

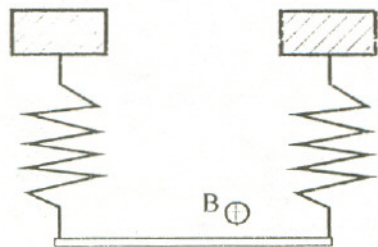
САВЕЗНА РЕПУБЛИКА ЈУГОСЛАВИЈА
Југословенско друштво физичара
Министарство просвјете и науке Републике Црне Горе
Министарство просвете и спорта Републике Србије
Министарство за просвјету, науку и културу Републике Српске

36. Савезно такмичење из физике, Београд 2001.

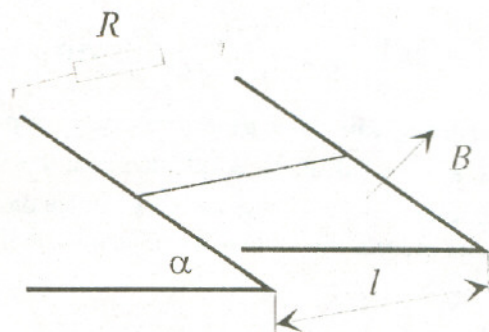
VIII разред

1. На располагању вам стоје: извор електромоторне силе $\varepsilon = 1\text{ V}$ као и два празна кондензатора капацитета $C_1 = 2\mu\text{F}$ и $C_2 = 3\mu\text{F}$. Колики је највећи напон који се може добити комбинујући ова три елемента? При томе можете произвољан број пута празнити и пунити кондензаторе, везивати на све могуће начине и сл., једном речју, све је дозвољено! (20 п)
2. На крајеве извора електромоторне силе чији је унутрашњи отпор непознат, прикључен је отпорник отпора $R = 2\Omega$. При томе, кроз извор тече струја јачине I . Ако се редно са овим отпором прикључи непознат отпор R_x , онда јачина струје кроз извор износи $3I/4$, а ако се непознати отпор веже паралелно са датим отпором, онда јачина струје кроз извор износи $6I/5$. Одредите вредност непознатог отпора R_x . (10 п)
3. Проводни штап окачен је на својим крајевима на две опруге истих особина (види слику бр. 1). Ако се кроз штап пропусти струја јачине $I_1 = 12\text{ A}$, онда се издужење опруга смањи, а ако се пропусти струја јачине $I_2 = 15\text{ A}$ (у смеру супротном од првобитне) онда се издужење опруга повећа. Разлика између та два положаја износи $a = 8\text{ mm}$. Наћи константу опруге k , ако је дужина штапа $l = 10\text{ cm}$, а магнетна индукција $B = 0.2\text{ T}$. (10 п)
4. Две паралелне проводне шине, које су међу-собно удаљене $l = 0.2\text{ m}$ граде са хоризонталом угао $\alpha = 60^\circ$. По њима клизи проводна шипка масе $m = 10\text{ g}$. Нормално на раван коју образују шине, успостављено је магнетно поље индукције $B = 0.5\text{ T}$ усмерено навише. Коefицијент трења између шина и шипке је $\mu = \sqrt{3}/2$. Колики треба да буде отпор отпорника којим треба преспојити шине, да би шипка клизила наниже равномерно, брзином $v = 0.5\text{ m/s}$? Узети да је $g = 10\text{ m/s}^2$, а отпор шина и шипке занемарити. (15 п)
5. Паралелан светлосни сноп пада на сабирно сочиво S_1 жижне даљине $f_1 = 3\text{ cm}$. Највећи пресек сочива са равни која је нормална на његову осу је круг полупречника $r_1 = \sqrt{3}\text{ cm}$. Сочиво је затамњено тако да кроз њега пролазе само зраци који падају по његовом ободу. У жижи овог сочива се налази мали отвор на великом равном огледалу O_1 постављеном нормално на осу сочива. Друго равно огледало O_2 у облику круга, полупречника $r_2 = 5\text{ mm}$ постављено је паралелно првом на удаљености $d = 1\text{ mm}$. Рефлектујуће површине ова два огледала су окренуте једна према другој. Правац OO' је оса симетрије целог система. На ком месту (рачунајући од отвора) треба поставити друго сабирно сочиво S_2 жижне даљине $f_2 = 30\text{ mm}$, да би на заклону E , који је удаљен $a = 152\text{ mm}$ од отвора, добили светлу тачку? (20 п)

