

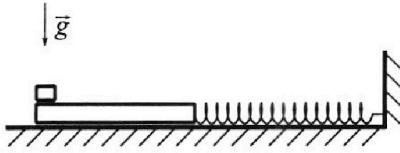


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-04



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 брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого 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.

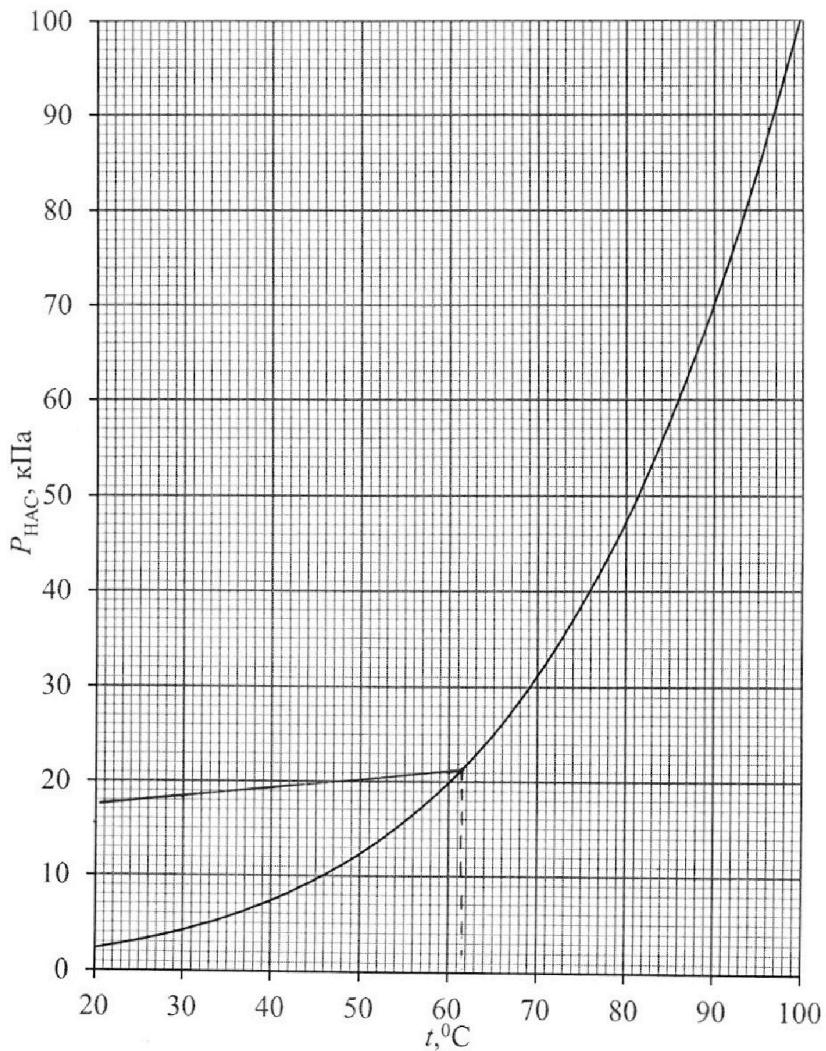


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкую воду. 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.





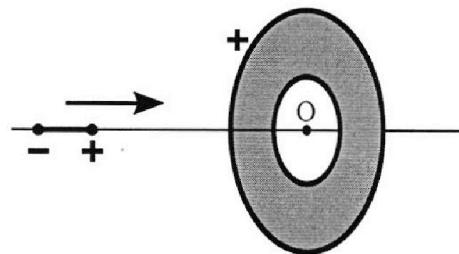
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

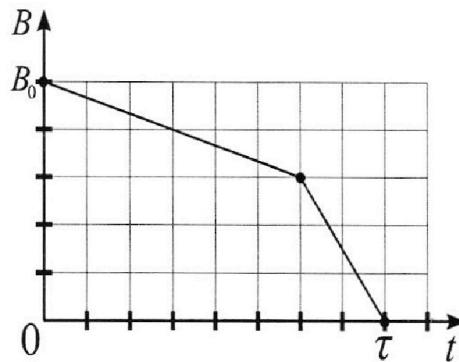
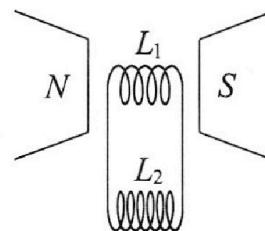
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 диполю начальную скорость V_0 .



