



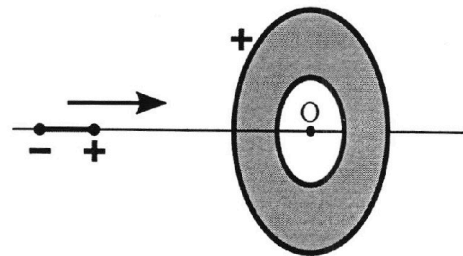
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

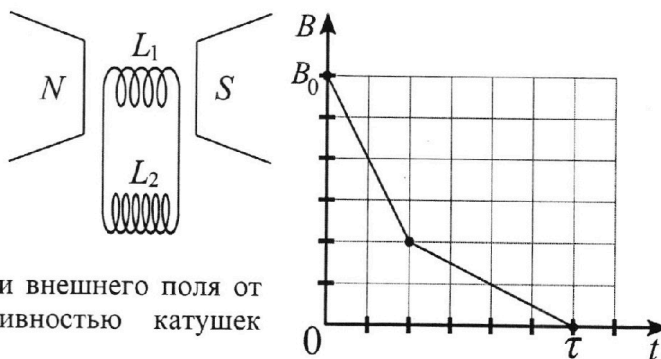


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



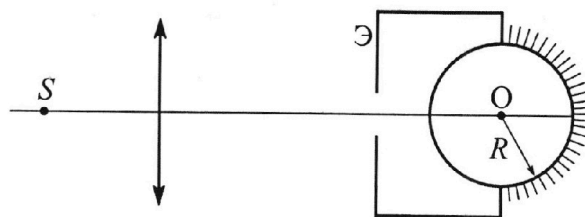
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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 $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение свет а от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



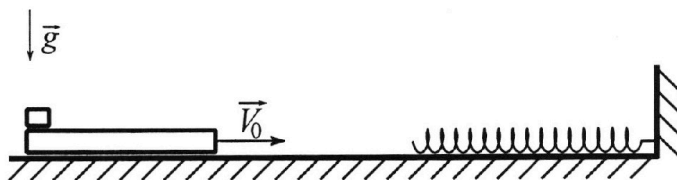
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

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 $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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.

