



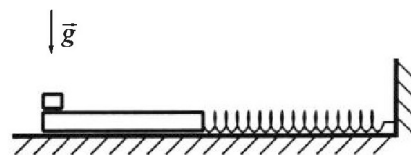
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

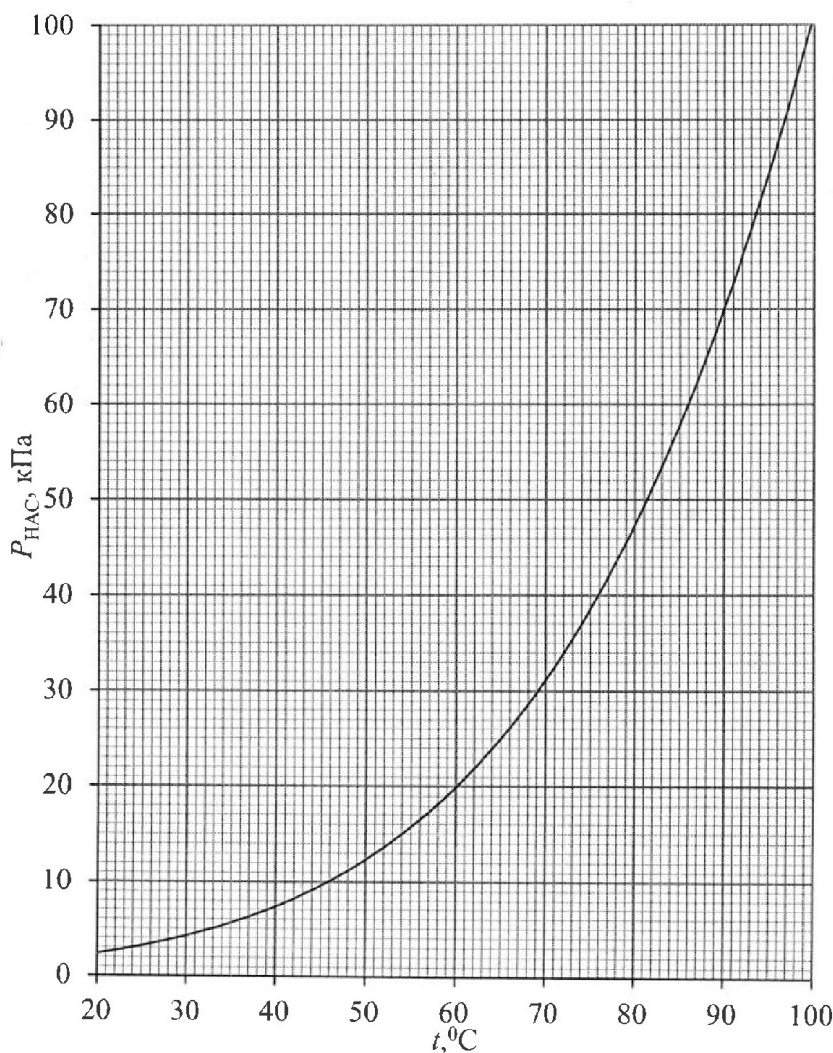


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

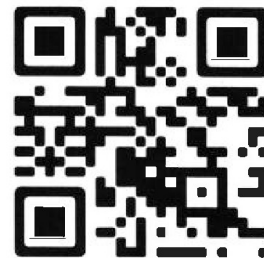




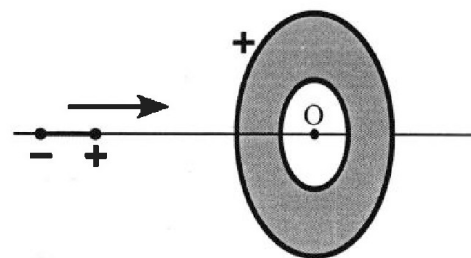
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



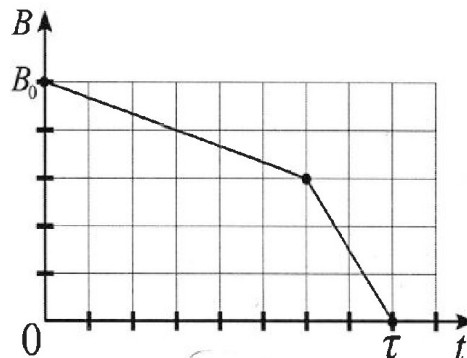
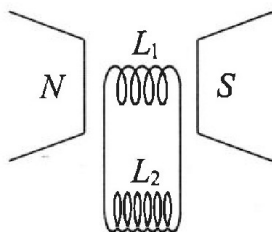
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 3 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

