



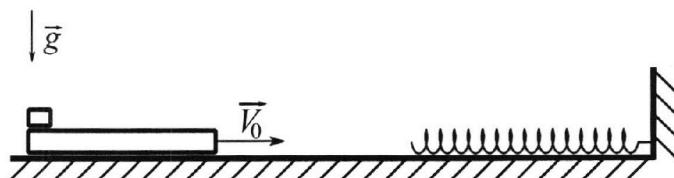
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



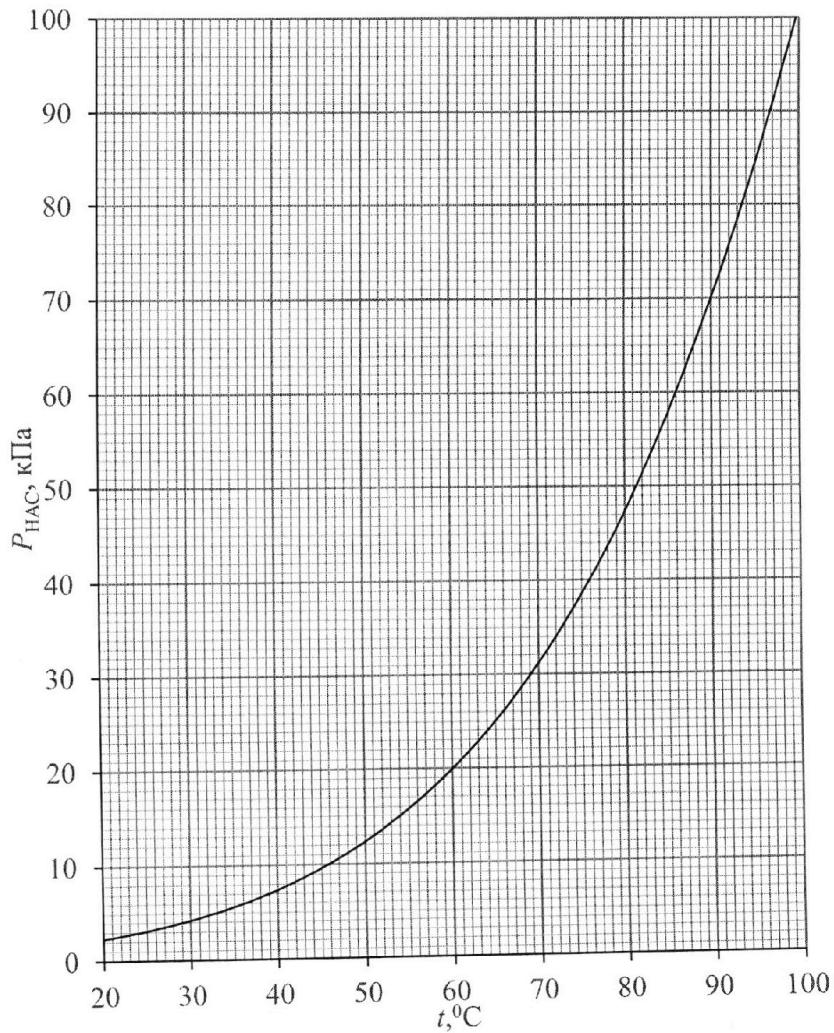
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок 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 жесткости $k = 27$ 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 $\phi_0 = 2/3$ (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 жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.



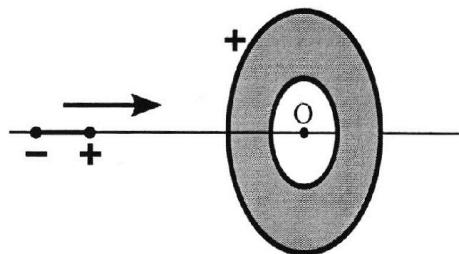
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

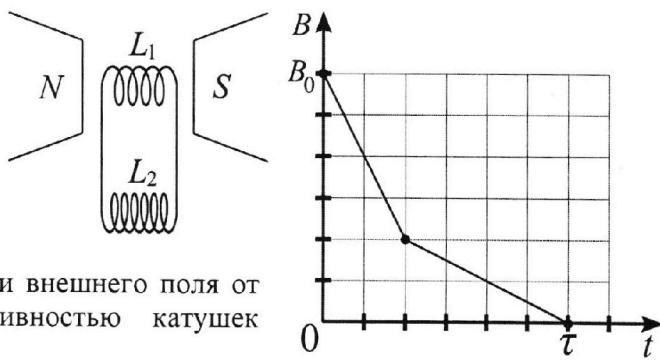
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



