

№1. 9, 10, 11 классы

$$M_3 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$r_3 = 6400 \text{ км}$$

$$v_k = 28,8 \text{ км/с}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{км}^2}{\text{кг}^2}$$

$v = ?$

1) рассмотрим систему отсчета, в которой Земле не подватока, прикрепая при этом широкородностью поле ~~самолетного~~ самолечного теготекня. В этом приближении сила грав. притяжения Солнца компенсируется силой инерции

$$(1) \quad \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{r} = \frac{mv_\infty^2}{2} \quad , \quad v_\infty - \text{скорость ракеты в момент, когда влияние Земли дейст. прекратится}$$

круговая скорость

$$(2) \quad v_k^2 = \frac{GM}{r}$$

$$(3) \quad v_\infty^2 = v^2 - 2v_k^2$$

После того как ракета выйдет из зоны действия земного гравитационного поля, будем относить ее движение к системе отсчета в какой находится Солнце

Скорость ракеты в этой системе $\vec{v} = \vec{v}_k + \vec{v}_\infty$ (4)

~~Скорость ракеты~~

$$(5) \quad v^2 = v_k^2 + v_\infty^2 + 2\vec{v}_k \cdot \vec{v}_\infty = v_k^2 + v_\infty^2 + 2v_k v_\infty \cos \theta$$

~~тогда~~

3-я косм. скорость $v = v_\pi = \sqrt{2} v_k$, v_π - параболическая (6)

$$v_\infty^2 + 2v_k v_\infty \cos \theta - v_k^2 = 0 \quad (7)$$

\Downarrow

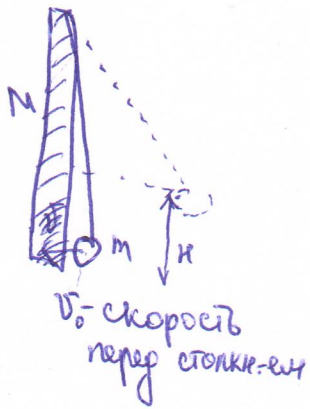
$$v_\infty = (\sqrt{1 + \cos^2 \theta} - \cos \theta) v_k^2 + 2v_k^2 \quad (8)$$

Наименьшее при $\theta = 0$, наибольшее при $\theta = \pi$

$$v_{\text{мин}} = \sqrt{(\sqrt{2} - 1) v_k^2 + 2v_k^2} \approx 16,7 \text{ км/с} \quad v_{\text{макс}} = \sqrt{(\sqrt{2} + 1) v_k^2 + 2v_k^2} \approx 72,7 \text{ км/с}$$

(9)

10 класс. Задача 2 [7 баллов]



$$1) mgH = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} \quad [1 \text{ балл}]$$

2) Т.к. ударение не упругое, то ^{ушное} скорости шара и стержня сразу после удара одинаковы

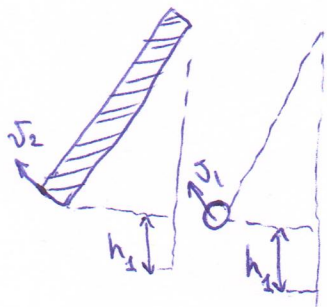
$$mv_0 l = mvl + I\omega; \text{ где } v - \text{ скорость шара после удара}$$

$$[1 \text{ балл}] \quad \omega - \text{ уг. скорость стержня после удара}$$

$$v = \omega l$$

$$v = 3mv_0(M+3m)$$

$$\omega = 3mv_0 l(M+3m) \quad [1 \text{ балл}]$$



3) Т.к. они не взаимодействуют, то нужно определить дальнейшее движение тел. Сравним их скорости при подъеме на одну высоту (шар и конец стержня)

$$\begin{cases} \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \\ \frac{I\omega^2}{2} = \frac{I\omega_2^2}{2} + Mgh_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1^2 = v^2 - 2gh_1 \\ v_2^2 = (\omega_2 l)^2 = v^2 - 3gh_1 \end{cases} \quad [1 \text{ балл}]$$

(высота центра масс $h_c = \frac{h_2}{2}$)