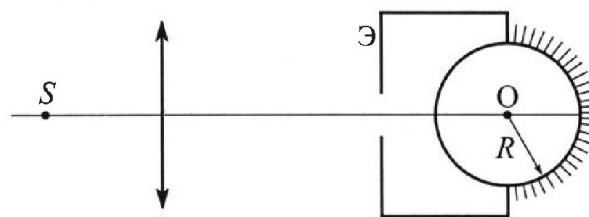
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 200 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) $x = ?$

2) $a_0 = ?$

3) $v_{0g} = ?$

1) $a_{\text{амп}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a:$

$$\begin{cases} Ma = kx - \mu mg \\ ma = \mu mg \end{cases} \Rightarrow x = \frac{\mu g(m+M)}{k} = 0,2 \text{ м}$$

2) Энергия системы сохраняется;
запишем 2-й закон Ньютона
с расчленением x_1 :

$$M\ddot{x}_1 = kx_1 - \mu mg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

Пружина будет колебаться по закону:

$$x(t) = x_0 \cos \omega t; \text{ тогда } v(t) = -x_0 \omega \sin \omega t$$

$$a_x(t) = -x_0 \omega^2 \cos \omega t$$

$$|a_x(t)| = 0 \Rightarrow \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$\mu g t = x_0 \omega \Rightarrow x_0 = \frac{\mu g \pi}{2\omega^2}; a_0 = |a_x(0)| = \frac{\mu g \pi}{2} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$3) \mu g = x_0 \omega^2 \cos \omega t' \Rightarrow \mu g = \frac{\mu g \pi}{2} \cos \omega t' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega t' = \arccos\left(\frac{2}{\pi}\right) \Rightarrow v(t') = x_0 \omega \sin(\arccos(\frac{2}{\pi})) =$$

$$= \frac{\mu g \pi}{2\omega} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{4 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{4\sqrt{5}}{2 \cdot 5} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$$

Ответ:

1) $x = 0,2 \text{ м}$

2) $a_0 = 6 \text{ м/с}^2$

3) $v_{0g} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$

<



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2 Дано:

$$t_0 = 24^\circ\text{C}$$

$$t = 30^\circ\text{C}$$

$$m_B = 4 m_n$$

$$1) \frac{m'_n}{m_n} = ?$$

$$2) t^* = ?$$

$$3) \varphi = ?$$

Решение:

1) Все вода превращается в пар, тогда

$$m'_n = m_B + m_n = 8 m_n$$

$$\frac{m'_n}{m_n} = \frac{8 m_n}{m_n} = 8$$

2) В момент прекращения испарения

воды в сосуде устанавливается динамическое равновесие и давление пара сравнивается

с давлением насыщенного пара при t^*

Запишем ур-е УТ для двух случаев: начальный момент времени и момент динам. равновесия

$$p_{n,n} V = \frac{m_n}{\mu} R (t_0 + 273)$$

$$p'_{n,n} V = \frac{8 m_n}{\mu} R (t^* + 273), \text{ где } p_{n,n}, p'_{n,n} \text{ — давление насыщенного пара при } t_0 \text{ и } t^*$$

а V — объем сосуда, тогда поделим эти ур-я:

$$\frac{p_{n,n}}{p'_{n,n}} = \frac{1}{8} \frac{(t_0 + 273)}{(t^* + 273)} \Rightarrow p'_{n,n}(t^*) = \frac{8 p_{n,n}(t_0 + 273)}{(t^* + 273)}$$

$$p'_{n,n}(25^\circ) = 25 \frac{1}{45} \text{ кПа}, p'_{n,n}(75^\circ) = 29,68 \text{ кПа}, \text{ По этим}$$