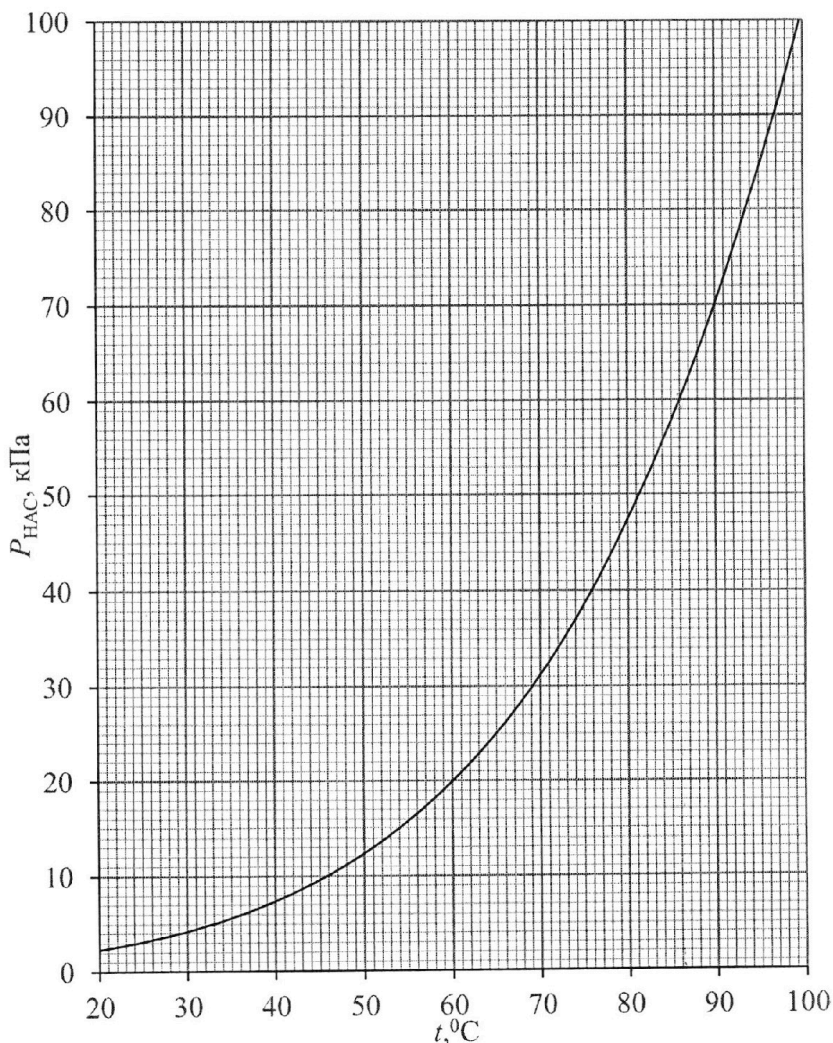


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °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 жидкой фазы 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.

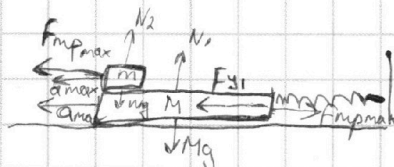
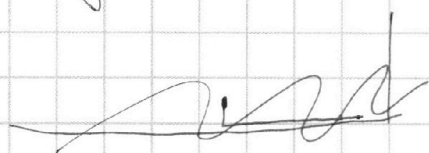
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

Задача 1



Максимальная сила трения, которая может действовать на маленький брусок $= \mu N_2 = \mu mg = F_{tr,max}$

На момент, ~~когда~~ после которого брусок начнет скатываться с доски.

$$ma_{max} = F_{tr,max} = \mu mg$$

$$a_{max} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g \text{ — при таком ускор.}$$

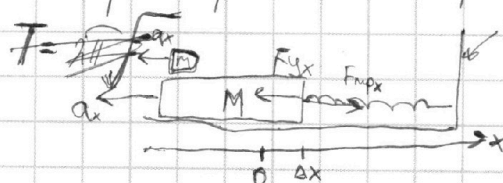
доска начнет отклоняться. $a_{max} = \frac{F_{y1} - F_{tr,max}}{M} = \frac{F_{y1} - \mu g m}{M} = \mu g$

$$\mu g M = F_{y1} - \mu g m$$

$$F_{y1} = k \Delta x_1 = \mu g (M - m)$$

1) Ответ: $\Delta x_1 = \frac{\mu g (M - m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 1}{27} = \frac{3}{27} = \frac{1}{9} \text{ м}$

Рассмотрим процесс как гармонич. колебание.



нуль пути пружины
отмечен на Δx

234 для доски: $M \ddot{\Delta x}$

$$M \ddot{\Delta x} = F_{yx} - F_{trpx}$$

$$M \ddot{\Delta x} =$$

F_{trpx}

$$M \ddot{\Delta x} = -k \Delta x + \mu m \ddot{\Delta x}$$

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

$$\ddot{\Delta x} = -\frac{k}{M+m} \Delta x \quad \frac{k}{M+m} = \omega^2$$

$$M \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} = -k \Delta x + \mu m \frac{d^2 \Delta x}{dt^2}$$

$$k \Delta x = -\frac{d^2 \Delta x}{dt^2} (m + M)$$

$$a_x = \ddot{\Delta x}$$

$$M \ddot{\Delta x} = F_{yx} + F_{trpx}$$

$$M \ddot{\Delta x} = F_{yx} + \mu m \ddot{\Delta x}$$

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



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!

