



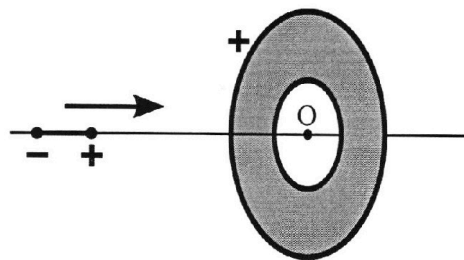
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

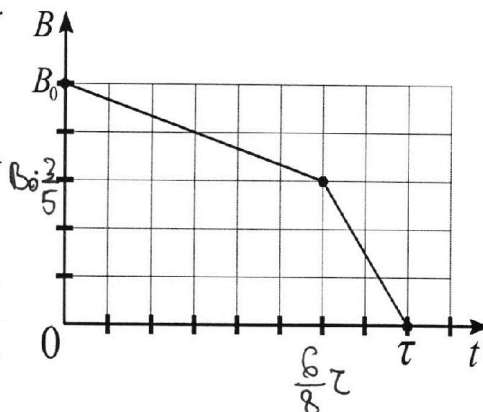
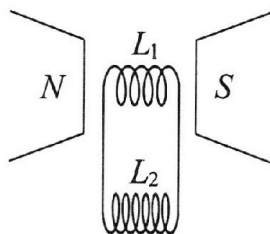


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



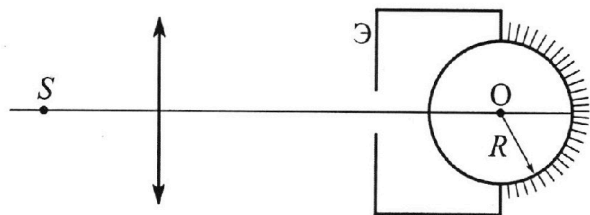
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



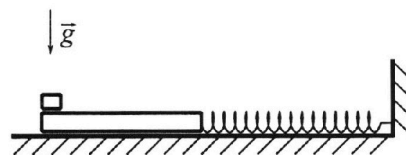
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