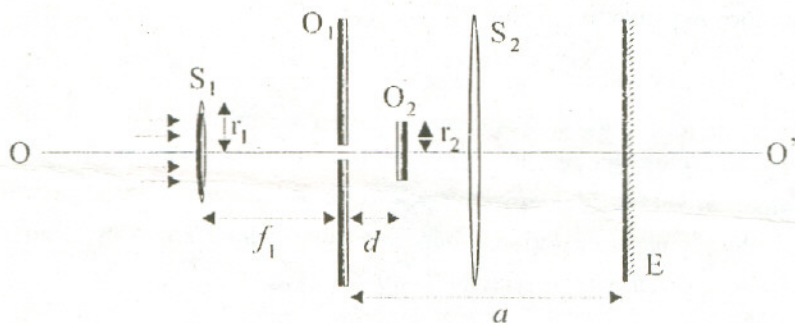
Напомена: Уколико се током решавања појаве изрази који садрже квадрате непознатих величина, можете их простим трансформацијама довести на неке од алгебарских израза које сте учили! При томе је zgodно да у једначину уврстите бројне вредности познатих величина. Ако то урадите, водите рачуна да свака једначина мора бити и димензионо задовољена.



Слика 1



Слика 2

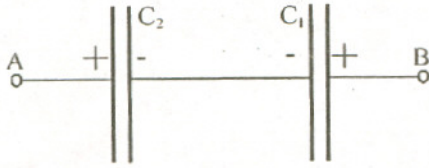


Слика 3

Задатке припремио: мр Срђан Ракић
 Рецензенти: мр Андријана Жеквић и др Мићо Митровић
 Председник комисије: др Надежда Новаковић

Решење задатака за 8. разред основне школе, 2001.г.

1. Наравно да је најједноставније да се кондензатори напуне из извора и онда сва три елемента вежу редно. Добијемо укупно $U = 3V$, али то није решење! Први корак је да се кондензатори напуне, а онда, тако напуњени везу као на слици.



При томе је напон између крајева овакве везе $U = 0V$.

Сада можемо овај систем напунити, тј. тачније допунити из извора (пошто у систему већ имамо наелектрисања) и то тако што позитиван пол извора вежемо за тачку А.

Систем се понаша као редна веза капацитета $C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 1.2 \mu F$. На кондензатору C_2 ћемо добити

додатних $1.2 \mu C$, тако да ће његово наелектрисање

износити сада $q_2' = 3 \mu C + 1.2 \mu C = 4.2 \mu C$, а напон $U_2' = 1.4V$. Кондензатор C_1 ће изгубити тих $1.2 \mu C$, и њега ћемо допунити из извора. Поново понављамо поступак, само што ће сада систем, тј. кондензатор C_2 примити мање наелектрисања, пошто је систем сада на напону $U = 0.4V$. Јасно је да ово не може тећи у недоглед, него када напон на кондензатору C_2 постане $U_2 = 2V$, тада престаје могућност даљег допуњавања! И могло би се учинити да је највећи напон који можемо остварити $U_{max} = 4V$ (извор + напуњен $C_1 + C_2$), али ни то није коначно решење! Спојимо кондензатор C_2 и напуњен из извора кондензатор C_1 паралелно. Такав систем има капацитет $C_1 + C_2 = 5 \mu F$, и садржи наелектрисање $2 \mu F + 6 \mu F = 8 \mu F$. Дакле, напон на сваком кондензатору је сада $U = 1.6V$, па је укупан напон редне везе извора и оба кондензатора сада $4.2V$, што је коначно решење. Можете се лако уверити да понављање претходне процедуре не доводи до даљег пораста напона.

