



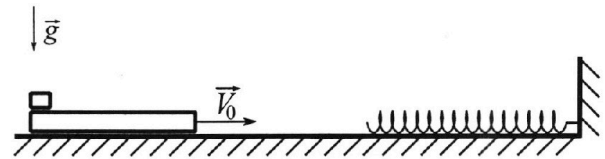
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

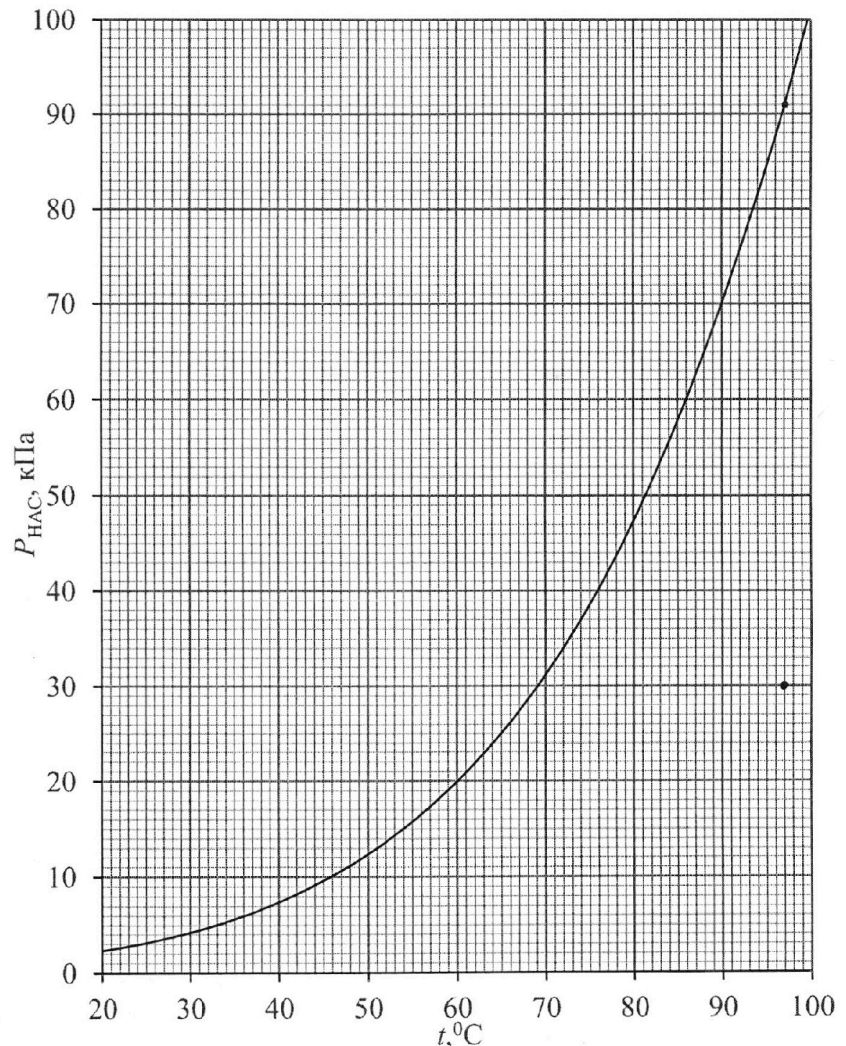


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





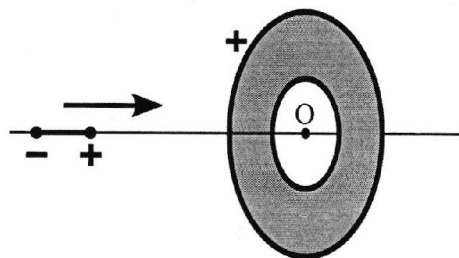
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



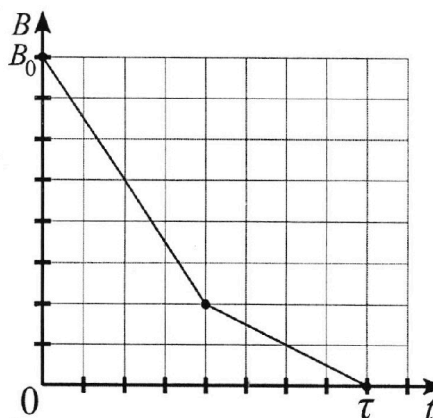
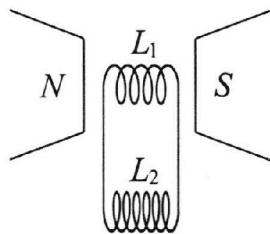
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



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

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

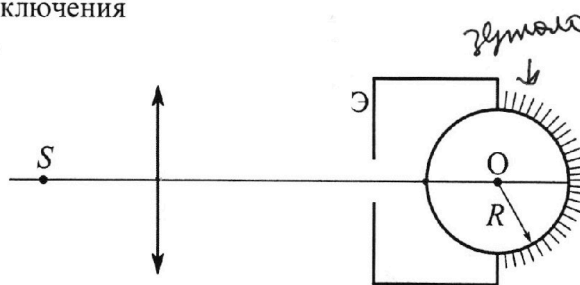
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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_1 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Дано:

