ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ, БЕОГРАД

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ ПМФ, НОВИ САД

Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2001/2002. год.

VIII разред

1. Две металне плоче облика квадрата странице $l = 20\text{cm}$ леже стално у вертикалним паралелним равнима на растојању $d = 5\text{mm}$ тако да су им странице паралелне. Плоче пролазе једна поред друге релативном брзином $v = 1\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$. Плоче су спојене за извор ЕМС $\varepsilon = 500\text{V}$. Колика струја протиче кроз извор? (10)

Када су плоче једна поред друге заустављају се и одвајају од извора. После ког времена ће се плоче слепити ако:

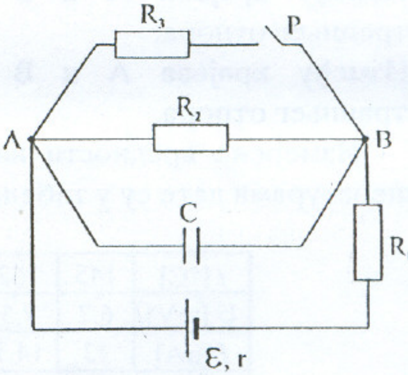
а) је једна плоча фиксирана а друга слободна, (12)

б) се обе плоче ослободе. (3)

Трење између плоча и подлоге занемарити. Маса сваке плоче је $m = 50\text{g}$.

Јачина електричног поља у кондензатору је векторски збир јачина поља од једне и друге плоче. Интензитет јачине поља једне плоче је $E = U/2d$.

2. Дато је струјно коло приказано на слици. Електромоторна сила извора је 12 V, а његов унутрашњи отпор $1\,\Omega$. Отпори отпорника у колу су $R_1 = 6\,\Omega$, $R_2 = 3\,\Omega$ и $R_3 = 3\,\Omega$. Колика количина наелектрисања протекне кроз грану са кондензатором када се укључи прекидач P ако је његов капацитет $6\,\mu\text{F}$. (15)

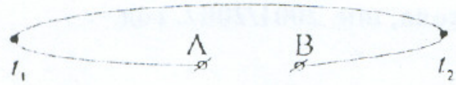


3. Кроз струјно коло које чине, редно везани, извор електромоторне силе ε и унутрашње отпорности r_x, амперметар унутрашње отпорности $r_A = 60\,\Omega$ и отпорник $R = 50\,\Omega$, протиче струја јачине 2 A. Ако се амперметру паралелно веже отпорник $R_1 = 30\,\Omega$ он показује струју од 0.9 A. Одредити унутрашњу отпорност извора. (15)

4а) Кратковидост је појава да човек види јасно само блиске предмете али не и удаљене. Да би се кориговао тај недостатак, људи обично користе контактна сочива која пријањају директно на око, а раније су се много више користиле наочаре које имају исту функцију. Узмимо да кратковиди човек без сочива (или наочара) види јасно предмете на одстојањима од 10 cm до 50 cm (тзв. област акомодације ока). Ако носи горе поменута помагала он јасно види и удаљене предмете. Колико је у том случају (дакле када носи сочива-наочаре) најмање одстојање са којег тај човек може читати књигу? Напомена: систем од два сочива на истој оптичкој оси и малом међусобном растојању се понаша као једно чија је жижна даљина $\dfrac{1}{f_s} = \dfrac{1}{f_1} + \dfrac{1}{f_2}$. (20)

4b) У хомогеном вертикалном магнетном пољу индукције $B = 0.4\text{ T}$ налазе се хоризонтално постављене две паралелне шине на међусобном растојању $\ell = 0.5\text{ m}$. Шине су спојене отпорником отпора $R = 1.5\,\Omega$, а по њима клизи попречно (штап и шине граде углове 90°)

проводни штап константном брзином $v = 1\ \mathrm{m/s}$. Одредити: 1) јачину струје која протиче кроз овакво коло, 2) механичку снагу неопходну за кретање штапа ако је његова маса $m = 100\ \mathrm{g}$, а коефицијент трења $\mu = 0.1$. Узети да је $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$, 3) топлотну снагу која се развија у колу. Отпор шина као и контактне отпорности занемарити. (20)



5. Ако два различита материјала, спојена на два места, чине затворено струјно коло и ако се спојеви држе на различитим температурама t_1 и t_2, кроз коло тече струја. Ако прекинемо коло пресецањем једног од материјала, добија се такозвани термоелемент (види слику). На његовим крајевима A и B ће постојати електромоторна сила, тзв. термоелектромоторна. Она је приближно пропорционална разлици температура спојева материјала:

$$E = C \cdot (t_1 - t_2),$$

где је C - термоелектромоторна моћ термоелемента.

Термоелементи се најчешће примењују за мерење температуре. Уколико одредимо термоелектромоторну моћ C, онда једноставно, мерењем напона на крајевима термоелемента можемо мерити температуру једног споја, ако знамо температуру другог.

