



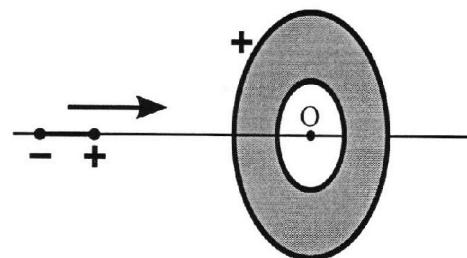
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

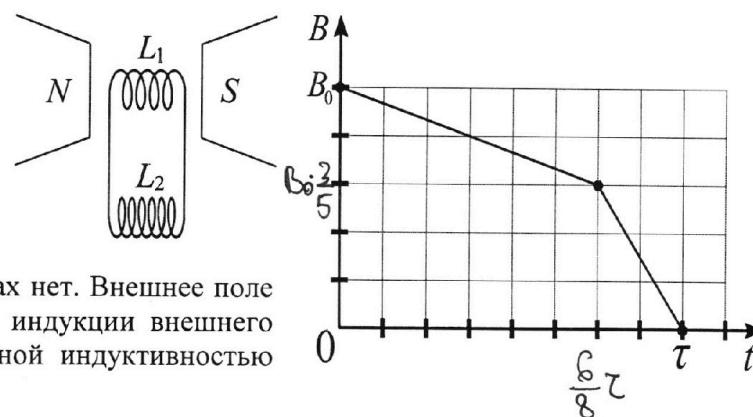
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

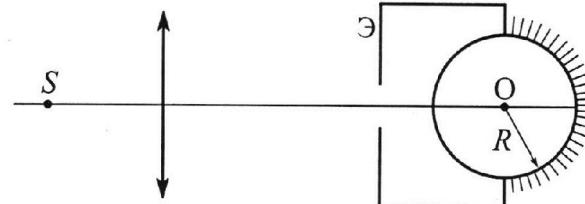
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



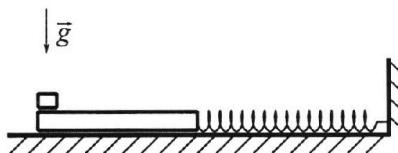
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 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.