$$M = 2 \text{ м}$$

$$m = 1 \text{ м}$$

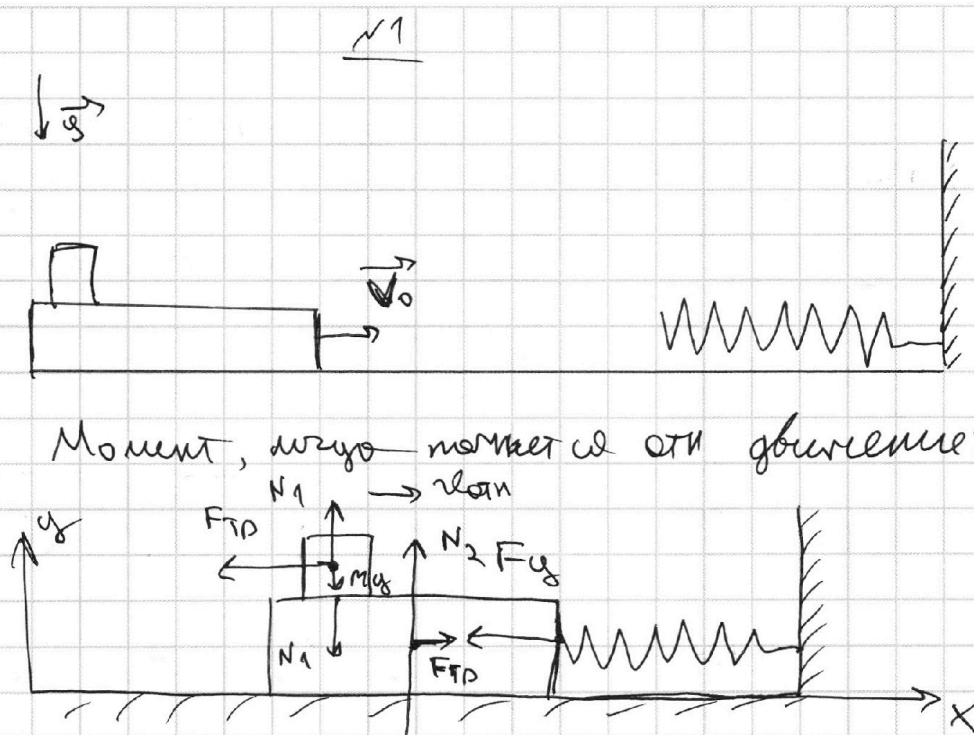
$$V_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\kappa = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\pi \approx 3$$

1) $\Delta x = ?$



Момент, когда начнется движение:

Момент, когда

только - только начнется движение только, но

$$F_{тр} = F_{упр}$$

II закон Ньютона для блока Δx : $-F_{тр} = m a_{\Delta x}$

для блока Δx : $+F_{тр} - F_{упр} = M a_{\Delta x}$

23II закон: $N_1 = mg$ (для блока).

$$F_{тр} = \mu N_1 = \mu mg$$

$$3\text{-й закон: } F_{упр} = \kappa \Delta x$$

Δx - модуль сжатия

Перейдем в СО земли (ИКСО).

по блоку действует сила инерции $F_{ин} = m a_g$

$$F_{ин} = m a_g$$

Движение будет: $m a_g \geq F_{тр}$

$$m a_g \geq \mu mg$$

$$a_g = \mu g$$



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 6

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 (целое)

$$\begin{cases} -F_{\text{пр}} = m a_{\text{ox}} \\ F_{\text{пр}} - F_g = M a_{\text{gx}} \end{cases}$$

Реша двигаться, но уравнение

целое $\Rightarrow$ в момент, когда

начнется относительное движение

$$a_x = - \frac{F_{\text{пр}}}{M}$$

В момент $a_{\text{ox}} = a_{\text{gx}} = a_x$

$$F_{\text{пр}} - F_g = -M \frac{F_{\text{пр}}}{m}$$

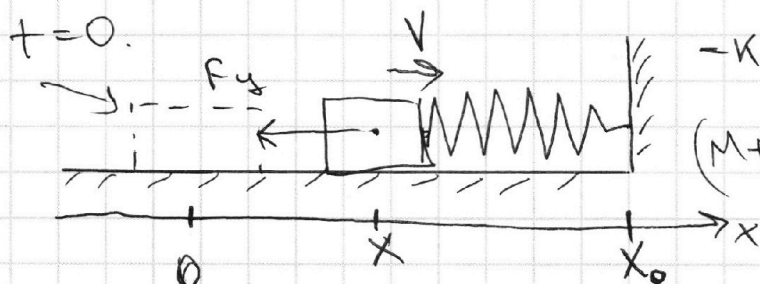
$$M m g \left(1 + \frac{M}{m}\right) = k \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{M m g}{k} \left(1 + \frac{M}{m}\right)$$

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{36} \cdot \left(1 + \frac{2}{1}\right) = \frac{3 \cdot 3}{36} \text{ (м)} = \frac{1}{4} \text{ м.}$$

$$\Delta x = 25 \text{ см}$$

2) Пока нет ст. движение будем считать тело свободным телом.

2) и: $-F_g = m a_x$



$$-k \Delta x = m a_x$$

$$(M + m) \ddot{x} + k x = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M + m} x = 0$$

$$\omega = \frac{k}{M + m}$$

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

период колебаний пружины.

уравнение гармонического колебания:

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi_0)$$

$$x(t=0) = A \sin \phi_0 = 0 \Rightarrow \phi_0 = 0$$



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
3 из 6

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 (ywoy)

$$x(t) = A \sin \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+m_1}}$$

$$x(\tau) = \Delta x = A \sin \omega \tau$$

$$\dot{x}(t) = v(t) = A \omega \cos(\omega t)$$

$$v(t=0) = v_0 = A \omega \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega}$$

$$\Delta x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega \tau$$

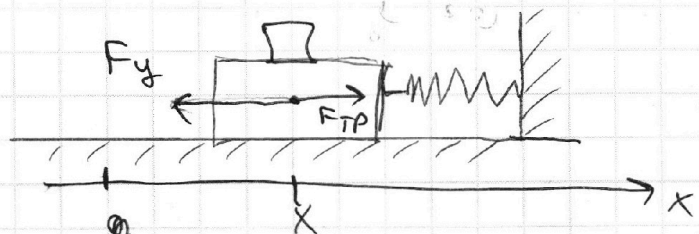
$$\sin \omega \tau = \frac{\Delta x \omega}{v_0} \rightarrow \tau = \frac{\arcsin\left(\frac{\Delta x \omega}{v_0}\right)}{\omega}$$

$$\tau = \frac{\arcsin\left(\frac{1}{4} \frac{\sqrt{36}}{\sqrt{3}-1}\right)}{\sqrt{36}} = \frac{\arcsin\left(\frac{6^3}{5042}\right)}{6}$$

$$\tau = \frac{\arcsin \frac{\sqrt{3}}{2}}{6} = \frac{\frac{\pi}{3}}{6} = \frac{\pi}{18} \approx \frac{3}{18} c = \frac{1}{6} c$$

$$\text{Ответ } \left(\tau = \frac{1}{6} c \right)$$

Рисунок составил по схеме:



$$F_{TP} - F_y = M \ddot{x}$$

$$M m g - k x = M \ddot{x}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x = \mu m g$$

$$\text{Пусть } \mu m g = \omega_1^2 x_1$$

$$\ddot{x} + \omega_1^2 x = \omega_1^2 x_1$$

$$\ddot{x} + \omega_1^2 (x - x_1) = 0. \quad \ddot{x} = \ddot{x} - \ddot{x}_1 \leftarrow = 0.$$



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
4 из 6

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!

