

НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

гр. Велико Търново
23-25 ноември 2001 г.

Примерно решение на темата за 10 клас

1 задача (10 т.)

Дадено: $U_1 = 120 \text{ V}$

$t_1 = 20 \text{ min}$

$U_2 = 100 \text{ V}$

$t_2 = 28 \text{ min}$

$U_3 = 80 \text{ V}$

Търси се: $t_3 = ?$

Решение:

Загубите на количеството топлина в чайника са $Q_{\text{вт}} = kt$, където k е коефициент на пропорционалност, а t е времето, през което работи чайникът (1 т.).

Отделеното количество топлина за всеки от случаите е:

$$Q_1 = \frac{U_1^2}{R} t_1 - kt_1 \quad (1 \text{ т.});$$

$$Q_2 = \frac{U_2^2}{R} t_2 - kt_2 \quad (1 \text{ т.});$$

$$Q_3 = \frac{U_3^2}{R} t_3 - kt_3 \quad (1 \text{ т.}).$$

Но отделеното количество топлина в трите случая е едно и също, т.е. $Q_1 = Q_2 = Q_3$ (2 т.).

От равенството $Q_1 = Q_2$ се определя k :

$$k = \frac{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}{R(t_1 - t_2)} \quad (1 \text{ т.}).$$

От равенството $Q_1 = Q_3$ (или $Q_2 = Q_3$) определяме времето, за което ще закипи водата в чайника (1 т.):

$$t_3 = t_1 \frac{\frac{U_1^2}{R} - k}{\frac{U_3^2}{R} - k} = t_1 t_2 \frac{U_1^2 - U_2^2}{U_3^2(t_1 - t_2) + U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2} \quad (1 \text{ т.})$$

$$t_3 = 41,6 \text{ min} \quad (1 \text{ т.})$$

2 задача (15 т.)

Дадено: I, a, b, d, B

Търси се: $U_x = ?$

Решение:

Натрупването на заряди спира, когато двете сили - електрична и магнитна, стават равни по големина:

$$(1) \quad F_{\text{ед}} = f \quad (4 \text{ т.}).$$

Изразяваме двете сили чрез характеристиките на полетата:

$$F_{\text{ед}} = eE, \quad f = evB \quad (2 \text{ т.})$$

Тъй като $E = \frac{U_x}{b}$ (2 т.), то $F_{\text{ед}} = e \frac{U_x}{b}$ (2 т.).

Като имаме предвид, че $I = evS$ (2 т.) и следователно $ev = \frac{I}{nS}$, за магнитната сила получаваме

$$f = \frac{IB}{nS} \quad (1 \text{ т.})$$

Заместваме в (1):

$$\frac{eU_x}{b} = \frac{IB}{nS}, \quad U_x = \frac{IB}{\frac{en}{S} b} \quad (1 \text{ т.})$$

Но $\frac{S}{b} = d$, следователно

$$U_x = \frac{IB}{end} \quad (1 \text{ т.})$$

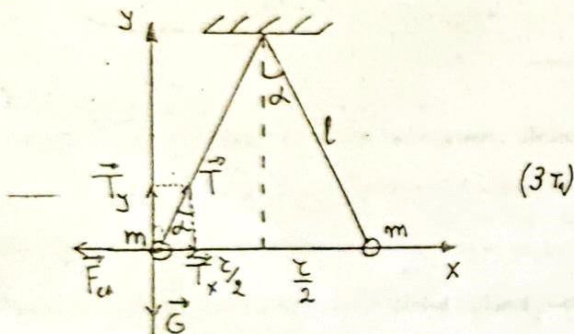
3 задача (20 т.)

Дадено: $m = 4,5 \cdot 10^{-2}$ g, $l = 10$ cm, $\alpha = 45^\circ$, $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C²

Търси се: $q = ?$, $E = ?$, $U = ?$

Решение:

а) Поради симетрия е достатъчно да разгледаме едното топче. Означават се всички действащи върху него сили и се прилага II закон на Нютон (1 т.). Избира се отиравна система, свързана с едното топче и се постъпва както при динамичните задачи.



$$\vec{F}_e + \vec{G} + \vec{T} = 0 \quad (1 \text{ т.})$$

Проектираме по осите OX и OY:

$$-F_e + T_x = 0 \quad (1 \text{ т.})$$

$$T_y - G = 0 \quad (1 \text{ т.})$$

$$F_e = T_x, F_e = T \sin \alpha \quad (1 \text{ т.})$$

$$T_y = G, T \cos \alpha = mg, T = \frac{mg}{\cos \alpha} \quad (1 \text{ т.})$$

$$F_e = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$F_e = mg \tan \alpha$$

От закона на Кулон следва $F_e = k \frac{q \cdot q}{r^2} \quad (1 \text{ т.})$

$$F_e = k \frac{q^2}{r^2}$$

$$q^2 = \frac{F_e r^2}{k}$$

$$q = r \sqrt{\frac{F_e}{k}} \quad (1 \text{ т.})$$

Разстоянието r определяме от правоъгълния триъгълник:

$$\sin \alpha = \frac{r}{l}$$

$$r = l \sin \alpha \quad (2 \text{ т.})$$

$$q = l \sin \alpha \sqrt{\frac{mg \tan \alpha}{k}}$$

$$q = \frac{l \sin \alpha}{k} \sqrt{mgk \tan \alpha} \quad (1 \text{ т.})$$

б)

$$E_1 = k \frac{q}{r^2}$$

$$E_1 = k \frac{l \sin \alpha \sqrt{mgk \tan \alpha}}{k (l \sin \alpha)^2} \quad (1 \text{ т.})$$

$$E_1 = \frac{\sqrt{mgk \tan \alpha}}{2l \sin \alpha} \quad (1 \text{ т.})$$

в)

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$U = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{r} = 0 \quad (1 \text{ т.})$$

г) Метализираната страна екранира взаимодействието между топчетата и под действие на $\vec{G}$ те се прибират към вертикалата. Зарядът на топчето, което се допира до металната страна изтича в земята (1 т.). След изтегляне на плочата, двете топчета се допират и зарядът на топчето, допряло се до стъклото, се разпределя по равно $\left(\frac{q}{2}\right)$ (2 т.).

д) Тъй като след изтегляне на плочата двете топчета имат едни и същи заряд $\frac{q}{2}$, те се отблъскват, като ъгълът на отклонение е по-малък от първоначалния (2 т.).