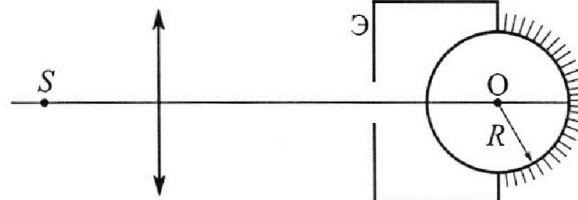
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удалённый 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



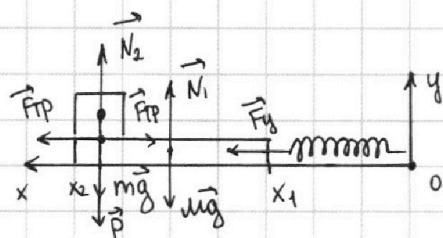
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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^o 1



1) Запишем II_{3, Н}:

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

$$N_2 = mg; F_{fp} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$4) \text{ Аотн} = 0 \Rightarrow \dot{x}_2 = g\mu = \dot{x}_1 \quad F_{fp} = \mu mg = m \ddot{x}_2$$

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

$$2) \begin{aligned} \vec{v}_{\text{абс}} &= \vec{v}_{\text{нр}} + \vec{v}_{\text{отн}} \\ \vec{v}_{\text{абс}} &= \vec{v}_{\text{нр}} + \vec{v}_{\text{отн}} \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

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

$$v_2 = a_2 t; t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{\mu}{k}} \quad \leftarrow \text{справедливо для поступательного движения}$$

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

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

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

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

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

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

$$\therefore x_1 + \frac{\mu}{k} x_1 = \frac{k l_0 - \mu mg}{m}$$

$$\text{const} = c$$

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

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

$$= l_0 - g\mu \cdot \frac{\mu}{k} - \frac{\mu}{k} \left(\frac{k l_0}{m} - \frac{\mu mg}{m} \right) \quad \ddot{t} = c - \frac{k}{m} \cdot \frac{\mu}{k} \cdot c - \frac{k}{m} t$$

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

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

$$\Delta x = \frac{10 \cdot 0.4}{100} \cdot (4 - 1) = \frac{4 \cdot 3}{100} = 12 \text{ см} \quad t = A \cos \omega t; \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

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

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



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**.

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!

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

$$6) \dot{x}_{10t} = 0 \Rightarrow t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

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

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

$$3) \dot{x}_g(t_0) = 1,2 \text{ м/с}$$

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.

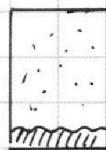
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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



$$V = \text{const}$$

$$m_{B_0} = m_{B_0,0}$$

$$m_B = 7m$$

$$m_n = m$$

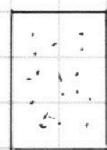
$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

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

$$1) \frac{m_{n_2}}{m_{n_1}} = \frac{8m}{7m} = \frac{8}{7}$$

Иногда пар в сосуде насыщенный т.к. в нем присутствует жидкое вещество

②



$$V = \text{const}$$

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

$$m_B = 0$$

$$m_n = 8m$$

$$\varphi - ?\%$$

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

$$2) (\bar{p}_{27}) \cdot V = (\bar{V}_0) R \cdot t_0$$

$$\bar{V}_0 = \frac{\bar{p}_{27} \cdot V}{R t_0}$$

количество пара в начальном состоянии

$$3) p_t \cdot V = (\bar{V}_0) R t$$

$$p_t = \frac{8R}{V} \cdot \frac{\bar{p}_{27} \cdot V}{R t_0} \cdot t = \frac{8 \cdot \bar{p}_{27}}{t_0} \cdot (273 + t)$$

$\downarrow 8^\circ\text{C}$

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

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

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

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

$\downarrow 8^\circ\text{C}$

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

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

$$4) (\bar{p}_{90}) V = 8 \bar{V}_0 R t_1 \stackrel{= 90^\circ\text{C}}{\Rightarrow} \varphi = \frac{8 \cdot \bar{p}_{27} \cdot t}{R t_0 \cdot \bar{p}_{90} \cdot R t_1} = \frac{8 \cdot \bar{p}_{27} \cdot t}{\bar{p}_{90} \cdot t_0} \cdot 100\%$$

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

Ответ: 1) $\frac{m_{n_2}}{m_{n_1}} = \frac{8}{7}$ 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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№3

1) Чтобы диполь пролетел через диск нужно, чтобы его скорость при прохождении половинги. радиуса диска диполя через центр отверстия либо была больше начальной, либо обращалась в 0 непосредственно в этот момент, т.к. далее диполь уже будет разгоняться, а не тормозиться диска.