$\sim 1 \text{ (мгю)}$

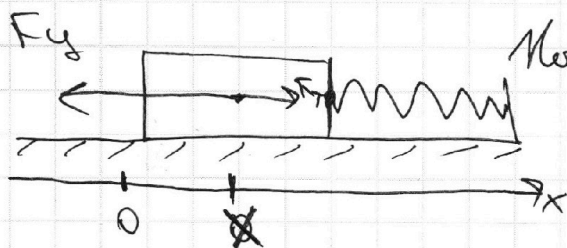
Пусть $y = (x - x_1)$ Тогда $\ddot{y} + \omega^2 y = 0$

$$y(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0)$$

$$x - x_1 = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0)$$

$$x = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0) + x_1$$

Для удобства примем $x=0$ за Δx .
 $t=0$ за β .



Когда начал. эти движ.

$$m g - k(x + \Delta x) = m \ddot{x}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}(x + \Delta x) = \mu g.$$

$$\omega_1^2 x_1 = \mu g$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}(x + \Delta x) - \omega_1^2 x_1 = 0.$$

$$\ddot{x} + \omega_1^2 (x + \Delta x - x_1) = 0.$$

$$\ddot{y} = \ddot{x} \Rightarrow \ddot{y} + \omega_1^2 y = 0,$$

$$y(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0)$$

$$x + \Delta x - x_1 = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0)$$

$$x(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \beta_0) + x_1 - \Delta x.$$

$$x(t=0) = 0 = A_1 \sin(\beta_0) + x_1 - \Delta x.$$



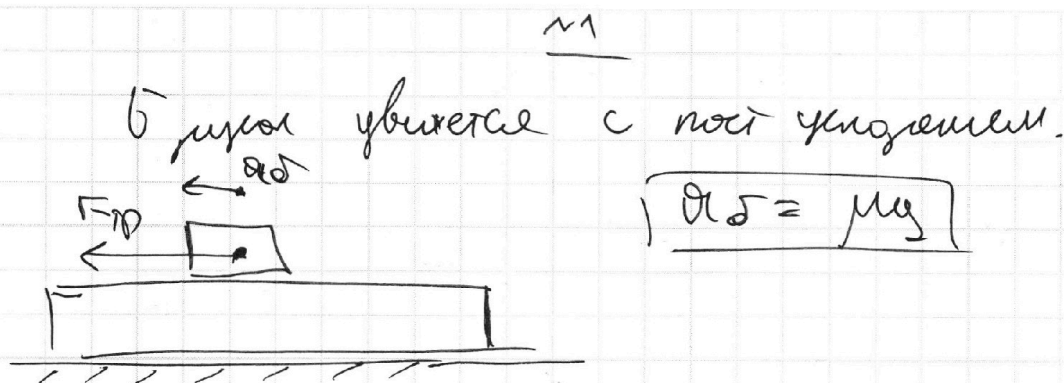
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

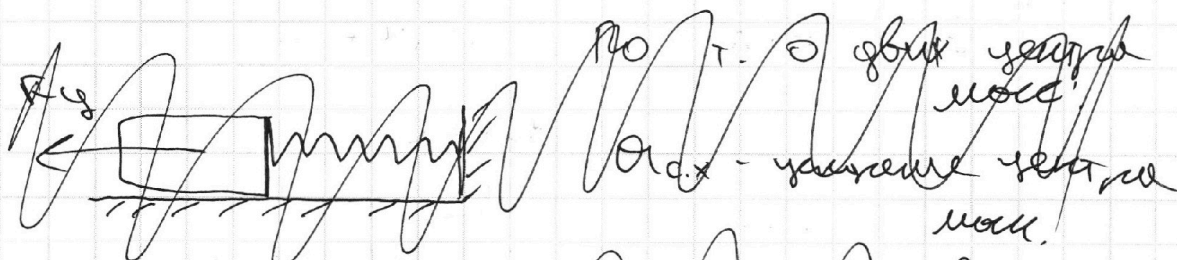
5 из 6

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!



$$u_x(t) = A_1 \omega_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_0) \quad \omega_1^2 = \frac{\kappa}{M}$$

$$a_x(t) = -A_1 \omega_1^2 \sin(\omega_1 t + \varphi_0)$$



$$T = \sqrt{\frac{M}{\kappa}} \cdot 2\pi$$

$$m \ddot{x} + \frac{\kappa}{M} (x + \Delta x) = \mu g$$

При макс. деформации $t_m = \frac{T}{4} + \tau = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{\kappa}} + \tau$

$$x_{\max} = A_1 + x_1 = \Delta x$$

$$\omega \left(\frac{T}{4} + \tau \right) + \varphi_0 = \frac{\pi}{2} = \sqrt{\frac{\kappa}{M}} \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{\kappa}} + \tau \right) + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{\sqrt{2}} \left(\frac{\pi \sqrt{2}}{2} + \frac{1}{6} \right) - \frac{\pi}{2} = \varphi_0$$

$$\frac{\pi}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{2} = \varphi_0 \quad \boxed{\varphi_0 = \frac{\sqrt{2}}{2}}$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 ИЗ 6

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!