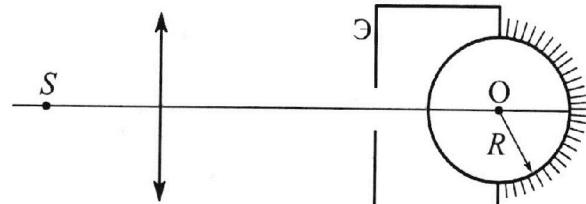
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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

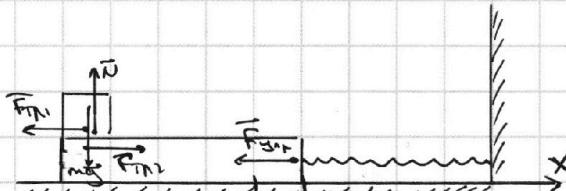


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

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



Введём ОХ, напр. так, как показано на рисунке. За начало оси выберем положение левого края испытываемой пружины.
Введём координату правого края доски - x. В скобках обозначим x* - сжатие пружины

1) При отсутствии отн. движ. ускорения земли и бруска одинаковы. Мы рассмотрим крайний случай, когда ускорения одинаково и равны 0. Также заметим, что в крайнем случае сила трения максимальна, и как система продолжала бы двигаться как единое целое. Такое видимо из Зад. 1, 20
 $F_{T1} = -F_{T2}$

$$\text{23. Н: } \begin{aligned} ma &= \mu N \\ N &= mg \\ Ma &= -\mu N + k \Delta l \end{aligned} \quad a = \mu g \quad \Delta l = \frac{(m+M) \mu g}{k} = \frac{1}{3} M \approx 33,3 \text{ см}$$

2) Запишем 23-Н. для с-ва "брюсок+доска" (т.к. их усл. равен):

$$(m+M) \ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m+M} x = 0 \Rightarrow x = A \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t + \varphi)$$

$$x(t=0) = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$\left. \begin{aligned} x &= A \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t) \\ \dot{x} &= \dot{v} = A \sqrt{\frac{k}{m+M}} \cos(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t) \end{aligned} \right. \quad \begin{aligned} \dot{x}(0) &= \dot{v}_0 = A \sqrt{\frac{k}{m+M}} \Rightarrow A = \dot{v}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \\ &x = \dot{v}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t) \end{aligned}$$

Обозначим промежуток времени, который требуется найти, за τ

$$x(\tau) = \Delta l = \dot{v}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}} \tau) \Rightarrow \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}} \tau) = \frac{\Delta l}{\dot{v}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin\left(\frac{\Delta l}{\dot{v}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}}\right)$$

$$\tau = \sqrt{\frac{3}{27}} \arcsin\left(\frac{0,310}{2} \sqrt{\frac{3}{27}}\right) = \frac{1}{3} \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{18} \text{ с}$$

$$\tau = \frac{3}{18} \text{ с} = 0,167 \text{ с}$$



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**.

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!

$$3) \quad x = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right)$$

$$\cancel{x} \ddot{x} = -v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right)$$

Макс. сжатие пружины $\Rightarrow x_{\max} \Rightarrow \sin(\dots)_{\max} \Rightarrow \sin(\dots) = 1$

$$a = |\ddot{x}| = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 2 \sqrt{\frac{2\pi}{3}} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{1}{3} M \approx 33,3 \text{ см} \quad 2) \frac{1}{6} c \approx 0,167 \text{ с} \quad 3) 6 \text{ м/с}^2$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

3) По графику определим $p_{\text{нас}}(t_0) = 60 \text{ kPa}$

$$p_2 = \varphi_0 p_{\text{нас}}(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ kPa} = 40 \text{ kPa}$$

2) ~~При каких условиях влагосодержание влагосодержание~~

Конденсации наименее при $\psi = 1$, т.е. при $p_2 = p_{\text{нас}}(t^*)$

Найдём на графике температуру соотв. $p_{\text{нас}} = 40 \text{ kPa} \Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C}$