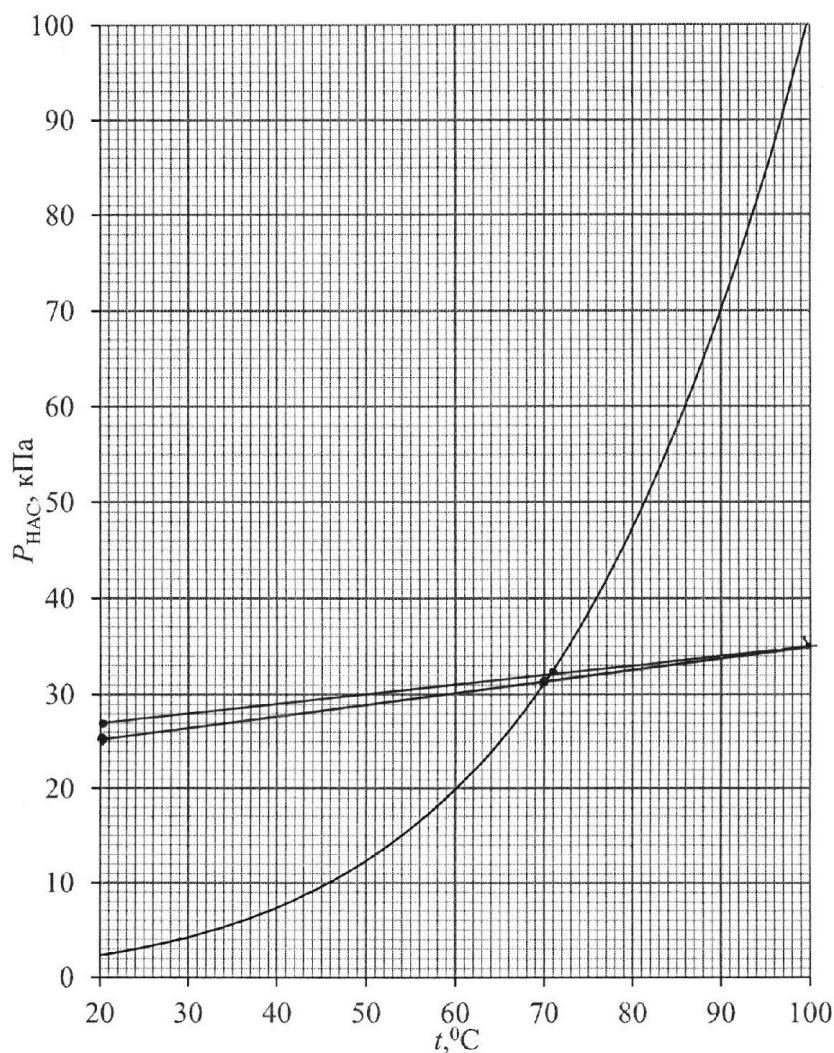


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °C. 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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

№ 3

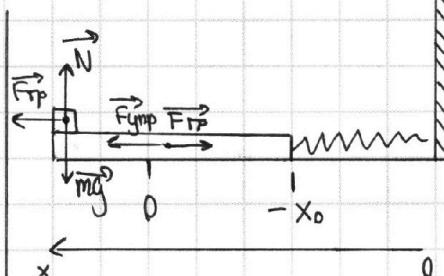
$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$



$$M \ddot{x} = -kx - F_{\text{тр}}$$

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

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

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

$$V = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}} t) = x' ; \text{аф - ускорение бруска}$$

$$a = -x_0 \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos(\sqrt{\frac{k}{M}} t) = x'' ; V_d - \text{скорость бруска}$$

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

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

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

$$\text{При } a_f = a : \mu g = \frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos(\sqrt{\frac{k}{M}} t) ; \cos(\sqrt{\frac{k}{M}} t) =$$

$$= \frac{2}{\pi} \Rightarrow x + \frac{\mu mg}{k} = -\frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{2}{\pi} \Rightarrow x = -\frac{\mu g M}{k} - \frac{\mu ms}{\pi} =$$

$$= -\frac{\mu g}{k} (M+m) \quad 1) |x| = \frac{0,4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ кг}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = 0,2 \text{ м}$$

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

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

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

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

$$V = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \quad 3) V = \frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3}{2} \cdot \sqrt{\frac{4 \text{ кг}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{2 \sqrt{5} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10} =$$



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!

$$= \frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1. $|x| = 0,2 \text{ м}$

2. $a_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3. $V = \frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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
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!

$$T_0 = (27 + 273)K = 300K$$

$M = 7m$ - масса воды

m - масса пара влаги

$$T_1 = (90 + 273)K = 363K$$

$$t_0 = 27^\circ C ; t_1 = 90^\circ C$$

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

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

~~$$\frac{p_0}{p_1} = \frac{m}{m_1} \cdot \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow \frac{m_1}{m} = \frac{T_0 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_0}$$~~

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

$m_1 = m + M$, при всей воде испаряется $\Rightarrow m_1 = 8m$

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

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

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

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

~~$p_{\text{нас}} \times V_0 = \frac{m}{\mu} R T_0$~~ - момент испарения всей воды

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

$$p_x = \frac{8 p_0}{T_0} \cdot T_x - \cancel{\text{предположим}} \quad p_x - p_{\text{нас}} \text{ при } T_x$$

настроим график $p_x(T_x)$ и найдем ~~$T_x = ?$~~

~~$$k = \frac{8 p_0}{T_0} \quad i \quad k = \frac{8 \cdot 3,5 \text{ кПа}}{(27 + 273)}$$~~

~~$$= 8 p_0 (T_x + 273K) \quad \Rightarrow \quad p_x T_0 + p_x \cdot 273K = 8 p_0 T_x + 273K$$~~

$$p_x T_0 + p_x \cdot 273K = 8 p_0 T_x + 273K$$



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

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^* .

$$p_x T_0 = 8 p_0 (t_x + 273k) \quad p_x T_0 = 8 p_0 t_x + 273k \cdot 8 p_0$$

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

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

Построим прямую по точкам ~~300; 35~~ (300; 35) и

(20; 27). $t^* \approx 75^\circ\text{C}$

Объем: 1. 8 2. $t^* \approx 75^\circ\text{C}$ 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

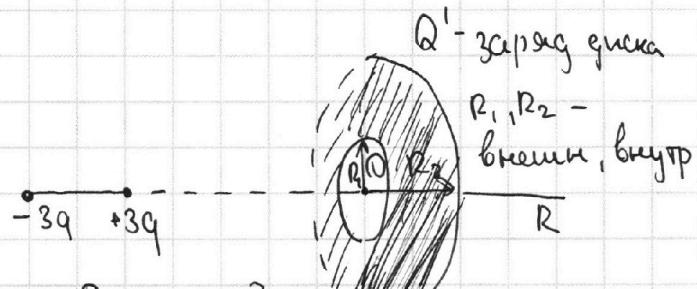
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№ 3.

