



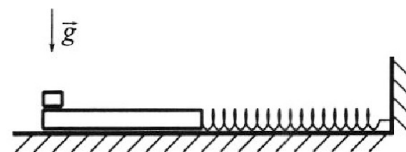
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, прикрепленная 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.

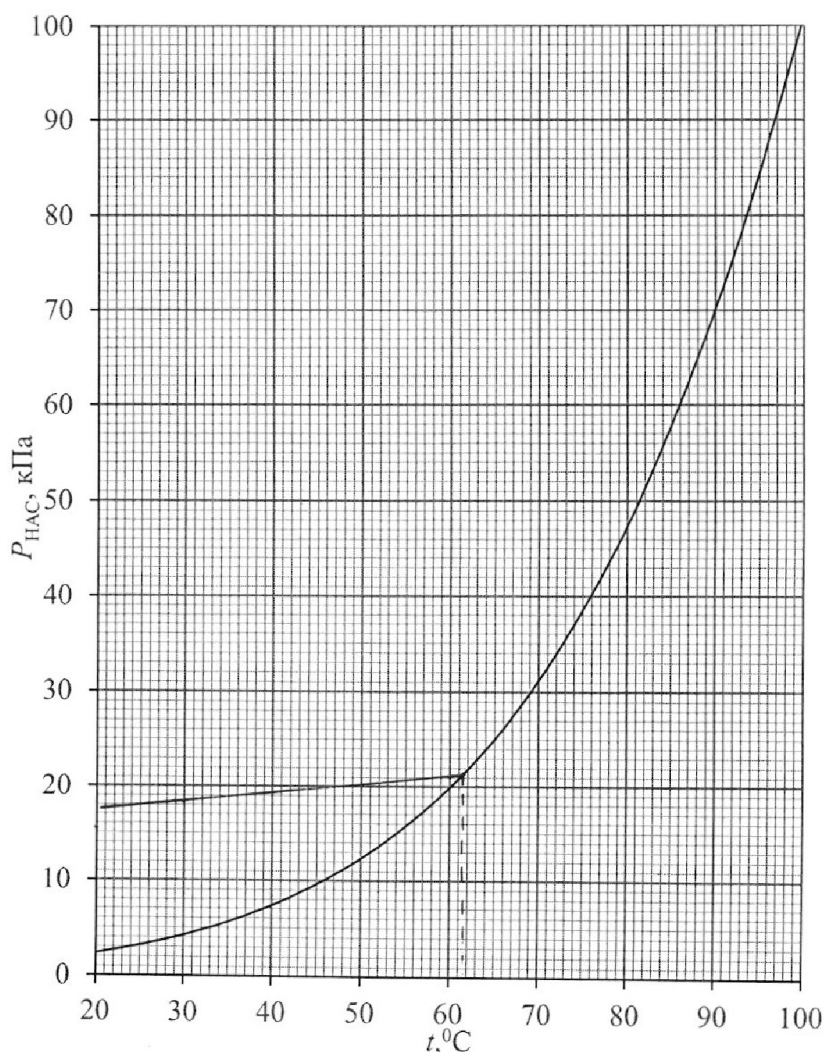


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





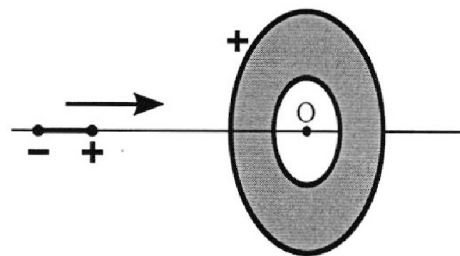
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



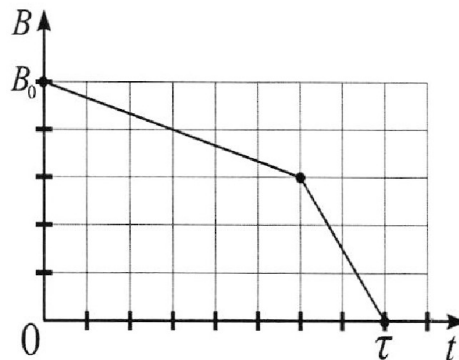
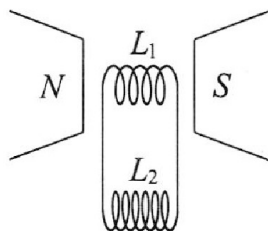
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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.