$$u_x(t) = A_1 \omega_1 \cos(\omega_1 t + \frac{\sqrt{2}}{2})$$

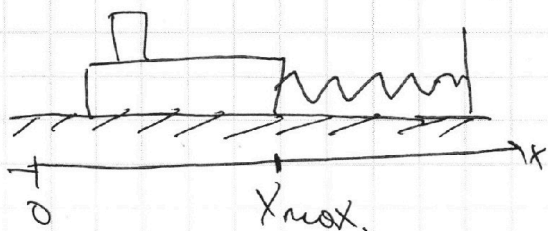
$$u_x(\frac{1}{4} + \pi) = A_1 \omega_1 \cos(\omega_1 (\frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{1}{6}) + \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0$$

$$A_1 \cdot \frac{6}{\sqrt{2}} (\frac{6}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{1}{6} \cdot \frac{6}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0$$

$$x(t) = A_1 \sin(\omega_1 t + \frac{\sqrt{2}}{2}) + x_1 = \Delta x.$$

$$u_x(t) = A_1 \omega_1 \cos(\omega_1 t + \frac{\sqrt{2}}{2})$$

$$a_x(t) = -A_1 \omega_1^2 \sin(\omega_1 t + \frac{\sqrt{2}}{2})$$



$$u_x(t_0) = 0.$$

$$\cos(\omega_1 t_0 + \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0$$

$$\frac{6}{\sqrt{2}} t_0 + \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3}{2}$$

$$t_0 = (\frac{3}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}) \frac{\sqrt{2}}{6} (c)$$

$$a_k = 0 \Rightarrow \sin(\omega_1 t_1 + \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0$$

$$\omega_1 t_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

$$t_1 = -\frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 6} = -\frac{1}{6} c$$

Ответ: 1) ~~1/6 c~~ 2) $T = \frac{1}{6} c.$

$$\Delta x = 25 cm$$



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 4

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!

$$t_0 = 87^\circ\text{C}$$

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

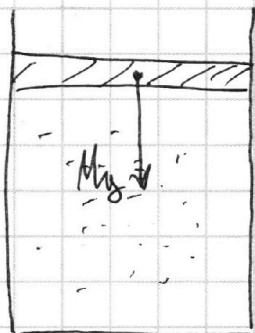
$$\beta_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$1) p_1 - ?$$

$$2) t' - ?$$

$$3) \frac{V}{V_0} - ?$$



$$T_0 = 87 + 273 = 370 (\text{K})$$

вдохный воздух.

$$p_0 = p_{c.b.} + p_a$$

Давление пол. поре
при температуре t_0 .

$$\text{из уравнения: } p_{n.n.} \approx 81 \text{ кПа.}$$

$$\beta_0 = \frac{p_1}{p_{n.n.}(t_0)} \Rightarrow p_1 = \beta_0 p_{n.n.}$$

$$p_1 = \frac{1}{3} \cdot 81 \text{ кПа.} \approx 30 \text{ кПа}$$

$$\text{Ответ: } p_1 = 30 \text{ кПа}$$

2) Медленное охлаждение.

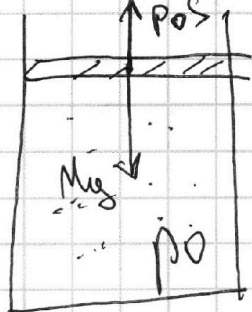
Угн-ме Мену.-Ван:

$$p_{c.b.} V_0 = V_{c.b.} R T_0$$

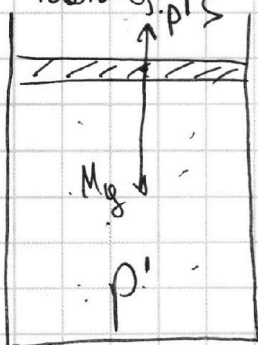
$$p_1 V_0 = V_n R T_0$$

$V_{c.b.}$ - кол-во сух. возд.

V_n - кол-во паров в паре.



$$t_0$$



$$t$$

$$23) \text{ по условию } p_0 = p_a, p_1' = p_a \Rightarrow p_1' = p_0$$

Давление не изменилось.

$$p' = p_{c.b.}' + p_a$$

$$p_{c.b.}' V = V_{c.b.} R T$$

$$p_2 V = V_n' R T$$

$$p' V = (V_{c.b.}' + V_n') R T = p_0 V$$

$$p_0 V_0 = (V_{c.b.} + V_n) R T_0$$



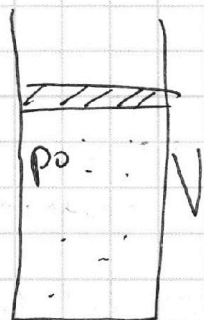
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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!

допустим пор не сжижилось:



$$p_0 V = (V_{сб} + V_n) R T_0$$

$$p_0 V_0 = (V_{сб} + V_n) R T_0$$

$$p_1 V_0 = V_n R T_0$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_0 = V_n R T_0 \\ p_2 V = V_n R T \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_1 V_0}{p_2 V} = \frac{T_0}{T}$$

$$p_2 = p_1 = 30 \text{ kPa} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_0}{T} \frac{V}{V_0} = 1.$$

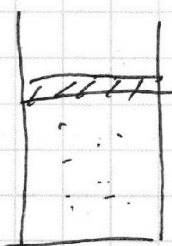
$p_{н.н} (t = 330^\circ \text{C}) \approx 5 \text{ kPa} \Rightarrow$ такого не может

быть. Пор тоже сжижилось.

Конечное давление газа: $p_2 = 5 \text{ kPa}$

Тогда $p_{сб}' = 105 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 100 \text{ kPa} = (p_0^* - p_2)$

Момент начала конденсации
 t^* .



$$p_0 = p_{сб}^* + p_n^*$$

$$p_n^* V^* = V_n R T^*$$

$$p_1 V_0 = V_n R T_0$$

$$p_{сб}^* V^* = V_{сб} R T^*$$

$$p_{сб} V_0 = V_{сб} R T_0$$

$$\frac{V^*}{V_0} = \frac{T^*}{T_0}$$

Применим к моменту конденсации.

$$\frac{p_n^*}{p_1} \frac{V^*}{V_0} = \frac{T^*}{T_0}$$

$$p_0 = \frac{V_n R T}{V} + \frac{V_{сб} R T}{V} = \frac{V R T}{V}$$

$$p_0 V_0 = V R T_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

~~Вот так~~



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 4

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 (приблизительно)

$$\frac{p_n^*}{p_1} = \frac{T^*}{T_0} \cdot \frac{V_0}{V^*} = 1. \quad | \quad p_n^* = p_1.$$