$Q = 3q$ - начальный заряд

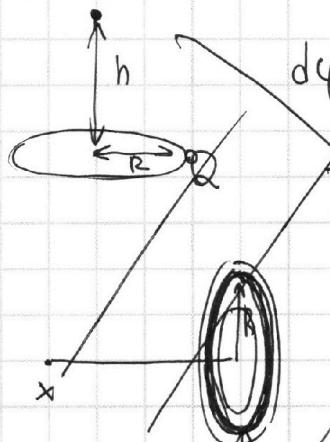
q - заряд после удаления.

V_0 , r - расстояние между центрами



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

Посчитаем ϕ от ~~около~~ кольца R :



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

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

то же

ϕ диска (x):

$$dQ = \rho \cdot 2\pi R dR$$

$$d\phi = \frac{Q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$d\phi = k \frac{dQ}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$dQ = \frac{Q_1}{\pi R_2^2 - \pi R_1^2} \cdot 2\pi R dR$$

$$d\phi = \frac{\pi(R_2 - R)(R_2 + R)}{x^2 + R^2} \cdot \frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2}$$

$$d\phi = \frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{R dR}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

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

$$dy = dR^2$$

$$dy = \sqrt{R^2 - y^2}$$

$$- \sqrt{x^2 + R^2}$$

$$\frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{\sqrt{y^2 - x^2}}$$

$$= \frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} \left(\sqrt{y_2} - \sqrt{y_1} \right)$$

$$= \frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} (\sqrt{x^2 + R_2^2} -$$

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

$$\frac{mV_0^2}{2} = \phi_r \cdot 3q - \phi_{x+r} \cdot 3q = 3q \left(\frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} \left(\sqrt{x^2 + R_2^2} - \sqrt{x^2 + R_1^2} \right) \right)$$

$$- \left(\sqrt{x^2 + R_2^2} + \sqrt{x^2 + R_1^2} \right)$$

$$= 3q \left(\frac{2Q_1}{R_2^2 - R_1^2} \left(\sqrt{x^2 + R_2^2} - \sqrt{x^2 + R_1^2} \right) \right)$$

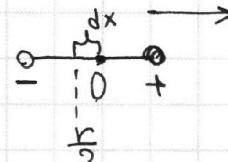
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$\frac{mV_0^2}{2} = q(\varphi_{\text{out}} - \varphi_{\text{in}})$$



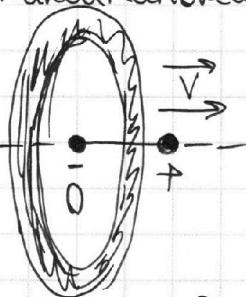
При \rightarrow уменьшении заряда:

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

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

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

Максимальная скорость:



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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} 2V_0^2 = V_{\max}^2 + V_{\min}^2 \\ \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2} = V_r = V_0\sqrt{\frac{2}{3}} \end{array} \right.$$

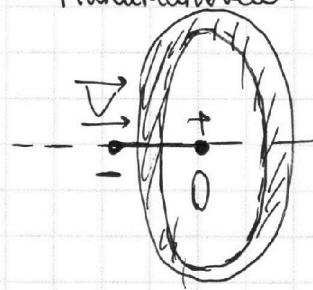
$$\Rightarrow \frac{V_0^2 \cdot 8}{3} = 2V_0^2 + 2V_{\max}V_{\min}$$

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

$$V_0^2 + 3V_{\max}^2 - 2\sqrt{6}V_0V_{\max} = 0 \quad D = \sqrt{4 \cdot 6 - 3 \cdot 4} = 12V_0^2$$

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

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.

