

НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

29 – 30 ноември 2003 г., гр. Стара Загора

9 клас

Димитър Мърваков,
Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”

Решения и указания

Задача 1. а) При движението на тялото пълната му енергия се запазва, т.е. $E_A = E_B$ (1 т.) и

$$E_A = mgh + q_A mgh - \frac{kqQ}{h}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$E_B = \frac{mv^2}{2} + q_B \frac{mv^2}{2} - \frac{kqQ}{\sqrt{3}h}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Тогава

$$v = \sqrt{2gh \left[1 - \frac{kqQ}{mgh^2} \left(\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}} \right) \right]} \approx 0,7 \text{ m/s.} \quad (2 \text{ т.})$$

б) Нека положим $BC = l$. В момента на максимално отдалечаване скоростта на тялото е нула (1 т.). От закона за запазване на енергията имаме $E_A = E_C$ (0,5 т.), където

$$E_C = q_C \frac{kqQ}{l} - \frac{kqQ}{\sqrt{3}h}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

След заместване получаваме

$$l = h \left[\frac{1}{1 - \frac{mgh^2}{kqQ}} - \sqrt{3} \right] \approx 5 \text{ cm.} \quad (1 \text{ т.})$$

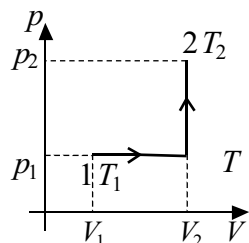
в) От условието $v = 0$ намираме

$$Q = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}-1} \frac{mgh^2}{kq} = 526 \text{ nC.} \quad (1 \text{ т.})$$

За да може при спускането си по наклонената равнина в т. B , тялото да има скорост нула трябва от дадено място да започне да действа сила, противоположна на посоката на скоростта. След достигането на т. B тази сила ще задвижи тялото в обратна посока нагоре по равнината (2 т.).

Задача 2.

а) На pV -диаграмата са показани двата процеса – изобарен и изохорен (1 т.).



б) Процесът 1- е изобарен, следователно

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T} \quad (0,5 \text{ т.})$$

От друга страна процесът -2 е изохорен и

$$\frac{p_1}{T} = \frac{p_2}{T_2} \quad (0,5 \text{ т.})$$

Тъй като $T = \frac{p_1}{p_2} T_2$, получаваме $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$. (1 т.)

б) След като температурата в съда се повиши от T_1 до T_2 , обемите са съответно V_1 и V_2 , а наляганията p_1 и p_2 . Тогава

$$V_1 = V_2 = V_1 = V_2, \quad (0,5 \text{ т.})$$

откъдето следва

$$\frac{V_2}{V_1} = x = 4 \frac{V_1}{V_1} = 1. \quad (1 \text{ т.})$$

Освен това

$$p_1 = p_2 = p_1 = p_2 \quad (0,5 \text{ т.})$$

и намираме

$$\frac{p_1}{p_1} = 1 = \frac{p_2}{p_1} = 1 = \frac{p_2}{p_1}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Понеже под буталото и над буталото имаме равни маси газ с една и съща температура

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (0,5 \text{ т.})$$

и следователно

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = 3. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Освен това $p_1 V_1 = p_2 V_2$, откъдето следва

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = x. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Тогава

$$\frac{p_1}{p_1} = \frac{3(x-1)}{2x}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$\frac{V_1}{V_1} = \frac{x-1}{4}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

От друга страна $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1 V_1}{T_2}$, откъдето намираме

$$\frac{p_1}{p_1} \cdot \frac{V_1}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

След заместване получаваме

$$x^2 - \frac{4}{3}x - 1 = 0, \quad (0,5 \text{ т.})$$

откъдето следва

$$x = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{13}{9}}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$x = \frac{2 + \sqrt{13}}{3} \approx 1,9. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Задача 3. а) В произволен момент t от началото на движението тялото се намира на височина

$$h_1 = H - \frac{gt^2}{2}, \quad (1 \text{ т.})$$

а топката – на височина

$$h_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

При $t = \dots$, $h_1 = h_2$. Тогава

$$H - \frac{g}{2} t^2 = v_0 t - \frac{g}{2} t^2, \quad (1 \text{ т.})$$

откъдето следва

$$\frac{H}{v_0}. \quad (1 \text{ т.})$$

б) Срещата на тялото и топката е възможна, ако $h_1 > 0$ и $h_2 > 0$. Тогава

$v_0 - \frac{g}{2} t = 0$, откъдето

$$\frac{2v_0}{g}. \quad (1 \text{ т.})$$

След заместване в израза за h_2 получаваме

$$v_0^2 - \frac{gH}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

в) По време на движението скоростта на топката се мени с времето по закона $v = v_0 - gt$. В момента на срещата

$$v = v_0 - g \frac{v_0^2 - gH}{v_0}. \quad (1 \text{ т.})$$

Възможни са няколко случая:

1. $v_0^2 - gH > 0$ и $v > 0$ – в момента на срещата топката се движи нагоре; (1 т.)
2. $v_0^2 - gH < 0$ и $v < 0$ – в момента на срещата топката се движи надолу; (1 т.)
3. $v_0^2 - gH = 0$ и $v = 0$ – в момента на срещата топката достига максималната височина. (1 т.)