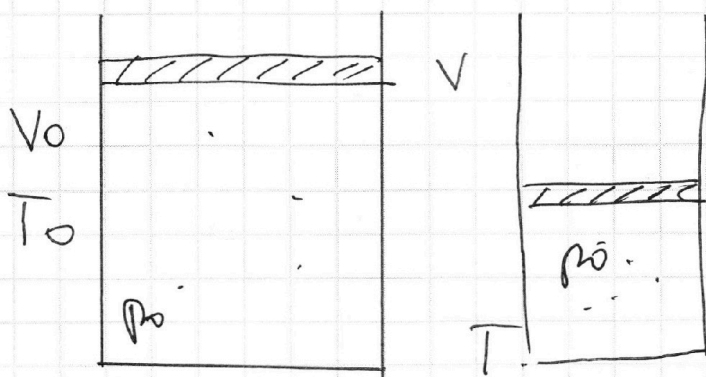
давление газа не меняется пока нет конденсации. $\Rightarrow p_n^* \approx 30 \text{ кПа} \approx \frac{91}{3} \text{ кПа}.$

То же количество будет, если $g = 1$

Получаем по условию задачи, когда

$$p_{n,n}(T^*) = p_n^* \quad | \quad t^* \approx 69^\circ\text{C}$$

3) ~~$\frac{V_0}{V} = \frac{T}{T_0}$~~



$$p_{c,b} V = p_{c,b} V_0 \frac{T}{T_0}$$

$$\left| \frac{V}{V_0} = \frac{p_{c,b}}{p_{c,b'}} \frac{T}{T_0} \right|$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{75}{100} \cdot \frac{306}{370}$$

$$p_2 = p_{n,n}(T) = 5 \text{ кПа}$$

$$p_{c,b} = 100 \text{ кПа}.$$

$$p_2 V = \nu n' R T$$

$$p_{c,b} V = \nu_{c,b} R T$$

$$p_1 V_0 = \nu_n R T_0$$

$$p_{c,b} V_0 = \nu_{c,b} R T_0$$

$$\nu_{c,b} R = \frac{p_{c,b} V_0}{T_0}$$

$$\frac{306}{370} = \frac{55.3}{37.5} \cdot \frac{51.3}{740}$$

$$\left| \frac{V}{V_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{51.3}{37.5} = \frac{459}{740} \right|$$

$$p_{c,b} = 105 - 30 (\text{кПа}) = 75 \text{ кПа}$$

$$T = (339 + 273) \text{ К} = 612 \text{ К}$$

$$\text{Ответ: 1) } p_1 = 30 \text{ кПа} \quad 2) t^* = 69^\circ\text{C}$$



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
4 из 4

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!

~~Решение~~

Ответ: 1) $p_1 = 30 \text{ кПа}$

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

3) $\frac{V}{V_0} = \frac{459}{740}$



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 ☐

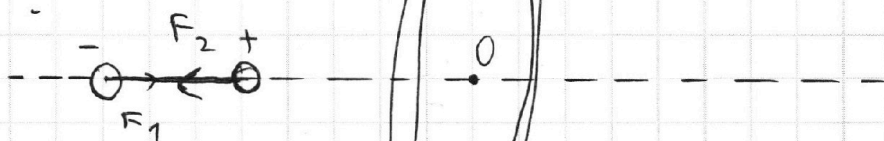
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

$$\frac{V_0}{|}$$

$$1) \frac{V_0}{2} = ?$$

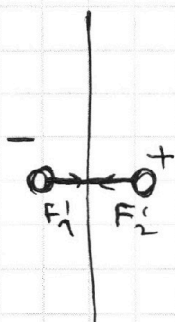
$$2) \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = ?$$



из симметрии

силы на заряды имеют направление вдоль ос. $|F_2| > |F_1| \Rightarrow$ заряд тормозится.

заряд пролетит через т.о.



$|F_1'| = |F_2'|$ при минимальном отклонении заряда

$F_1' > F_2'$ и заряд

точно пролетит. $\Rightarrow$

скорость $\rightarrow$ на ос. заряд пролетит через точку $\rightarrow$ по минимуму, или в центре заряда остановится. Тогда запишем ЗСЭ, заряд $\boxed{E_{\text{э}} = 0}$.

$$\left| \frac{mV_0^2}{2} = W_0 \right|$$

W_0 — потенциальная энергия заряда в центре заряда.

Запишем ЗСЭ, или $v_{\text{э}} = \frac{3}{2} V_0$. $\frac{mgV_0^2}{4 \cdot 2} = W_0 + \frac{mv_{\text{э}}^2}{2}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

$$\frac{m v_0^2}{4 \cdot 2} = \frac{4 m v_0^2}{4 \cdot 2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = \frac{9}{4} v_0^2 - \frac{4}{4} v_0^2 = \frac{5}{4} v_0^2$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$$

При движении $K + \Pi = \text{const.}$ $K = \frac{m v^2}{2}$

$$\Pi = W$$

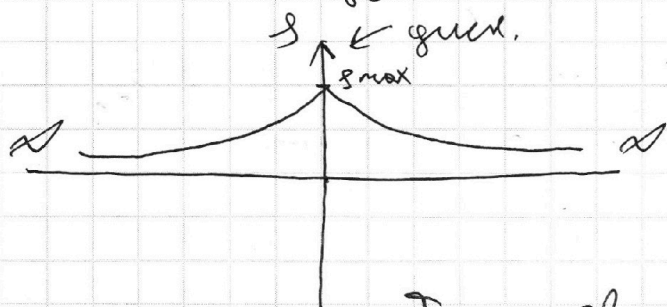
$$\frac{m v^2}{2} + W = \text{const.} \quad \text{Сл. } v \rightarrow \text{max, то } W \rightarrow \text{min.}$$

$$\text{Сл. } v \rightarrow \text{min, то } W \rightarrow \text{max.}$$

$W \sim \varphi$ (потенциал в гравитационном поле)

$\varphi \sim \frac{1}{r}$, r - расстояние от центра галактики.