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

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

$$A = -\Delta W_1 = \frac{mV_0^2}{2} - 0 \Rightarrow A = \frac{mV_0^2}{2}$$

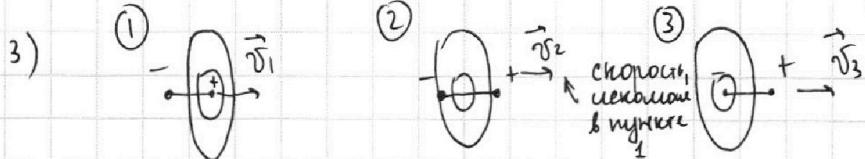
масса диполя

$$2) \frac{A'}{A} = \frac{q'}{q} = \frac{1}{3} \Rightarrow A' = \frac{mV_0^2}{6}$$

половинки зар.

$A' = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \leftarrow$ скорость диполя при прохождении центра диполя через центр отверстия

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_0^2}{3} \Rightarrow V_1^2 = \frac{2}{3} V_0^2 \Rightarrow V_1 = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$



V_1 - минимальная скорость
 V_2 - максимальная скорость

Из симметрии \Rightarrow РГО на сколько \downarrow v то (1) на сколько же она и \uparrow \downarrow после (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 все той же симметрии \Rightarrow

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1 + V_3}{2} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}} V_0 + 2V_0 - \sqrt{\frac{2}{3}} V_0}{2} = V_0$$

$$5) \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{2V_0 - \sqrt{\frac{2}{3}} V_0}{\sqrt{\frac{2}{3}} V_0} = 2\sqrt{\frac{3}{2}} - 1$$

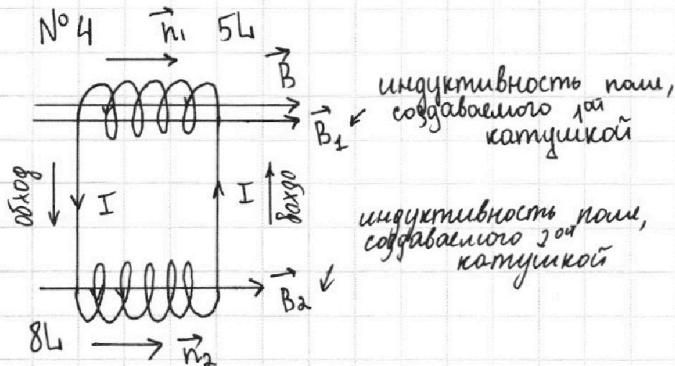
Ответ: 1) $V_2 = V_0$ 2) $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 2\sqrt{\frac{3}{2}} - 1$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



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

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

$$13L \frac{dI}{dt} = S_1 n \cdot \frac{8B_0}{15\tau} \cdot \frac{3}{4}\tau$$

$$13L \int_0^{I_1} dI = S_1 n \frac{8B_0}{15\tau} \int_0^{\frac{3}{4}\tau} dt$$

$$13L \cdot \frac{dq_1}{dt} = \frac{B_0 S_1 n}{\tau} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{3}{4} \cdot \tau = \frac{2}{5} B_0 S_1 n$$

$$13L \int_0^{q_1} dq_1 = \frac{2}{5} B_0 S_1 n \int_0^{\frac{3}{4}\tau} dt$$

$$q_1 = \frac{2}{5} \cdot B_0 S_1 n \cdot \frac{3}{4} \tau \cdot \frac{1}{13L}$$

$$q_1 = \frac{3B_0 S_1 n}{130L} \tau$$

$$I_1 = \frac{2}{5} B_0 S_1 n \cdot \frac{1}{13L} = \frac{2B_0 S_1 n}{65L}$$

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

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

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

$$\Phi_{\text{внеш}} = B S_1 n$$

$$\Phi_{\text{вн}} = 5IL$$

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

$$\Phi_{\text{вн}} = 8L I$$

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

$$E_1 + E_2 = 0$$

$$\frac{dq_1}{dt} + \frac{dq_2}{dt} = 0$$

$$5L \frac{dI}{dt} + S_1 n \frac{dB}{dt} +$$

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

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

$$13L \int_0^{I_0} dI = -S_1 n \int_0^{\tau} dB$$

$$13L I_0 = S_1 n B_0 \Rightarrow$$

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

L



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!