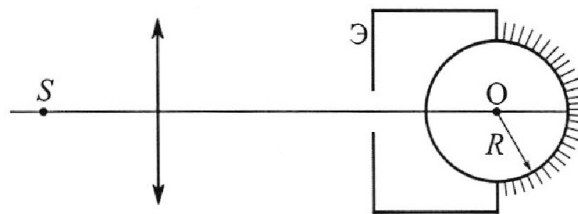
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



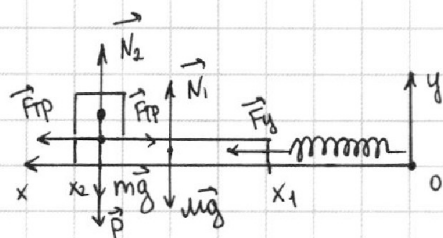
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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



1) Запишем IIЗ.Н:

$$k(l_0 - x_1) - F_{\text{сп}} = m\ddot{x}_1$$

$$N_2 = mg; F_{\text{сп}} = \mu N_2 = \mu mg$$

4) $a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow \ddot{x}_2 = g\mu = \ddot{x}_1$

$$F_{\text{сп}} = \mu mg = m\ddot{x}_2$$

$$a_{\text{отн}} \approx 0 \Leftrightarrow \cos \omega t = 0$$

2) $\vec{a}_{\text{абс}} = \vec{a}_{\text{сп}} + \vec{a}_{\text{отн}}$
 $\vec{a}_{\text{абс}} = \vec{a}_{\text{сп}} + \vec{a}_{\text{отн}} \quad \Rightarrow$

$$v_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow v_2 = v_1 = \dot{x}_1$$

↑ справедливо для поступательного движения

$$v_2 = a_2 t; t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{\mu}{k}}$$

$$g\mu \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\mu}{k}} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{\mu}} \cdot 1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_{\text{отн}} = \dot{x}_2 - \dot{x}_1 \\ a_{\text{отн}} = \ddot{x}_2 - \ddot{x}_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow A = \frac{g\mu\pi}{2} \cdot \frac{\mu}{k}$$

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

$$\cos \omega t = \frac{g\mu}{A\omega^2}$$

$$\Delta x = l_0 - \frac{g\mu}{A\omega^2} \cdot A - c \cdot \frac{\mu}{k} =$$

$$= l_0 - g\mu \cdot \frac{\mu}{k} - \frac{\mu}{k} \left(\frac{k l_0}{\mu} - \frac{\mu mg}{\mu} \right)$$

$$\Delta x = \frac{g\mu}{k} \cdot (\mu - m)$$

$$\Delta x = \frac{10 \cdot 0.4}{100} \cdot (4 - 1) = \frac{4 \cdot 3}{100} = 12 \text{ см}$$

3) $k l_0 - k x_1 - \mu mg = m \ddot{x}_1$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{m} x_1 = \frac{k l_0 - \mu mg}{m} \quad \text{const} = c$$

$$x_1 = t + \frac{\mu}{k} \cdot c; \ddot{x}_1 = \ddot{t}$$

$$\ddot{t} = c - \frac{k}{m} \cdot \frac{\mu}{k} \cdot c - \frac{k}{m} t$$

$$\ddot{t} + \frac{k}{m} t = 0$$

$$t = A \cos \omega t; \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x_1(t) = A \cos \omega t + c \cdot \frac{\mu}{k}$$

$$\dot{x}_1(t) = A \omega \sin \omega t$$

$$\ddot{x}_1(t) = A \omega^2 \cos \omega t$$



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.



СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$5) \ddot{x}_1(0) = A\omega^2 = \frac{gM\pi}{2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \frac{k}{m} = \frac{gM\pi}{2} \approx \frac{10 \cdot 0,4 \cdot 3}{2} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$6) a_{отн} = 0 \Rightarrow t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\dot{x}_1(t) = A\omega \sin \omega t = \frac{gM\pi}{2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{gM\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\dot{x}_1(t) \approx \frac{10 \cdot 0,4 \cdot 3}{2} \cdot \sqrt{\frac{4}{100}} = \frac{4 \cdot 3}{2} \cdot \frac{2}{10} = 1,2 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } 1) \Delta x = 12 \text{ см} \quad 2) a_g(0) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$3) v_g(t_0) = 1,2 \text{ м/с}$$



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.

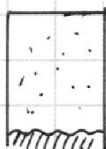
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

①



$$V = \text{const}$$

$$m_{\text{вз}} = m_{\text{вз0}}$$

$$m_{\text{в}} = 7m$$

$$m_{\text{н}} = m$$

$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 300\text{K}$$

$$1) \frac{m_{\text{н2}}}{m_{\text{н1}}} = \frac{8m}{7m} = \frac{8}{7}$$

начальное количество пар в сосуде насыщенный т.к. в нем присутствует жидкость вода

②



$$V = \text{const}$$

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

$$m_{\text{в}} = 0$$

$$m_{\text{н}} = 8m$$

$$\varphi = ? \%$$

давление нас. пара при $t = 27^\circ\text{C}$

количество пара в начальном состоянии

$$2) p_{27} \cdot V = p_0 R \cdot t_0$$

$$p_0 = \frac{p_{27} \cdot V}{R t_0}$$

$$p_{\text{пара}} + p_{\text{вз0}} = p_0 + 7p_0 = 8p_0$$

$$3) p_{t^*} V = 8p_0 R t$$

$$p_{t^*} = \frac{8R}{V} \cdot \frac{p_{27} \cdot V}{R t_0} \cdot t = \frac{8 \cdot p_{27}}{t_0} \cdot (273 + t)$$

