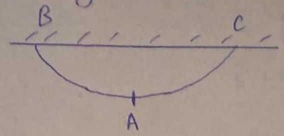
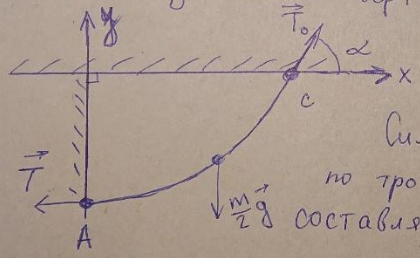
Задача 1 (Лист 1)



Часть троса вблизи точки A (центра троса) горизонтальна.

Сила натяжения направлена по тросу, поэтому в точке A тоже горизонтальна.

Часть BA действует на CA так же, как CA на BA. Поэтому часть BA можно заменить вертикальной стеной.



Сила T горизонтал.

Сила T_0 направлена по тросу в точке C и составляет угол α с потолком.

К некоторой точке полутроса приложена вертикальная сила $\frac{m}{2}g$. (т.к. половина троса)

II зН:

$$OX: \ T_0 \cos\alpha = T$$
$$OY: \ T_0 \sin\alpha = \frac{m}{2}g$$

Задача 1

Лист 2

Возведем в квадрат и сложим

$$T_0^2 \sin^2\alpha + T_0 \cos^2\alpha = \frac{m^2}{4} g^2 + T^2$$

$$T_0^2 (\sin^2\alpha + \cos^2\alpha) = \frac{m^2}{4} g^2 + T^2$$

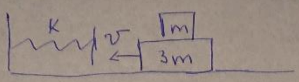
$$\sqrt{T_0^2 - \frac{m^2}{4} g^2} = T$$

Ответ: $T = \sqrt{T_0^2 - \frac{m^2}{4} g^2}$

Задача решена правильно .

Решение оценено в 10 баллов.

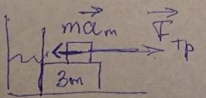
Задача 2 (Лист 1)



При столкновении брусков с пружиной начнется процесс, аналогичный колебаниям горизонтального пружинного маятника.
Как известно, в этом процессе ускорение брусков (грузика) максимально в крайнем положении и равно $a_m = A\omega^2 = v_m \omega$
где v_m - макс. скорость в колебании
ω - угловая частота, для пружинного маятника

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} \qquad M = 4m$$

Перейдем в неинерциальную СО нижнего бруска:
$\underline{\text{II}}$ ЗН для верхнего бруска в момент макс. отклонения



Грузик не скользит при: $F_{тр} = m a_m$

Кроме mg нет верт. сил, поэтому $F_{тр} = \mu N = \mu m g$

Задача 2 (Лист 2)

Максим. скорость у брусков была в момент столкновения и равна v

Тогда $a_m = v w = v\sqrt{\frac{k}{4m}}$

$\mu N = m a_m$; $\mu N = m v\sqrt{\frac{k}{4m}}$

$\mu m g = m v\sqrt{\frac{k}{4m}}$; $\mu = \frac{v}{g}\sqrt{\frac{k}{4m}}$

Ответ: $\mu_{min} = \frac{v}{g}\sqrt{\frac{k}{4m}}$

Задача решена правильно.

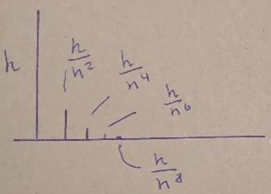
Решение оценено в 12 баллов.

Задача 3 (Лист 1)

Раз при отскоке скорость уменьшается в n раз, то кинетич. энер. в n^2 раз.

Аналогично максимальная потенциальная энер. после отскока падает в n^2 раз.

Высота каждого следующего прыжка в n^2 раз меньше.



После 4 го прыжка высота станет в 6561 раз меньше h, то есть ничтожно мала (меньше 0,1 мм)

Поэтому можно считать, что мячик остановится пройдя путь:

$$h + \frac{h}{n^2} + \frac{h}{n^4} + \frac{h}{n^6} + \frac{h}{n^8};$$

$$h(1 + 0{,}1111 + 0{,}0123 + 0{,}0014 + 0{,}0002) =$$

$$= 1{,}125\,h = 2{,}25\ (м)$$

Ответ: шарик пройдет путь 2,25 м

Путь, пройденный шариком, надо искать с помощью формулы бесконечно убывающей геометрической прогрессии.

Задача решена не до конца.

Оценка решения 0,75 от 12 = 9 баллов

2

Задание 4 (Лист 1)

Т.к. 1-2 изотерма, то $T_1 = T_2$ =>

$T_1 - T_3 = T_2 - T_3 = \Delta T$. (Т.к. 1-2 лежит выше изотермы через точку 3, $T_2 > T_3$)

1-2 --> изотерма → $A_{12} = Q_{12}$

тепло подводится $Q_{12} = Q_н$

2-3 → изохора → $Q_{23} = +\Delta U_{23} = +\frac{3}{2} R \Delta T$

тепло отводится $Q_{23} = Q_х$ $\quad Q_х > 0$

3-1 тепло не подводится

$$\eta = \frac{A}{Q_н} = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$$

$Q_х = \frac{3}{2} R \Delta T$ => $\eta = \frac{Q_н - \frac{3}{2} R \Delta T}{Q_н}$

$Q_н \eta = Q_н - 1,5 R \Delta T$; $Q_н = \frac{1,5 R \Delta T}{1 - \eta}$

$Q_н = \frac{1,5 \cdot 8,31 \cdot 600}{1 - 0,26} \approx 10107$ (Дж) Ответ: 10107 Дж

Задача решена правильно.