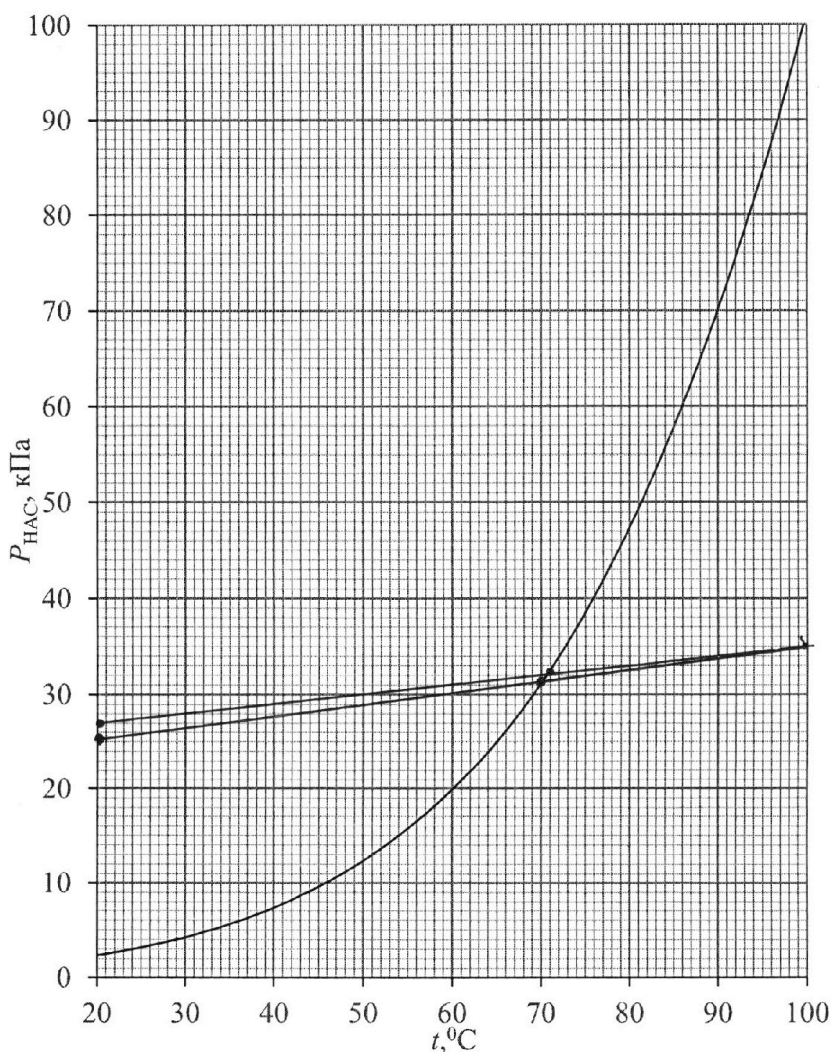


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





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

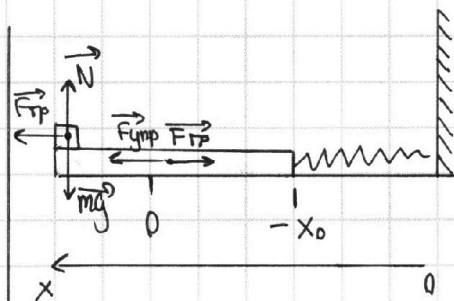
$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$



$$M\ddot{x} = -kx - F_{\text{тр}}$$

$$N = mg \quad F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$T_{\text{конец}} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$x + \frac{\mu mg}{k} = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$V = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = x' \quad ; \quad a\delta - \text{ускорение бруска}$$

$$a = -x_0 \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = x'' \quad ; \quad V\delta - \text{скорость бруска}$$

$$ma\delta = \mu mg \Rightarrow a\delta = \mu g. \text{ Когда } t = \frac{\pi \sqrt{\frac{M}{k}}}{2},$$

$$a \approx 0, \quad V\delta = V \Rightarrow V\delta = at = \mu g \frac{\pi \sqrt{\frac{M}{k}}}{2}, \quad V = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$-x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} = \mu g \frac{\pi \sqrt{\frac{M}{k}}}{2} \quad -x_0 = \frac{\mu g \pi M}{2k} \quad - \text{максимальное отклонение.}$$

$$\begin{aligned} \text{При } a\delta = a : \mu g &= \frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) ; \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = \\ &= \frac{2}{\pi} \Rightarrow x + \frac{\mu mg}{k} = -\frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{2}{\pi} \Rightarrow x = -\frac{\mu g M}{k} - \frac{\mu m g}{k} = \\ &= -\frac{\mu g}{k} (M+m) \quad 1.) |x| = \frac{0,4 \cdot 10^3 \text{ Н}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \cdot 5 \text{ кг} = 0,2 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\text{При } t=0 \quad \cos(\omega t) = 1 \quad a_0 = \frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{k}{M} = \frac{\mu g \pi}{2}$$

$$2) a_0 = \frac{0,4 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 3}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{При } a\delta = a, \quad \cos(\omega t) = \frac{2}{\pi} \Rightarrow V = \frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sin(\omega t)$$

$$\sin(\omega t) = \sqrt{1 - \left(\frac{2}{\pi}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$V = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \quad 3.) V = \frac{24 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3}{2} \cdot \sqrt{\frac{4 \text{ кг}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{2\sqrt{5} \cdot 2}{105} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$



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**.



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!

$$= \frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{m}{c}$$

Ответ: 1. $|x| = 0,2 m$

2. $a_0 = 6 \frac{m}{c^2}$

3. $v = \frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{m}{c}$



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!

$$T_0 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$M = 7 \text{ m} - \text{масса воды}$$

$$m - \text{масса пара в воздухе}$$

$$T_1 = (90 + 273) \text{ K} = 363 \text{ K}$$

$$t_0 = 27^\circ \text{C}; t_1 = 90^\circ \text{C}$$

$$p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} R T_0, p_0 \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$p_1 V_0 = \frac{m_1}{\mu} R T_1, p_1 = 70 \text{ кПа}$$

$$\frac{p_0}{p_1} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow \frac{m}{m_1} = \frac{T_0 \cdot p_1}{T_1 \cdot p_0}$$

$$\frac{m_1}{m} = \frac{300 \text{ K} \cdot 70 \text{ кПа}}{3,5 \text{ кПа} \cdot 363 \text{ K}} \approx 20 \cdot 0,826 \approx 16,5$$

$$m_1 = m + M, \text{ т.к. вся вода испарилась} \Rightarrow m_1 = 8 \text{ m}$$

$$3. \frac{m_1}{m} = 8; p_1 V_0 = \frac{8m}{\mu} R T_1, p_1 = \frac{8m R T_1}{\mu V_0}; V_0 = \frac{m R T_0}{\mu p_0}$$

