

НАЦИОНАЛНО-СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

гр. Велико Търново
23-25 ноември 2001 г.

Примерно решение на темата за 11 клас

1 задача (15 т.)

Дадено: $v_0, l, \frac{H}{l} = \sqrt{3}$

Търси се: $\alpha = ?$

Решение:

Означаваме с t времето на движение на телата до срещата. Тогава

$$t = \frac{l}{v_{0x}} = \frac{l}{v_0 \cos \alpha} \quad (3 \text{ т.})$$

За времето t тялото, което пада свободно ще се спусне на височина

$$H - h = \frac{gt^2}{2} \quad (3 \text{ т.}),$$

а тялото, хвърлено под ъгъл α от т. В ще се издигне на височина

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (5 \text{ т.}).$$

Следователно

$$H - v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} \quad (3 \text{ т.})$$

$$H = v_0 \sin \alpha t$$

$$H = v_0 \sin \alpha \frac{l}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = l \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{l} = \sqrt{3}$$

$$\alpha = 60^\circ \quad (1 \text{ т.})$$

2 задача (20 т.)

Дадено: $n = 2 \text{ mol}, T = \beta p^2, \Delta T = 10 \text{ K}$

Търси се: $A = ?$

Решение:

Зависимостта между p и V може да се намери от уравнението на Клапейрон-Менделеев

$$pV = nRT \quad (3 \text{ т.})$$

$$pV = nR\beta p^2$$

$$V = nR\beta p$$

За пресмятане на работата построяваме графично тази зависимост, като отбелязваме стойностите на обема и налягането, съответстващи на началната и крайна температура. (8 т.)

Работата е равна на лицето на заштрихования трапец:

$$A = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (nR\beta p_2 - nR\beta p_1) \quad (4 \text{ т.})$$

$$A = \frac{1}{2} nR\beta (p_1 + p_2) (p_2 - p_1) = \frac{1}{2} nR\beta (p_2^2 - p_1^2), \text{ но}$$

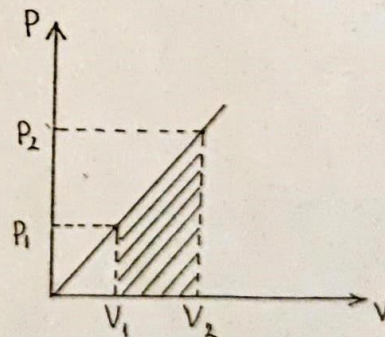
$$p_1^2 = \frac{T_1}{\beta}, p_2^2 = \frac{T_2}{\beta},$$

откъдето

$$A = \frac{1}{2} nR\beta \left(\frac{T_2}{\beta} - \frac{T_1}{\beta} \right) = \frac{1}{2} \frac{nR\beta}{\beta} \Delta T$$

$$A = \frac{1}{2} nR \Delta T \quad (4 \text{ т.})$$

$$A = 83 \text{ J} \quad (1 \text{ т.})$$



3 задача (30 т.)

Дадено: u_0, m, M

Търси се: $x = ?$

Решение:

Системата от топчетата, нишката и пружината е затворена (2 т.). Ясно е, че може да спре само лявото топче, тъй като на него пружината му действа със сила, чийто посока е противоположна на началната скорост (7 т.).

Нека скоростта на дясното топче след разтягане на пружината да е равна на u .

Съгласно закона за запазване на импулса $(m + M)u_0 = Mv$ (4 т.).

Избираме оста ОХ да е ориентирана по посока на u_0 .

При проектиране по оста ОХ, насочена по оста на пружината

$$(m + M)u_0 = Mv \quad (3 \text{ т.})$$

Прилагайки закона за запазване на енергията

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{(m + M)u_0^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} \quad (5 \text{ т.})$$

След решаването на системата:

$$\begin{cases} (m + M)u_0 = Mv \\ kx^2 + (m + M)u_0^2 = Mv^2 \end{cases} \quad (5 \text{ т.})$$

получаваме:

$$x = u_0 \sqrt{\left(\frac{m}{k}\right) \left(1 + \frac{m}{M}\right)} \quad (4 \text{ т.})$$

4 задача (35 т.)

Дадено: $\lambda = 0,071 \text{ nm} = 0,071 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$$rB = 1,88 \cdot 10^{-4} \text{ T.m}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Търси се: $E_k = ?$, $A = ?$

Решение:

Щом електрон, попаднал в равномерно магнитно поле, се движи по окръжност, следва, че скоростта му $\vec{v}$ е перпендикулярна на магнитната индукция $\vec{B}$ на полето (8 т.). На електрона му действа силата на Лоренц:

$$F = evB \quad (2 \text{ т.})$$

и тя му придава нормално ускорение:

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (4 \text{ т.})$$

Уравнението на движение е:

$$F = ma = m \frac{v^2}{r} \quad (2 \text{ т.})$$

$$\frac{mv^2}{r} = evB \quad (3 \text{ т.})$$

откъдето определяме скоростта на фотоелектрона

$$v = \frac{e}{m} Br \quad (1 \text{ т.})$$

Кинетичната енергия на електрона е:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{me^2(Br)^2}{2m} = \frac{e^2}{2m}(Br)^2 \quad (3 \text{ т.})$$

$$E_k = 0,498 \cdot 10^{-15} \text{ J} \quad (2 \text{ т.})$$

От уравнението на Айнщайн за фотоэффекта се определя отделителната работа за златното фолио:

$$h\nu = A + E_k \quad (1 \text{ т.})$$

$$\lambda\nu = c, \nu = \frac{c}{\lambda} \quad (2 \text{ т.})$$

$$A = h\nu - E_k = \frac{hc}{\lambda} - E_k \quad (4 \text{ т.})$$

$$A = 2,3 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 14,3 \text{ keV} \quad (3 \text{ т.})$$