Одредити константу C испитиваног термоелемента фирме ОМЕГА, који представља спој гвожђе - константан (легура бакра и никла), којим се може мерити температура од -210 до 1200°C. Један спој је држан у смеси воде и леда (0°C), а температура другог је мењана као у табели.

а) Између крајева A и B термоелемента везан је волтметар веома великог унутрашњег отпора.

б) Између крајева A и B термоелемента везан је амперметар занемарљивог унутрашњег отпора.

Измерене вредности напона и струје у задацима под а) и б) на различитим температурама дате су у табели.

t [°C]	145	162	233	258	299	350	396	449	517	562
U [mV]	6.7	7.5	11.5	13.0	15.2	18.1	20.6	23.5	27.3	29.8
I [μA]	13	14.7	22.4	25.2	28.9	35.1	40.1	45.7	53.1	58

1. Из зависности $U = U(t)$ одредити вредност константе C. (18)
2. Одредити отпор термоелемента. (7)

Задатке припремили: Мићо Митровић (1), Маја Гарић (2,3), Срђан Ракић (4,5)
Рецензенти: Срђан Ракић (2,3), Андријана Жекић (1,5)
Председник комисије: Надежда Новаковић

Свим такмичарима желимо успешан рад!

Решење задатака за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2001/2002. г.

VIII разред

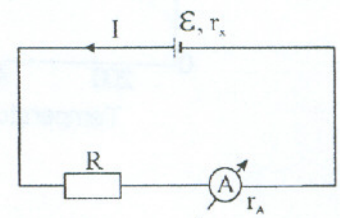
1. $i = \Delta q/\Delta t = C\varepsilon/\Delta t = \varepsilon_0 S\varepsilon/d\Delta t = \varepsilon_0 lv\Delta t\varepsilon/d\Delta t = \varepsilon_0 lv\varepsilon/d = 0.177\mu\,\mathrm{A}$ (1,2,1,2,3,1).

a) $F = qE = qU/2d = q^2/2dC = q^2/2\varepsilon_0 S = C^2\varepsilon^2/2\varepsilon_0 S = \varepsilon_0 l^2\varepsilon^2/2d^2 = ma$ (1,1,2,0,2,1,2),

$t_1 = \sqrt{2d/a} = \sqrt{2dm/F} = (2d/\varepsilon l)\sqrt{dm/\varepsilon_0} = 0.53\,\mathrm{s}$ (1,1,1).

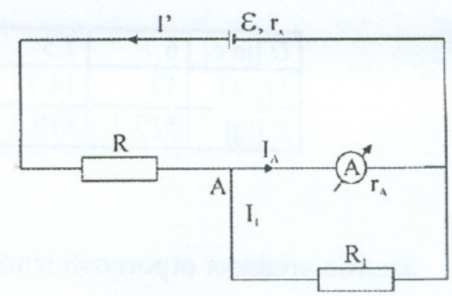
b) $t_2 = 0.38\mathrm{s}$ (3).

2. Пре укључивања прекидача P на кондензатору се налазила количина наелектрисања $q_1 = U_{AB_1}C$, где је U_{AB_1} такође и напон на R_2, дакле $U_{AB_1} = I_1 R_2 = \dfrac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2}R_2$. После укључивања P на плочама је количина наелектрисања $q_2 = U_{AB_2}C$, при чему је напон $U_{AB_2} = I_2 R_e = \dfrac{\varepsilon}{r + R_1 + R_e}R_e$, где је $R_e = \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$, па је $q_2 = \dfrac{\varepsilon}{r + R_1 + R_e}R_e C$. При укључењу прекидача P кроз грану кондензатора протећи ће $\Delta q = q_1 - q_2 = 8.89\,\mu C$.



а)

3. На основу Омовог закона, у случају приказаном на слици (а) следи: $\varepsilon = I(r_x + R + r_A)$ (1). У случају приказаном на слици (б), применом II Кирхофовог правила на затворену контуру $ERAE$ и AR_1BA добија се: $\varepsilon = I'(r_x + R) + I_A r_A$ (2) и $I_A r_A = I_1 R_1$ (3), а на основу I Кирхофовог правила за чвор $B: I' = I_A + I_1$ (4). Заменом $I_1 = I' - I_A$ из (4) у (3) а потом I' из (3) у (2) добија се: $\varepsilon = \dfrac{I_A(r_A + R_1)}{R_1}(r_x + R) + I_A r_A$ (5). Ако се изједначе десне стране израза (1) и (5) следи: $I(r_x + R + r_A) = \dfrac{I_A(r_A + R_1)(r_x + R) + r_A R_1 I_A}{R_1}$. Сређивањем овог израза добије се $r_x = \dfrac{IR_1(r_A + R) - I_A(Rr_A + RR_1 + r_A R_1)}{I_A(r_A + R_1) - R_1 I}$.