двум значениям можно начертать линейную

зависимость $p'_{n,n}(t^*)$ и она пересечется с

графиком в условии заданном в точке (68, 29),

таким образом: $t^* = 68^\circ\text{C}$

3) Запишем ур-е УТ для момента динам. равновесия и окончательного состояния времени:

$$p_{n,n}' V = \frac{8 m_n}{\mu} R (t^* + 273)$$

$$p'_n V = \frac{8 m_n}{\mu} R (t + 273) \Rightarrow p'_n = p_{n,n} \frac{(t^* + 273)}{(t + 273)} = 29 \cdot \frac{341}{363} \text{ кПа},$$

$$\text{где } p'_n \text{ — давление пара при } t; \text{ тогда } \varphi = \frac{p'_n}{p_{n,n}} = \frac{29 \cdot \frac{341}{363}}{40} =$$

$$= \frac{9889}{25410}$$

Ответ:

$$1) \frac{m'_n}{m_n} = 8$$

$$2) t^* = 68^\circ\text{C}$$

$$3) \varphi = \frac{9889}{25410}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$t_0 = 24^\circ\text{C}$$

$$t = 90^\circ\text{C}$$

$$m_B = 4 \text{ мн}$$

$$1) \frac{m_n'}{m_n} = ?$$

$$2) t^* = ?$$

$$3) \varphi = ?$$

N2

Решение:

1) В качалочный механизм времени системы соответствующие в физическом равновесии, т.е. $p_n = p_{n,n}$, где p_n - давление пара до нагревания

2) Запишем ур-е ИД в качалочный механизм времени:

$$p_n V = \frac{m_n}{\mu} R (t_0 + 243) \Rightarrow m_n = \frac{p_n V \mu}{R (t_0 + 243)}, \text{ где}$$

V - объем сосуда;

3) Аналогично после нагревания: $p_n' V = \frac{m_n'}{\mu} R (t + 243)$

$$m_n' = \frac{p_n' \mu V}{R (t + 243)}, \text{ где } p_n' - \text{давление пара после нагревания}$$

$$\text{и } p_{n,n} = p_n' \Rightarrow \frac{m_n'}{m_n} = \frac{p_n' \mu V}{R (t + 243)} : \frac{p_n \mu V}{R (t_0 + 243)} =$$

$$= \frac{p_n' (t_0 + 243)}{p_n (t + 243)} =$$

$$m_n' = m_n + m_B = 8 \text{ мн} \Rightarrow \frac{m_n'}{m_n} = 8$$

$$\begin{array}{r} \times 341 \\ 29 \\ \hline 9883 \\ \times 21 \\ 81 \\ \hline 6162 \\ 21 \\ \hline 5889 \\ 168 \\ \hline 1401 \end{array}$$

2) $p_n(t) V = \frac{m_n}{\mu} R t^*$; ~~$p_n(t)$~~ , испарение прекращается, когда, когда $p_2 = p_{n,n}$.

$$p_{n,n} V = \frac{m_n}{\mu} R (t_0 + 243)$$

$$p_{n,n} V = \frac{8 m_n}{\mu} R (t^* + 243) \Rightarrow \frac{p_{n,n}}{p_{n,n}} = \frac{1 (t_0 + 243)}{8 (t^* + 243)} \frac{363}{25410} =$$

$$\frac{3,5}{p_{n,n}} = \frac{300}{8 (t^* + 243)}; p_{n,n} = \frac{3,5 \cdot 8}{300} (t^* + 243) = \frac{28}{300} (t^* + 243);$$

$$\frac{14}{150} (t^* + 243) = \frac{4}{75} (t^* + 243); \text{ пусть } t = 25, \text{ где } \frac{363}{25410} \times \frac{363}{4} =$$

$$p_{n,n} = 4 + \frac{4 \cdot 243}{75} = \frac{4 \cdot 82}{25} = \frac{564}{25} + 4 = 22 \frac{14}{25} + 4 =$$

$$= 29 \frac{14}{25} = 29,68; \text{ при } t^* = 25; p_{n,n} = \frac{28}{3} + 22 \frac{14}{25} =$$

$$= \frac{175 + 22 \cdot 82}{25} = \frac{1401}{25} = \frac{1690}{25} + \frac{51}{25} = 22 \frac{14}{25} + 2,04 = 24,04$$

$$t^* = 25^\circ\text{C}; \text{ } t^* = 68^\circ\text{C}; p = 29 \text{ кПа}; 29 V = \frac{8 m_n}{\mu} R (68 + 243); p_{n,n} = \frac{28}{3} + 22 \frac{14}{25} = 24,04$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

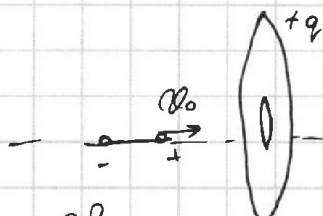
N3

Дано:

v_0

1) $v - ?$

2) $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} - ?$



Решение:

1) Предположим, являемся аномалией, когда скорость гитары в м.о равна нулю, тогда:

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = W_{\text{эл}}$, где m - масса гитары, а $W_{\text{эл}}$ - энергия

его взаимодействия с диском, тогда $W_{\text{эл}} \sim q_{\text{гитары}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow W_{\text{эл}} = \frac{1}{3} W_{\text{эл}} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = W_{\text{эл}} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{3} \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{2}{3} v_0^2 = v^2 \Rightarrow v = v_0 \sqrt{\frac{2}{3}} = v_0 \frac{\sqrt{6}}{3}$$

2) В момент в тескение диска гитары, заморозившись, м.к. параллельный заряд всегда взаимодействует диние, чем анригуаментов и суммарная сила эл.