$$p_1 = \frac{8m R T_1}{\mu \cdot \frac{m R T_0}{\mu p_0}} = \frac{8 T_1 \cdot p_0}{T_0} \quad \varphi = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}} \quad ; \quad p_{\text{нас}} = 70 \text{ кПа}$$

$$p_1 = \frac{8 \cdot 363 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ K}} = \frac{28 \text{ кПа} \cdot 121}{100} = 33,88 \text{ кПа}$$

$$3. \quad \varphi = \frac{33,88 \text{ кПа}}{70 \text{ кПа}} = 0,484 = 48,4 \%$$

$$p_x \cdot V_0 = \frac{m_x}{\mu} R T_x - \text{момент испарения всей воды}$$

$$m_x = 7 \text{ m} + m = 8 \text{ m}, \quad p_x \cdot \frac{m R T_0}{\mu p_0} = \frac{8m}{\mu} R T_x$$

$$p_x = \frac{8 p_0}{T_0} \cdot T_x - \text{график зависит } p_x - p_{\text{нас}} \text{ при } T_x$$

построим график $p_x(T_x)$ и найдем ~~$T_x = 27,3^\circ \text{C}$~~

$$k = \frac{8 p_0}{T_0} \quad ; \quad k = \frac{8 \cdot 3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ K}} \quad ; \quad k = \frac{8 p_0}{(t_0 + 273) \text{ K}} \quad ; \quad p_x t_0 + p_x \cdot 273 \text{ K} =$$

$$= 8 p_0 (t_x + 273 \text{ K}) \Rightarrow p_x t_0 + p_x \cdot 273 \text{ K} = 8 p_0 t_x + 273 \text{ K} \cdot 8 p_0$$



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!

пересечение с данной зависимостью - t^* .

$$p_{xTo} = \rho_o (t_x + 273K) \quad p_{xTo} = \rho_o t_x + 273K \cdot \rho_o$$

$$p_x = \frac{8 \cdot 3,5 \text{ кПа}}{300K} \cdot t_x + \frac{8 \cdot 3,5 \text{ кПа} \cdot 273K}{300K} = \frac{28 \text{ кПа}}{300K} \cdot t_x + \frac{28 \text{ кПа}}{300}$$

$$\cdot 273 = 0,09(3) \cdot \frac{\text{кПа}}{K} \cdot t_x + 25,48 \text{ кПа}$$

Построим прямую по точкам ~~100; 35~~ (100; 35) и

$$(20; 27). \quad t^* \approx 71^\circ\text{C}$$

Ответ: 1. 8 2. $t^* \approx 71^\circ\text{C}$ 3. $\varphi \approx 48,4\%$



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!

УЗ.

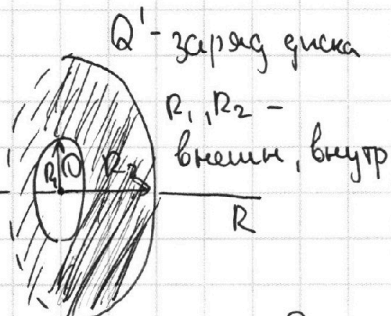
$Q = 3q$ - полный заряд

q - заряд после уменьш.

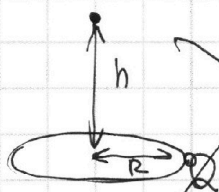
V_0, r - расстояние между гипотезами

$-3q \quad +3q$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_x^2}{2} + \varphi_{x+3q} - \varphi_{x+r} \cdot 3q$$



Посчитаем φ от ~~этого~~ кольца R :



$$d\varphi = k \frac{dQ}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

$$\varphi = k \frac{Q}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

Тогда $\varphi_{\text{кольца}}(x)$:

$$dQ = \rho \cdot 2\pi R dR \quad ; \quad \rho = \frac{Q'}{2\pi(R_2^2 - R_1^2)}$$

$$d\varphi = \frac{Q'}{2\pi(R_2^2 - R_1^2)} \cdot \frac{2\pi R dR}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\varphi = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q'}{R_2^2 - R_1^2} \cdot \frac{R dR}{\sqrt{x^2 + R^2}} = \frac{2Q'}{R_2^2 - R_1^2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{R dR}{2\sqrt{x^2 + R^2}} =$$

$$y = x^2 + R^2$$

$$\varphi = \frac{Q'}{R_2^2 - R_1^2} \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{\sqrt{y}}$$

$$dy = dR^2$$

$$R_1^2 = x^2 + y_1^2$$

$$- \sqrt{x^2 + R_1^2})$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_{r+3q} - \varphi_{r+3q} = 3q \left(\frac{2Q'}{R_2^2 - R_1^2} (\sqrt{r^2 + R_2^2} - \sqrt{r^2 + R_1^2}) - \sqrt{4r^2 + R_2^2} + \sqrt{4r^2 + R_1^2} \right)$$