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

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

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

$$13L \cdot \frac{dq_2}{dt} = B_0 S_1 n \Rightarrow 13L \int_0^{q_2} dq_2 = B_0 S_1 n \int_{\frac{3}{4}T}^T dt$$

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

$$\Rightarrow q_2 = \frac{B_0 S_1 n}{130L} \cdot T^2 = \frac{B_0 S_1 n}{52L} \cdot T$$

$$5) q_{\text{общ}} = q_1 + q_2 = \frac{2B_0 S_1 n}{130L} T + \frac{B_0 S_1 n}{52L} T =$$

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

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

L

L

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.

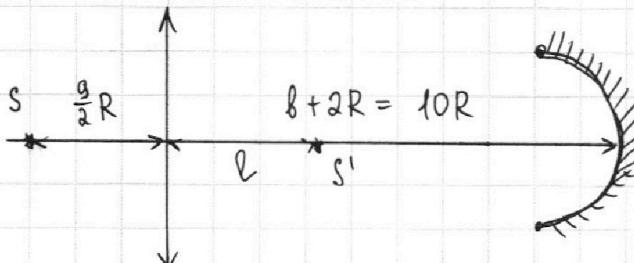
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

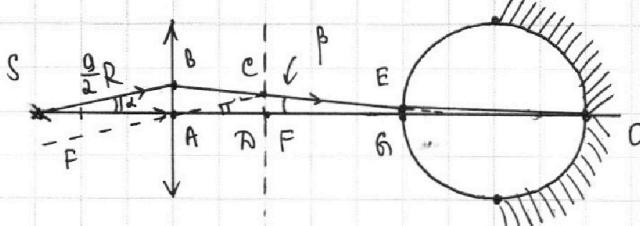
①



т.к. условие выполняется при любом чётн. расположении шара, то принем его равным 1 \Rightarrow получаем систему из линзы и сферической зеркала

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

②



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

$$AB = \frac{9}{2} R \operatorname{tg} \alpha \approx \frac{9}{2} R \alpha$$

$$BC = F \operatorname{tg} \alpha \approx 3R \alpha$$

$$\operatorname{tg} \beta \approx \beta = \frac{AB - CD}{F} = \frac{\frac{9}{2} R \alpha - 3R \alpha}{3R} = \frac{\alpha}{2}$$

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

$$EG = AB - Af \operatorname{tg} \beta = \frac{9}{2} R \alpha - \frac{5}{2} R \alpha = 2R \alpha$$

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

2) формула для сфер. 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

Чтобы в итоге изображение человека совпадало с самим человеком необходимо:

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

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

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

$$\Rightarrow 9R - 2F = F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 3R$$

I-



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 шаг триходит в тонну 0 ног некоторый угол γ , тогда:

$$\tan \gamma \approx \gamma = \frac{E_6}{6D} = \frac{2Rd}{2R} = d$$

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

В итоге находим: $\frac{d}{2n} = d \Rightarrow 2n = 1 \Rightarrow n = \frac{1}{2}$

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

I-

I-

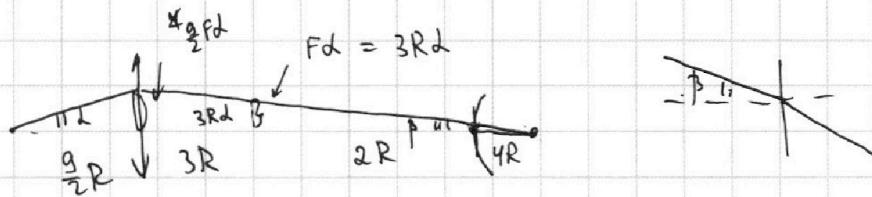


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\beta = \frac{\frac{g}{2} F_d - 8 F_d}{3 R} = \frac{1,5 R}{3 R} \alpha = \left(\frac{2}{2}\right) \quad 4 R \cdot \frac{1}{2} = 2 R \alpha$$

$$\beta = \frac{\frac{g}{2} R \alpha - 3 R \alpha}{3 R} = \frac{1,5 R}{3 R} \alpha = \left(\frac{2}{2}\right) \quad \frac{2 R \alpha}{2 R} = \frac{1}{2 n}$$