Взаимодействие для прямолинейного скорости, ~~анригуаментов~~ аномалия и после вылета, анригуаментов заряд в любой момент времени будет взаимодействовать с диском $\Rightarrow$ гитары будет двигаться непрерывно $\Rightarrow v_{\max} = v_0$

3) В силу симметрии конструкции после вылета гитары после диска скорость абсолютно такая же, как и до вылета,

По мере вылета от уменьшения кин. энергии:

$$A_{\text{полн}} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{2}{3} \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{3} \frac{mv_0^2}{2}; \text{ тогда после вылета:}$$

$$A_{\text{полн}} = \frac{2}{3} \frac{mv_0^2}{2} - \frac{1}{3} \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{3} \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_{\min}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\min} = v_0 \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_0}{v_0 \frac{\sqrt{3}}{3}} = \sqrt{3}$$

Ответ: 1) $v = v_0 \frac{\sqrt{6}}{3}$

2) $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{3}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~4

Дано:

$$L_1 = 5L$$

$$L_2 = 8L$$

$$n, S_1, B_0$$

$$1) I_0 - ?$$

$$2) q - ?$$

Решение:

~~Максимальная энергия магнитного поля, которую можно получить в катушке с индуктивностью L и площадью поперечного сечения S при токе I равна $W = \frac{1}{2} L I^2$.~~

~~$$L_1 I_1 = L_2 I_2, \text{ где } L_1 = 5L, I_1 = I_0, L_2 = 8L, I_2 = I$$~~

1) Запишем уравнение баланса энергии от

$$0 \text{ до } \frac{3}{4}t: \frac{\frac{2}{5} B_0 n S_1}{\frac{3}{4}t} = 13L \frac{I}{\frac{3}{4}t} \Rightarrow I = \frac{2 B_0 n S_1}{13L \cdot 5}$$

$$\text{от } \frac{3}{4}t \text{ до } t: \frac{\frac{3}{5} B_0 n S_1}{\frac{1}{4}t} = 13L \frac{(I_0 - I)}{\frac{1}{4}t} \Rightarrow I_0 = \frac{3}{5} \frac{B_0 n S_1}{13L} + \frac{2 B_0 n S_1}{65L} = \frac{B_0 n S_1}{13L}$$

2) Построим график $I(t)$:



Поскольку заряд — это площадь под графиком:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} I_0 \cdot \frac{3}{4}t + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \frac{2+5}{5} I_0 \frac{t}{4} =$$

$$= \frac{1}{2} t \left(\frac{6}{20} I_0 + \frac{9}{20} I_0 \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{15}{20} I_0 t = \frac{15}{40} \cdot \frac{B_0 n S_1}{13L} t = \frac{B_0 n S_1}{40L} t$$

Ответ:

$$1) I_0 = \frac{B_0 n S_1}{13L}$$

$$2) q = \frac{B_0 n S_1}{40L} t$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$a = 4,5 \text{ м}$$