Сл. $r \uparrow \Rightarrow \varphi \downarrow$. φ_{max} достигается в центре галактики. Тогда $W_{\text{max}} = W_0 \Rightarrow v_{\text{min}} = v_2$



$$\varphi_{\text{min}} = \varphi_{\infty} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\text{min}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{max}} = v_{\infty} = \frac{3}{2} v_0$$

$$\text{Тогда } \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = \frac{3 v_0 \cdot 2}{2 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} v_0} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3}{5} \sqrt{5}$$

$$\text{Ответ: } 1) v_2 = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0 \quad 2) \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3}{5} \sqrt{5}$$



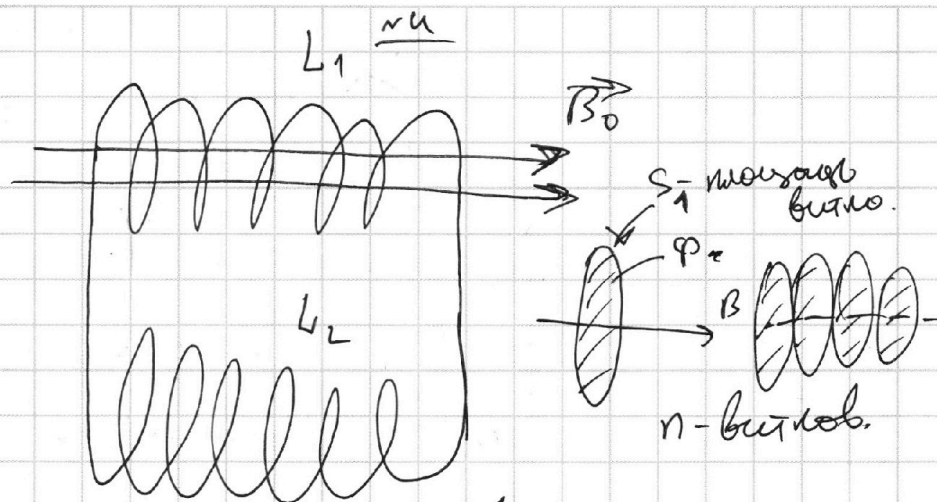
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 5

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!

$L_1 = L$
 n, S_1
 $B_0, L_2 = 3L$
 τ
 1) $I_0 = ?$
 2) $q = ?$



По правилу Липмана: $\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{em1} + \mathcal{E}_{i2} + \mathcal{E}_{em2} = I \cdot r$
 $r \approx 0 \Rightarrow I \cdot r \approx 0$. $\mathcal{E}_{i2} = 0$, т.к. внеш. поле
 через L_2 неск.

Поэтому $\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{em1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$. $\mathcal{E}_{em1} = -L_1 \dot{I} = -L_1 \frac{dI}{dt}$
 $\mathcal{E}_{em2} = -L_2 \dot{I} = -L_2 \frac{dI}{dt}$

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}_1 \cdot n = B S_1 n$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = S_1 n \frac{dB}{dt} \Rightarrow \mathcal{E}_{i1} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$-S_1 n \frac{dB}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$[-S_1 n dB + L_1 dI + L_2 dI = 0]$$

Продифференцируем данное выражение от $t=0$ до $t=\tau$

$$S_1 n (0 - B_0) + L_1 (I_0 - 0) + L_2 (I_0 - 0) = 0$$

$$(L_1 + L_2) I_0 = S_1 n B_0 \rightarrow I_0 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2}$$

① $I_0 = \frac{S_1 n B_0}{4L} \leftarrow \text{ответ.}$



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.



2



3



4



5



6



7



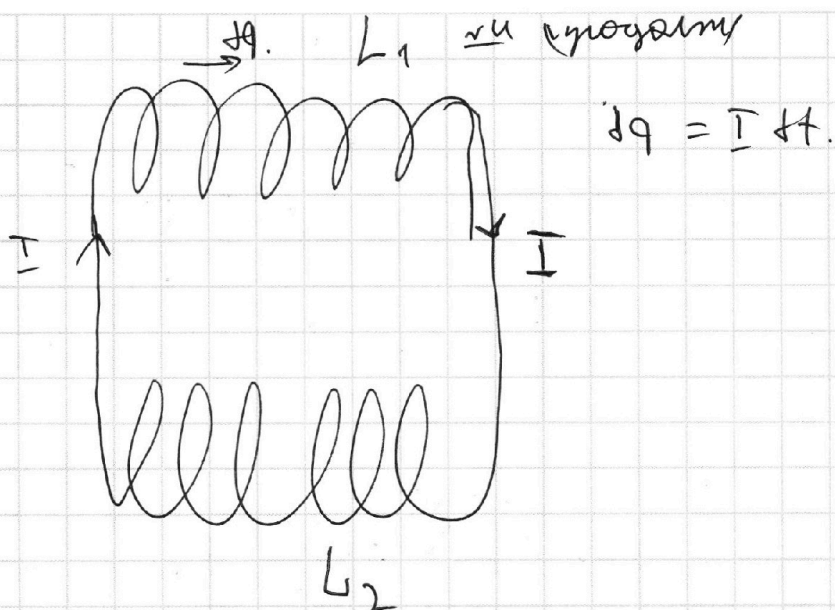
СТРАНИЦА

2 из 5

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

dq - малый
протекший
заряд

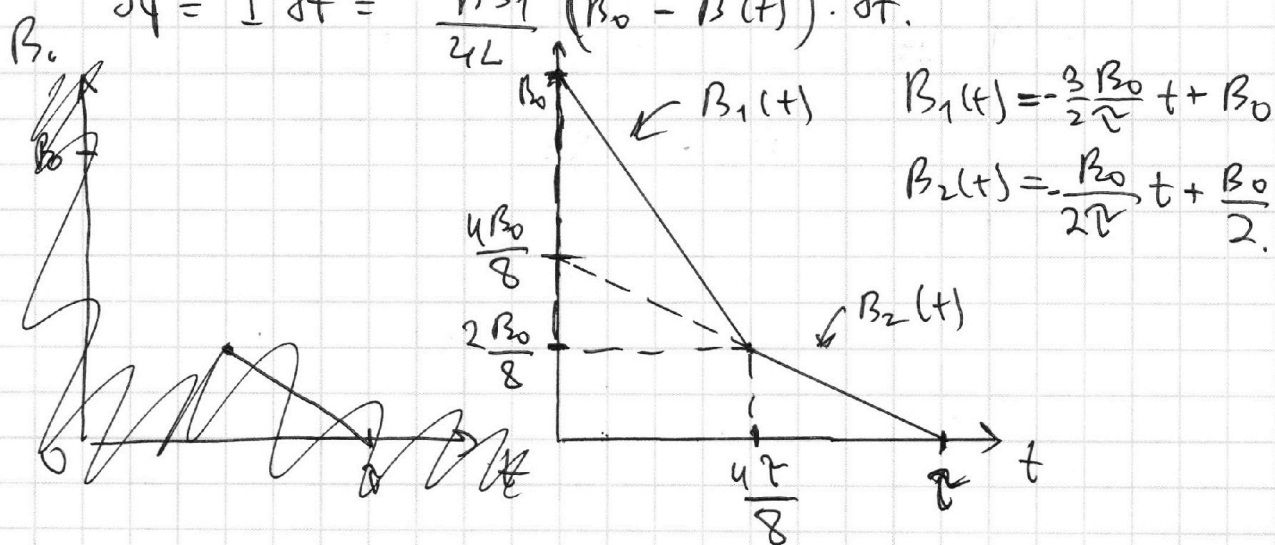


$$dI(L_1 + L_2) = -nS_1 dB \quad \text{Продифференцируем от } t=0 \text{ до } t.$$

