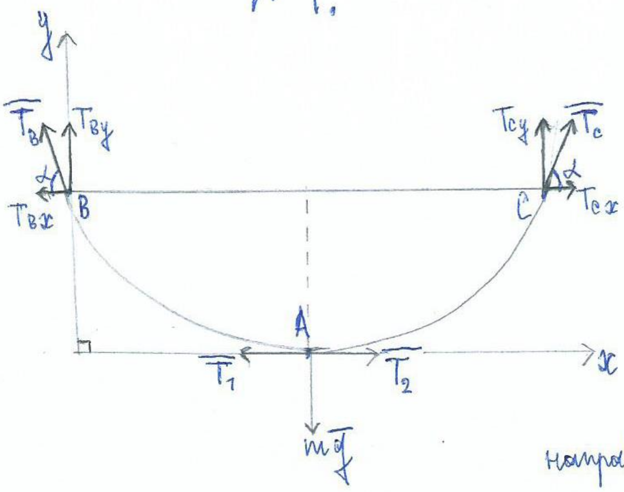
## №1.

Дано:

$|\overline{T_B}| = |\overline{T_C}| = T_0$

масса троса $= m$

$T_A - ?$




Решение:

Точка A расположена симметрично относительно B и C

$T_A$ будет складываться из $|\overline{T_1}|$ и $|\overline{T_2}|$, причем $|\overline{T_1}|=|\overline{T_2}|$

Пусть силы $\overline{T_B}$ и $\overline{T_C}$ направлены под углом $\alpha$ к горизонту

Тогда распишем проекцию $T_C$ на оси $x$ и $y$: $T_{Cx} = T_C \cdot \cos\alpha$, $T_{Cy} = T_C \cdot \sin\alpha$

Для $T_B$:
$T_{Bx} = T_B \cdot \cos\alpha$
$T_{By} = T_B \cdot \cos\alpha$

Запишем условие равновесия в проекциях на оси $x$ и $y$

$$\begin{cases} T_2 - T_{Bx} = 0 \\ -T_1 + T_{Cx} = 0 \\ -m \cdot g + T_{By} + T_{Cy} = 0 \\ T_B = T_C = T_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_2 = T_B \cdot \cos\alpha \\ T_1 = T_C \cdot \cos\alpha \\ mg = \sin\alpha (T_B + T_C) \\ T_B = T_C = T_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_1 + T_2 = 2 \cdot T_0 \cdot \cos\alpha \\ mg = 2 \cdot T_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} T_A = 2 \cdot T_0 \cdot \cos\alpha \\ \sin\alpha = \frac{mg}{2T_0} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{mg}{2T_0}\right) \end{cases} \rightarrow T_A = 2 \cdot T_0 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{mg}{2T_0}\right)\right)$$

Ответ: $2T_0 \cos\left(\arcsin\left(\frac{mg}{2T_0}\right)\right)$.

**Силы $T_1$ и $T_2$ являются внутренними для троса, поэтому их сумма равна нулю.**

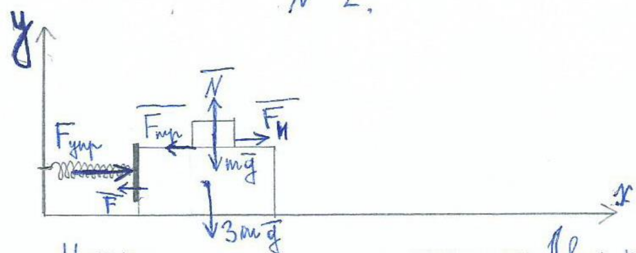
**Ответ неправильный**

**Решение оценено в 0,75 от 10 = 8 баллов.**

№ 2.

Дано:
$k$; $m$; $3m$; $v$

$\mu_{min}$ — ?




Момент полного сжатия пружины (вся кинетическая энергия перешла в потенциальную энергию пружины)

Решение:

Запишем закон сохранения, переход $E_к$ брусков в $E_{р\,пружины}$

$$\frac{(m+3m)v^2}{2}=\frac{k\cdot\Delta x^2}{2} \to 4mv^2=k\Delta x^2 \to \Delta x = 2v\sqrt{\frac{m}{k}}$$ — сжатие пружины

В момент остановки II закон Ньютона для бруска $3m$ в проекции на ось $x$ выглядит так: $F_{упр}-F=0 \to F=F_{упр}=k\cdot\Delta x = 2v\cdot\sqrt{mk}$

На малый брусок в этот момент будет действовать сила $\overline{F_и}=-\overline{F}$