$$b = 8 \text{ м}$$

$$\Delta = 3 \text{ м}$$

$$1) F - ?$$

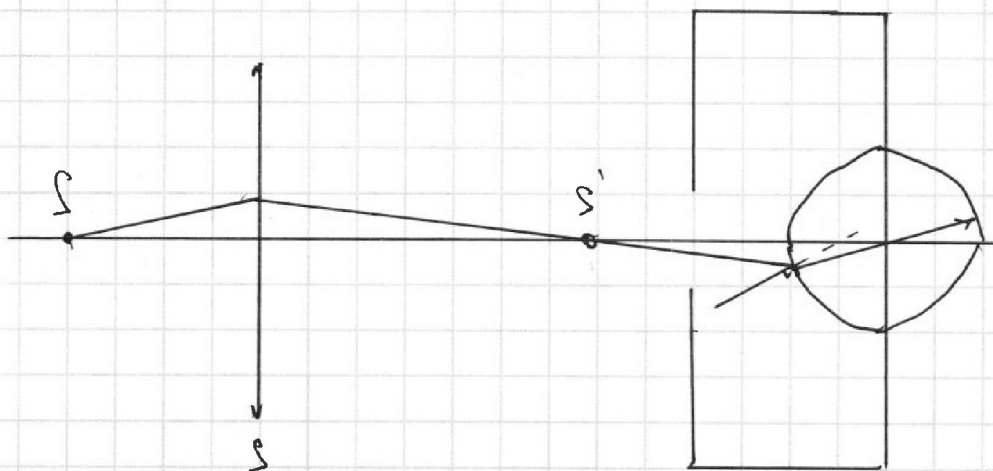
$$2) h - ?$$

после преломления в линзе L и изображение
после преломления в линзе L' совпадают.

Решение:

1) Мы можем представить систему
"мат-зеркало" как линзу L'

Для того, чтобы изображение источника
всегда совпадало с самим источником,
необходимо чтобы изображение источника
после преломления в линзе L и изображение
после преломления в линзе L' совпали.





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 5

Дано:

$$a = 4,5R$$

$$b = 8R$$

1) $F = ?$

2) $n = ?$

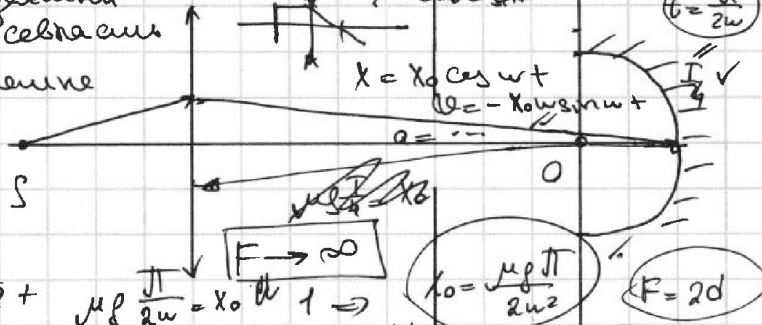
если

$$A = 3R$$

$$\frac{1}{F_m} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 0$$

$f = d$ — значит
соединим

эти значения
и при $(2R)$



$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}; \frac{1}{2R} = \frac{1}{f} + \mu f \frac{\pi}{2w} = x_0 R \quad 1 \Rightarrow$$

$$f = 2F \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{4R} \Rightarrow$$

$$= \frac{1}{\frac{2}{9R} + \frac{1}{4R}} = \frac{1}{\frac{8+9}{36R}} = \frac{36}{17} R$$

$$F = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{4R}} = \frac{1}{\frac{1}{F} + \frac{1}{2d}}$$

при этом n

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{p} \Rightarrow$$

при этом $n \dots \Rightarrow$
нам известно, что

$$2) \quad 1) \frac{1}{2R} + \frac{n-1}{n} \frac{1}{R} =$$

$$0,16 + 4,1^2 =$$

$$= (4,36) = 2 \cdot 3,68 =$$

$$= 4 \cdot 2,34 =$$

$$= \frac{1}{R} \frac{n-1}{2n} + \frac{1}{R}$$

$$1) \frac{1}{R} \left(\frac{1}{2} + \frac{2(n-1)}{n} \right) =$$

$$\lim_{F \rightarrow \infty} \frac{2F}{2R - 3F} =$$

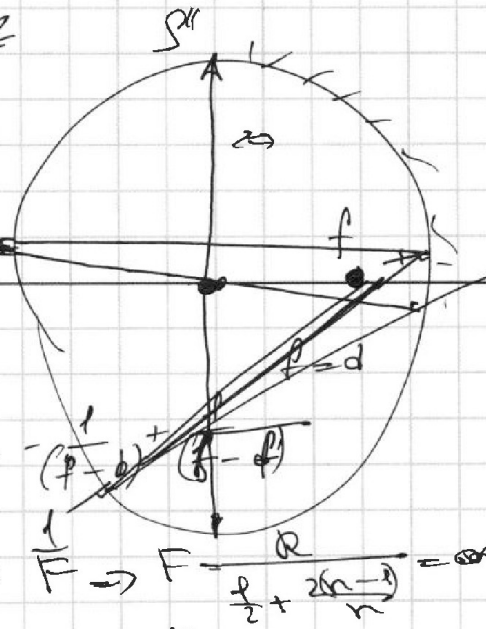
$$\frac{2R}{F - 3} =$$

$$= \frac{2}{-3} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{R} \left(\frac{1}{2} + \frac{2(n-1)}{n} \right) = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{R}{\frac{1}{2} + \frac{2(n-1)}{n}} = \infty$$

$$2 - \frac{1}{n} + \frac{1}{2} = \frac{R}{F}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{R}{F} - \frac{3}{2} \Rightarrow n = \frac{2R}{2R - 3F}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~ 1