2. Лако је написати једначине за сва три случаја.

Први случај (само отпорник R је спојен): $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

Други случај (спојени су редно отпорник R и R_x): $\frac{3}{4}I = \frac{\varepsilon}{R+R_x+r}$

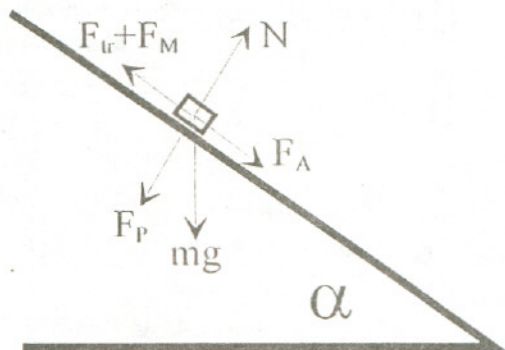
Трећи случај (спојени су паралелно отпорник R и R_x): $\frac{6}{5}I = \frac{\varepsilon}{\frac{R \cdot R_x}{R+R_x} + r}$

Дељењем прве и друге једначине добијамо: $\frac{4}{3} = \frac{R+R_x+r}{R+r}$ и одавде можемо изразити r као $r = 3R_x - R$.

Дељењем прве и треће једначине добијамо: $\frac{5}{6} = \left(\frac{R \cdot R_x}{R+R_x} + r \right) / (R+r)$ и одавде убацивањем израза за r , и сређивањем израза добијамо: $R \cdot R_x + R_x^2 - 2R^2 = 0$, а после уврштавања $R_x^2 + 2R_x - 8 = 0$, тј. $R_x^2 + 2R_x + 1 = 9$, $(R_x + 1)^2 = 3^2$, па је $R_x = 2\Omega$.

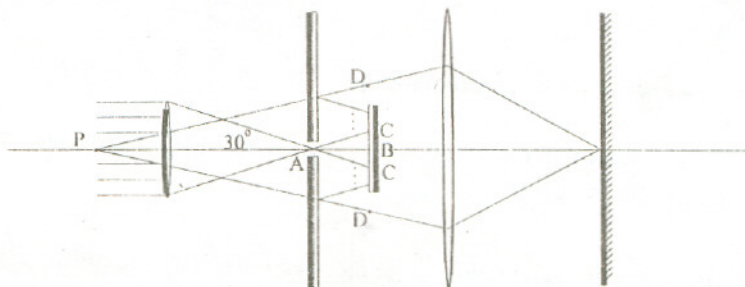
3. У првом случају је тежина штапа умањена за вредност Амперове силе тако да важи: $F_R' = mg - I_1Bl$, а у другом случају је увећана: $F_R'' = mg + I_2Bl$. Одузимајући први израз од другог и имајући у виду да је $F_R' = 2k\Delta x'$ и $F_R'' = 2k\Delta x''$, добијамо: $2k(\Delta x'' - \Delta x') = 2ka = Bl(I_1 + I_2)$. Одавде добијамо да је константа опруге: $k = \frac{Bl(I_1 + I_2)}{2a} = 33.75 \frac{N}{m}$.

4. Са слике се види да је услов равномерног кретања штапа једнакост активне силе F_A и збира силе трења F_{tr} и магнетне силе F_M . Магнетна сила износи $F_M = Ibl$, а пошто је струја која тече кроз коло зависна од брзине и отпора R на начин $I = \frac{U}{R} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t R} = \frac{Bvl\Delta t}{R\Delta t} = \frac{Bvl}{R}$. Заменом у израз за магнетну силу, добијамо њен израз: $F_M = \frac{B^2vl^2}{R}$. Ако се напише једнакост наведених сила, добија се: $\frac{\sqrt{3}}{2}mg = \mu \frac{1}{2}mg + \frac{B^2l^2v}{R}$ и изражавајући отпор добијамо $R = \frac{4B^2l^2v}{\sqrt{3}mg} = 0.12\Omega$.