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}} \quad - \text{период малых колеб.}$$

В

$$x(t) = A \sin(\omega t) = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right)$$

Найдём t при $x = \Delta x_1$

$$\Delta x_1 = A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right) = A \sin\left(\sqrt{\frac{27}{3}} t\right) = A \sin(3t) = \frac{1}{9} \text{ м}$$

A - максимальное значение пружины в нашем гармонич. колеб.

$$a(t) = -\sin(3t) \cdot A \cdot \omega^2 = -\sin(\omega t) \cdot A \cdot \omega^2$$

$$|a_{\max}| = \sin(3t) \cdot g A^2 = \omega g = -\sin(\omega t) \cdot \omega^2 A^2$$

$$\frac{\Delta x_1}{a_{\max}} = \frac{-1}{g A^2} \quad \frac{\Delta x_1}{a_{\max}} = \frac{A \sin(\omega t)}{-A \omega^2 \sin(\omega t)} = \frac{-1}{A \omega^2}$$

а

$$A = \frac{-a_{\max}}{\Delta x_1 \cdot \omega^2} = \frac{\omega g}{\Delta x_1 \cdot \frac{k}{M+m}} = \frac{3}{\frac{1}{9} \cdot \frac{27}{3}} = \frac{3}{1} \text{ м}$$

$$A \sin(\omega t) = \Delta x_1$$

$$\sin(\omega t) = \frac{\Delta x_1}{A} = \frac{1}{9 \cdot 3} = \frac{1}{27}$$

$$\sin(3t) = \frac{1}{27}$$

$$3t = \arcsin\left(\frac{1}{27}\right)$$

$$2) \text{ Ответ: } \rightarrow t = \frac{\arcsin\left(\frac{1}{27}\right)}{3}$$



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

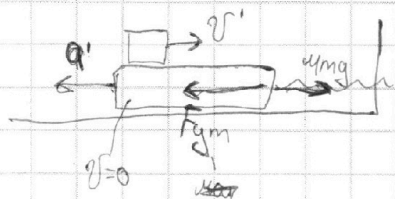


СТРАНИЦА

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!

3) После начала относ. движ. доски и бруска, брусок действует на доску с постоянной силой $F_{\text{тр max}} = \mu mg$



$$Ma' = F_{\text{тр}} - \mu mg$$

$$Ma' = k\Delta x_{\text{max}} - \mu mg$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{k\Delta x_{\text{max}}^2}{2}$$

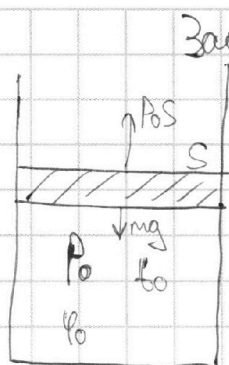


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Задача 2

$$1) \varphi_0 = \frac{P_1}{P_{H_2O}}$$

Ответ: $P_1 = \varphi_0 P_{H_2O} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$

2) Давление в цилиндре постоянно $= P_0$

$$P_0 S = mg$$

площадь поршня

Значит $\frac{V}{T} = \text{const} = \frac{V_1}{T_1}$ по м

~~это~~ - это верно до начала конденсации

Конденсация начнется когда пар станет насыщен.

~~Давление~~ Давление насыщенного пара $= P_1$ при $t^* = 76^\circ \text{C}$ Ответ: $76^\circ \text{C} = t^*$

3) ~~С момента начала конденсации парциальное давление пара не изменится и будет оставаться P_1 . Давление пар остается насыщен.~~

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T^*} \quad V_1 = \frac{T^*}{T_0} V_0 = \frac{349^\circ \text{K}}{359^\circ \text{K}} V_0$$

V_1 - объем содержимого в момент начала конденсации

При начале сжатия $P_{\text{пар}} = P_n = 10 \text{ кПа}$ - парс. давл. пара

$$\Rightarrow P_0 = P_0 - P_n = 150 - 10 = 140 \text{ кПа} \text{ - парс. давл. воздуха}$$

$$P = \frac{\nu R T}{V} \Rightarrow V = \frac{\nu R T}{P}$$

В начале сжатия: $P_{00} = P_0 - P_1 = 110 \text{ кПа} = \frac{\nu R T_0}{V_0} \Rightarrow V_0 = \frac{\nu R T_0}{P_{00}}$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{V}{V_0} = \frac{P_{00}}{P_0} = \frac{110}{140} = \frac{11}{14}$$

3) Ответ: $\frac{V}{V_0} = \frac{11}{14}$



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 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!