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

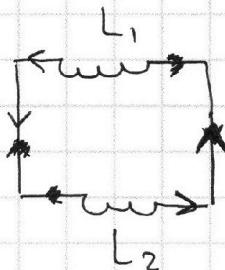
№4.

$$L_1 = 5L$$

$$n, S_1$$

$$B_0, \gamma$$

$$L_2 = 8L$$



$$\rightarrow E_{\text{ind}1} = -L_2 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L_1 \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{dBS_1n}{dt} = L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

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

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

$$dBS_1n = L_2 dI + L_1 dI \quad | \cdot dt$$

$$dBS_1n \cdot S_1 \cdot n = 13L dq \quad q = \int_{13L}^{S_1 n} dBS_1n =$$

$$= \frac{S_1 n}{13L} \cdot S_{\text{ног}} \text{ гриф.} \quad S_{\text{ног}} \text{ ГР} = \left(B_0 \cdot \frac{3}{5} + B_0 \right) \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{3}{2} +$$

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

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

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



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.

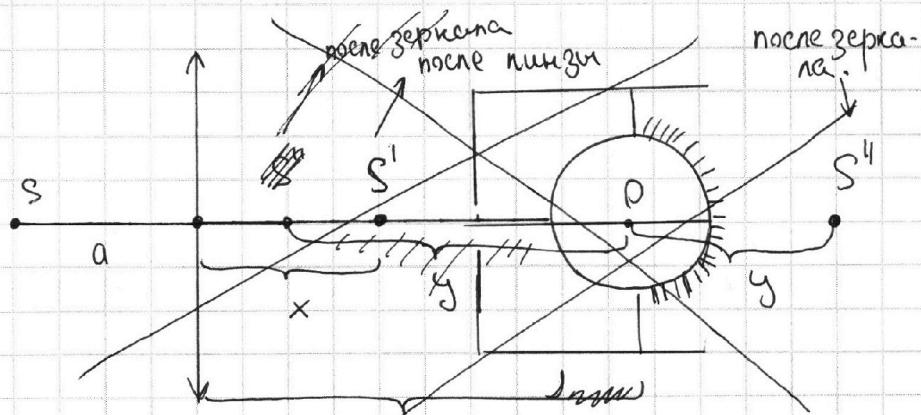
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

№ 5.

$$R, a = 4,5R$$

$$b = 8R$$

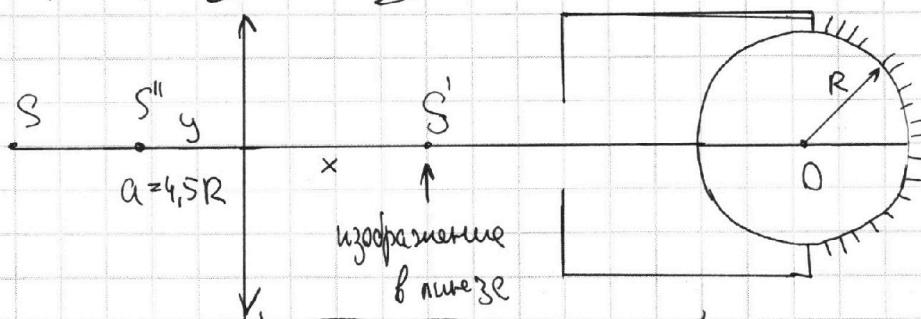


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}; \text{ для зеркала: } \frac{2}{R} = \frac{1}{b} - \frac{1}{y+R}$$

$$\text{для пинзы: } \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b-y+R} \Rightarrow R+b-y = x \Rightarrow b = x+y$$

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

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{y-R} + \frac{1}{b+2R-x}; \text{ для линзы: } \frac{1}{F} =$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x}. \text{ Если изображение в зеркале будет } (S'')$$

находиться сбоку от пинзы, то расстояние от пинзы 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.



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

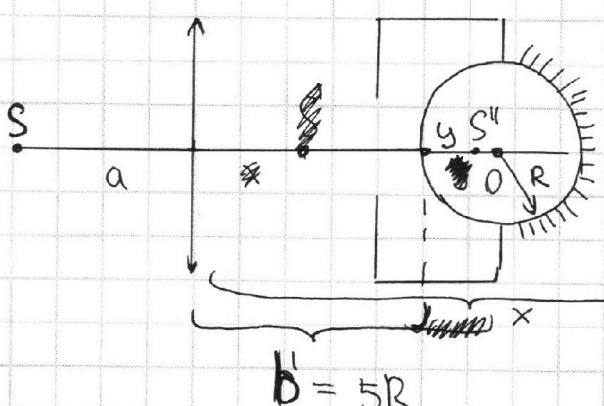
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

лине a с показателем n и R ($\frac{1}{n}$ часть шара).