$$\text{Из графика: } p_{27} \approx 3500 \text{ Па; } t_0 = 300\text{K}$$

$$p(t^*) = \frac{8 \cdot 35}{3} \cdot 273 + \frac{8 \cdot 35}{3} t^* = 15480 + \frac{8 \cdot 35}{3} t^*$$

$$p(30) = 15480 + 8 \cdot 35 \cdot 10 = 18280 \text{ Па}$$

$$p(60) = 15480 + 8 \cdot 35 \cdot 20 = 21080 \text{ Па}$$

строим на графике эту прямую и ищем точку пересечения с графиком $p_{\text{нас}}(t)$

$$\text{Получаем, что } t^* \approx 61,5^\circ\text{C}$$

$$4) \varphi_{90} V = 8p_0 R t_1 \Rightarrow \varphi = \frac{8 \cdot p_{27} \cdot t_1}{p_{90} \cdot t_0} \cdot 100\%$$

$$\varphi = \frac{8 \cdot 3500 \cdot (273 + 90)}{300 \cdot 70000} \cdot 100\% \approx \frac{2 \cdot 121}{5} = \frac{484}{10} = 48,4\%$$

Ответ: 1) $\frac{m_{\text{н2}}}{m_{\text{н1}}} = \frac{8}{7}$ 2) $t^* \approx 61,5^\circ\text{C}$ 3) $\varphi = 48,4\%$



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 2

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°3

- 1) Чтобы диполь пролетел через диск нужно, чтобы его скорость при прохождении ^{положит. зарядов} ~~центра~~ диполя через центр отверстия либо была больше нуля, либо обращалась в 0 непосредственно в этот момент, т.к. далее диполь уже будет разогнаться, а не тормозиться диском.

Пусть A - работа, которую совершает поле диска при его перемещении из ∞ в над диполем центр отверстия.

Заметим, что $A \sim q$, где q - заряд диполя

$$A = -\Delta W_1 = \frac{m v_0^2}{2} - 0 \Rightarrow A = \frac{m v_0^2}{2}$$

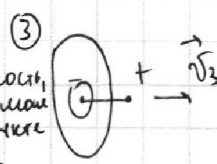
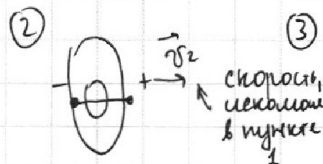
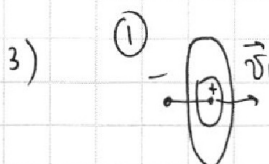
масса
диполя

$$2) \frac{A'}{A} = \frac{q'}{q} = \frac{1}{3} \Rightarrow A' = \frac{m v_0^2}{6}$$

$$A' = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} \leftarrow \begin{array}{l} \text{положит. зар.} \\ \text{диполя} \end{array}$$

← скорость диполя при пролёте центра
диполя через центр отверстия

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_0^2}{6} = \frac{m v_0^2}{3} \Rightarrow v_1^2 = \frac{2}{3} v_0^2 \Rightarrow v_1 = v_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$



v_1 - минимальная скорость

v_2 - максимальная скорость

Из симметрии $\Rightarrow$ то на сколько $\downarrow v$ до ①, на столько же она $\uparrow$ на ③

$$\Rightarrow v_3 = v_0 + (v_0 - \sqrt{\frac{2}{3}} v_0) = 2v_0 - \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$$



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

2 ИЗ 2

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) Из соображений **всё той же симметрии** $\Rightarrow$
$$\Rightarrow v_2 = \frac{v_1 + v_3}{2} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}v_0 + 2v_0 - \sqrt{\frac{2}{3}}v_0}{2} = v_0$$

5)
$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_3}{v_1} = \frac{2v_0 - \sqrt{\frac{2}{3}}v_0}{\sqrt{\frac{2}{3}}v_0} = 2\sqrt{\frac{3}{2}} - 1$$

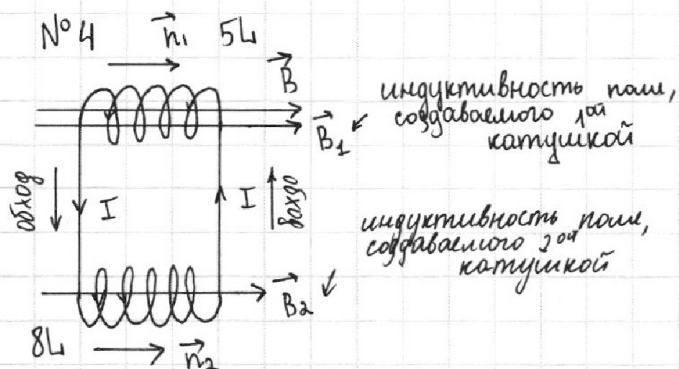
Ответ: 1) $v_2 = v_0$ 2) $\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = 2\sqrt{\frac{3}{2}} - 1$

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 2

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!