Оценка решения 12 баллов

Задание 5 (Лист 1)

Согласно принципу суперпозиции

$$\frac{ka}{R} + \frac{kq}{2R} - \frac{2kq}{3R} = 0$$

a - заряд на заземленной сфере

$$a + \frac{q}{2} - \frac{2}{3}q = 0$$

$$a = \frac{q}{6}$$

Тогда $\varphi_C = \frac{kq}{6R\cdot 5} + \frac{kq}{5R} - \frac{2kq}{5R}$

$$= \frac{kq}{R}\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{5} - \frac{2}{5}\right) = \frac{-kq}{6R}$$

Чтобы из бесконечности перенести заряд $-q$ в точку C нужна энергия

$$-q\cdot\frac{-kq}{6R} = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{kq^2}{3mR}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{kq^2}{3mR}}$

Задача решена правильно.

Решение оценено в 12 баллов.

Задание 6 (Лист 1)

По з. Фарадея $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{dS}{dt} \cdot dt$

$= \frac{dB}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot dt \cdot h = \frac{B_0}{\tau} \cdot v h \cdot dt$

Т.к. зависимость линейная, то dt можно заменить просто на t

$$I = \frac{\mathcal{E}(t)}{R(t)} = \frac{\frac{B_0 v h t}{\tau}}{2 r x} = \frac{\frac{B_0 v h t}{\tau}}{2 r v t} =$$

перемещение перемычки

$$= \frac{B_0 h}{2 r \tau}$$

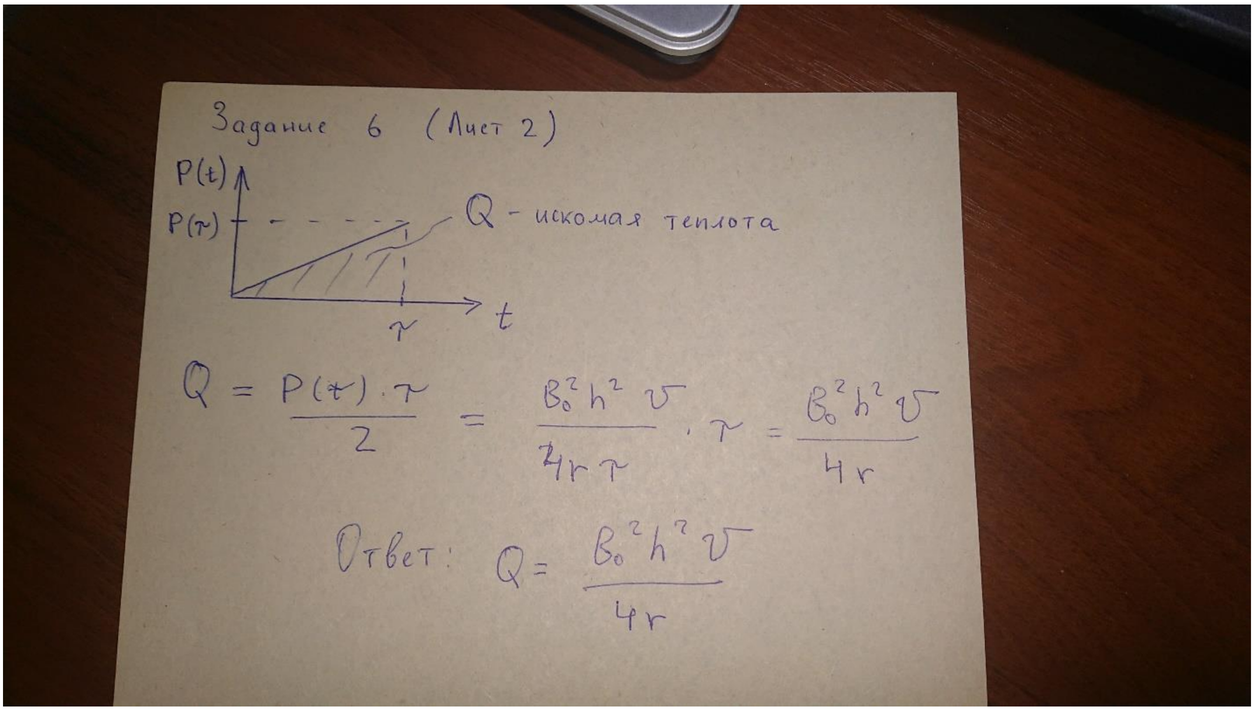
$P(t)$ мощность в цепи

$$P(t) = I^2 R(t) = \frac{B_0^2 h^2}{(2 r \tau)^2} \cdot 2 r t v$$

Когда $B(t) = B_0$ пройдет время τ, т.е. $t = \tau$

$$P(\tau) = \frac{B_0^2 h^2 v}{2 r \tau}$$

; Как видно $P(t)$ - линейная зависимость, т.е



Задание 6 (Лист 2)

$$Q = \frac{P(\tau)\cdot\tau}{2} = \frac{B_0^2 h^2 v}{4r\tau}\cdot\tau = \frac{B_0^2 h^2 v}{4r}$$

Ответ: $Q = \frac{B_0^2 h^2 v}{4r}$

Неправильно найдена ЭДС индукции.

Ответ неправильный.

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

Суммарная оценка работы 66 баллов.