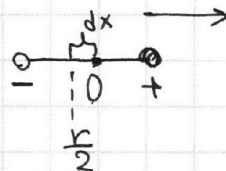
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!

$$\frac{mV_0^2}{6} = q(\varphi_{\frac{r}{2}-dx} - \varphi_{\frac{r}{2}+dx})$$



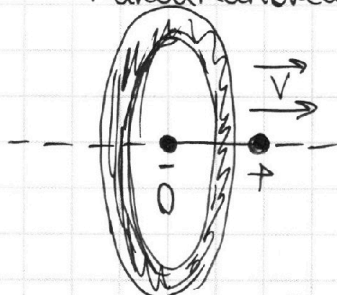
При уменьшении заряда:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_r^2}{2} + q\varphi_{\frac{r}{2}-dx} - q\varphi_{\frac{r}{2}+dx} \Rightarrow$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_r^2}{2} + \frac{mV_0^2}{3} \quad V_0^2 - \frac{V_0^2}{3} = V_r^2$$

$$V_r^2 = \frac{2}{3} V_0^2 \quad V_r = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \quad - \text{Ответ 1.}$$

Максимальная скорость:



$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{\max}^2}{2} + q \cdot \varphi_r$$

$$mV_0^2 = m(V_{\max}^2 + V_{\min}^2)$$

$$\begin{cases} 2V_0^2 = V_{\max}^2 + V_{\min}^2 \\ \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2} = V_r = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_0^2 \cdot 8}{3} = 2V_0^2 + 2V_{\max}V_{\min}$$

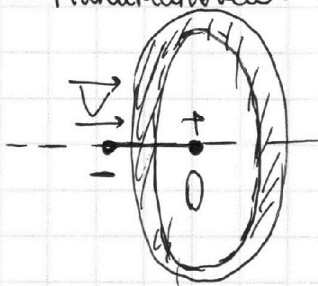
$$\frac{1}{3} V_0^2 = V_{\max} \cdot V_{\min} \Rightarrow \left(\frac{V_0^2}{3V_{\max}} \right) + V_{\max} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_0$$

$$V_0^2 + 3V_{\max}^2 - 2\sqrt{6} V_0 V_{\max} = 0$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 6 - 3 \cdot 4} = 12 V_0^2$$

$$\begin{cases} V_{\max} = \left(\frac{2\sqrt{6} \pm 2\sqrt{3}}{2} \right) V_0 = V_0 (\sqrt{6} + \sqrt{3}) \\ V_{\min} = V_0 (\sqrt{6} - \sqrt{3}) \end{cases} - \text{Ответ 2.}$$

Минимальная скорость:



$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{\min}^2}{2} + q \varphi_r$$



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!

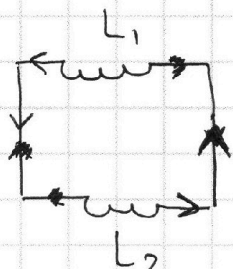
№4.

$$L_1 = 5L$$

$$n, S_1$$

$$B_0, \tau$$

$$L_2 = 8L$$



$$\mathcal{E}_{ind1} = -L_2 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_1 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{dB \cdot S_1 n}{dt} = L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

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

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

$$dB S_1 n = L_2 dI + L_1 dI \quad | \cdot dt$$

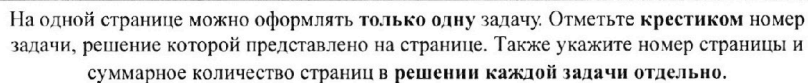
$$dB \cdot dt \cdot S_1 n = 13 L dq \quad q = \int \frac{S_1 n}{13 L} \cdot dB dt =$$

$$= \frac{S_1 n}{13 L} \cdot S_{mag \text{ гр.}} \quad S_{mag \text{ гр.}} = \left(\frac{B_0 \cdot \frac{3}{5} + B_0}{2} \right) \cdot \frac{3}{8} \tau +$$

$$+ \frac{2}{8} \tau \cdot B_0 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{8}{5} B_0 \cdot \frac{3}{8} \tau + \frac{3}{40} B_0 \cdot \tau = \frac{27}{40} B_0 \tau$$

$$q = \frac{S_1 n}{13 L} \cdot \frac{27}{40} B_0 \tau = \frac{27}{520} \frac{S_1 n B_0 \tau}{L}$$