3) Образование давление сухого воздуха $p_{\text{cb}}(t)$

Система находится в равновесии $\Rightarrow p_{\text{внеш}} = p_{\text{внутр}} ; p_{\text{внеш}} = p_0 = \text{const} \Rightarrow p_{\text{внутр}} = p_{\text{cb}}(t) + \varphi p_{\text{нас}}(t) = p_0$

$$p_{\text{cb}}(t_0) + p_2 = p_0 \Rightarrow p_{\text{cb}}(t_0) = 110 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{cb}}(t) + p_{\text{нас}}(t) = p_0 \Rightarrow p_{\text{cb}}(t) = 140 \text{ kPa}$$

\uparrow
 $\psi = 1 \text{ при } t^*$
 \downarrow
 $\psi = 0 \text{ при } t + t^*$

$$p_{\text{нас}}(t) = 10 \text{ kPa}$$

Упр. Менделеев: $p_{\text{cb}}(t_0) V_0 = \vartheta R T_0$
 $p_{\text{cb}}(t) V_* = \vartheta R T \Rightarrow \frac{V_*}{V_0} = \frac{T \cdot p_{\text{cb}}(t)}{T_0 \cdot p_{\text{cb}}(t)}$

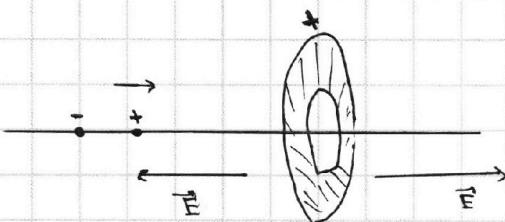
$$\frac{V}{V_0} = \frac{(273+46) \cdot 110}{(273+86) \cdot 140} = \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14} \approx \frac{320 \cdot 11}{360 \cdot 14} = \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{44}{63} \approx 0,698$$

Ответ: 1) 40 kPa 2) 76°C 3) $\frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14} \approx 0,698$

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



Диск заряжен по окружности $\Rightarrow \vec{E}$ капр. от него
Также очевидно, что \vec{E} убывает с расстоянием
от диска (потому что силы направлены вдоль радиуса), \Rightarrow
~~но~~ поле симметрично относительно центра диска и капр. вправо
есть движение диполя

Диполь слева от диска: $\vec{F}_d = \vec{E}(r)q - \vec{E}(r+\Delta r)q \uparrow \vec{E}(r)$, т.е. ~~вправо~~ на
диполь действ. сила капр. влево

Диполь справа от диска: $\vec{F}_d = \vec{E}(r+\Delta r)q - \vec{E}(r)q \uparrow \vec{E}(r)$, т.е. на диполь
действ. сила капр. влево

Таким образом, на диполе действ. сила капр. влево, его скорость уменьшается
до момента остановки, а далее диполь продолжает свое движение в обратную
сторону. До момента остановки на диполе действ. сила противокапр. скорости \Rightarrow
 \Rightarrow работа этой силы отрицательна. Т.е. место остановки зависит от нач.
скорости диполя. Энергия диполя: чем больше W_k , тем "правее" будет
место остановки. При нач. скорости v_0 диполь остановится в центре диска.

1) Обозначим работу \vec{E} при перем. диполе из $r=\infty$ в $r=0$ за A ($A < 0$)

$$\begin{cases} \frac{mV^2}{2} + A = 0 \\ \frac{m(2V_0)^2}{2} + A = \frac{mV_0^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{m(2V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_0 = V_0\sqrt{3}$$

2) Из вышеизложенного очевидно, что $V_{min} = 0$

Доказаем, что $V_{max} = 2V_0$

При движении вправо $A < 0 \Rightarrow V < 2V_0$

При движении влево скорость диполя в каждой точке будет соизмерима
по модулю со скоростью при движении вправо, т.к. поле \vec{E} неизменяется, \therefore
работа поле по диполю $= 0$ (высшее слуга замин. траектории - это
движение от (...) $A \Rightarrow$ к той же остановки и от той же остановки до (...) A обратно)
Итак, $V_{max} - V_{min} = 2V_0 - 0 = 2V_0$

