

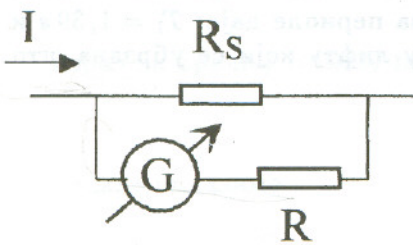
# ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА

## XXXV Савезно такмичење из физике ученика основних школа

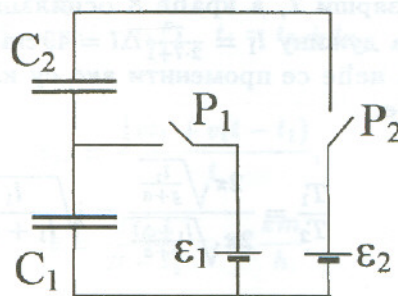
Школска 1999/2000. година

Задаци за VIII разред

1. За мерење великих јачина струја у струјном колу, користи се шант (отпорник  $R_s$  мале отпорности, коју можемо занемарити у односу на остала два отпора нпр. ако се појави збир тих отпора, независне од температуре). Паралелно њему (слика бр.1) прикључује се мерни инструмент унутрашње отпорности  $r = 10 \Omega$  редно са отпорником  $R$ . Ако је вредност отпора  $R = 2 \Omega$ , пуном скретању казальке инструмента одговара струја  $I = 10 \text{ A}$ . Колика треба да буде вредност отпора  $R$ , да би пуном отклону казальке инструмента одговарала струја  $I = 100 \text{ A}$ ?
2. На секундарни навој трансформатора коефицијента трансформације 220/127, прикључен је грејач отпорности  $R_g = 10 \Omega$ . Напон мреже износи  $U = 220 \text{ V}$ , отпор примарног навоја износи  $R_1 = 3.6 \Omega$ , а секундарног  $R_2 = 1.2 \Omega$ . Одредите напон на грејачу.
3. Два кондензатора,  $C_1 = 3 \mu\text{F}$  и  $C_2 = 7 \mu\text{F}$  приказана на слици бр.2 пуне се на следећи начин: Најпре се преко прекидача  $P_1$  напуни кондензатор  $C_1$ , затим се прекидач  $P_1$  искључи, а онда се укључи прекидач  $P_2$ . Наћи успостављене напоне на кондензаторима  $U_{C1}$  и  $U_{C2}$ , ако су  $\epsilon_1 = 8 \text{ V}$  и  $\epsilon_2 = 15 \text{ V}$ .
4. Удубљено огледало даје обрнут и увећан  $k = 4$  пута лик предмета. Одредите жижну даљину огледала, ако растојање између предмета и лика износи  $x = 90 \text{ cm}$ .
5. Унутар ненаелектрисаног плочастог кондензатора чије плоче стоје водоравно и на међусобном растојању  $d = 1 \text{ cm}$ , налази се честица прашине. Услед отпора ваздуха она пада константном брзином, и пут од горње до доње плоче пређе за  $t_0 = 10 \text{ s}$ . Када се честица нађе на доњој плочи, на кондензатор се доведе напон  $U = 980 \text{ V}$ . Након времена  $t = 5 \text{ s}$ , пењући се равномерно ка горњој плочи, честица стиже до ње. Одредити однос наелектрисања честице и њене масе. Сила отпора ваздуха је сразмерна брзини кретања честице.