Orbem 2: $q = \frac{27}{520} \frac{S_1 n B_0 \tau}{L}$



СТРАНИЦА

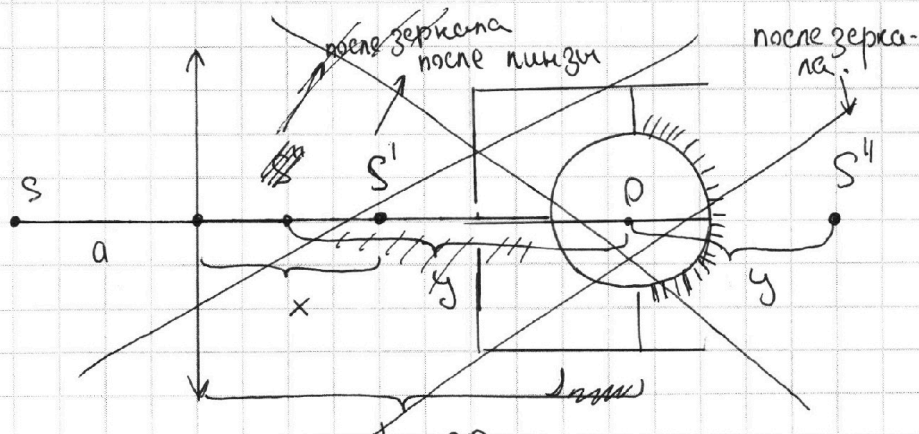
1 ИЗ 3

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!

25.

$$R_a = 4,5 R$$

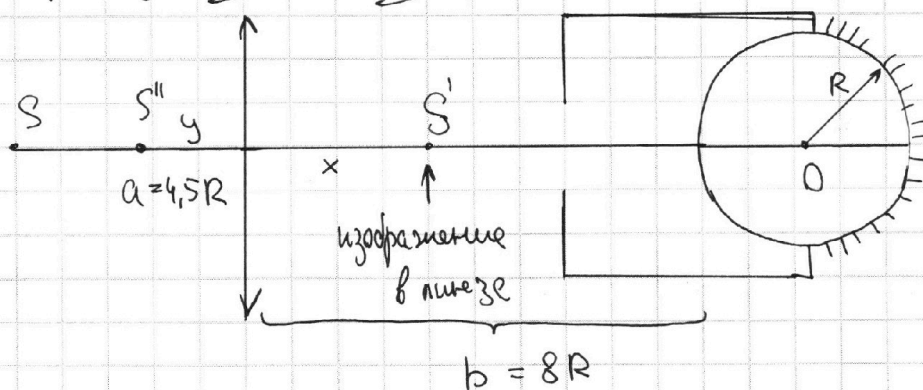
$$b \approx 8R$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}; \text{ gna zepnanc: } \frac{2}{R} = \frac{1}{b-x} + \frac{1}{y+R}$$

gna nutzen: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b-y+R} \Rightarrow R+b-y = x \Rightarrow b = x+y$
 $\frac{2}{R} = \frac{1}{y+R} - \frac{1}{y}$

~~$$\frac{2}{R} = \frac{1}{y-R} + \frac{1}{b+2R-x} ; \text{ gna Ansatz: } \frac{1}{F} =$$~~



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}.$$

Если изображение в зеркале будет (S'')

находясь слева от линзы, то расстояние от линзы до S'' тоже будет x . Справа: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{y}$



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 3

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!