Задача 3

На ~~в каком~~ движении потенциал обоих шаров = 0
Потенциал поля диска на ~~бесконечной~~ далекой расстоянии = 0

Рассматриваем случай когда начальная скор. диска $> v_0$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \cancel{A_1} - A_0$$

m - масса диска

работа поля над зарядом

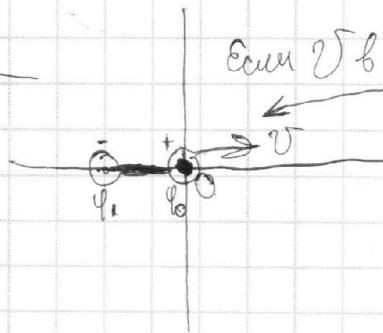
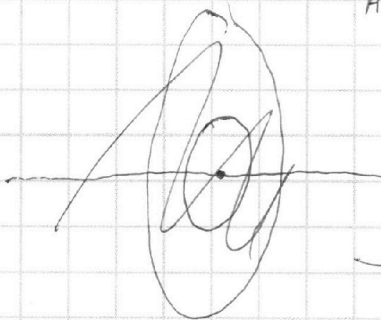
$$A_0 = A_1 + A_2$$

A_1 - работа поля над отриц. зар.
 A_2 - работа поля над полож. зар.

$$A_1 = -\varphi_1 q$$

$$A_2 = \varphi_0 q$$

φ_1 и φ_0 смотрим на рисунке ниже - это потенциалы поля диска в этих точках



Если $v > v_0$ этот момент ≥ 0 , то диск будет притягиваться

плоскость диска - плоскость нулевого потенциала поля диска, т.е. при движении по ней

~~в центре диска поле = 0~~

в центре диска поля нет

$$\frac{mv_0^2}{2} = -A_1 - A_2 = -\varphi_1 q$$

$$= -\varphi_0 q - \varphi_1 q = -q(\varphi_1 + \varphi_0)$$

$$-\varphi_1 + \varphi_0 = \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$\boxed{\varphi_0 - \varphi_1 = \frac{mv_0^2}{2q}} \quad (*)$$



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
☐

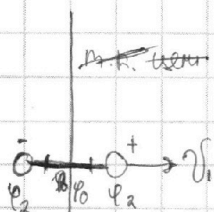
6
☐

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!

2) прелет центра через отв.



равны потенциалам, т.к.

точки равноудалены от диска

$$\cancel{m \cdot 4v_0^2} = \frac{m v_1^2}{2} + q_2 q - q_2 q = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$q_2 2v_0^2 = \frac{v_1^2}{2}$$

$$v_1^2 = 4v_0^2$$

$$v_1 = 2v_0$$

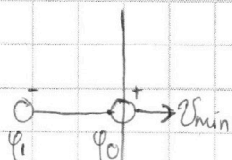
ме
-скл

1) Ответ: $v_1 = 2v_0$, т.к. суммарная

потенциальная энергия дисков на бесконечности и в
момент полета равны

(в процессе центровки)

2) Минимальная скорость в этот момент:



Максимальная в этот момент:

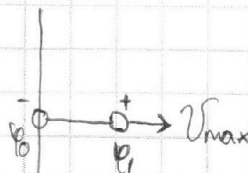
$$ЗЗЭ: -\varphi_1 q + \varphi_0 q + \frac{m v_{min}^2}{2} = -\varphi_0 q + \varphi_1 q + \frac{m v_{max}^2}{2}$$

$$q(\varphi_0 - \varphi_1) + \frac{m v_{min}^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_0) + \frac{m v_{max}^2}{2}$$

$$\frac{m}{2}(v_{max}^2 - v_{min}^2) = q(\varphi_0 - \varphi_1 + \varphi_0 - \varphi_1) = 2q(\varphi_0 - \varphi_1) = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{v_{max}^2 - v_{min}^2}{2} = v_0^2$$

$$v_{max}^2 - v_{min}^2 = 2v_0^2$$





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
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!