$$1) \Phi_1 = \Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{вн}}$$

$$\Phi_{\text{внеш}} = B S_{\perp} n$$

$$\Phi_{\text{вн}} = 5 I L$$

$$\Phi_2 = \Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{вн}}$$

$$\Phi_{\text{вн}} = 8 I L$$

3) Рассмотрим интервал от 0 до $\frac{3}{4} T$:

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{2B_0}{5 \cdot 3T} \cdot 4 = -\frac{8B_0}{15T}$$

$$13L \frac{dI}{dt} = S_{\perp} n \cdot \frac{8B_0}{15T}$$

$$13L \int_0^{I_1} dI = S_{\perp} n \frac{8B_0}{15T} \int_0^{\frac{3}{4}T} dt$$

$$13L \cdot \frac{dq_1}{dt} = \frac{B_0 S_{\perp} n}{T} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{3}{4} \cdot T = \frac{2}{5} B_0 S_{\perp} n$$

$$13L \int_0^{q_1} dq_1 = \frac{2}{5} B_0 S_{\perp} n \int_0^{\frac{3}{4}T} dt$$

$$q_1 = \frac{2}{5} \cdot B_0 S_{\perp} n \cdot \frac{3}{4} T \cdot \frac{1}{13L}$$

$$q_1 = \frac{3B_0 S_{\perp} n}{130L} T$$

$$I_1 = \frac{2}{5} B_0 S_{\perp} n \cdot \frac{1}{13L} = \frac{2B_0 S_{\perp} n}{65L}$$

$$2) \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{следует из обхода}$$

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$$

$$5L \frac{dI}{dt} + S_{\perp} n \frac{dB}{dt} +$$

$$+ 8L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$13L \frac{dI}{dt} = -S_{\perp} n \frac{dB}{dt}$$

$$13L \int_0^{I_0} dI = -S_{\perp} n \int_{B_0}^0 dB$$

$$13L I_0 = S_{\perp} n B_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{S_{\perp} n B_0}{13L}$$

4) Рассмотрим интервал от $\frac{3}{4} T$ до T :

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{3B_0}{5 \cdot T} \cdot 4 = -\frac{12B_0}{5T}$$



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
2 из 2

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!

$$13L \frac{dI}{dt} = S_1 n \cdot \frac{12B_0}{5L}$$

$$13L \int_{I_1}^{I_2} dI = S_1 n \cdot \frac{12B_0}{5L} \int_{\frac{3}{4}T}^T dt = \frac{B_0 S_1 n}{\pi} \cdot \frac{12}{5} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{3}{5} B_0 S_1 n$$

$$13L \cdot (I_2 - \frac{2B_0 S_1 n}{65L}) = 13L I_2 - \frac{2}{5} B_0 S_1 n = \frac{3}{5} B_0 S_1 n$$

$$13L \cdot \frac{dq_2}{dt} = B_0 S_1 n \Rightarrow 13L \int_{q_1}^{q_2} dq_2 = B_0 S_1 n \int_{\frac{3}{4}T}^T dt$$

$$13L q_2 = \frac{3}{4} \frac{B_0 S_1 n}{L} \cdot \frac{T^2}{3} = \frac{B_0 S_1 n}{4L} T^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_2 = \frac{B_0 S_1 n}{L \cdot 52L} T^2 = \frac{B_0 S_1 n}{52L} T$$

$$5) q_{\text{общ}} = q_1 + q_2 = \frac{3B_0 S_1 n}{130L} T + \frac{B_0 S_1 n}{52L} T =$$

$$= \frac{B_0 S_1 n T}{L} \cdot \frac{1}{13} \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{4} \right) = \frac{B_0 S_1 n T}{L} \cdot \frac{1}{13} \cdot \left(\frac{6+5}{20} \right) = \frac{11 B_0 S_1 n T}{260L}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{S_1 n B_0}{13L} \quad 2) q_{\text{общ}} = \frac{11 S_1 n B_0 T}{260L}$$



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.

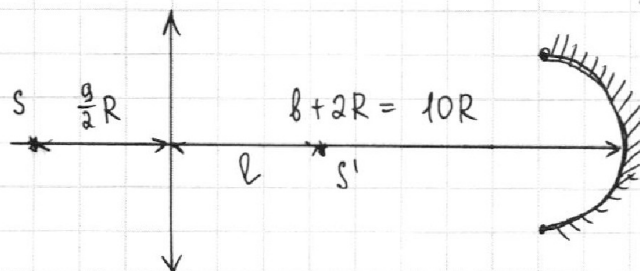
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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!

