

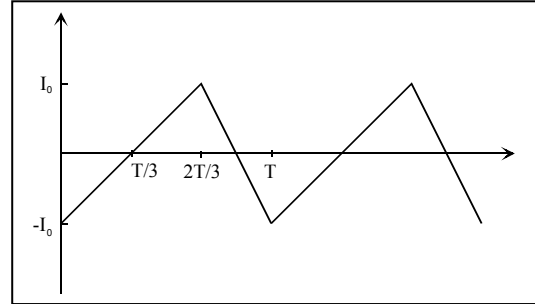
ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД

Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2004/2005. год.

VIII разред

1. Када се куглица масе $m = 20 \text{ g}$ и наелектрисања $q = 5 \text{ mC}$, окачена о динамометар, унесе у вертикално електрично поље, динамометар показује силу $F_d = 0.32 \text{ N}$. Израчунати јачину електричног поља у којем се налази куглица. [20]

2. Кроз примарни калем трансформатора тече струја “тестерастог” облика како је то приказано на слици. Нацртати график зависности (обратити пажњу на правилну размену знакова) индуковане електромоторне силе од времена у секундарном калему. Познато је да је магнетни флукс који ствара примарни калем сразмеран јачини струје која протиче кроз њега. [20]



3. Трамвајски вод је на једном свом крају прикључен на извор једносмерног напона $U = 1000 \text{ V}$ у односу на шине (други вод су шине које се налазе на потенцијалу земље). Трамвај се покреће помоћу два једнака електромотора. Намотаји сваког електромотора имају отпор $R = 1.2 \Omega$. На ком растојању од краја вода на који је прикључен извор, и којом брзином се креће трамвај ако при редној вези између електромотора струја кроз вод износи $I_1 = 60 \text{ A}$, а при паралелној $I_2 = 100 \text{ A}$. При таквој измени везе између електромотора брзина трамваја се не мења? Укупна сила отпора приликом кретања трамваја износи $F = 10 \text{ kN}$, отпор вода по километру дужине износи $k = 0.216 \Omega/\text{km}$. [20]
4. У плочасти кондензатор димензија $a \times a = 30 \times 30 \text{ cm}$ и растојања између плоча $d = 4 \text{ mm}$, сталном брзином $v = 2 \text{ cm/s}$ се увлачи стаклена плоча тако да попуњава простор између плоча. Вектор брзине је паралелан са једном од ивица плоча (значи, нормалан на другу ивицу плоче). Колика је јачина струје која протиче кроз водове којима је кондензатор спојен на извор електромоторне силе $U = 50 \text{ V}$? Релативна диелектрична константа стакла износи $\epsilon_r = 7$. $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$. [20]
5. Вршено је испитивање школског трансформатора (Leybold). Мерени су напон и струја примара у неоптерећеном стању U_{ph} , I_{ph} (секундар није прикључен на потрошач) и у оптерећеном стању U_p , I_p , U_s , I_s , при чему је потрошач био отпорник непознатог отпора. Подаци су дати у табели:

$U_{ph} [\text{V}]$	20	42	65	88	111	133	155	181	203	225
$I_{ph} [\text{A}]$	0.021	0.035	0.043	0.053	0.062	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11
$U_p [\text{V}]$	20	42	65	88	111	133	155	181	203	225
$I_p [\text{A}]$	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
$U_s [\text{V}]$	7.9	18	27	37	48	57	67	78	88	97
$I_s [\text{A}]$	0.07	0.16	0.25	0.33	0.42	0.51	0.55	0.65	0.73	0.82

- а) Наћи снагу примара (P_p) и секундара (P_s) и наћи степен корисног дејства η овог трансформатора
 б) Наћи снагу губитака (приближно је једнака снази у празном ходу) и израчунати однос корисне снаге секундара и примара η_k
 Објаснити узроке губитака.
 в) Нацртати график зависности $U_s(I_s)$ и помоћу њега наћи вредност отпора потрошача.
 Резултати задатака под а) и б) се уносе у приложену табелу. [20]

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

Свим такмичарима желимо успешан рад!

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

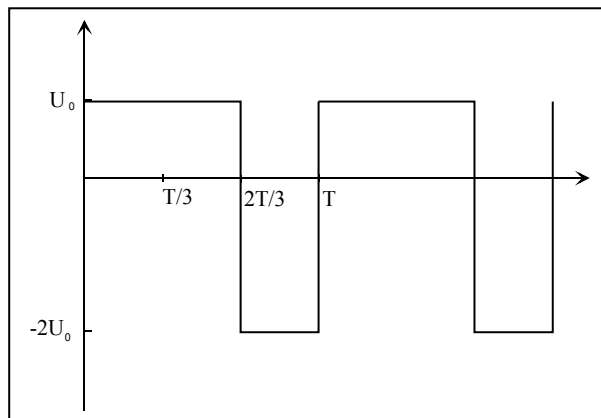
Решења задатака за VIII разред

1. Тежина куглице износи $Q = mg = 0.1962\text{N}$. Пошто је сила коју показује динамометар већа од тежине куглице, следи да је сила електричног поља истог смера као и тежина. Њен интензитет износи $F = F_d - Q = 0.1238\text{N}$. Јачина електричног поља износи: $E = \frac{F}{q} = 24.76\text{ V}$.