$$\text{Найдём } V_{\min}: \frac{m \cdot 4V_0^2}{2} = -q_1 q + q_0 q + \frac{m V_{\min}^2}{2} = q(q_0 - q_1) + \frac{m V_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{4mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{\min}^2}{2} \quad \frac{mV_0^2}{2} \quad (из 4)$$

$$3mV_0^2 = mV_{\min}^2$$

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

$$V_{\min} = \sqrt{3} V_0$$

$$V_{\max}^2 - V_{\min}^2 = 2V_0^2$$

$$V_{\max}^2 = 2V_0^2 + 3V_0^2 = 5V_0^2$$

$$V_{\max} = \sqrt{5} V_0$$

$$2) \text{ Ответ: } V_{\max} - V_{\min} = V_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

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!

Задача 4

Суммарный поток через две катушки сохранился

$$\Phi_0 = n B_0 S_1 = L_1 I_0 + L_2 I_0 = (L_1 + L_2) I_0 = 5L I_0$$

1) Ответ: $I_0 = \frac{n B_0 S_1}{5L}$ - общий ток через катушки в конце выключения

по Кирхгофу: $\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$
 $\Rightarrow d\Phi_1 + d\Phi_2 = 0$

м.к. $\frac{d\Phi_1}{dt} = -\mathcal{E}_1$
 $\frac{d\Phi_2}{dt} = -\mathcal{E}_2$

2) $\Phi_0 = n B_0 S_1 = B S_1 + \Phi_1 + \Phi_2 = B S_1 + L I = \text{const}$

по току $\Rightarrow n \frac{dB}{dt} S_1 = - \frac{dI}{dt} \cdot 5L \quad | \cdot dt$

$$dB S_1 n = - dI \cdot 5L \Rightarrow dB \cdot S_1 = - dI \cdot 5L$$

$$\frac{dB}{dt} S_1 = - \frac{dI}{dt} \cdot 5L$$

$\frac{dB}{dt} S_1 = \frac{dq}{dt} \cdot \frac{1}{L}$

$$n \frac{dB}{dt} S_1 = - \frac{dI}{dt} \cdot 5L$$

$$n dB S_1 = - dI \cdot 5L$$

q - заряд, прошедший через L_1

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{n S_1}{5L} \frac{dB}{dt} = \frac{n S_1}{5L} \cdot \frac{2 B_0}{3 \tau} = \frac{n S_1}{5L} \cdot \frac{2 \cdot 3 B_0}{3 \tau} = \frac{n S_1}{5L} \cdot \frac{2 B_0}{\tau} = \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L \tau}$$

- для графика $\alpha [0; \frac{1}{3} \tau]$

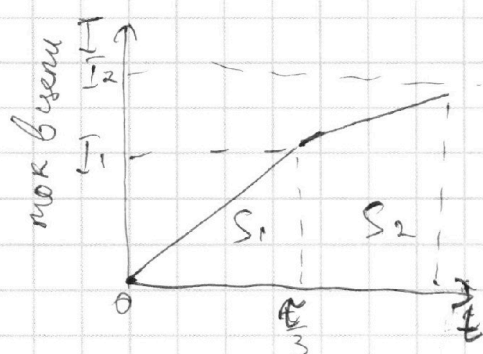


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Delta q_1 = S_1 \quad \Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2$$

$$\text{коэф у нас константа} = \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L \tau}$$

$$\bar{I} = t \cdot \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L \tau}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \bar{I}_1 \cdot \frac{\tau}{3} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L \tau} =$$

