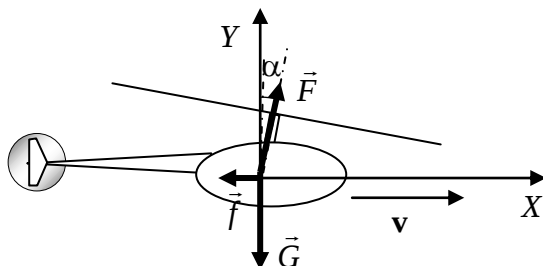


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика – Баня, 17.-19.10.2006

Г.

Решения на темата за 11. – 12. кл.

Задача 1. а) На фигурата са изобразени силите, действащи на хеликоптера: подъемна сила на витлото F , насочена по оста на витлото, сила на тежестта G и сила на въздушно съпротивление f[1 т. за чертеж с правилно означени сили]



Понеже хеликоптерът се движи с постоянна скорост ($\vec{a} = 0$), трите сили се уравновесяват:

$$\vec{f} + \vec{G} + \vec{F} = 0 \text{[1 т. за векторно равенство]}$$

Проектираме векторното равенство по осите X и Y :

$$X: F \sin \alpha - f = 0; \text{[0,5 т.]}$$

$$Y: F \cos \alpha - G = 0. \text{ [0,5 т.]}$$

Като изключим F , получаваме:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{G} = \frac{kv^2}{mg}. \text{[1 т. за израз за } \operatorname{tg} \alpha \text{ или друга функция на } \alpha]$$

Приемаме, че $\alpha \text{ (rad)} \approx \operatorname{tg} \alpha$. Така, окончателно намираме:

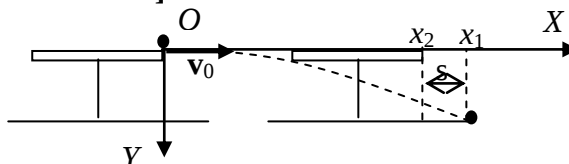
$$\alpha \approx \frac{kv^2}{mg} = \frac{2 \text{ kg/m} \cdot (30 \text{ m/s})^2}{2000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2} = 0,09 \text{ rad } (\approx 5,2^\circ) \text{[1 т. за числена стойност в градуси или радиани]}$$

б) След като влакът започне да спира, топчето продължава да се движи спрямо Земята с начална скорост v_0 , насочена хоризонтално. В избраната координатна система законите за движение на топчето са:

[1 т. за чертеж с означена координатна система]

$$X: x_1 = v_0 t; \text{[0,5 т.]}$$

$$Y: y_1 = \frac{gt^2}{2}. \text{ [0,5 т.].}$$



В същото време вагонът се движи равнозакъснително в хоризонтално направление:

$$x_2 = v_0 t - \frac{at^2}{2} \text{ [0,5 т.].}$$

В момента, когато топчето допира пода, $y_1 = h$. Оттук намираме времето за падане на топчето: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ [0,5 т.]

В момента на падане топчето се намира на разстояние от основата на масичката:
 $s = x_2 - x_1$ [1 т.]

Като заместим израза за t , намираме:

$$s = h \frac{a}{g} = 5 \text{ cm.[0,5 т. за буквен израз + 0,5 т. за числена стойност].}$$

Задача 2. а) В жичката се отделя топлинна мощност:

$$P_T = I^2 R, \text{ [1 т.]}$$

където

$$R = \frac{4\rho l}{\pi d^2} \text{ [1 т.]}$$

е съпротивлението на жичката (l е дължината на жичката).

Мощността на топлинно излъчване от жичката се дава с израза:

$$P_R = \sigma T^4 (\pi dl), \text{ [1 т.]}$$

където T е абсолютната температура на жичката. Ако приемем, че излъчването е единственият начин на топлоотдаване от жичката, получаваме:

$$P_T = P_R$$

или $\frac{4\rho I^2}{\pi d^2} = \pi d \sigma T^4 \text{ [1 т.]}$

Максималният ток, който може да тече през предпазителя, се определя от условието:

$$T = T_0 = t_0 + 273 = 1358 \text{ K. [1 т.]}$$

Така получаваме:

$$I_{\max} = \frac{\pi T_0^2}{2} \sqrt{\frac{\sigma d^3}{\rho}} \text{ [1 т.]}$$

$$I_{\max} = 5,2 \text{ A. [1 т.]}$$

б) Ако при големина на тока I , температурата на жичката е T , е изпълнено условието:

$$\frac{I}{I_{\max}} = \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 \text{ [1,5 т.]}$$

При $I = \frac{1}{2} I_{\max}$ получаваме:

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{2}} \text{ [1 т.]}$$

$$T = 960 \text{ K (687 } ^\circ\text{C). [0,5 т.]}$$

Задача 3. а) При нормална работа за време t през лампата преминава заряд:

$$q = I_n t. \text{ [1 т.]}$$

При това напрежението на кондензатора намалява до:

$$U(t) = U_0 - \frac{q}{C} = U_0 - \frac{I_n t}{C} . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

През лампата ще протича нормален работен ток, докато

$$U(t) \geq U_n . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

Следователно, времето, през което лампата ще свети нормално, е:

$$t = \frac{C(U_0 - U_n)}{I_n} \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

$$t = 90 \text{ s} . \quad \dots\dots\dots [0,5 \text{ т.}]$$

б) През време на нормалната работа в лампата се отделя енергия:

$$Q_L = U_n I_n t = C(U_0 - U_n) U_n . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

Общото количество енергия, което се отделя във веригата, е:

$$Q = \frac{CU_0^2}{2} - \frac{CU_n^2}{2} = \frac{C(U_0^2 - U_n^2)}{2} . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

За коефициента на полезно действие намираме:

$$\text{КПД} = \frac{U_n}{U_0 - U_n} ; \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

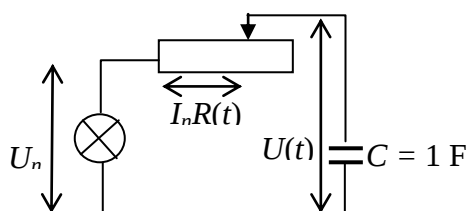
$$\text{КПД} = 1/9 . \quad \dots\dots\dots [0,5 \text{ т.}]$$

в) Понеже лампата и реостата са свързани последователно към кондензатора, при нормална работа на лампата е в сила равенството:

$$U_n + I_n R(t) = U(t) . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$

Като използваме израза за $U(t)$ от т. а), получаваме:

$$R(t) = \frac{U_0 - U_n}{I_n} - \frac{t}{C} . \quad \dots\dots\dots [1 \text{ т.}]$$



Фиг. 3