Слика бр. 1



Слика бр. 2

Сваки задатак се вреднује са 20 поена

Задатке припремио: Срђан Ракић

Рецензент: др Душанка Обадовић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

VIII разред

1. Ако казалька инструмента скреће у оба случаја исто (највећи отклон), тада у оба случаја кроз инструмент тече иста јачина струје ! (8 поена) Занемарујући отпор  $R_s$  у имениоцу добијамо:

$$\frac{I' R_s}{R' + r} = \frac{I'' R_s}{R'' + r} \quad (5 \text{ поена}) \quad \Rightarrow \quad R'' = \frac{I''}{I'} (R' + r) - r \quad (5 \text{ поена}) \quad \Rightarrow \quad R'' = 110 \Omega \quad (2 \text{ поена})$$

2. Знамо да за трансформатор важи:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{220}{127} = K \quad (2 \text{ поена}), \quad \text{и} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{127}{220} = \frac{1}{K} \quad (2 \text{ поена})$$

Пошто су дати отпори примарног и секундарног навоја, онда су јачине струја у примару и секундару:

$$I_1 = \frac{U - U_1}{R_1} \quad (4 \text{ поена}) \quad \text{и} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2 + R_g} \quad (4 \text{ поена}), \quad \text{при чему је однос} \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{220}{127} = K$$

Напон на грејачу износи:  $U_g = I_2 R_g$  (2 поена), а комбиновањем израза добијамо

$$U_g = \frac{K U R_g}{R_1 + K^2 (R_2 + R_g)} \quad (4 \text{ поена}), \quad \Rightarrow \quad U_g = 100V \quad (2 \text{ поена})$$

3. После затварања прекидача  $P_1$  кондензатор  $C_1$  се наелектрише количином наелектрисања  $q_1 = C_1 \varepsilon_1$  (2 поена) које после искључења прекидача остаје на плочама кондензатора.

Када се укључи прекидач  $P_2$ , систем кондензатора се наелектрише при чему важи:

$$U_{C1} + U_{C2} = \varepsilon_2 \quad (2 \text{ поена}) \quad \text{и} \quad Q_1 - Q_2 = q_1 \quad (6 \text{ поена}) \quad (\text{закон одржања наелектрисања})$$

Решавањем овог система добијамо:

$$U_{C1} = \frac{C_1 \varepsilon_1 + C_2 \varepsilon_2}{C_1 + C_2} \quad (3 \text{ поена}) \quad \text{и} \quad U_{C2} = \frac{C_1 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{C_1 + C_2} \quad (3 \text{ поена})$$

Заменом бројних вредности добијамо  $U_{C1} = 129V$  (2 поена) и  $U_{C2} = 21V$  (2 поена)

4. Важи једначина огледала:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{p} \left( 1 + \frac{l}{p} \right) \quad (4 \text{ поена}), \quad \text{а знамо да је} \quad \frac{l}{p} = k \quad (3 \text{ поена}) \quad \text{и да је}$$

$$l - p = x \Rightarrow x = p \left( \frac{l}{p} - 1 \right) \quad (4 \text{ поена}). \quad \text{Комбиновањем горњих израза добијамо да је} \quad f = \frac{kx}{k^2 - 1} \quad (7$$

поена), а заменом бројних вредности добија се  $f = 24cm$  (2 поена)

5. Пошто је кретање честице равномерно, важи  $v_0 = \frac{d}{t_0}$  (1 поена), а тежина је уравнотежена силом отпора ваздуха па је  $mg = Av_0$  (3 поена). Комбиновањем добијамо да је  $A = \frac{mgt_0}{d}$  (3 поена).

Кретање навише је такође равномерно па важи  $v = \frac{d}{t}$  (1 поена), као и  $mg + Av = qE = q \frac{U}{d}$  (4 поена). Заменом израза за  $v$  и  $A$  добијамо:  $mg + mg \frac{t_0}{t} = q \frac{U}{d}$  (4 поена) одакле је тражени