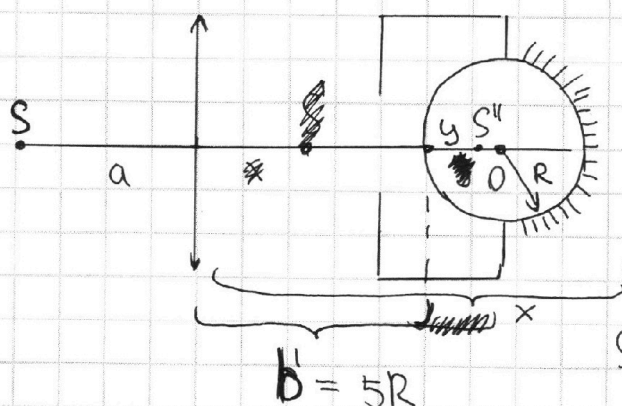
$$\Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{a} - \frac{1}{y} \Rightarrow x = -y \Rightarrow \text{Изображения}$$

S' и S'' совпадают, значит они находятся в фокусе зеркала: $\frac{2}{R} = \frac{1}{10R - x} \Rightarrow$

$$20R - 2x = R \Rightarrow 2x = 19R \quad x = 9,5R$$

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{4,5R} + \frac{1}{9,5R} \quad \frac{1}{F} = \frac{9,5R + 4,5R}{42,75R} = \frac{14}{42,75R}$$

$$F = \frac{42,75R}{14} \approx 3,05R$$



Аналогично 1 пункту

изображения ~~S''~~ S'' и S''' совпадут и наход. в S' -изображение в линзе S'' -изображение в

линзе с показателем n и R (центр шара).

S''' - изображение в зеркале.

$$\frac{1}{F_2} = (n-1) \frac{2}{R} - \text{фокус 1 части шара.}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x} \quad ; \quad (n-1) \left(\frac{2}{R} \right) = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad ; \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{7R - x - y}$$

$x = 9,5R$ из второго пункта;



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
3 из 3

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!

$$(n-1)\frac{2}{R} = -\frac{1}{x-5R} + \frac{1}{y} \quad ; \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{0,5R} \quad (\text{из правого нулика})$$
$$0,5R = 2R - y \quad y = 1,5R$$

$$(n-1)\frac{2}{R} = \frac{1}{1,5R} - \frac{1}{4,5R} \quad (n-1) \cdot 2 = \frac{4,5 - 1,5}{4,5 \cdot 1,5} = \frac{3}{4,5 \cdot 1,5}$$

$$n-1 = \frac{3}{4,5 \cdot 1,5} = \frac{1}{4,5} = \frac{2}{9}$$

$$n = \frac{2}{9} + 1 = \frac{11}{9} \approx 1,22$$

Ответ: 1. $F \approx 3,05R$

2. $n \approx 1,22 = 1\frac{2}{9}$



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 __

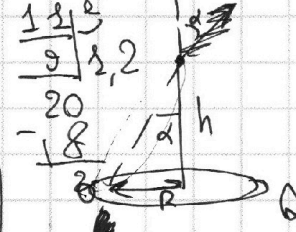
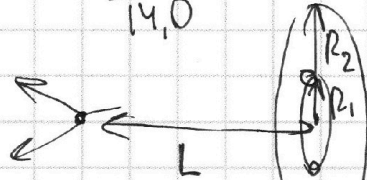
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} \times 0,5 \\ 4,5 \\ \hline 4,75 \\ + 380 \\ \hline 42,75 \\ - 1,7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 40 \\ \hline 520 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 0,5 \\ 4,5 \\ \hline 14,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,2 \\ 9 \\ \hline 20 \\ - 1,8 \\ \hline \end{array}$$

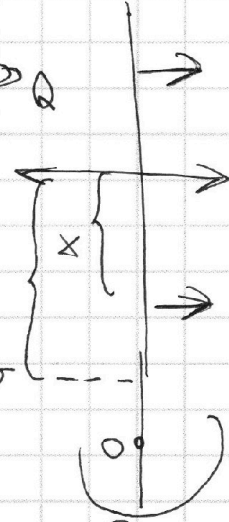


$$dE = k \frac{dq}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

$$dE = k \frac{dq}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

$$E = k \frac{Qh}{(h^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\varphi = k \frac{Q}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$



$$\begin{array}{r} 42,75 \mid 14 \\ 42 \\ \hline 0,75 \\ - 70 \\ \hline -50 \\ - 42 \\ \hline -92 \end{array}$$

$$(\sqrt{y})' = \frac{1}{2\sqrt{y}}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_r^2}{2} + q$$

$$V_{\min} \Delta V = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_r^2}{2} + q$$

$$V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} + \Delta V = V_{\max}$$

$$V_{\max} + V_{\min} = 2V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$(2V_0 \sqrt{\frac{2}{3}})^2$$