5. Паралелан снап после пролаза кроз обод првог сочива се сакупља у жижи, тј. у малом отвору, у који долазе само зраци под углом $\alpha = 30^\circ$. Између два одбијања од огледала зраци се од осе OO' удаље за ΔABC , при чему је $BC = d/\sqrt{3}$. Зрак ће претрпети осам одбијања пре напуштања простора између огледала и пасти на сочиво под углом од $\alpha = 30^\circ$, као да долази из тачке P . Њен се положај може одредити из сличности троуглова ΔABC и ΔPBD : $BC : AB = BD : PB \Rightarrow PB = (BD : BC)AB = 9\text{mm}$. Удаљеност тачке P од заклона је $a + PB - d = 160\text{mm}$. То је уједно и растојање $p + l$, пошто се лик (светла тачка) формира на заклону. Једначина сабирног сочива гласи: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$ и изражавајући нпр. p , добијамо: $p = \frac{lf}{l-f}$. После уврштавања у израз $p + l = 160\text{mm}$, добијамо после сређивања: $l^2 - 160l = -4800$ (изражено у милиметрима). Врло лако се овај израз своди на квадрат разлике додајући левој и десној страни 6400, тако да добијамо: $(l - 80)^2 = 1600$, одакле следи да је $l = 120\text{mm}$. Сочиво треба да буде удаљено од отвора $152\text{mm} - 120\text{mm} = 32\text{mm}$.

Напомена: Слика је само скица и не одговара размерама задатим у задатку!



ОСМИ РАЗРЕД

Експериментални задатак

Мерење коефицијента површинског напона течности

Мерни комплет

Потребна мерења се врше комплетом који садржи:

- 1) шприц са шупљом иглом,
- 2) хронометар,
- 3) жичани држач шприца,
- 4) посуда у коју истиче течност,
- 5) течности чији се коефицијенти површинског напона мере.

При мерењима и израчунавањима водите рачуна о следећем:

- 1) Не палите отворен пламен у близини мерног комплета.
- 2) Пажљиво рукујте иглом да се не бисте повредили.
- 3) Пажљиво рукујте шприцом и иглом, да не бисте откинули иглу од шприца.
- 4) У току мерења шприц и иглу поставите у приближно вертикалан положај на држачу.

Течности се супростављају повећавању своје слободне површине, изложене ваздуху. Ова појава се назива површински напон. Супростављање се врши силама површинског напона. На пример, због постојања површинског напона жилет плива по површини воде, иако има много већу густину од воде, јер ако би потонуо, површина течности би се повећала.

Због постојања сила површинског напона, кап течности се задржава на излазу из цеви, док не достигне одређену тежину. Наиме, ако се кап откине, површина течности изложена ваздуху се повећа, чему се супростављају силе површинског напона. Кап се откида тек када постане довољно велика, да сила њене тежине постане већа (у граничном случају једнака) од силе површинског напона.

Ако се претпостави да су капи течности у облику куглица, може се показати да је трећи степен њиховог полупречника једнак:

$$r^3 = \gamma \frac{3R}{2\rho g},$$

где су: R – спољашњи полупречник цеви, ρ – густина течности и γ – коефицијент површинског напона течности. Коефицијент површинског напона течности је једна од особина течности и зависи од њене температуре.

Задатак

Коришћењем расположивог мерног комплета измерите коефицијенте површинског напона воде и етил-алкохола. Процените грешке ваших мерења. Мерење извршите бројањем капи којима из шприца истекне одређена запремина течности. (25 п.)

Препорука: За прегледац приказ мерених и израчунатих величина користите приложену табелу, у којој је са N означен број капи.