однос:  $\frac{q}{m} = \frac{gd}{U} \left(1 + \frac{t_0}{t}\right)$  (2 поена). Заменом бројних вредности добијамо

$$\frac{q}{m} = 3 \times 10^{-4} \frac{C}{kg} \quad (2 \text{ поена})$$

# ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА

## XXXV Савезно такмичење из физике ученика основних школа

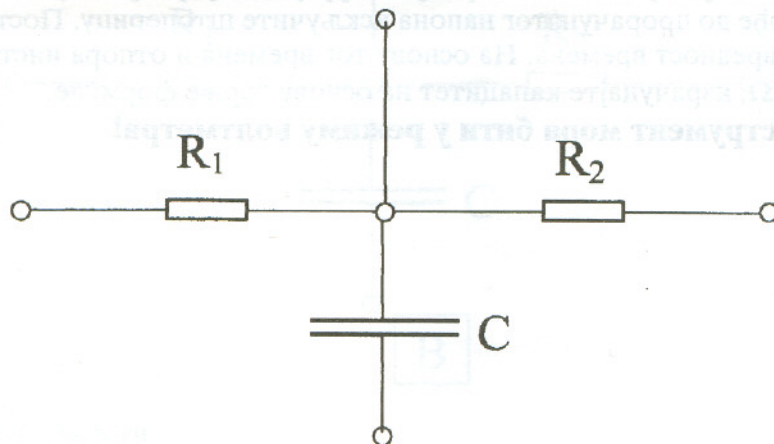
Школска 1999/2000. година

### Експериментални задатак за VIII разред

Задатак који вам се поставља има помало детективски карактер, али без обзира на то, потребно је добро познавање законитости једносмерних струја. На располагању имате следећи материјал:

- Батерију
- Универзални инструмент помоћу којег можете мерити напоне и јачине струја
- Проводнике
- Крокодил-штипаљке
- Кутијицу чији садржај требате одредити
- Штоперицу (хронометар)

На кутији се налазе четири прикључка означена словима А, Б, Ц, Д између којих су повезана два отпорника непознатих отпорности и један кондензатор непознатог капацитета. Знак в+г на прикључку Б значи да ако га користите обавезно на њега прикључите позитива пол батерије. Познато је како су они везани а то изгледа овако:



Ваш први задатак је да придружите ознаке са кутије шема представљеној више. То ћете урадити мерењем јачине струја прикључивањем редно са кутијом универзалног инструмента (пребаците га у режим амперметра) и батерије. Мерењем треба да испитате све комбинације, а то је најлакше урадити ако се руководите приложеном табелом коју можете одмах попуњавати:

прикључак (x-y)	струја I [mA]	отпор $R_{x-y}$ [ $\Omega$ ]
A - B		
A - C		
A - D		
B - C		
B - D		
C - D		

Измерите напон батерије (универзални инструмент у режиму волтметра).  $U =$

На основу добијених података одредите вредности отпора  $R_1$  и  $R_2$ . При томе водите рачуна да поред отпора у кутији постоје и отпор инструмента, водова и самог извора, њих не можете занемарити али их можете елиминисати на основу извршених мерења.

### Никада не прикључујте инструмент у режиму амперметра директно на батерију !

Дакле, други задатак јесте одређивање непознатих отпора  $R_1$  и  $R_2$ .

Трећи задатак је одређивање непознатог капацитета  $C$ . Када се кондензатор напуни (споји са извором и остаје спојен све док се напони извора и кондензатора не изједначе), он се може испразнити ако његове плоче премостимо отпорником. Он се неће испразнити тренутно, него ће напон на њему постепено опадати. Што је отпорник веће вредности то ће се кондензатор дуже празнити.

Пражњење није равномерно, већ је зависност напона на кондензатору од времена сложенија функција (експоненцијална зависност), али постоји веза да ће напон на кондензатору опати од почетног (који је једнак напону батерије) **2.718** пута у времену које је једнако:

$$t = R \cdot C$$

где је  $R$  - отпор кроз којег се празни кондензатор,  $C$  - капацитет кондензатора.