$$\frac{mV_{\min}^2}{2} + q\varphi_r = m + q\varphi_y$$

$$4\frac{V_0^2}{3} = \frac{8}{3}V_0^2 - 2V_0^2 = 2V_{\max}V_{\min}$$

$$\frac{2}{3}V_0^2 = V_{\max}V_{\min}$$

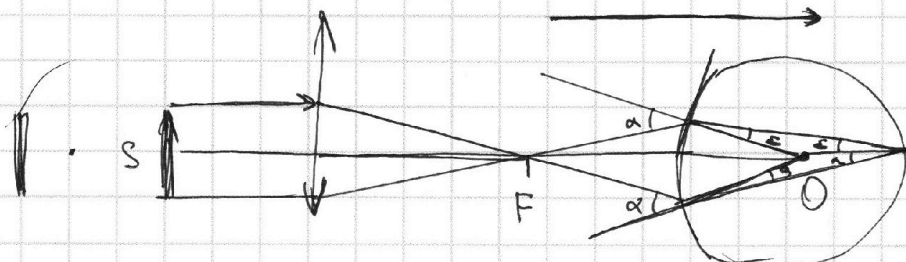
$$\frac{V_0^2}{3V_{\max}} + V_{\max} = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{V_0^2}{3} = V_{\max}V_{\min}$$