$|\overline{F_и}|=|\overline{F}|$

Чтобы удержать брусок $m$ необходима сила трения $F_{тр}\geq F_и=F \to$

$\to F_{тр}\geq 2\cdot v\cdot\sqrt{mk} \Rightarrow \mu\cdot N \geq 2\cdot v\cdot\sqrt{m\cdot k}$

Из II закона Ньютона для бруска $m$ в проекции на ось $y$:

$N-mg=0 \to N=mg \to 2\cdot v\cdot\sqrt{m\cdot k}\leq \mu\cdot m\cdot g \to$

$\to \mu \geq \frac{2\cdot v}{g}\cdot\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \mu_{min}=\frac{2\cdot v}{g}\cdot\sqrt{\frac{k}{m}}$

Ответ: $\frac{2\cdot v}{g}\cdot\sqrt{\frac{k}{m}}$.

II закон Ньютона для бруска 3m в момент остановки записан неправильно, так как сила F, которая входит в уравнение, действует не на брусок, а на упор, в который упирается брусок.

Ответ неправильный .

**Оценка решения 0,5 от 12 = 6 баллов**

№3.

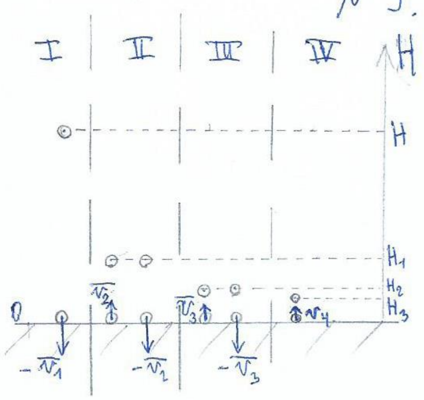
Дано:

$H = 2$ м

$n = 3$

$S - ?$

$F_{сопр} \to 0$




Решение:

При каждом отскоке скорость уменьшается в 3 раза $\Rightarrow$ при взлете начальная кинетическая энергия будет уменьшаться в 9 раз по сравнению с конечной в предыдущем падении

Предположим, что масса шарика равна $m$; за потенциальный 0 примем поверхность

Рассмотрим 4 „момента":

первое падение (I), первый отскок и второе падение (II), второй отскок и третье падение (III) третий отскок (IV)

Для каждого случая при касании шариком Земли будет происходить потеря кинетической энергии $\frac{8}{18} m v^2$, где $v$ – скорость до отскока

Запишем законы сохранения энергии для каждого случая:

$$mgH = \frac{m v_1^2}{2} \to v_1 = \sqrt{2gH} \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{2gH}}{3} \Rightarrow v_3 = \frac{\sqrt{2gH}}{9} \Rightarrow v_4 = \frac{\sqrt{2gH}}{27}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mgH_1 \to \frac{2gH}{18} = gH_1 \to H_1 = \frac{2}{18} H = \frac{2}{9} (м)$$

$$\frac{m v_3^2}{2} = mgH_2 \to \frac{2gH}{162} = gH_2 \to H_2 = \frac{1}{81} H = \frac{2}{81} (м)$$

$$\frac{m v_4^2}{2} = mgH_3 \to \frac{2gH}{1458} = gH_3 \to H_3 = \frac{1}{729} \cdot H = \frac{2}{729} (м)$$

При дальнейших отскоках высота отскока будет $\to 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow S \approx H + 2H_1 + 2H_2 + H_3 \approx 2{,}5 (м)$$

Ответ: $S = 2{,}5$ м.

Решение математически неточное, поскольку для определения пути, пройденного шариком, надо было воспользоваться формулой бесконечно убывающей геометрической прогрессии, а не ограничиваться четырьмя отскоками.

**Оценка решения 0,75 от 12 = 9 баллов**

№ 4.

Дано:

$\Delta T = T_1 - T_3 = T_2 - T_3 = 600 K$

$\eta = 0,26$

$Q - ?$ подводимое

Решение:

1–2 – изотерм. процесс

$\Downarrow$

$T_1 = T_2$

2–3 – изохорный процесс

По закону Шарля

$\frac{P}{T} = const$ $P\downarrow \Rightarrow T\downarrow \Rightarrow T_3$ – мени тем тур

$\Rightarrow T_1 = T_2$ – максимальная t

1–2 изотерма $\Rightarrow \Delta U_{12} = 0$

$Q_{12} = A_{12} \Rightarrow V_2 > V_1 \Rightarrow A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0 \Rightarrow$ Это подводимое тепло

2–3 изохора $\Rightarrow A_{23} = 0$

$Q_{23} = \Delta U_{23}$ $T_3 < T_2 \Rightarrow \Delta U_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0 \Rightarrow$ тепло отдается

3–1 адиабата $\Rightarrow$ потерь тепла не происходит $\Rightarrow \Delta Q = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$$

Решение не окончено. Не использовано данное в условии задачи значение КПД тепловой машины.