Да би одредили вредност капацитета најпре измерите напон батерије и то запишите. Израчунајте напон који је 2.718 пута нижи од напона батерије. Кондензатор спојите на батерију и тако спојеног држите нпр. 1 минут. Након тога одспојте жице са батерије водећи рачуна да се не додирну међусобно. Жицу која је била на негативном полу укључите у инструмент (прикључак  $\perp$ ). Након тога истовремено укључите штоперицу и другу жицу у прикључак  $V, A$ . Пратите кретање казаљке и када дође до прорачунатог напона искључите штоперицу. Поступак поновите пет пута и нађите средњу вредност времена. На основу тог времена и отпора инструмента који у овом случају износи  $200 \text{ K}\Omega$ , израчунајте капацитет на основу горње формуле.

### Инструмент мора бити у режиму волтметра!



Време (s)	Страна I (mA)	Напон (V)
		A-B
		A-C
		B-C
		B-D
		C-D

## Решење експерименталног задатка

Мерења су обављена коришћењем кутије бр. 5

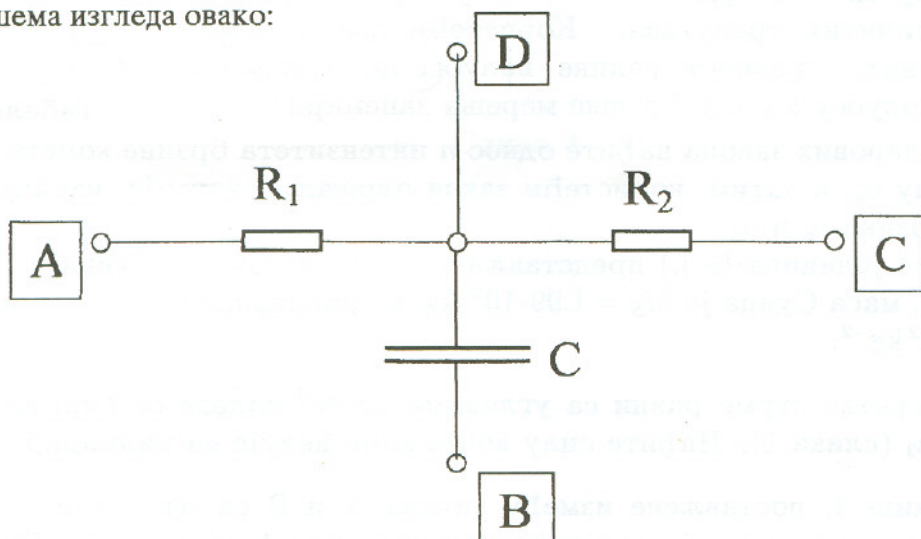
Напон батерије износи  $U = 7.6 \text{ V}$

прикључак (x-y)	струја $I$ [mA]	отпор $R_{x-y}$ [ $\Omega$ ]
A - B	-	-
A - C	9	844
A - D	19	400
B - C	-	-
B - D	-	-
C - D	12	633

На основу тога што ни у једном случају не тече струја ако је прикључак B спојен то је кондензатор на прикључку B.

Најслабија струја тече између прикључака A и C те је између њих редна веза отпорника.

Дакле, шема изгледа овако:



Одређивање отпорности:

$$I_{AC} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_N} \quad I_{AD} = \frac{U}{R_1 + R_N} \quad I_{CD} = \frac{U}{R_2 + R_N} \quad \Rightarrow$$

$$R_1 + R_2 + R_N = 844\Omega \quad R_1 + R_N = 400\Omega \quad R_2 + R_N = 633\Omega$$

Одавде се проналази да је:  $R_1 = 211\Omega$   $R_2 = 444\Omega$   $R_N = 189\Omega$

Уграђени отпорници имају вредности  $R_1 = 200\Omega$   $R_2 = 430\Omega$  са толеранцијом  $\pm 5\%$

Видимо да постоји добро слагање између измерених и фабричких вредности.

Мерењем времена пражњења добијамо вредност  $t = 13\text{s}$  што одговара вредности капацитета од

$65 \mu\text{F}$ . Уграђени кондензатор има фабрички декларисану вредност од  $47 \mu\text{F}$ . Код оваквих кондензатора (електролитских) толеранције су веома велике, тако да је добијена вредност капацитета задовољавајућа.