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

$$\beta = \frac{\frac{g}{2} R \alpha - 3 R \alpha}{3 R} = \frac{\alpha}{2} \quad 2n = 1 \quad n = \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{\alpha}{2} = \gamma \cdot n \quad \frac{2 R \alpha}{2 R} = \frac{\alpha}{2 n} \Rightarrow \left(n = \frac{1}{2}\right)$$

N°3

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

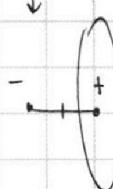
E(x)

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

$$A_{\text{эн}} = \frac{m \dot{v}_0^2}{2} = A$$

$$A_2 = \frac{A}{3} = \frac{m \dot{v}_0^2}{2} - W$$

$$\dot{v}_1^2 = \frac{2}{3} \dot{v}_0^2$$



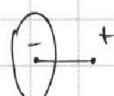
$$\frac{m \dot{v}_0^2}{6} = \frac{m \dot{v}_0^2}{2} - W$$

$$\dot{v}_1 = \left(\dot{v}_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \right)$$

$$W = \frac{m \dot{v}_0^2}{6} - \frac{m \cdot \dot{v}_0^2}{2}$$

$$\Delta v = \dot{v}_0 - \dot{v}_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\dot{v}_0 \left(1 - \sqrt{\frac{2}{3}} \right)$$

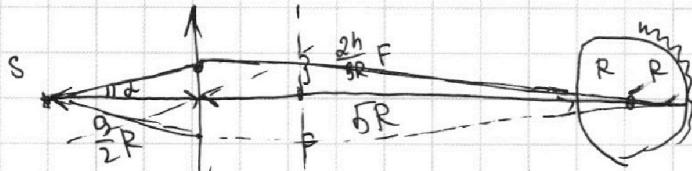


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$d \approx \frac{h}{9R} \cdot 2 = \frac{2h}{9R}$$

№3

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

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{l} + \frac{1}{L} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{2l - R}{RL} \Rightarrow L = \frac{36^3}{2l - R} R$$

$$X = 10R - \frac{Rl}{2l - R}$$

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

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

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

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

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

$$D = 100R^2 - 20R^2 = 80R^2$$

$$\frac{8 \cdot 3500 \cdot 363}{5 \cdot 70000} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 363}{155} = \frac{2 \cdot 363}{155}$$

$$13L \int_0^{q_2} dq_2 = B_0 \sin \int_0^L dt$$

$$13L q_2 = B_0 \sin \frac{L}{4} \Rightarrow q_2 = \frac{B_0 \sin \frac{L}{4}}{52L}$$

$$\begin{aligned} \frac{3}{130} &\neq \frac{1}{52} = \frac{1}{13} \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{4} \right) \\ &= \frac{1}{13} \left(\frac{6+5}{20} \right) = \underline{\underline{\frac{11}{260}}} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{9R} + \frac{1}{l}$$

$$\frac{27}{90}$$

$$\frac{36^3}{Rl} R$$

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

$$L = 10R - l$$

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

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

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

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

$$9R - 2F = F$$

$$\underline{\underline{F = 3R}}$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

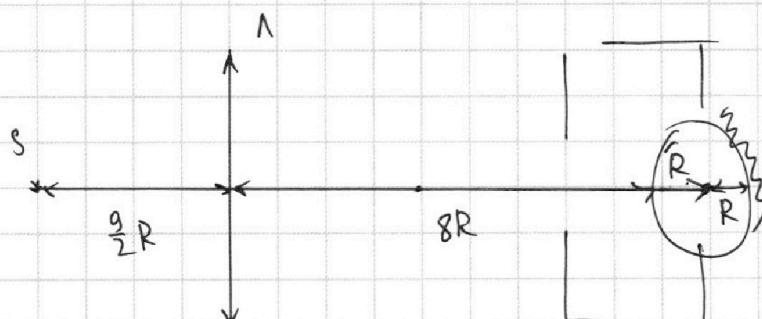
$$13 \boxed{4} \frac{dI}{dt} = \frac{8}{15} \frac{B_0}{T} \cdot \sin \frac{6\pi}{8} t$$