$$(I(t) - 0)(L + 3L) = -nS_1(B(t) - B_0)$$

$$I(t) = \frac{nS_1(B_0 - B(t))}{4L}$$

$$dq = I dt = \frac{nS_1}{4L}(B_0 - B(t)) \cdot dt$$





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 5

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!

~ 40 продолжение

$$q = q_1 + q_2.$$

$$q_1 - \text{от } 0 \text{ до } \frac{\tau}{2}.$$

$$q_2 - \text{от } \frac{\tau}{2} \text{ до } \tau.$$

$$dq_1 = \frac{n S_1}{4L} (B_0 - B_1(t)) = \frac{n S_1}{4L} (B_0 + \frac{3}{2} \frac{B_0}{\tau} t + B_0) dt$$

$$dq_1 = \frac{n S_1}{4L} (2B_0 + \frac{3}{2} \frac{B_0}{\tau} t dt)$$

$$q_1 = \int_0^{\tau/2} dq_1 = \frac{n S_1}{4L} (2B_0 \int_0^{\tau/2} dt + \frac{3}{2} \frac{B_0}{\tau} \int_0^{\tau/2} t dt) =$$

$$= \frac{n S_1}{4L} (2B_0 \frac{\tau}{2} + \frac{3}{2} \frac{B_0}{\tau} \frac{\tau^2}{2 \cdot 4})$$

$$q_1 = \frac{n S_1}{4L} (B_0 \tau - \frac{3}{16} B_0 \tau) = \boxed{\frac{13 n S_1 B_0 \tau}{64 L}}$$

$$dq_2 = \frac{n S_1}{4L} (B_0 - \frac{B_0}{2\tau} t + \frac{B_0}{2}) dt = \frac{n S_1}{4L} (\frac{3}{2} B_0 - \frac{B_0}{2\tau} t) dt$$

$$q_2 = \frac{n S_1}{4L} (\frac{3}{2} B_0 \int_{\tau/2}^{\tau} dt - \frac{B_0}{2\tau} \int_{\tau/2}^{\tau} t dt)$$

$$q_2 = \frac{n S_1}{4L} (\frac{3}{2} \frac{B_0 \tau}{2} - \frac{B_0}{2\tau} (\frac{4\tau^2}{8} - \frac{\tau^2}{8}))$$

$$q_2 = \frac{n S_1}{4L} (\frac{12}{16} B_0 \tau - \frac{3}{16} B_0 \tau) = \boxed{\frac{9 n S_1 B_0 \tau}{64 L}}$$



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
4 ИЗ 5

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 (продол.)

$$q = q_1 + q_2 = \frac{13}{64} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} + \frac{8}{64} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} =$$
$$= \frac{21}{32} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} = \frac{11}{32} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L}$$

Отсюда: $I = \frac{S_1 n B_0}{4L} \Rightarrow q = \frac{11}{32} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L}$

$$q = q_1 + q_2$$

$$q_1 \text{ от } 0 \text{ до } \frac{\tau}{2}$$

$$q_2 \text{ от } \frac{\tau}{2} \text{ до } \tau$$

$$dq_1 = I dt (0; \tau)$$

$$dq_2 = I dt (\frac{\tau}{2}; \tau)$$

$$q_1 = \int_0^{\tau/2} dq_1$$

$$q_2 = \int_{\tau/2}^{\tau} dq_2$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

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!

~ч (пог)

$$dq_1 = \frac{n s_1}{4L} (B_0 - B_1(t)) dt = \frac{n s_1}{4L} (B_0 + \frac{3}{2} \frac{B_0 t}{\tau} - B_0) dt$$

$$dq_1 = \frac{n s_1}{4L} \frac{3}{2} \frac{B_0}{\tau} t dt$$

$$q_1 = \frac{3 n s_1 B_0}{8 L \tau} \int_0^{\tau/2} t dt = \frac{3}{8} \frac{n s_1 B_0}{L} \frac{\tau^2}{8}$$

$$q_1 = \frac{3}{64} \frac{n s_1 B_0 \tau}{L}$$

$$dq_2 = \frac{n s_1}{4L} (B_0 - B_2(t)) dt = \frac{n s_1}{4L} (B_0 + \frac{B_0 t}{2\tau} - \frac{B_0}{2}) dt$$

$$dq_2 = \frac{n s_1}{4L} (\frac{B_0}{2} + \frac{B_0 t}{2\tau}) dt$$

$$q_2 = \frac{n s_1}{4L} \left(\frac{B_0}{2} \left(\tau - \frac{\tau}{2} \right) + \frac{B_0}{2\tau} \left(\frac{\tau^2}{8} - \frac{\tau^2}{8} \right) \right)$$

$$q_2 = \frac{n s_1}{4L} \left(\frac{4 B_0 \tau}{16} + \frac{3 B_0 \tau}{2 \cdot 8} \right) = \frac{7 B_0 \tau}{16 \cdot 4 L} n s_1$$

$$q_2 = \frac{7 n s_1 B_0 \tau}{64 L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{10 n s_1 B_0 \tau}{64 L}$$

Given: $I_0 = \frac{s_1 n B_0}{4L}$

$$q = \frac{10}{64} \frac{n s_1 B_0 \tau}{L}$$

$$q = \frac{10 n s_1 B_0 \tau}{64 L}$$



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
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!