Напомена: Ако је физичка величина y повезана са физичким величинама x и z једначином:

$$y = C \frac{x}{z},$$

где је C константа, тада њена апсолутна грешка износи:

$$\Delta y = y \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta z}{z} \right),$$

где су Δx и Δz апсолутне грешке величина x и z .

Познате величине и формуле:

спољашњи полупречник игле: $R = 0.4 \text{ mm}$,

густина воде: $\rho_v = 1000 \text{ kgm}^3$,

густина етил-алкохола: $\rho_a = 900 \text{ kgm}^3$,

убрзање Земљине теже: $g = 9.81 \text{ ms}^2$,

запремина кугле: $V = \frac{4\pi r^3}{3}$, где је r - полупречник кугле.

Занемарити грешке горе наведених познатих величина

течност	вода	етил-алкохол
N		
N_S		
N		

Задатак припремили: др Мићо Митровић и мр Андријана Жекић

ОСМИ РАЗРЕД

Експериментални задатак

Мерење коефицијента површинског напона течности

Мерни комплет

Потребна мерења се врше комплетом који садржи:

- 1) шприц са шућљом иглом,
- 2) хропометар,
- 3) жичани држач шприца,
- 4) посуда у коју истиче течност,
- 5) течности чији се коефицијенти површинског напона мере.

При мерењима и израчунавањима водите рачуна о следећем:

- 1) Не палите отворен пламен у близини мерног комплета.
- 2) Пажљиво рукујте иглом да се не бисте повредили.
- 3) Пажљиво рукујте шприцом и иглом, да не бисте откинули иглу од шприца.
- 4) У току мерења шприц и иглу поставите у приближно вертикалан положај на држачу.

Течности се супростављају повећавању своје слободне површине, изложене ваздуху. Ова појава се назива површински напон. Супростављање се врши силама површинског напона. На пример, због постојања површинског напона жилет плива по површини воде, иако има много већу густину од воде, јер ако би потонуо, површина течности би се повећала.

Због постојања сила површинског напона, кап течности се задржава на излазу из цеви, док не достигне одређену тежину. Наиме, ако се кап откине, површина течности изложена ваздуху се повећа, чему се супростављају силе површинског напона. Кап се откида тек када постане довољно велика, да сила њене тежине постане већа (у граничном случају једнака) од силе површинског напона.

Ако се претпостави да су капи течности у облику куглица, може се показати да је трећи степен њиховог полупречника једнак:

$$r^3 = \gamma \frac{3R}{2\rho g};$$

где су: R – спољашњи полупречник цеви, ρ – густина течности и γ – коефицијент површинског напона течности. Коефицијент површинског напона течности је једна од особина течности и зависи од њене температуре.

Задатак

Коришћењем расположивог мерног комплета измерите коефицијенте површинског напона воде и етил-алкохола. Процените грешке ваших мерења. Мерење извршите бројањем капи којима из шприца истекне одређена запремина течности. (25 п.)

Препорука: За прегледан приказ мерених и израчунатих величина користите приложену табелу, у којој је са N означен број капи.

Напомена: Ако је физичка величина y повезана са физичким величинама x и z једначином:

$$y = C \frac{x}{z},$$

где је C константа, тада њена апсолутна грешка износи:

$$\Delta y = y \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta z}{z} \right),$$

где су Δx и Δz апсолутне грешке величина x и z .

Познате величине и формуле:

спољашњи полупречник игле: $R = 0.4 \text{ mm}$,

густина воде: $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ kgm}^3$,

густина етил-алкохола: $\rho_{\text{а}} = 900 \text{ kgm}^3$,

убрзање Земљине теже: $g = 9.81 \text{ ms}^2$,

запремина кугле: $V = \frac{4\pi r^3}{3}$, где је r - полупречник кугле.

Занемарити грешке горе наведених познатих величина

течност	вода	етил-алкохол
N		
N_S		
N		

Задатак припремили: др Мићо Митровић и мр Андријана Жекић