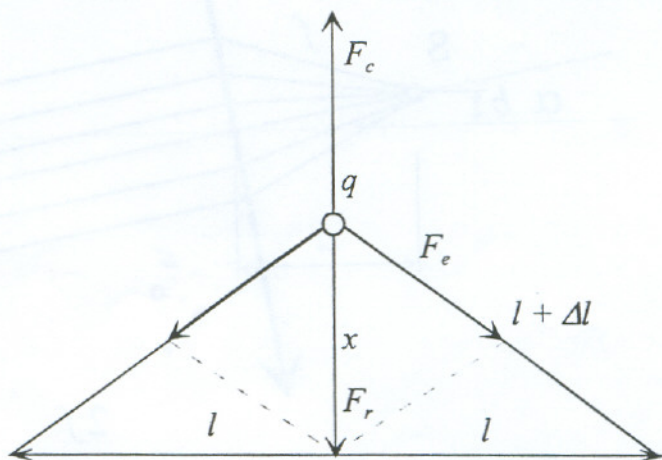
$$F_r = 2 \cdot k \cdot \frac{x \cdot \Delta l}{l} \left(1 + \frac{\Delta l}{l}\right) = 2 \cdot k \cdot \frac{x \cdot \Delta l}{l}$$

$$x^2 + l^2 = (l + \Delta l)^2 = l^2 + 2 \cdot l \cdot \Delta l + \Delta l^2 \Rightarrow x^2 = 2 \cdot l \cdot \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{x^2}{2 \cdot l}$$

добијамо коначно: $F_r = k \cdot \frac{x^3}{l^2}$. Из услова равнотеже Кулонове и еластичне силе следи:

$$\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{4 \cdot x^2} = k \cdot \frac{x^3}{l^2} \Rightarrow x^5 = \frac{q^2 \cdot l^2}{16 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot k} \Rightarrow x = \sqrt[5]{\frac{2 \cdot q^2 \cdot l^2}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot k}}$$

вредности добија се $2 \cdot x = 4 \text{ mm}$.



СРБИЈА и ЦРНА ГОРА
Југословенско друштво физичара
Министарство просвете и спорта Републике Србије
Министарство просвете и науке Републике Црне Горе
Министарство за просвету, науку и културу Републике Српске
Задаци за 39. Савезно такмичење из физике, Београд 2004. год.

Експериментални задатак за VIII разред

Увод:

За материјалне средине је једна од важних физичких величина **индекс преламања** (n). То је број који показује колико пута је брзина простирања светлости у датој средини мања од брзине простирања светлости у вакууму. Сочива се обично израђују од различитих врста стакала а индекс преламања се креће у распону од $1.4 \leq n \leq 1.7$. Жижна даљина сочива зависи како од саме геометрије, тако и од индекса преламања на следећи начин:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \text{ где је:}$$

n - индекс преламања стакла

R_1, R_2 - полупречници сферних површина сочива

Горња релација важи за тзв. танка сочива чија је дебљина мала у односу на жижну даљину што је најчешће и испуњено.

Сферна огледала могу бити конвексна и конкавна. Конвексна огледала дају имагинарне ликове који се не могу пројектовати на закљону, док конкавна могу давати и имагинарне и реалне ликове. За огледала је карактеристична величина полупречник сферне рефлектујуће површине а између њега и жижне даљине огледала може се узети релација: $f = \frac{R}{2}$

У случају комбинације сочива или сочива и огледала када су она на међусобно малим растојањима може се узети да је жижна даљина система једнака:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots$$

Задатак:

На располагању имате конкавно сферно огледало, троугао, батеријску лампу, закљон са стрелицом начињен од црног картона, лепак, вода.

1. Одредите полупречник сферног огледала
2. Знајући полупречник сферног огледала одредите индекс преламања воде
3. Опишите могуће изворе грешака

Задатак припремили: др Срђан Ракић и мр Маја Гарић
Председник комисије: др Надежда Новаковић

Желимо Вам успешан рад!

39. Савезно такмичење из физике, Београд 2004. год.

Решење експерименталног задатка за VIII разред

1. Најпре се заклон са стрелицом залепи за батеријску лампу чиме добијамо довољно светао предмет (стрелица). Затим се пронађе такав положај заклона у односу на огледало при ком је добијени лик на истом том заклону најјаснији. Тада је $p = l$ (тзв метода аутоколимације) па је из једначине $\frac{1}{f_o} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$ $p = 2f_o = R_o$. За једно од огледала добија се $R_o = 12.8 \text{ cm}$ тј. $f_o = 6.4 \text{ cm}$.
2. У огледало се сипа мало воде чиме се добија систем огледало+сочиво (водено).

Обратите пажњу да светлост два пута пролази кроз водено сочиво !!!!

Дакле, једначина за овај систем гласи: $\frac{1}{f_U} = \frac{1}{f_o} + \frac{1}{f_s} + \frac{1}{f_s} = \frac{1}{f_o} + \frac{2}{f_s}$

$$f_s = \frac{2 \cdot f_o \cdot f_U}{(f_o - f_U)}$$

На сличан начин (аутоколимацијом) се добија жижна даљина система $f_U = 4.9 \text{ cm}$, те се одатле може израчунати жижна даљина сочива $f_s \approx 41.8 \text{ cm}$. Сада се примењује горе наведена једначина за танко сочиво а при том је $R_1 = R_o$, $R_2 = \infty$ (горња површина је водоравна) те се за индекс преламања воде добија вредност $n \approx 1.306$, што за овакве услове мерења представља незнатно одступање од тачне вредности $n_v = 1.33$.

- Грешке су условљене самим мерењем растојања, закривљеношћу заклона. Највећу сметњу представља рефлексија са горње површине стакла а не само са доње те се јавља размазани лик на заклону који омета проналажење најбољег положаја заклона. Осим тога и дебљина стаклаигра улогу јер на граничној површини вода-стакло долази до преламања светлости што није узето у разматрање.