$$13 \boxed{4} \int dI = \frac{8}{15} \frac{B_0}{T} \sin \int dt$$

$$13 \boxed{4} \frac{dq}{dt} = \frac{8}{15} \frac{B_0}{T} \cdot \sin \frac{6}{8} t^2 = \frac{2}{5} B_0 \sin t$$

$$13 \boxed{4} \int_0^5 dq = \frac{2}{5} B_0 \sin \int_0^{\frac{6}{8}t} dt = \frac{2}{5} B_0 \sin \frac{6}{8} t = 0,3 B_0 t$$

№ 5



$$10 - \frac{29}{56} = \\ = \frac{560 - 29}{56} = \\ = \frac{531}{56}$$

$$\frac{5}{10} \\ - \frac{560}{56} \\ \underline{-} \\ \frac{29}{531}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{4+56}{9} = 45 + 59 = \underline{\underline{994}}$$

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

$$\frac{409}{56} = \frac{247}{28} \quad \frac{247}{28} (9R - \dots)$$

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

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

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

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

$$x_0 = A\omega^2 \cos \omega t$$

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

$$x_0 = A\omega \sin \omega t$$

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

$$x_0 = A \cos \omega t + \frac{m}{k} \cdot c$$

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

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

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

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

$$x_2 = gM = \alpha_2 \quad \alpha_{00} = gM - A\omega^2 \cos \omega t$$

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

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

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

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

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

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

$$\Delta x = \frac{gM}{k} (m - M) \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{gM}{k} (M - m)$$

$$\alpha_0 = \frac{gM \cdot \pi}{2} \cdot \frac{m}{k} \cdot \frac{k}{m} = \frac{gM \pi}{2}$$

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

затем же

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

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

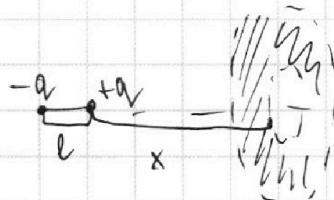
$$\begin{array}{r} 15480 \\ 5600 \\ \hline 21080 \end{array}$$

$$p(30) = 18280$$

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

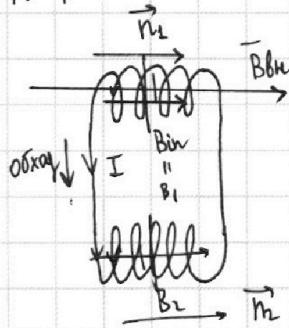
61,5 °C

Nº3



$$F = \textcircled{1} \quad \frac{dB}{dt} = -\frac{2B_0}{5.6T} \cdot 8 = \\ = -\frac{B_0}{T} \cdot \frac{2 \cdot 8}{5.6} \\ = -\frac{8}{15} \frac{B_0}{T}$$

Nº4



$$B_{air} \perp \Rightarrow B_{air} \parallel B_{iron}$$

$$\phi = \phi_{air} + \phi_{iron} = 5L_1 I + B(t) S_1 n$$

$$L_1 = \phi / I \quad 13L_1 \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$\phi = L_1 I \quad \phi_{air} = B(t) S \cdot n$$

$$\xi_1 + \xi_2 = 0$$

$$\phi_1 = 5L_1 I + B(t) \cdot S_1 \cdot n$$

$$\xi_1 = \frac{d\phi}{dt}$$

$$\xi_1 = 5L_1 \frac{dI}{dt} + S_1 n \frac{dB}{dt} \quad \phi_2 = 8L_1 I$$

$$\xi_2 = 8L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$13L_1 \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$13L_1 I = -S_1 n B$$

$$13L_1 dI = -S_1 n dB$$

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

$$13L_1 \int_0^I dI = -S_1 n \int_0^{B_0} dB$$

$$13L_1 I = S_1 n B_0 \Rightarrow I = \frac{S_1 n B_0}{13L_1} \quad dq = Idt$$



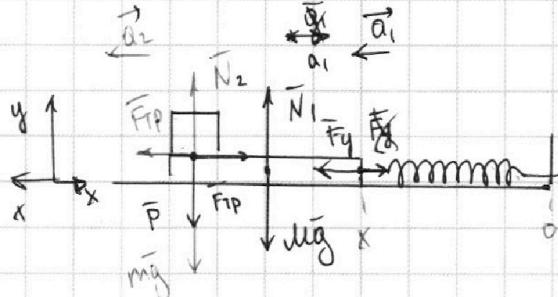
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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