б)

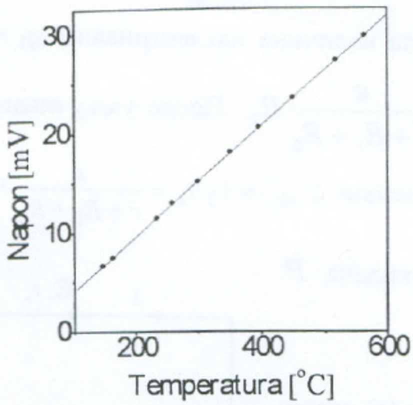
Заменом бројних вредности: $r_x = 44.3\,\Omega$.

4а) Када је око „акомодирано" на растојање $p_1 = 10\,cm$, можемо написати израз: $\dfrac{1}{p_1} + \dfrac{1}{l} = \dfrac{1}{f_{o1}}$ (1) где је l - растојање мрежњача-очно сочиво, f_{o1} -жижна даљина очног сочива. Слично важи и за случај $p_2 = 50\,cm$: $\dfrac{1}{p_2} + \dfrac{1}{l} = \dfrac{1}{f_{o2}}$ (2). „Акомодација" ока се постиже променом жижне даљине очног сочива тако да се лик увек формира на мрежњачи. Ако човек носи контактна сочива или наочаре и посматра удаљене предмете, тада је очно сочиво акомодирано на $50\,cm$, а заједно чине систем и важи: $\dfrac{1}{\infty} + \dfrac{1}{l} = \dfrac{1}{f_{o2}} + \dfrac{1}{f_{ks}} \Rightarrow \dfrac{1}{l} = \dfrac{1}{f_{o2}} + \dfrac{1}{f_{ks}}$ (3) За најмање растојање x је око акомодирано на $10\,cm$ и важи: $\dfrac{1}{x} + \dfrac{1}{l} = \dfrac{1}{f_{o1}} + \dfrac{1}{f_{ks}}$ (4). Замењујући израз (3) у израз (2) добијамо да је $\dfrac{1}{f_{ks}} = -\dfrac{1}{50}cm$, а замењујући (3) у (4) добијамо: $\dfrac{1}{x} = -\dfrac{1}{p_2} + \dfrac{1}{p_1} = \dfrac{4}{50}cm$, те је тражена најмања даљина $x = 12.5cm$.

4.б) Индукована ЕМС износи $\varepsilon = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\dfrac{B\Delta S}{\Delta t} = -\dfrac{Bl\Delta x}{\Delta t} = -Blv$. Струја која протиче кроз коло износи $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r} = \dfrac{Blv}{R + r} = 0.13A$. На штап делује сила трења и Амперова сила, те је

$P=\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{(F_{tr}+F_A)\Delta x}{\Delta t}=(\mu mg+IBl)v=0.12W$. Топлотна снага која се развија у колу износи $P=I^2(R+r)=0.026W$.

5. Grafik zavisnosti termonapona od temperature.



2. Konstanta C se sa grafika odre|uje kao koeficijent pravca prave a. Izborom dve neeksperimentalne ta~ke sa prave, npr. $A(152^\circ\mathrm{C}, 7\mathrm{mV})$i $B(530^\circ\mathrm{C}, 28\mathrm{mV})$, koeficijent pravca, odnosno u ovom slu~aju vrednost konstante C izra~unava se na slede}i na~in:

$$a=\frac{U_{\mathrm{B}}-U_{\mathrm{A}}}{t_{\mathrm{B}}-t_{\mathrm{A}}}=\frac{28\mathrm{mV}-7\mathrm{mV}}{530^\circ\mathrm{C}-152^\circ\mathrm{C}}\approx 0.056\frac{\mathrm{mV}}{^\circ\mathrm{C}}.$$

Dakle, $C\approx 0.056\frac{\mathrm{mV}}{^\circ\mathrm{C}}$, {to je veoma blisko vrednosti koju daje proizvo|a~ i koja iznosi $C_{\mathrm{p}}=0.05507\frac{\mathrm{mV}}{^\circ\mathrm{C}}$.

3. Formirawem odnosa U/I za svaku izmerenu vrednost i izra~unavawem wihove sredwe vrednosti dobija se ukupan otpor mernog kola.

U [mV]	6.7	7.5	11.5	13.0	15.2	18.1	20.6	23.5	27.3	29.8
I [μA]	13	14.7	22.4	25.2	28.9	35.1	40.1	45.7	53.1	58
R [Ω]	515.4	510.2	513.4	515.9	530.0	515.7	513.7	514.2	514.1	513.8

Sredwa vrednost otpornosti iznosi: $R=\frac{5152.3\Omega}{10}\approx 515\ \Omega$,

i prakti~no je nezavisna od temperature.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!

Зависност напона од температуре