Ответ: 1) $V_0\sqrt{3}$ 2) $2V_0$

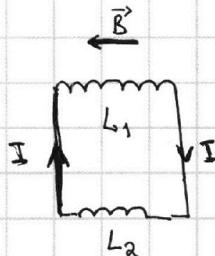


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$I_1 = I_2 = \frac{B}{L} I \quad (\text{по 1-му кирхгофу})$$

По условию $R=0 \Rightarrow E_i=0$, whence $I = \frac{E_i}{R} \rightarrow \infty$

$$E_i = 0 \Rightarrow \Phi = \text{const}, \text{ т.к. } E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

(иными словами воспользовалась свойством сверхпроводников: $\Phi = \text{const}$)

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = (L_1 + L_2)I - BnS_1 = \text{const}$$

~~$$\Phi(t=0) = (L_1 + L_2)I(t=0) - B_{0n}S_1$$~~

$$\Phi(t=0) = (L_1 + L_2)I(t=0) - B_{0n}S_1 = -B_{0n}S_1, \text{ т.к. } I(t=0) = 0 \quad (\text{по 2-му})$$

$$\Phi = (L_1 + L_2)I - B_{0n}S_1 = -B_{0n}S_1$$

$$I = \frac{(B - B_0)nS_1}{L_1 + L_2}$$

$$\Delta) I_0 = \left| \frac{(B - B_0)nS_1}{L_1 + L_2} \right| = \frac{B_{0n}S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_{0n}S_1}{5L}$$

~~2)~~
$$I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int_{t_1}^{t_2} Idt$$

$$q = \int_0^T Idt = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \int_0^T (B - B_0) dt = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \left(\int_0^T B dt - B_0 T \right)$$

~~По~~ Графику находим $\int B dt$ — площадь под графиком $B(t)$ от 0 до T

$$\int_0^T B dt = \frac{B_0 T}{3}$$

$$q = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \left(\frac{B_0 T}{3} - B_0 T \right) = - \frac{2B_0 T n S_1}{3(L_1 + L_2)} = - \frac{2B_0 T n S_1}{15L}$$

$$\text{Возьмём модуль } |q| : q = \frac{2B_0 T n S_1}{15L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{B_{0n}S_1}{5L} \quad 2) \frac{2B_{0n}TnS_1}{15L}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Обозначим расстояние от центра линзы до изображения источника в виде z_f .

Равномерное движение: ~~1~~ $\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fa}{a-F} = 3F \Rightarrow b =$

\Rightarrow лучок **пучок, расходящихся на изр.** - сходящийся

Изображение в системе "линза + изр." совпадает с источником. По принципу обратимости световых пучков отраженные от зеркала лучи изображения идут по тем же траекториям обратно. Это возможно в двух случаях: отраженный луч идет по своей же траектории обратно или отраженный луч идет по траектории симметричного ему луча относительно оптической оси (т.е. **перевернутое или все перевернутые изображение соответственno**)

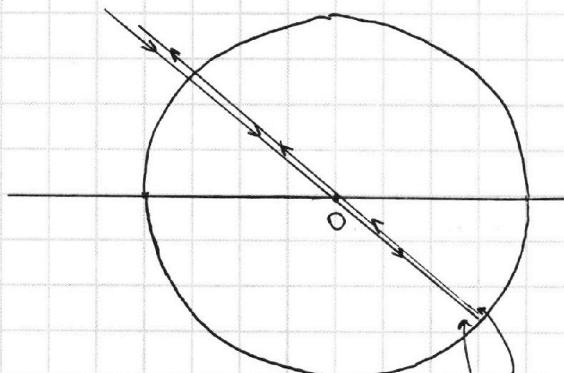


рис. 1

одинаковые траектории

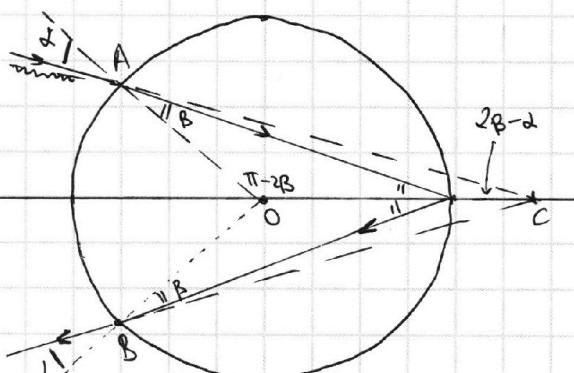


рис. 2

Дано $b = \frac{2}{3}F$ подходит только первое случае, т.к. по условию избрано, что изобр. совл. сист. при любом показателе преломления и изр. Но для второго случая очевидна зависимость: $R \uparrow \Rightarrow \beta \downarrow \Rightarrow R \downarrow$

