

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално пролетно състезание по физика
Търговище, 14 – 16 март 2008 г.
Решения на задачите от темата за 9 клас

Задача 1. Снимки на топче.

а) От закона за пътя при равнозакъснително движение следва:

$$x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ [0.5 т]}, \quad x_2 = v_0(t+T) - \frac{1}{2} g(t+T)^2 \text{ [1 т]}.$$

Замествайки v_0 от първото уравнение във второто се получава:

$$x_2 = \frac{x_1 + \frac{1}{2} g t^2}{t} (t+T) - \frac{1}{2} g(t+T)^2 \text{ [0.5 т]}.$$

Опростявайки това уравнение се достига до квадратно уравнение за t :

$$\frac{1}{2} g T t^2 + \left(x_2 - x_1 + \frac{1}{2} g T^2 \right) t - x_1 T = 0 \text{ [1 т]}.$$

Замествайки с дадените стойности на физичните величини, уравнението изглежда така:

$$t^2 + t - \frac{3}{4} = 0 \text{ [1 т]}.$$

Само единият корен на това уравнение е положителен и равен на $t = \frac{1}{2} \text{ s [1 т]}.$

б) Замествайки със получената стойност на t и дадените стойности на x_1 и g в закона за пътя за положението на втората снимка се получава:

$$5 = v_0 \cdot 1 - \frac{1}{2} 10 \cdot 1^2 \text{ [1 т]}, \text{ откъдето } v_0 = 10 \text{ m/s [1 т]}.$$

в) скоростта v_1 на топчето в момента на първото снимане се намира от закона за скоростта:

$$v_1 = v_0 - g t \text{ [0.5 т]}.$$

Замествайки с дадените и получените стойности $v_1 = 10 - 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ m/s [0.5 т]}.$

г) аналогично на предното подусловие $v_2 = 10 - 10 \cdot 1 = 0 \text{ m/s [1 т]}.$

д) Тъй като по време на втората снимка топчето е било в най-горно положение, а времената за издигане и падане на тялото са равни, то времето, когато топчето ще се върне в мястото на хвърляне е

$$t_{\text{полет}} = 1 \text{ s} + 1 \text{ s} = 2 \text{ s [1 т]}.$$

Задача 2. Зареждане и разреждане на кондензатори.

а) тъй като през кондензаторите не тече постоянен ток, то токът през трите резистора е един и същ

$$I_1 = I_2 = I_3 = I \text{ [0.5 т]}.$$

Съпротивленията са последователно свързани и еквивалентното им съпротивление е $3R \text{ [0.5 т]}.$

От закона на Ом за цялата верига намираме тока във веригата $I = \frac{E}{3R} \text{ [1 т]}.$

б) тъй като всеки кондензатор е успоредно включен на две от съпротивленията, то неговото напрежение е равно на сумата от напреженията върху два резистора $U_1 = U_2 = U = I 2R = \frac{2}{3} E \text{ [1 т]}.$

в) след разкачането на батерията, всеки кондензатор е зареден до напрежение U , което поради разреждането през съпротивленията започва да намалява. Тъй като кондензаторите са еднакви и симетрично разположени, то във всеки момент напреженията върху тях остават равни. Може да се напишат следните връзки и уравнения:

$$I_1 = I_2, \quad U_1 = U_2 \text{ [общо 0.5 т]}.$$

$$U_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3, U_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3, I_1 + I_2 = I_3 \text{ [за всяко по 0.5 т].}$$

Решавайки тези уравнения,

$$I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I_3 \text{ [0.5 т]} \text{ или } I_1 : I_2 : I_3 = 1 : 1 : 2 \text{ [0.5 т].}$$

г) отношението на количеството протекли електрични заряди q_1, q_2 и q_3 през съпротивленията R_1, R_2 и R_3 е както отношението на токовете I_1, I_2 и I_3 . През съпротивлението R_1 преминава целият заряд от кондензатора C_1 , през съпротивлението R_2 преминава целият заряд от кондензатора C_2 , а през съпротивлението R_3 - двойно повече [0.5 т]. Зарядът на всеки от кондензаторите в началото е бил

$$q = CU = C \frac{2}{3} E \text{ [0.5 т]}, \text{ следователно } q_1 = q_2 = \frac{2}{3} CE \text{ [0.5 т]}, \quad q_3 = \frac{4}{3} CE \text{ [0.5 т].}$$

д) общото количество топлина, отделено в трите резистора ще е равно на натрупаната в началото енергия в двата кондензатора. Тя е равна на

$$W = W_1 + W_2 = 2 \frac{1}{2} CU^2 = \frac{4}{9} CE^2 \text{ [0.5 т].}$$

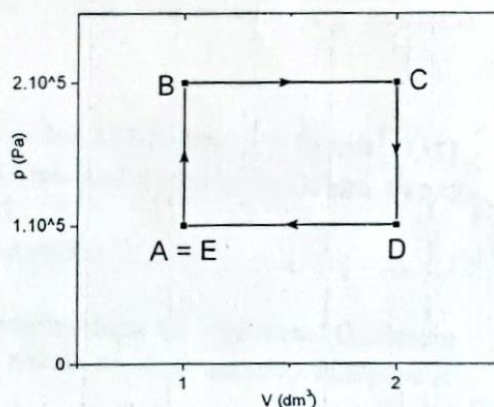
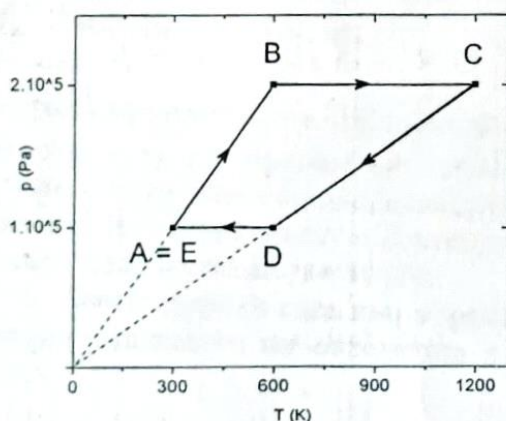
Тъй като отделеното количество топлина в резистор е пропорционално на квадрата на големината на тока през него

$$Q_1 : Q_2 : Q_3 = I_1^2 : I_2^2 : I_3^2 = 1 : 1 : 4 \text{ [0.5 т]}. \text{ Тъй като } W = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ то}$$

$$Q_1 = Q_2 = \frac{1}{6} W = \frac{2}{27} CE^2 \text{ [0.5 т]}, \quad Q_3 = \frac{4}{6} W = \frac{8}{27} CE^2 \text{ [0.5 т]}.$$

Задача 3. Газови процеси.

а) p - T диаграмата на процесът ABCDE е нарисувана на лявата фигура. [2 т]



б) процесите в отсечките са съответно: AB – изохорен [0.5 т], BC – изобарен [0.5 т], CD – изохорен [0.5 т], DE (DA) – изобарен [0.5 т].

в) тъй като процесът AB е изохорен, то $V_B = V_A = 1 \text{ dm}^3$ [0.5 т]. Процесът BC е изобарен, следователно $\frac{V_C}{T_C} = \frac{V_B}{T_B}$, откъдето $V_C = \frac{T_C}{T_B} V_B = 2 \text{ dm}^3$ [0.5 т]

г) p - V диаграмата на процесът ABCDE е нарисувана на дясната фигура. [2 т]

д) общата работа е $A = A_{BC} - A_{DE} = (p_B - p_A)(V_C - V_B)$ [2 т] $= 10^5 \text{ Pa} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 100 \text{ J}$ [1 т]