**Оценка решения 0,5 от 12 = 6 баллов**

№5:

Дано:

$R$; $2R$; $3R$

$+q$; $-2q$;

$OC = 5R$ (O-центр каждой окружности)

$q$; $m$

$v$ – ?

Решение: $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

При приближ. заряда на заземленной сфере появится заряд $Q$

По условию заземления (и принципу суперпозиции):

$$\frac{KQ}{R} + \frac{Kq}{2R} - \frac{2qK}{3R} = 0$$

$$Q = \frac{2q}{3} - \frac{q}{2} = \frac{q}{6}$$

Тогда потенциал в точке C:

$$\varphi_c = \frac{(Q + q - 2q)\cdot K}{5R} = \frac{-\frac{5}{6}q\cdot K}{5R} = -\frac{\frac{1}{6}\cdot q\cdot K}{R}$$

Заряд будет двигаться из бесконечности $\Rightarrow \Delta W_p = q(0-\varphi_c) = -q\cdot\varphi_c$

По закону сохранения энергии:

$$\Delta W_p = E_k \rightarrow -q\cdot\varphi_c = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v^2 = -\frac{2\cdot q\cdot\varphi_c}{m} =$$

$$= \frac{2\cdot q\cdot\frac{1}{6}\cdot q\cdot K}{m\cdot R} \rightarrow v^2 = \frac{1}{3}\cdot\frac{q^2\cdot K}{m\cdot R} \rightarrow v = q\cdot\sqrt{\frac{K}{3\cdot m\cdot R}} =$$

$$= q\cdot\sqrt{\frac{1}{3\cdot m\cdot R\cdot 4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}}$$

Ответ: $\frac{q}{\sqrt{12\cdot m\cdot R\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}}$.

Задача решена правильно .

**Решение оценено в 12 баллов**

№ 6.

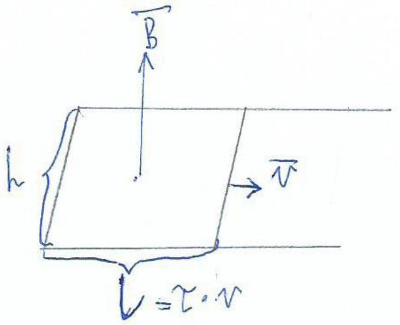
Дано: $\overline{B} \perp$ плоскости

$h$; $r$; $v$;

$B(t) = \frac{B_0}{\tau} \cdot t$

$B_0$; $\tau$

при ..., когда $B = B_0$ — ?




Пусть за время $\Delta t = \tau$ перемычка пройдет $l = v \cdot \tau$

Решение:

При движении проводящей перемычки в проводах будет возникать ЭДС индукции;

$$\mathcal{E}_i = 2 \cdot \frac{\Delta B \cdot \Delta S}{\Delta t} = \frac{2 \cdot B_0 \cdot v \cdot \tau \cdot h}{\Delta t}$$

$\Delta t = \tau \Rightarrow \mathcal{E}_i = 2 \cdot B_0 \cdot h \cdot v$ (×2, т. 2 прово...

Сопротивление каждого из проводов: $R = l \cdot r = v \cdot \tau \cdot r$

Провода соединены последовательно $\Rightarrow R_{общ} = 2 v \cdot \tau \cdot r$

Тогда мощность $P = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R_{общ}} = \frac{4 B_0^2 \cdot h^2 \cdot v^2}{2 \cdot v \tau r} = \frac{2 B_0^2 \cdot h^2 \cdot v}{2 \cdot \tau \cdot r}$

По закону Джоуля – Ленца:

$$\begin{cases} Q = P \cdot \Delta t \\ \Delta t = \tau \end{cases} \rightarrow Q = \frac{2 B_0^2 \cdot h^2 \cdot v}{2 r}$$

Ответ: $\frac{2 B_0^2 \cdot h^2 \cdot v}{2 r}$.

ЭДС возникает не в проводах, а только в движущейся перемычке Поэтому множитель 2 в формуле ЭДС является лишним.

В решении не учтено, что магнитная индукция меняется во времени.

**Решение оценено в 0,5 от 22 = 11 баллов**

**Суммарная оценка работы 52 балла.**