№5

①

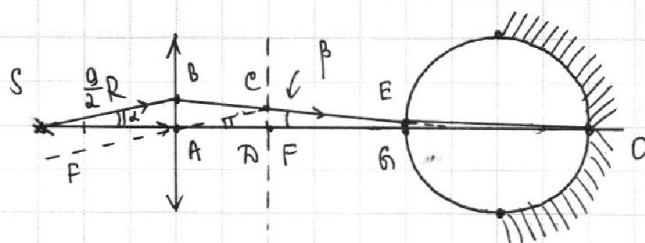


т.к. условие выполняется при любых углах преломления света, то применим его равенство $\Rightarrow$ наугад найдем систему из линзы и сферического зеркала

$$1) \frac{1}{F} = \frac{2}{gR} + \frac{1}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l = \frac{gRF}{gR - 2F}$$

②



2) Формула, для сф. зеркала имеет следующий вид:

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{x}$$

↑ расстояние предмета до зеркала
↑ расстояние от зеркала, до изображения в зеркале

3) Чтобы для второго случая выполнялось условие нужно, чтобы луч, пущенный из S под углом α ($\alpha \ll 1$ рад) попал в точку O, и на обр. пути прошёл путь, симметричный пути туда относительно ш. опт. ос.

$$AB = \frac{g}{2} R \tan \alpha \approx \frac{g}{2} R \alpha$$

$$BC = F \tan \alpha \approx 3R \alpha$$

$$\tan \beta \approx \beta = \frac{AB - CD}{F} = \frac{\frac{g}{2} R \alpha - 3R \alpha}{3R} = \frac{\alpha}{2}$$

4) т.к. угол β малый, то можем считать, что он и является углом падения луча на шар

$$EG = AB - AF \tan \beta = \frac{g}{2} R \alpha - \frac{5}{2} R \alpha = 2R \alpha$$

$$AG = 10R - \Delta - 2R = 5R; GO = 2R$$

Чтобы в итоге изображение источника совпадало с самим источником необх. и достаточно, чтобы:

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{l_1} \Rightarrow \frac{2}{R} = \frac{2}{l_1}$$

$$R = l_1 = 10R - l$$

$$l = gR = \frac{gRF}{gR - 2F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow gR - 2F = F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 3R$$



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
2 из 2

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!

5) Пусть луч падает в точку O под некоторым углом γ , тогда:

$$\operatorname{tg} \gamma \approx \gamma = \frac{EO}{GO} = \frac{2R\alpha}{2R} = \alpha$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \cdot \sin \beta \\ \text{''} \\ \beta \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} n \cdot \sin \gamma \\ \text{''} \\ \gamma \end{array} \right\} \Rightarrow \beta = n\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{\beta}{n} = \frac{\alpha}{2n}$$

В итоге получаем: $\frac{\alpha}{2n} = \alpha \Rightarrow 2n = 1 \Rightarrow n = \frac{1}{2}$

Ответ: 1) $F = 3R$ 2) $n = \frac{1}{2}$

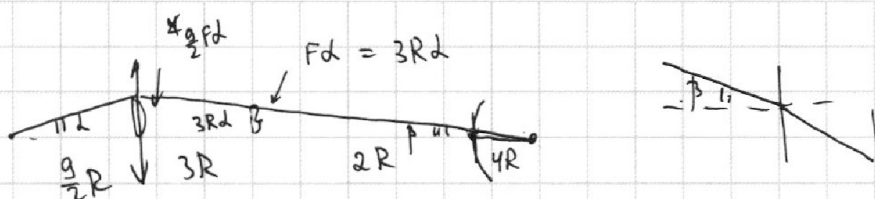


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\beta = \frac{\frac{9}{2} Fd - 3Rd}{3R}$$

$$4R \cdot \frac{1}{2} = 2Rd$$

$$\beta = \frac{\frac{9}{2} Rd - 3Rd}{3R} = \frac{1,5R}{3R} = \frac{1}{2} \quad \frac{2Rd}{2R} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} = \gamma \cdot n \Rightarrow \gamma = \frac{1}{2n}$$

$$1 = \frac{1}{2n}$$

$$2n = 1 \quad n = \frac{1}{2}$$

$$\beta = \frac{\frac{9}{2} Rd - 3Rd}{3R} = \frac{1}{2}$$

$$4R \cdot \beta = 4R \cdot \frac{1}{2} = 2Rd$$

$$\frac{1}{2} = \gamma \cdot n$$

$$\frac{2Rd}{2R} = \frac{1}{2n} \Rightarrow n = \frac{1}{2}$$

№3

$$EG = AB - AG \cdot \tan \beta = \frac{9}{2} Rd - \frac{5}{2} Rd = 2Rd$$

E(x)

$$\Delta W_{кин} = A_{эн} \quad A_{эн} \sim q$$

$$A_{эн} = \frac{m v_0^2}{2} = A$$

$$A_2 = \frac{A}{3} = \frac{m v_0^2}{2} - W$$

$$v_1^2 = \frac{2}{3} v_0^2$$

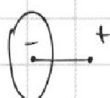
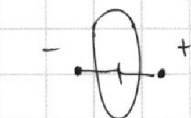
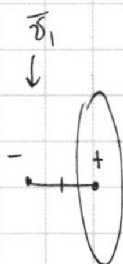
$$\frac{m v_0^2}{6} = \frac{m v_0^2}{2} - W$$

$$v_1 = v_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$W = \frac{m v_0^2}{3} = \frac{m \cdot \frac{v_0^2}{3}}{2}$$

$$\Delta \mathcal{U} = v_0 - v_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$v_0 (1 - \sqrt{\frac{2}{3}})$$