1) В первом случае все лучи сходятся в $I > O \Rightarrow$ расст. от центра линзы до $(+)O$ равен $f = 3F$. С другой стороны ~~это~~ это расстояние равно $b+R \Rightarrow$
 $\Rightarrow 3F = b+R \Rightarrow R = 3F-b = \frac{F}{3}$

2) $\Delta = 2F \Rightarrow f' = b+\Delta = \frac{14}{3}F$ - новое расст. до краинки линзы изр.

$f' > f \Rightarrow$ **пучок ~~пучок~~ лучей, расходящихся на изр., - расходящийся**

Дано такого пучка возможен только случай аналогичный рис. 2

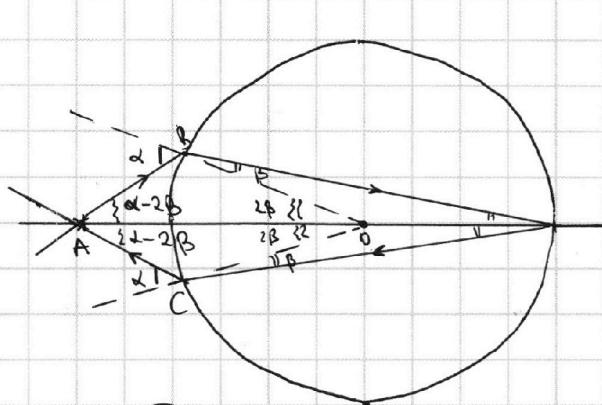


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!



$$OA = R + \frac{5}{3}F - f = R + \frac{14}{3}F - 3F = R + \frac{5}{3}F$$

Так как углы $\angle AOB$: $\frac{OA}{\sin \alpha} = \frac{OB}{\sin(2\alpha - 2\beta)}$

$$\alpha, \beta \ll 1 \Rightarrow \sin \alpha = \alpha, \sin(2\alpha - 2\beta) = 2\alpha - 2\beta$$

Закон Ч. : $n \sin \alpha = m \sin \beta \Rightarrow \alpha = m \beta$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R + \frac{5}{3}F}{\alpha} = \frac{R}{2\alpha - 2\beta} \\ \alpha = m\beta \end{array} \right.$$

$$R + \frac{5}{3}F = R \frac{n}{n-2}$$

$$\frac{5}{3}F = R \frac{2}{n-2}$$

$$R = \frac{5(n-2)}{6} F$$

$$\text{Упр. } R = \frac{F}{3} \Rightarrow \frac{F}{3} = \frac{5(n-2)}{6} F$$

$$n-2 = \frac{2}{5}$$

$$n = \frac{12}{5} = 2,4$$

Ответ: 1) $\frac{F}{3}$ 2) 2,4

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

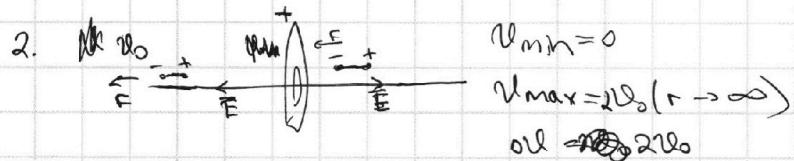


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

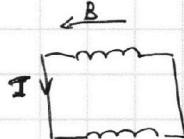
③ 2. $\frac{m \cdot 6v_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v = 16v_0\sqrt{3}$