2. Види се да у интервалу времена $0 \leq t < \frac{2T}{3}$

струја порасте од $-I_0$ до $+I_0$ тј промена магнетног флукса, односно индукована електромоторна сила у секундарном калему је сразмерна $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \approx \frac{3I_0}{T}$. У интервалу времена

$\frac{2T}{3} \leq t < T$ струја опадне од $+I_0$ до $-I_0$ тј промена магнетног флукса, односно индукована електромоторна сила у секундарном калему је сразмерна $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \approx \frac{6I_0}{T}$ али је супротног знака од претходне.



3. Механичка снага коју развијају електромотори трамваја при њиховој редној вези износи:

$$P_{meh} = 2 \cdot \left[\frac{U_1 I_1}{2} - I_1^2 R \right] \text{ при чему је } U_1 = (U - k x I_1). \text{ На сличан начин је у паралелној вези:}$$

$$P_{2meh} = 2 \cdot \left[\frac{U_2 I_2}{2} - \frac{I_2^2 R}{4} \right] \text{ при чему је } U_2 = (U - k x I_2). \text{ Пошто је брзина трамваја непромењена то је механичка снага у оба случаја једнака тј. :}$$

$$(U - k x I_1) I_1 - 2 I_1^2 R = (U - k x I_2) I_2 - \frac{I_2^2 R}{2} \Rightarrow x = \frac{2U(I_2 - I_1) + R(4I_1^2 - I_2^2)}{2k(I_2^2 - I_1^2)} \text{ Заменом бројних}$$

вредности добијамо за растојање $x = 30.84\text{km}$. Из нпр. $P_{2meh} = F \cdot v$ добијамо израз за брзину кретања трамваја: $v = \frac{I_2}{2F} [2U - I_2(2kx + R)]$ тј. $v = 2.74\text{ m/s}$.

4. Овај систем можемо разматрати као два паралелно везана кондензатора при чему је један ваздушни, а други садржи стакло као диелектрик. При томе је капацитет оваквог система:

$$C_e = C_1 + C_2 = \epsilon_o \frac{a \times (a - v\Delta t)}{d} + \epsilon_o \epsilon_r \frac{a \times v\Delta t}{d} = \frac{\epsilon_o a}{d} [a + v\Delta t(\epsilon_r - 1)] = C_0 + \epsilon_o (\epsilon_r - 1) \frac{av\Delta t}{d}$$

Види се да количина наелектрисања зависи од времена при чему је $q = q_0 + \epsilon_o (\epsilon_r - 1) \frac{av\Delta t}{d} U$

Јачина струје која протиче кроз водове износи: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \epsilon_o (\epsilon_r - 1) \frac{avU}{d}$. Бројна вредност јачине струје износи $I = 4\text{nA}$

5. Израчунате снаге примара, секундару и степен корисног дејства трансформатора, на основу података, дати су у следећој табели:

U_{ph} [V]	20	42	65	88	111	133	155	181	203	225
I_{ph} [A]	0.021	0.035	0.043	0.053	0.062	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11
U_p [V]	20	42	65	88	111	133	155	181	203	225
I_p [A]	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
U_s [V]	7.9	18	27	37	48	57	67	78	88	97
I_s [A]	0.07	0.16	0.25	0.33	0.42	0.51	0.55	0.65	0.73	0.82
P_p [W]	1	4.2	9.75	17.6	27.75	39.9	54.25	72.4	91.35	112.5
P_s [W]	0.56	2.88	6.75	12.21	20.16	29.07	36.85	50.7	64.24	79.54
η	0.56	0.69	0.69	0.73	0.73	0.68	0.70	0.70	0.70	0.71
P_{ph} [W]	0.42	1.176	2.795	4.664	6.882	9.31	12.4	16.29	20.3	24.75
η_k	0.966	0.952	0.971	0.944	0.966	0.950	0.881	0.904	0.904	0.906

Губици су узроковани омским отпором примара (мањим делом), губитком флукса, загревањем језгра трансформатора услед вртложних струја, хистерезним процесом (промена смера оријентације магнетних домена).

Пошто је мерен напон на секундару трансформатора то вредност отпора потрошача можемо израчунати као $R = \frac{U_s}{I_s}$ тако да вредност R представља нагиб праве $U_s = U_s(I_s)$. Бројна вредност износи $R \approx 118\Omega$