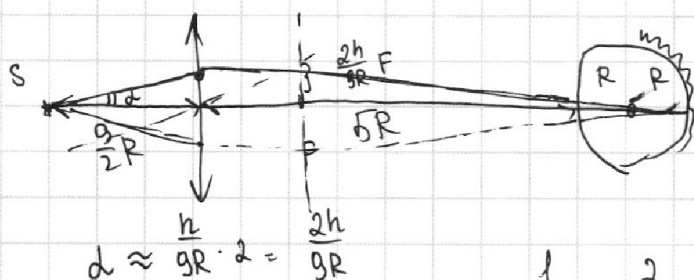


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 __ 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!



$$\frac{3}{130} \neq \frac{1}{52} = \frac{1}{13} \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{4} \right)$$

$$= \frac{1}{13} \left(\frac{6+5}{20} \right) = \left(\frac{11}{260} \right)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{9R} + \left(\frac{1}{L} \right)$$

№3

$$L = 10R - \frac{9RF}{9R-2F}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{L} + \frac{1}{L} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{2L-R}{RL} \Rightarrow L = \frac{2L-R}{2L-R}$$

$$X = 10R - \frac{RL}{2L-R}$$

$$x = L$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{X} + \frac{2}{9R} \Rightarrow \frac{1}{X} = \frac{1}{L} \Rightarrow 10R - \frac{RL}{2L-R} = L$$

$$10R(2L-R) - RL = L(2L-R)$$

$$20RL - 10R^2 - RL = 2L^2 - RL$$

$$2L^2 - 20RL + 10R^2 = 0$$

$$L^2 - 10RL + 5R^2 = 0 \quad \frac{4 \cdot 21}{10} = 484$$

$$D = 100R^2 - 20R^2 = 80R^2 \quad 121$$

$$\frac{8 \cdot 3506 \cdot 363}{5 \cdot 70000} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 35 \cdot 363}{3 \cdot 700} = \frac{2 \cdot 363}{155}$$

$$13L \int_0^{q_2} dq_2 = B_0 S_1 n \int_0^t dt$$

$$13L q_2 = B_0 S_1 n \cdot \frac{T}{4} \Rightarrow q_2 = \frac{B_0 S_1 n T}{52L}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{9R} + \left(\frac{1}{L} \right)^{-1}$$

$$L = 10R - L$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{L} + \frac{1}{X}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{L} + \frac{1}{L}$$

$$L = R \Rightarrow L = 9R$$

$$\frac{9RF}{9R} = \frac{9R-2F}{9R}$$

$$9R-2F = F$$

$$F = 3R$$



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!

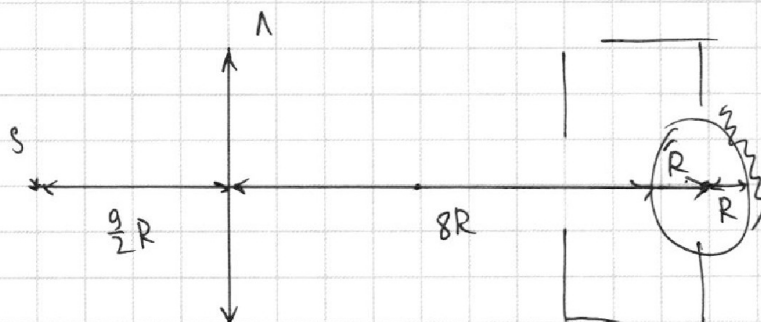
$$13 L \frac{dI}{dt} = \frac{8}{15} \frac{B_0}{T} \cdot \sin \frac{6}{8} T$$

$$13 L \int dI = \frac{8}{15} \frac{B_0}{T} \sin \int dt$$

$$13 L \frac{dQ}{dt} = \frac{8}{15} \cdot \frac{B_0}{T} \cdot \sin \cdot \frac{6}{8} T = \frac{2}{5} B_0 \sin$$

$$13 L \int_0^Q dQ = \frac{2}{5} B_0 \sin \int_0^{\frac{6}{8} T} dt = \frac{2}{5} B_0 \sin \cdot \frac{6}{8} T = 0,2 B_0 \sin T$$

№5



$$10 - \frac{29}{56} =$$

$$= \frac{560 - 29}{56} =$$

$$= \left(\frac{531}{56} \right)$$

$$\begin{array}{r} 5^{10} \\ 560 \\ - 29 \\ \hline 531 \end{array}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{9R} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{9R} = \frac{9R - 2F}{9RF}$$

$$f = \frac{9RF}{9R - 2F} \quad l = 9R - \frac{9RF}{9R - 2F} \quad \frac{9}{2} + 10 = \left(\frac{29}{2} \right)$$

$$F_1 = \frac{R}{2} \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{l} + \frac{2}{27R}$$

$$\frac{9}{2} + 9 = \frac{27}{2} R \quad \frac{1}{l} = 2 \cdot \left(\frac{27R - R}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{27 - 1}{27R} \right) = \frac{56}{27R}$$

$$9R - \frac{9RF}{9R - 2F} = \frac{27R}{56}$$

$$\frac{494}{56} = 450 + 54 = 494$$

$$9 - \frac{27}{56} = \frac{F}{9R - 2F}$$

$$\frac{494}{56} = 247$$

$$\frac{247}{28} (9R - \dots)$$

$$l = 10R - \frac{9RF}{9R - 2F} \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{l} + \frac{2}{29R}$$

$$\frac{1}{l} = 2 \cdot \frac{28}{29R} \quad 10R - \frac{9RF}{9R - 2F} = \frac{29R}{56}$$