④ $R=0 \Rightarrow R_1+R_2=\text{const}=0 ; I_1=I_2$

$\Phi_2 = B_0 n S + L_1 I ?$
 $\Phi_2 = L_2 I ?$

~~$B_0 n S + (L_1 + L_2) I = 0$~~



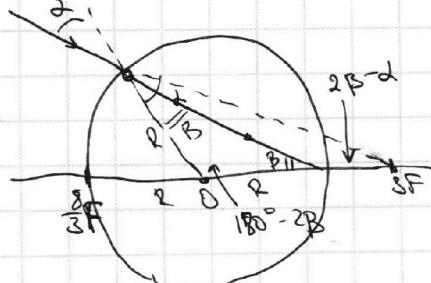
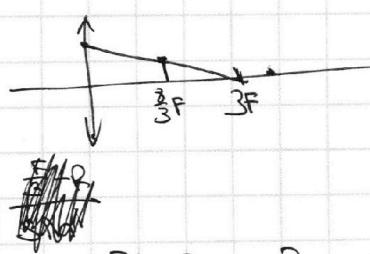
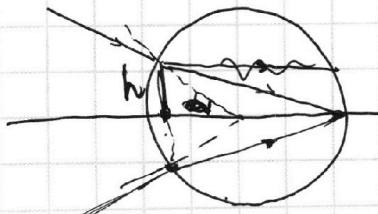
1. $I_0=0$

2. $I = -\frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2}$

$|q| = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \int B dt = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \cdot 52 \cdot \frac{B_0}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} B_0 C$

$(q) = \frac{nS_1}{5L} B_0 C$

⑤ $\frac{1}{1.5F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f = 3F$



$d = n\beta$

$\frac{F}{3} - R = R \frac{n}{2-n} ; \frac{F}{3} = R \frac{2}{2-n} \rightarrow R = F \frac{2-n}{6}$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

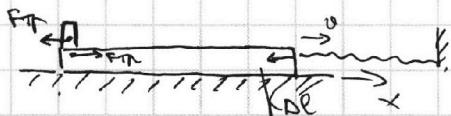
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!

①

Черновик

$$\begin{cases} 1. (m+m) \ddot{x} = kx \\ m\ddot{x} = \mu mg \end{cases}$$



$$\Delta l = \frac{(m+M)v}{k} = \frac{310 \cdot 0,3 \cdot 10}{27} = \frac{1}{3} M = 33,3 \text{ см}$$

2. ~~аналогично~~

$$\Delta E_{\text{кин}} = 0 \Rightarrow W = \text{const} \Rightarrow \frac{(m+M)x^2}{2} = \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{k\Delta l^2}{2}$$

~~$$x^2 = v^2 + (m+M)\Delta l^2$$~~

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k\Delta l^2}{m+M}} = \sqrt{4 - \frac{27 \cdot \frac{1}{3}}{3}} = \sqrt{3}$$

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

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

$$v = \dot{x} = A\omega \cos(\omega t) ; A\omega = v_0$$

$$\sqrt{3} = 2 \cos(\omega t)$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{3}{27}} = \frac{\pi}{18} \approx \frac{1}{6}$$

$$\begin{array}{r} 440000 \mid 63 \\ -378 \\ \hline 620 \\ -567 \\ \hline 530 \\ -500 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36012 \\ 540+27=567 \\ 490+24=514 \end{array}$$

3. $|a| = A\omega^2 s \sin \omega t$

$$a_m = A\omega^2 = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{27}{3}} = 6 \text{ м/с}^2$$

②

$$1. p_{\text{жид}}(t_0) = 60 \text{ Па} ; p_{\text{жид}}(t_0) = 60 \text{ Па}$$

$$p_n(t_0) = p_{\text{жид}}(t_0) \varphi = 40 \text{ Па}$$

$$2. p_{\text{жид}}(t_0 + *) = 40 \text{ Па} \Rightarrow * = 76^\circ$$

$$3. p_{\text{жид}}(t_0) = 150 \text{ Па} - 60 \text{ Па} = 90 \text{ Па}$$

$$10 \text{ Па} + p_{\text{жид}}(t) = 150 \text{ Па} \Rightarrow p_{\text{жид}}(t) = 140 \text{ Па}$$

$$\frac{140}{10} = \frac{V_0 + V}{V_0} = \frac{273 + 46}{273 + 36} = \frac{319}{359} \approx \frac{320}{360} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{4}{7}$$



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!