S''' - изображение b зеркале.

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x} ; \cancel{\frac{(n-1)(\frac{2}{R})}{(n-1)(\frac{2}{R})}} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} ; \frac{2}{R} = \frac{1}{FR} ; \cancel{x-y}$$

$x = 9,5R$ из прошлого 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

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

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

$$n-1 = \frac{3}{4,5 \cdot 3} = \frac{1}{4,5} = \frac{10}{45} \quad n = \frac{2}{9} + 1 = \frac{11}{9} \approx 1,22$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$\begin{array}{l} \begin{array}{r} \times \frac{13}{40} \\ \times 9,5 \\ \hline 520 \end{array} \quad \begin{array}{r} + \frac{9,5}{4,5} \\ \hline 14,0 \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{121}{9} \\ - 20 \\ \hline 21 \end{array} \\ \begin{array}{l} R_2 \\ R_1 \end{array} \quad h \quad Q \end{array}$$

$$L$$

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

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

$$q = k \frac{Q}{\sqrt{h^2 + R^2}} \cdot 0$$

$$\begin{array}{l} \begin{array}{r} 42,75 \\ - 42 \\ \hline 0,75 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ 13,053 \\ \hline \end{array} \quad (2\sqrt{y})' = \frac{1}{2\sqrt{y}} \\ - 20 \quad m V_0^2 = \frac{m V_r^2}{2} + q \quad V_{min} \Delta V = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \\ \hline 0,50 \quad \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_n^2}{2} \quad V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} + \Delta V = V_{max} \\ 0,180 \quad (2V_0 \sqrt{\frac{2}{3}})^2 \quad V_{max} + V_{min} = 2V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \end{array}$$

$$\frac{m V_{min}^2 + q V_r}{2} = m + q y$$

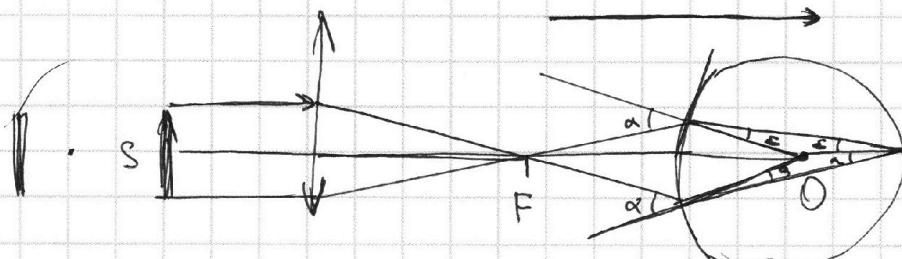
$$\frac{4V_0 \cdot 2}{3} = \frac{8}{3} V_0^2 - 2V_0^2 = 2V_{max} V_{min}$$

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

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

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

$$\frac{P}{N} =$$



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**.

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!

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**.

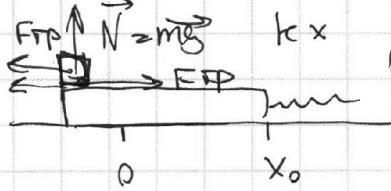


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

$$w.s. M = 4 \pi^2 r_2$$



$$Ma_1 = -kx + \mu mg$$

$$m = \frac{1}{3} r_2$$

$$mg = \mu mg$$

$$k = 200 \frac{N}{m}$$

$$a_1 = -\frac{kx}{M} + \frac{\mu mg}{M} = 0 \quad \frac{kx}{M}$$

$$\mu = 0,4$$

$$4$$

$$\pi \approx 3$$

$$\frac{28 \pi^2 a_1 \cdot 123}{100 \cdot 700 \pi^2 a_1 \cdot 10} a_2 = \mu g \quad \sqrt{d} = Vg$$

$$\frac{28}{250} = \frac{123}{1000} \cdot \frac{a_2}{a_1}$$

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi} =$$

$$\omega = 2 \pi T =$$

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

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

$$\frac{1230}{3000} \frac{250}{0,484}$$

$$V = -x_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}}t\right) \quad M\ddot{x} + kx + F_{IP} = 0$$

$$-\frac{2100}{2000}$$

$$a = -x_0 \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}}t\right) \quad \ddot{x} + \frac{k}{M}x + \frac{F_{IP}}{M} = 0$$