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!

$$\ddot{t} + \frac{k}{m} \left(t + \frac{m}{k} \cdot c \right) = c$$

$$\ddot{t} + \frac{k}{m} t = 0 \quad \omega^2 = \frac{k}{m} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$t = A \cos(\omega t) + B \sin \omega t$$

$$t = A \cos \omega t \quad x_1 = A \cos \omega t + \frac{m}{k} \cdot c$$

$$\dot{x}_1 = A \omega \sin \omega t \quad \ddot{x} = A \omega^2 \cos \omega t$$

$$0 = A \omega^2 \cos \omega t \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2} = t \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\ddot{x}_2 = gM = a_z$$

$$a_{\text{осн}} = gM - A \omega^2 \cos \omega t$$

$$0 = gM - \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\cos \omega t = \frac{gM}{A \omega^2}$$

$$0 = gM - \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} - A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sin \frac{\pi}{2}$$

$$A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = gM - \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow A = \frac{gM \cdot \pi}{2} \cdot \frac{m}{k}$$

$$l_0 - x_1 = l_0 - \frac{A \cdot gM}{A \omega^2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \left(\frac{k l_0}{m} - \frac{m gM}{m k} \right)$$

$$\Delta x = l_0 - \frac{gM}{k} \cdot m \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{m}{k} + \frac{m gM}{k}$$

$$\Delta x = \frac{gM}{k} (m - m) \Rightarrow |\Delta x| = \frac{gM}{k} (m - m)$$

$$a_0 = \frac{gM \cdot \pi}{2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \frac{k}{m} = \frac{gM \pi}{2}$$

$$v = \frac{gM \pi}{2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \downarrow \text{догоняем}$$

качество



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 _

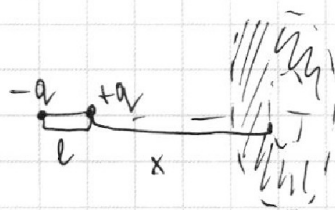
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p(t) = 15480 + \frac{8 \cdot 35}{3} \cdot t$$

$$p(30) = 18280$$

$$p(60) = 15480 + 5600 =$$

N°3



F =

$$\begin{array}{r} 15480 \\ + 5600 \\ \hline 21080 \end{array}$$

51,5°C

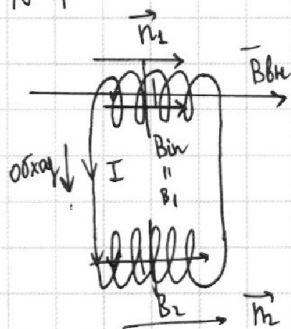
$$\textcircled{1} \frac{dB}{dt} = - \frac{2B_0}{5 \cdot 6 \cdot 10^{-2}} \cdot 8 =$$

$$= - \frac{B_0}{15} \cdot \frac{2 \cdot 8}{5 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}$$

$$= - \frac{8}{15} \frac{B_0}{10^{-2}}$$

$$13L \frac{dI}{dt} = + \frac{8}{15} \frac{B_0}{10^{-2}} \cdot S_1 n$$

N°4



$$B_{\text{out}} \Rightarrow B_{\text{out}} \parallel B_{\text{in}}$$

$$\phi = \phi_{\text{in}} + \phi_{\text{out}} = 5LI + B(t) S_1 n$$

$$L = \phi / I \quad 13L \frac{dI}{dt} = - S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$\phi = LI \quad \phi_{\text{out}} = B(t) S \cdot n$$

$$\phi_1 = 5LI + B(t) \cdot S_1 \cdot n$$

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\phi}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = 5L \frac{dI}{dt} + S_1 n \frac{dB}{dt} \quad \phi_2 = 8LI$$

$$\mathcal{E}_2 = 8L \frac{dI}{dt}$$

$$13L \frac{dI}{dt} = - S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$13LI = - S_1 n B$$