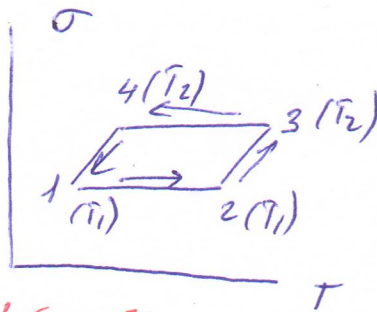
Видно, что $v_2 < v_1$ - значит тела ^{пришли к} ^{Волгоду} движутся вместе. [1 балл]

$$I_{\text{сист.}} = ml^2 + \frac{Ml^2}{3}$$

$$Mgh_c + mgh = I_{\text{сист.}} \omega^2 / 2; \quad h_c = \frac{H}{2} \quad [1 \text{ балл}]$$

$$H = \frac{6m^2}{(M+2m)(M+3m)} h \quad [1 \text{ балл}]$$

10 класс. 3 задания. [7 чнайт]



Рассмотрим бесконечно малый цикл Карно. В процессе 1-2 и 3-4 $T = \text{const}$.
 2-3 и 4-1 } адиабат. A_{2-3} и A_{4-1} можно пренебречь

1-2 } $T = \text{const}$ $\sigma = \text{const}$
 3-4 }

[1 балл]

[1 балл] $A_{12} = -\sigma(T_1)\Delta F$ $A_{34} = \sigma(T_2)\Delta F$ $Q_{12} = Q\Delta F$ [1 балл]

$$A = A_{12} + A_{34} = (\sigma(T_2) - \sigma(T_1))\Delta F = \frac{\Delta\sigma}{\Delta T} (T_2 - T_1)\Delta F \quad [1.5 \text{ балла}]$$

Т.ма Карно: $\frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ [1.5 балла]

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta T} (T_2 - T_1)\Delta F \cdot \frac{1}{Q\Delta F} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta T} (T_2 - T_1) = -\frac{(T_2 - T_1)}{T_1} \cdot Q$$

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta T} = -\frac{Q}{T_1} = -\frac{Q}{T} \quad [1 \text{ балл}]$$

F - площадь плёнки
 σ - пов. натяжение

10 класс. Задача 4 (7 баллов)

$$1) W = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

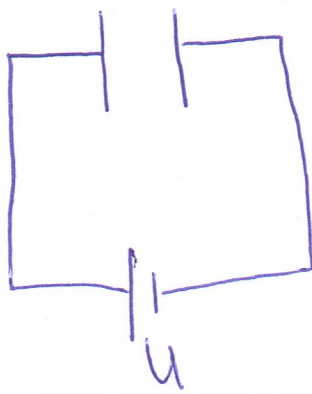
$$q = CU = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} U$$

A_1 - работа человека

A - работа источника

$$A = U \Delta q$$

$\epsilon_B = 1$ (диэлектрик-ая проницаемость воздуха)



→ 1-й случай: $U = 300 \text{ В} = \text{const}$:

$$A_1 = \Delta W - A \quad (1 \text{ балл})$$

$$\Delta W = \frac{U^2}{2} \left(\frac{\epsilon_B \epsilon_0 S}{d} - \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \right) = \frac{U^2}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d} (\epsilon_B - \epsilon) \quad (1 \text{ балл})$$

$$A = U \cdot \Delta q = U \cdot (\Delta C \cdot U) = U^2 \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} (\epsilon_B - \epsilon) \quad (1 \text{ балл})$$

$$A_1 = -\frac{U^2}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d} (\epsilon_B - \epsilon) = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} \quad \text{ответ: 1 балл}$$

$\Delta W = -3,2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ - энергия уменьшилась.

→ 2-ой случай: $q = \text{const}$

$$A_1 = \Delta W \quad (1 \text{ балл})$$

$$\Delta W = \frac{q^2}{2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right) = \frac{q^2}{2} \left(\frac{d}{\epsilon_B \epsilon_0 S} - \frac{d}{\epsilon \epsilon_0 S} \right) \Rightarrow (1 \text{ балл})$$

$$\Rightarrow \Delta W = \frac{(\epsilon \epsilon_0 S)^2}{2d^2} \frac{U^2 d (\epsilon - \epsilon_B)}{\epsilon_0 S \cdot \epsilon \epsilon_B} = \frac{U^2 \epsilon \epsilon_0 S}{2d \cdot \epsilon_B} (\epsilon - \epsilon_B) =$$

$$\Delta W = 16,0 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} - \text{энергия увеличилась}$$

$$A_1 = 16,0 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$$

ответ: 1 балл