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

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}}t\right) = 0 \quad \frac{k}{M}(x + \frac{F_{IP}}{k})$$

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

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

$$\mu g = +\frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \frac{k}{M} \cdot \cos(\omega t)$$

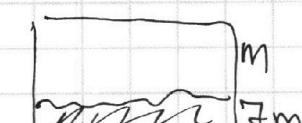
$$+\frac{2}{\pi} = \cos(\omega t)$$

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

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

$$V =$$

$$t_1 = 27^\circ C$$



$$t_2 = 29^\circ C$$

$$+\frac{270}{297}$$

$$P_0 V_0 = \frac{m}{\mu} R T_0$$

$$\frac{3,5 \text{ kPa}}{70 \text{ kPa}} = \frac{m}{m_1} \frac{T_0}{T}$$

$$P_1 V_0 = \frac{m_1}{\mu} R T$$

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

н3.

н4.

$$\frac{4 \cdot 5}{100} = \frac{20}{100}$$

$$\begin{array}{r} 0,0937 \\ 20 \end{array} \rightarrow \begin{array}{r} 273 \\ 90 \\ \hline 363 \end{array} \begin{array}{l} 9,37 \\ \cancel{1} \\ \cancel{2} \\ 18,68 \end{array}$$

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

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

$$L_2 = 8L, r, \# \begin{array}{r} 25,48 \\ 9,33 \end{array}$$

$$- L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0 \quad \Delta B \cdot S \cdot n = -5L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

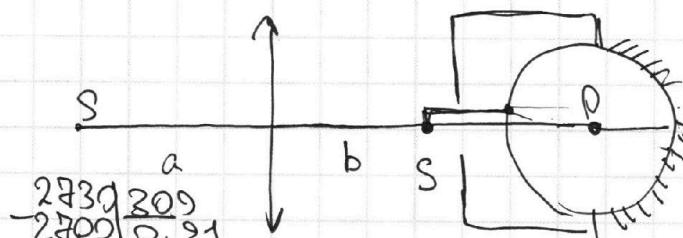
$$L_2 \Delta I = B_0 S n \quad I_0 = \frac{B_0 S n}{8L} \quad 4 \cdot 3 = 12$$

$$\Delta B S n = 5L \Delta I \quad dBdt S n = 5L \Delta I \quad \frac{12}{2} = 6$$

н5.

0,093(3)

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



$$\begin{array}{r} 2730 \\ - 2500 \\ \hline 230 \end{array} \begin{array}{r} 309 \\ 0,91 \end{array}$$

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

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

$$\psi = \frac{P}{P_{\text{max}}} \cdot P' = S'$$

$$P_0 = \frac{P_0}{\mu} R^2 \cdot \frac{1}{11:52}$$

$$P'$$

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

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{R}$$

$$28 \cdot 0,91$$

$$\frac{m}{S_0} = V_0$$

$$\begin{array}{r} 960 \\ - 726 \\ \hline 2340 \end{array} \begin{array}{r} 10 \\ 8 \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{r} 2541 \\ 8363 \\ \hline 2904 \end{array} \begin{array}{r} 31 \\ 363 \\ \hline 2178 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ - 14 \\ \hline 14527 \end{array} \begin{array}{r} 2 \\ 363 \\ \hline 14 \end{array} \begin{array}{r} 18 \\ 25 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 20 \\ \hline 8,264 \end{array} \begin{array}{r} 28 \\ 252 \\ \hline 2548 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 20 \\ \hline 8,264 \end{array} \begin{array}{r} 252 \\ 2548 \\ \hline 16,528 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 20 \\ \hline 8,264 \end{array} \begin{array}{r} 252 \\ 2548 \\ \hline 16,528 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 20 \\ \hline 8,264 \end{array} \begin{array}{r} 252 \\ 2548 \\ \hline 16,528 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 20 \\ \hline 8,264 \end{array} \begin{array}{r} 252 \\ 2548 \\ \hline 16,528 \end{array}$$