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$13L dI = - S_1 n dB$$

$$13L \int_0^I dI = - S_1 n \int_{B_0}^0 dB$$

$$13LI = S_1 n B_0 \Rightarrow I = \frac{S_1 n B_0}{13L}$$



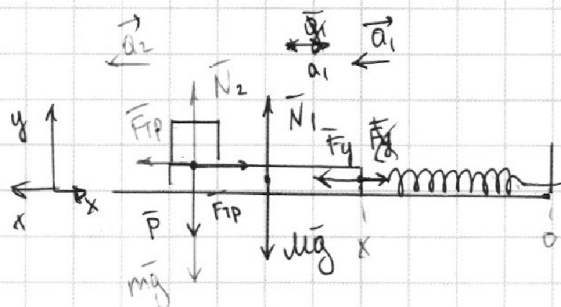
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$F_y + F_{xp} = Ma_1$$

$$N_1 = (M+m)g$$

$$F_{xp} = ma_2$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{xp} = mgM$$

$$k\Delta x + mgM = Ma_1$$

$$\vec{a}_{отн} = \vec{a}_{обс} + \vec{a}_{пер} = \vec{a}_2 - \vec{a}_1 \Rightarrow a_{отн} = a_2 - a_1$$

$$v_{отн} = v_2 - v_1$$

$$\vec{a}_{обс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}$$

$$a_{отн} = a_{обс} - a_{пер}$$

$$a_{отн} = a_2 + a_1 = 0 \Rightarrow a_2 = -a_1$$

$$\begin{cases} k\Delta x - mgM = Ma_1 \\ mgM = ma_2 \end{cases}$$

$$a_2 = a_1 = a$$

$$kl_0 - kx_1 - mgM = M\ddot{x}_1$$

$$M\ddot{x}_1 + kx_1 = kl_0 - mgM$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 = \frac{kl_0}{M} - \frac{mgM}{M}$$

$$* k\Delta x_1 = mgM$$

$$v_{отн} = v_2 - v_1$$

$$k(l_0 - x) - mgM = Ma_1$$

$$mgM = a_2$$

$$k(l_0 - x) - mgM = M\ddot{x}_1$$

$$k\Delta x + mgM = Ma_1$$

$$mgM = ma_2$$

$$a_2 = gM$$

$$① k(l_0 - x_1) - mgM = M\ddot{x}_1$$

$$② mgM = m\ddot{x}_2$$

$$\downarrow \text{где пр-ий} \quad v_{отн} = \dot{x}_2 - \dot{x}_1$$

$$k\Delta x - mgM = Ma$$

$$mgM = ma$$

$$a = gM$$

$$k\Delta x = (M+m)gM$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 = c$$

$$x_1 = \frac{1}{\omega} + \frac{M \cdot c}{k}$$

$$\frac{1}{\omega} = \ddot{x}_1$$



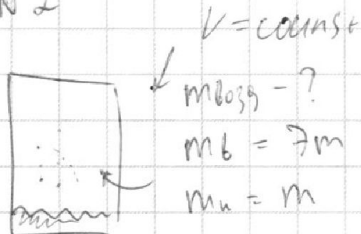
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№2



$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$1) \quad \left(\frac{8}{7} \right)$$

$$2) \quad p_{\text{газ}} = p_{\text{атм}} \cdot 27^\circ\text{C}$$

$$p(t) = 15480 +$$

$$8350$$

$$p_{\text{газ}} = V = \frac{1}{R \cdot t_0}$$

$$V_0 = V_{\text{газ}} = \frac{p_{27} \cdot V}{R \cdot t_0}$$

$$Q_0 = p_{\text{газ}} \cdot V = 8V_0 R t$$

$$p t V = 8V_0 R t \Rightarrow t^* = \frac{p t \cdot t_0}{8 p_{27} \cdot t_0} = \frac{p t}{8 p_{27}} \cdot t_0$$

$$(273 + Q \cdot p_{\text{атм}} \cdot V = 8V_0 R t_1$$

$$Q = \frac{8 R t_1}{p_{\text{атм}} \cdot R t_0} = \frac{8 p_{27} \cdot t_1}{p_{\text{атм}} \cdot t_0}$$

$$p(t) = \frac{t}{3} \cdot \frac{8 \cdot 35}{3}$$

$$p(t) = (273 + t) \cdot \frac{8 \cdot 35}{3} + \frac{15480}{18280}$$

$$p(t) = \frac{273 \cdot 8 \cdot 35}{3} + \frac{8 \cdot 35}{3} \cdot t$$

$$p(t) = 15480 + 8 \cdot 35 \cdot 10 = 15480 + 2800 = 18280$$

$$p_t = 30000$$

$$t \approx 64^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 8 \\ \hline 280 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 220 \\ \hline 7280 \\ 182 \\ \hline 15480 \end{array}$$

$$15480$$

$$15,48 \text{ kPa}$$

$$m_{\text{бгз}} = \text{const}$$

$$m_{\text{б}} = 0$$

$$m_{\text{к}} = 8m$$

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

$$p = k t^2$$

$$20 = k \cdot (60)^2$$

$$70 = k (80)^2$$

$$\frac{56}{6400}$$

$$273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$p_{27} = 3500 \text{ Pa}$$

$$\frac{321}{273}$$

$$t^* = p^t$$

$$t^* = p_t \cdot \frac{300}{8 \cdot 3500}$$

$$t^* = p_t \cdot \frac{3}{8 \cdot 35}$$

$$\frac{30000 \cdot 3}{8 \cdot 35} = \frac{3750 \cdot 3}{35}$$

$$\frac{3750 \cdot 3}{35} = \frac{750 \cdot 3}{7}$$

$$107.3$$

$$= (321)$$