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

$$\Delta q_2 = S_2 = \frac{\bar{I}_2 + \bar{I}_1}{2} \cdot \frac{\tau}{2}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L}$$

$$\frac{\bar{I}_1 + \bar{I}_2}{2} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{\frac{1}{3} \bar{I}_1 + \frac{2}{5} \frac{n S_1 B_0}{L}}{2} \cdot \frac{\tau}{2} = \Delta q_2$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{2 n S_1 B_0}{5 L} \left(1 + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{\tau}{2} +$$

$$+ \frac{1}{5} \frac{n S_1 B_0}{L} \cdot \frac{\tau}{2}$$

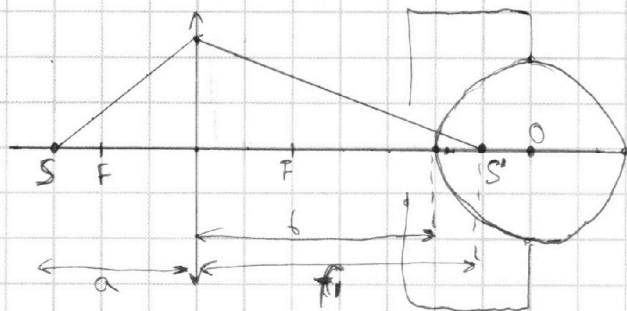


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
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!

Задача 5



Для узкой линзы:

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

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{3F - 2F}{3F^2} = \frac{3 - 2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

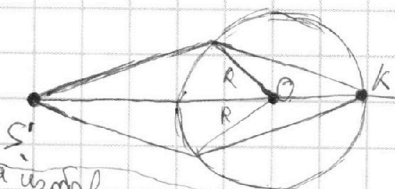
$f_1 = 3F$ - расст от линзы до изобр источника в линзе

Если положение изображения не зависит от показателя преломления шара, то

это значит, что лучи входят в шар перпендикулярно его поверхности и проходят через центр
 $\Rightarrow f_1 = b + R \Rightarrow R = f_1 - b = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{9}{3}F - \frac{8}{3}F = \frac{1}{3}F$

1) Ответ $R = \frac{1}{3}F$

2) Если изображение шара совпало с источником $\Rightarrow$
 и лучи в шаре идут так:



т.е. лучи после преломления пересекаются в изобр. линзы в точке K на задней поверхности шара на оптической оси (главной)

Соответственно каждый из лучей после отражения под тем же углом к NO и сразу после ввиду обратимости хода лучей

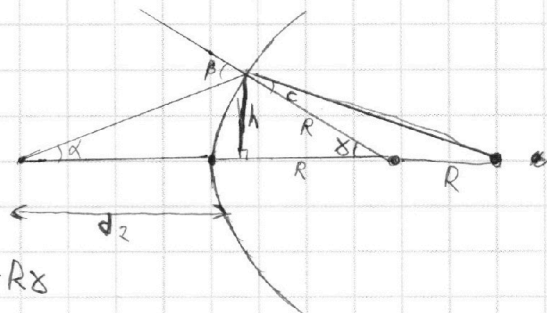
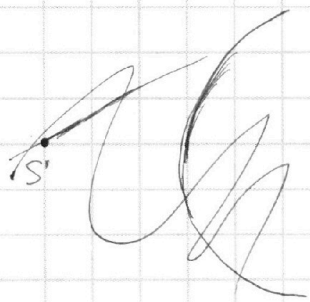


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

образует изображение в точке S.