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

$$\vec{a}_{\text{отк}} = \vec{a}_{\text{абс}} + \vec{a}_{\text{нр}} = \vec{a}_2 - \vec{a}_1 \Rightarrow a_{\text{отк}} = a_2 - a_1$$

$$\vec{v}_{\text{отк}} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$\vec{a}_{\text{абс}} = \vec{a}_{\text{отк}} + \vec{a}_{\text{нр}}$$

$$a_{\text{отк}} = a_{\text{абс}} - a_{\text{нр}}$$

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

mgμ -

$$\left\{ \begin{array}{l} K\Delta x - mgM = Ma_1 \\ mgμ = ma_2 \end{array} \right.$$

||

$$a_2 = a_1 = a$$

$$Kx_0 - Kx_1 - mgM = Ma_1$$

$$Ma_1 + Kx_1 = Kx_0 - mgM$$

$$x_1 + \frac{K}{M}x_1 = \underbrace{\frac{x_0}{M} - \frac{mgM}{M}}_c$$

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

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

$$F_{Tp} = Ma_2$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{Tp} = mgM$$

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

$$(1) \quad K(x_0 - x_1) - mgM = Mx_1$$

$$mgM = Ma_2$$

$$(2) \quad mgM = Mx_2$$

$$a_2 = gM$$

далее пр-стей

$$v_{\text{отк}} = x_2 - x_1$$

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

$$mgM = ma$$

$$a = gM$$

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

$$x_1 + \frac{K}{M}x_1 = c$$

$$x_1 = t + \frac{M \cdot c}{K}$$

$$t = x_1$$

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

$$V = \text{const}$$



$$m_{b039} - ?$$

$$m_b = 7m$$

$$m_n = m$$

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

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

$$\times \frac{280}{280} \quad \times \frac{23}{840} \quad \frac{56}{1400}$$

$$2) \quad p_{\text{нап.}} = p_{\text{нап.}}(27^\circ\text{C})$$

$$p(t) = \frac{8.35}{V} \text{ где } V = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$= 15480 +$$

$$V_{\text{нап.}} = \frac{p_{27} \cdot V}{R \cdot t_0}$$

100%

$$\varphi_0 \quad p_{\text{нап.}} \cdot V = 8V_0 R t$$

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

$$(273 + \varphi \cdot p_{90} \cdot V = 8V_0 R t_1)$$

$$\varphi = \frac{8Rt_1}{p_{90}V} \cdot \frac{p_{27}V}{Rt_0} = \frac{8p_{27} \cdot t_1}{p_{90} \cdot t_0}$$

$$p(t) = \frac{t}{3} \cdot \frac{8.35}{3}$$

$$p(t) = (273 + t) \cdot \frac{8.35}{3}$$

$$p(t) = \frac{273 \cdot 8.35}{3} + \frac{8.35}{3} \cdot t$$

$$p(t) = 15480 + 8.35 \cdot 10 = 15480 + 83.5 = 15488.5$$

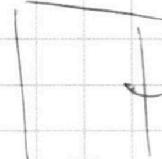
$$p_t = 30000 \quad t \approx 69^\circ\text{C}$$

$$\times \frac{35}{280}$$

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

$$15480$$

$$15,48 \text{ кПа}$$



$$m_{b039} = \text{const}$$

$$m_b = 0$$

$$m_n = 8m$$

$$t = 20^\circ\text{C} \quad p = k t^2 \quad \times \frac{23}{280} \quad \frac{56}{40}$$

$$p_{27} = 3,5 \text{ кПа} \quad 70 = \frac{k (89)^2}{840}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$273 + 27 =$$

$$= 300 \text{ K}$$

$$V_{\text{нап.}} = V_0$$

$$V_{\text{возд.}} = 7V_0$$

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

$$p_{27} = 3500 \text{ Па}$$

$$-321$$

$$-273$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$

$$-300$$

$$-350$$