$$\alpha = 1,1R$$
$$\beta = 10,5R$$
$$\Delta = 5,5R$$

15 R - ?

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,1R} + \frac{1}{S_1}$$

$$\frac{1}{S_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,1R} = \frac{1,1R - F}{1,1R}$$

$$S_1 = \frac{1,1R}{0,2} = 11R$$

Р-но такой ширины.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\beta} + \frac{1}{S}$$

Чтобы конечное изображение

совпало с истинным
нужно, чтобы изображение
в (море-зеркале)

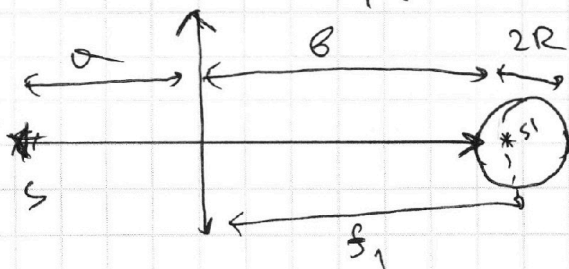
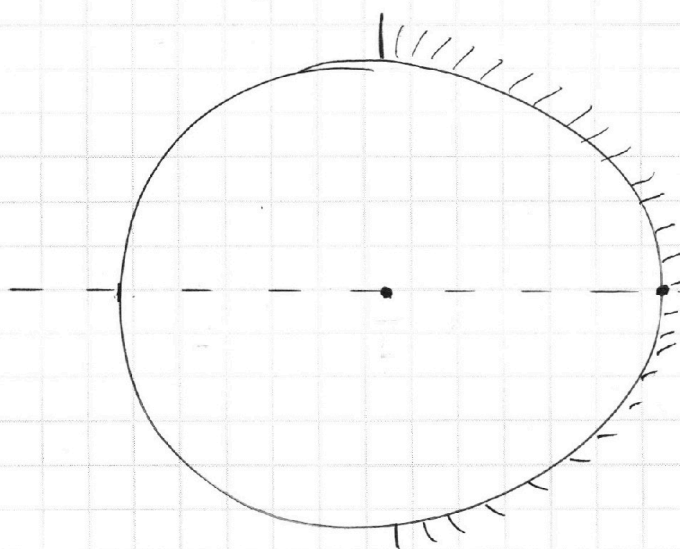
находилась на расстоянии
11R от линзы.

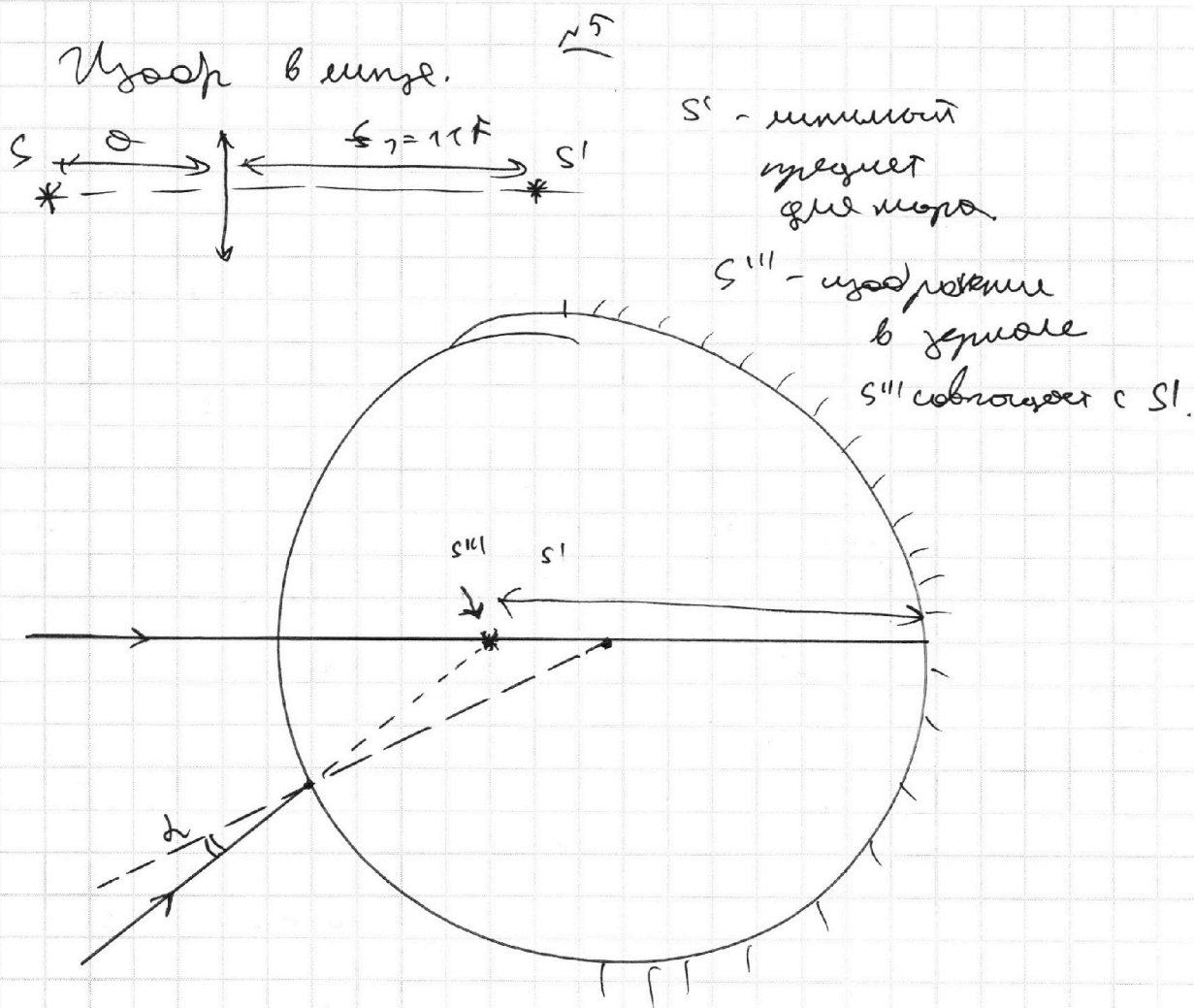
Для увеличенного зеркала
изображение будет р-но.

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{S} + \frac{1}{d}$$

$$d_2 = \beta + 2R - S_1$$

$$S_2 =$$







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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