$$\frac{V_0^2 + 3V_{\max}^2}{3V_{\max}} = 2\sqrt{\frac{2}{3}}V_0$$

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

$$\frac{\pi}{N}$$



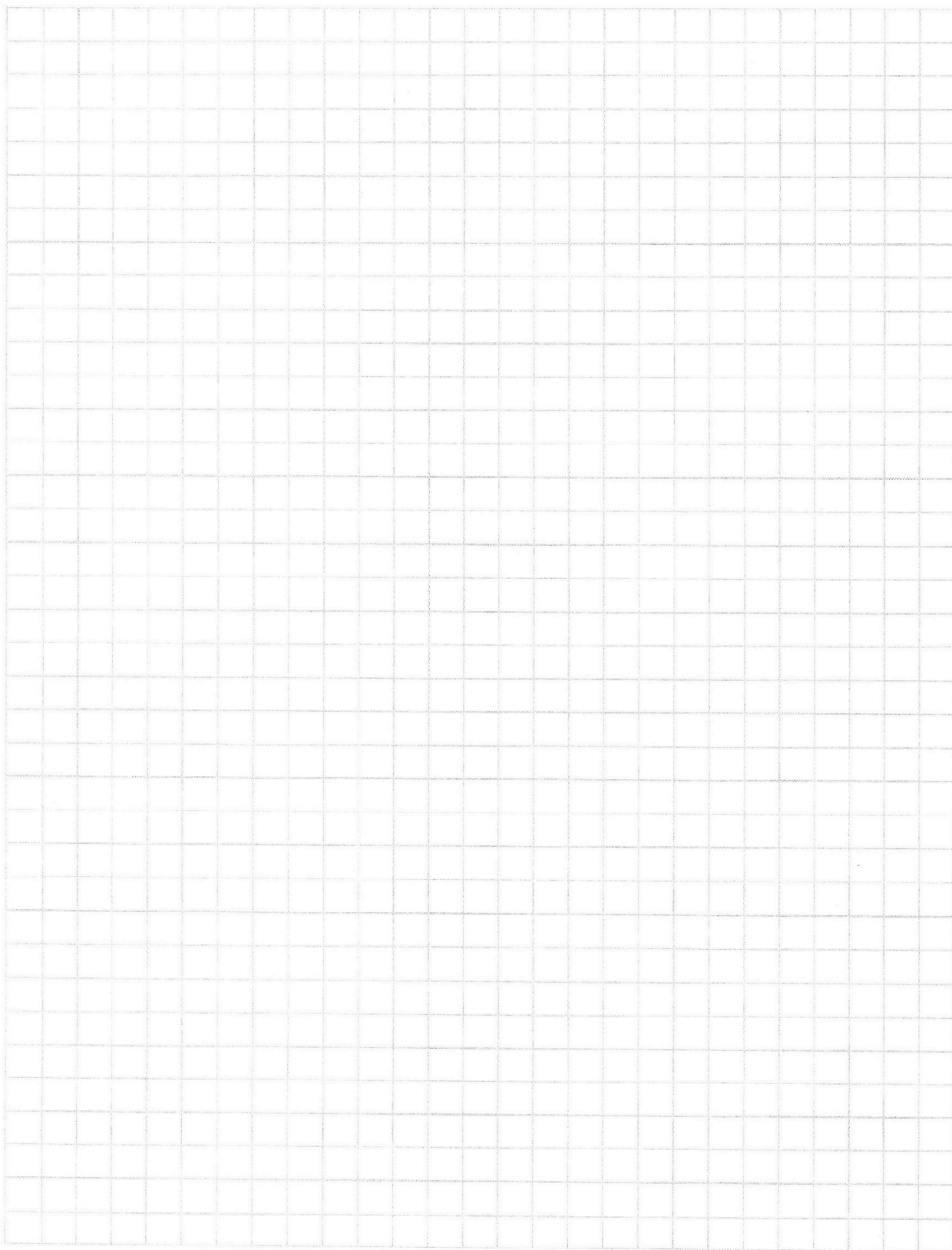


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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!

УЗ. $M = 4 \text{ кг}$

$m = 1 \text{ кг}$

$k = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$\mu = 0,4$

$\pi \approx 3$

$28 \text{ Па} \cdot 121$

$100 \cdot 70 \text{ Па} \cdot 10$

25

$x = x_0 \cdot \cos(\omega t)$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{M}}$

$1210 \mid 250$

$3000 \mid 0,484$

2100

-2000

$a = 0 \pm 500$

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

$t = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{M}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{200}{4}}} = \frac{\pi}{\sqrt{50}} = \frac{\pi}{5\sqrt{2}} = \frac{\pi}{5} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\pi\sqrt{2}}{5}$

$V = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}}$

$x_0 = -\frac{\mu g \pi \cdot M}{2k}$

$+ \frac{2}{\pi} = \cos \omega t$

$a = + \frac{k}{M} \cdot \frac{\mu g \pi M}{2k} = \frac{\mu g \pi}{2}$

$V =$

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

$t = 290^\circ \text{C}$

$p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} R T_0$

$p_1 V_0 = \frac{m_1}{\mu} R T$

$3,5 \text{ Па} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{T_0}{T}$

297

297



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!

УЗ.

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 3,5 \\ \hline 28,0 \end{array}$$

У4.

$$L_1 = 5L, n S, B_0$$

$$L_2 = 8L, \tau$$

$$-L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

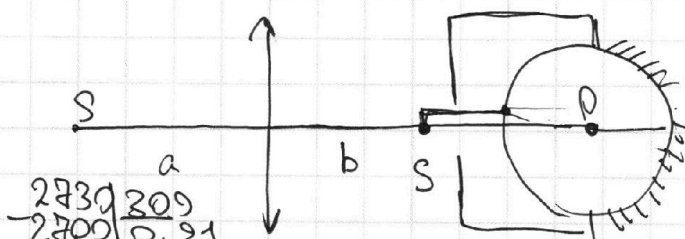
$$L_2 \Delta I = B_0 S n \quad I_0 = \frac{B_0 S n}{8L}$$

$$\Delta B S n = 5L \Delta I \quad \text{dBdt Sn} = 5L \Delta I$$

У5.

$$0,093(3)$$

$$R, S, a = 4,5R \quad b = 8R$$



$$\begin{array}{r} 2739 \cdot 209 \\ - 2700 \cdot 0,91 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{t}$$

$$\varphi = \frac{P}{P_{\text{max}}} P' = \dots$$

$$P_0 = \frac{P_0}{\mu} 1250 \quad 11:52$$

$$P'$$

$$\begin{array}{r} \times 121 \\ 28 \\ \hline 968 \\ + 242 \\ \hline \end{array}$$

$$3388$$

$$121$$

$$\begin{array}{r} 0,0933 \\ 20 \rightarrow \frac{273}{363} \\ \hline 18,68 \\ + 25,48 \\ \hline 44,16 \\ \hline \end{array}$$

$$\epsilon_{in} = - \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{\Delta t} = -5L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$- \frac{\Delta B S n}{\Delta t} = L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$4,3 \approx 12$$

$$\frac{12}{2} \approx 6$$

$$\begin{array}{r} 2800300 \\ - 2700000 \\ \hline 100300 \\ - 90000 \\ \hline 10300 \\ - 9000 \\ \hline 1300 \end{array}$$

$$\alpha = \beta n$$

$$\begin{array}{r} 960 \\ 726 \\ \hline 2340 \\ - 2178 \\ \hline 1620 \\ - 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2541 \\ \times 363 \\ \hline 8 \\ \hline 2904 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 18 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,8264 \times 28 \\ 20 \\ \hline \times 8,264 \times 252 \\ \hline 16,528 \end{array}$$