Дано:

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) x - ?$$

$$2) a_0 - ?$$

$$3) v_0 - ?$$

Решение:

1) $a_{\text{общ}} = 0 \Rightarrow$ ускорение $\Rightarrow$ По 2-му закону Ньютона

$$m a = \mu m g$$

$$M a = k x - \mu m g \Rightarrow x = \frac{\mu g (m + M)}{k} = 0,2 \text{ м}$$

2) В фазе сдвига системы нет энергии сохраняется, т.е. вернемся назад

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{k x_1^2}{2} + \frac{(m + M) v_0^2}{2} = \text{const}$$

~~Продолжаем движение~~ по времени и у нас не скорости равны, а ускорение!

$$k x_1 + (m + M) a = 0$$

$$x_1 + \frac{m + M}{k} \ddot{x}_1 = 0 \Rightarrow \ddot{x}_1 + \frac{k}{m + M} x_1 = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m + M}}$$

Заметим 2311 для произвольного массового увеличения

$$M \ddot{x}_2 = k x_2 - \mu m g \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$v_0 = \mu g t = \mu g \frac{T}{4}; k x_1 = \mu m g \Rightarrow x_1 = \frac{\mu m g}{k}$$

$$\mu g = x_0 \omega^2$$

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{(\mu m g)^2}{2k} + \frac{(m + M)}{2} \frac{g^2 M}{k} \mu^2 \frac{M}{k}, \text{ вычислим } v_0:$$

$$v_0 = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\mu g}{4} = 2 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ м/с}$$

$$3) M a_0 = k x_0 - \mu m g; x_0^2 = \frac{(\mu m g)^2}{k} + \frac{(m + M) v_0^2}{k}$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{(\mu m g)^2}{k} + \frac{(m + M) v_0^2}{k}} = \sqrt{\frac{16}{100} + \frac{5 \cdot 1,44}{100}} = \frac{1}{10} \sqrt{16 + 7,2} = \frac{1}{10} \sqrt{23,2}$$

$$\frac{12}{2 \cdot 0,04} = \frac{6}{0,04} = \frac{150}{1}$$

$$\mu g t$$

$$v_0 = \mu g t = 1,2 \text{ м/с}; \text{ масса:}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu g = x_0 \omega^2 \cos \omega t$$

$$1,2 \text{ м/с} = x_0 \cdot 0,2 \Rightarrow x_0 = 6 \text{ м}$$

$$a = 6 \cdot 0,04 = 0,24 \text{ м/с}^2$$

$$\mu g = x_0 \omega^2 \Rightarrow x_0 = \frac{\mu g}{\omega^2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 1
Дано:
 $M = 4 \text{ кг}$
 $m = 2 \text{ кг}$
 $\mu = 0,4$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\pi \times 3$

Решение:
 $\frac{B dS}{dt} = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow B(t) = \dots$
 $I(t) = \dots$
 $\frac{B dS}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot t = \dots$

1) $x_0 = ?$ 2) $a_0 = ?$ 3) x_0 и т.д. $\phi_{\text{полн}} = 0$, то $\dots$
другая сторона $\dots$
 $x(t) = \sin \omega t$
 $\mu m g = k x_0 \Rightarrow \dots$
 $a_0 = \mu g \Rightarrow Q = \mu g t; t = 4; \dots$
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow Q = \mu g 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
 $\mu m g = k x; \frac{k x^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$
 $Q = \mu g \frac{T}{4} = \dots$
 $\mu g \frac{\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}{2} = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{3 \cdot 0,2}{2} = \frac{4 \cdot 0,6}{2} = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ м/с}$
 $\frac{100 x_0^2}{2} = \frac{100 \cdot 0,04}{2} + \frac{5 \cdot 1,44}{2} \Rightarrow x_0^2 = 0,04 + \frac{5 \cdot 1,44}{100} = \dots$
 $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0); \omega = \sqrt{\frac{k}{m}};$
 $\varphi_0 = -\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$
 $x(t) = A - \dots$
 $a = A \omega^2 \sin \omega t + \varphi_0 = \dots$
 $= A \omega^2 \sin z = \mu m g$