$$h = d_2 \alpha = R \chi$$

$$\beta = c n$$

$$\beta = 180^\circ - \beta = \pi - \left(\frac{\pi}{2} - \chi \right) - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = \alpha + \chi = \beta$$

$$c n = \alpha + \chi = \frac{h}{d_2} + \frac{h}{R}$$

$$\frac{h}{2R} = \frac{\pi}{2} - c - \left(\frac{\pi}{2} - \chi \right) = -c + \chi$$

$$c = \chi - \frac{h}{2R} = \frac{h}{R} - \frac{h}{2R} = \frac{2h - h}{2R} = \frac{h}{2R}$$

$$d_2 = \frac{5}{3} F$$

$$\frac{1}{2R} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{n}{2R} = \frac{1.3}{5F} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{n}{\frac{5}{3}F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{\frac{1}{3}F}$$

$$\frac{3}{2} n = \frac{3}{5} + 3 = \frac{3+15}{5} = \frac{18}{5}$$

$$n = \frac{18}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{6 \cdot 2}{5} = \frac{12}{5} \quad \text{Answer: } n = \frac{12}{5}$$



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
__ ИЗ __

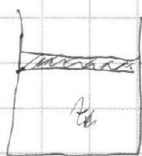
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

$$PV = \nu RT$$

$$V = \frac{\nu RT}{P}$$

$$\frac{V}{T} = \frac{\nu R}{P}$$



$$P_0 V_0 = \nu RT$$

$$\frac{16}{3} \approx 5,3$$

$$-J \left(\frac{dq}{dt} \right) =$$

$$\Delta E_{\text{кин}} = A$$
$$= \frac{mv_0^2}{2}$$

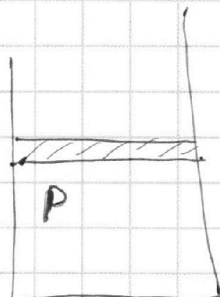
$$\frac{mv_0^2}{2} = A$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = -A$$

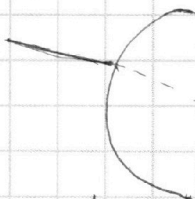
$$\frac{mv_0^2}{2} = -A$$

$$46 + 273 = 349$$

$$359$$



$$I =$$

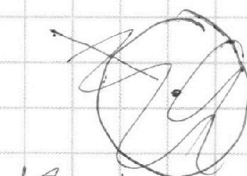
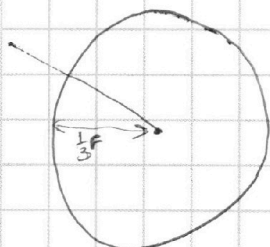


$$dS_1 =$$

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

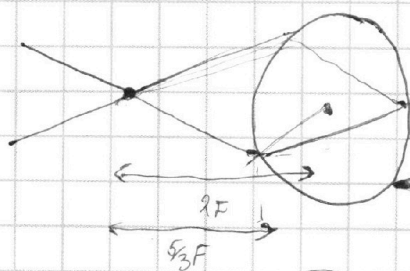
$$I = \frac{dq}{dt}$$

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

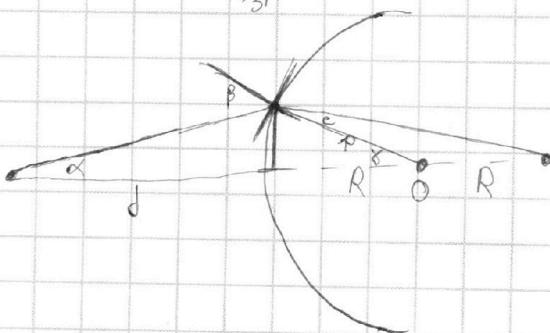


$$d \left(\frac{dq}{dt} \right) =$$

$$\frac{1}{3} + 2 = \frac{7}{3} \quad 2 - \frac{1}{3} = \frac{6}{3} - \frac{1}{3} = \frac{5}{3}$$



$$dI \cdot dt$$



$$\tan \alpha = \frac{h}{d} = \alpha$$
$$\alpha = \frac{h}{R}$$

$$dI \cdot dt$$



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
__ 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!

$$dq \cdot (dt)^{-1}$$

$$dq \cdot \left(-\frac{1}{(dt)^2}\right) + \frac{dq}{dt} = -\frac{dq}{dt^2} + \frac{1}{dt} = \frac{-dq + dt}{dt^2}$$



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!

