



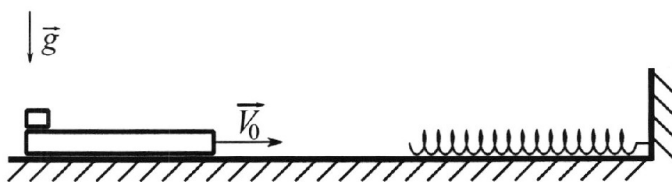
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

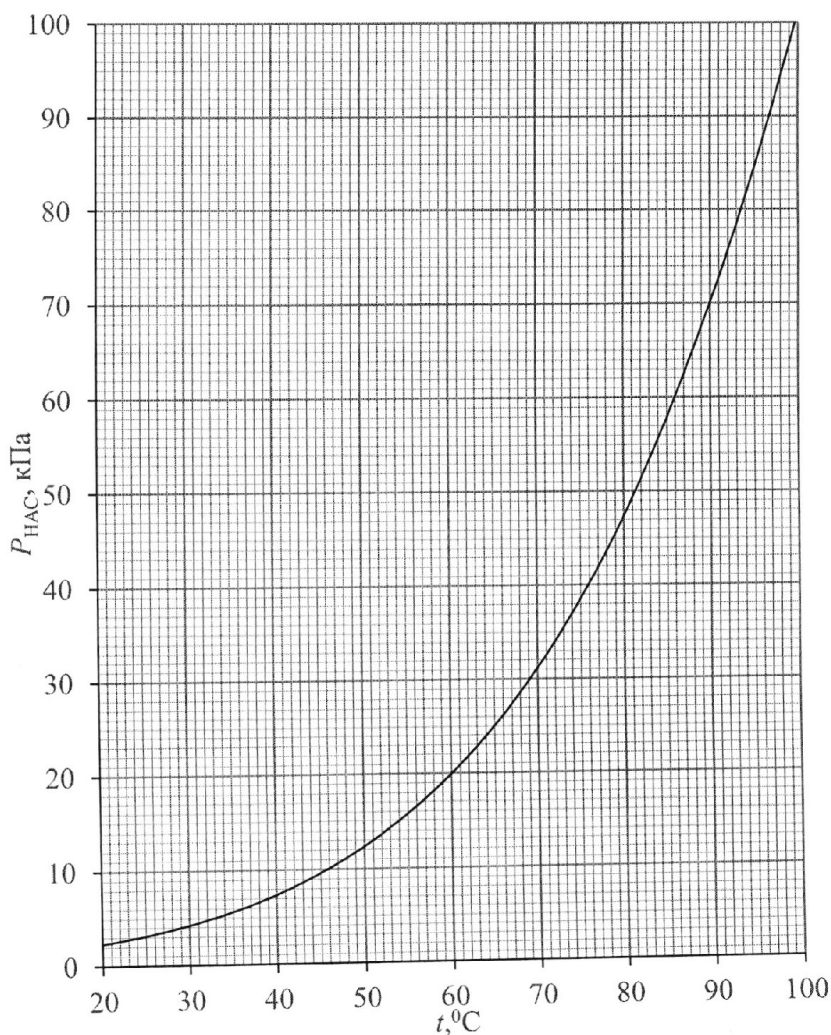


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\phi_0 = 2/3$ (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 га за можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





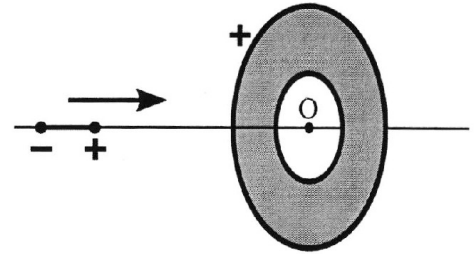
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

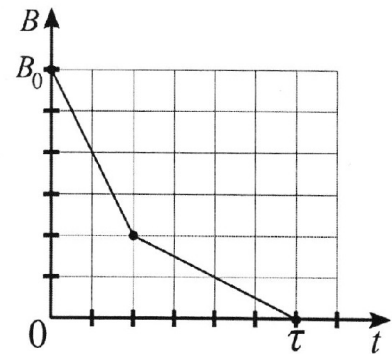
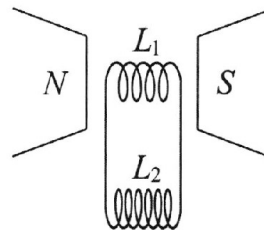


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



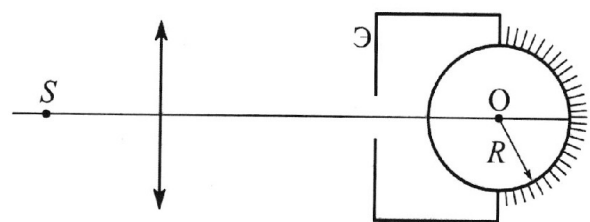
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

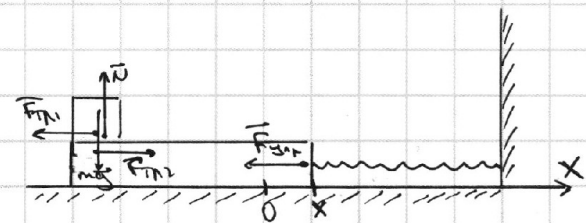
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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 Ox , напр. так, как показано на рисунке. За начало оси выберем положение левого края растянутой пружины. ~~Введём~~ Введём координату правого края доски $-x$. В данных обозначениях x — сдвиг пружины

1) При отсутствии отн. движ. ускорения доски и бруска одинаковы. Мы рассматриваем крайний случай, поэтому ускорения одинаковы и равны a . Также заметим, что в крайнем случае сила трения максимальна, иначе система продолжит двигаться как единое целое. Также следует из 3.3.4, что $F_{T1} = -F_{T2}$

2.3.4:
$$\begin{cases} ma = \mu N \\ N = mg \\ Ma = -\mu N + kx \end{cases} \quad a = \mu g$$

$$\Delta l = \frac{(m+M)\mu g}{k} = \frac{1}{3} \text{ м} \approx 33,3 \text{ см}$$

2) Запишем 2.3.4 для с-мпп „брусок + доска“ (т.к. их ускор. равны):

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

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

$$\begin{cases} x = A \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}}t) \\ \dot{x} = v = A \sqrt{\frac{k}{m+M}} \cos(\sqrt{\frac{k}{m+M}}t) \end{cases} \quad \begin{cases} \dot{x}(0) = v_0 = A \sqrt{\frac{k}{m+M}} \Rightarrow A = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \\ x = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}}t) \end{cases}$$

Обозначим промежуток времени, который требуется найти, за τ

$$x(\tau) = \Delta l = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}}\tau) \Rightarrow \sin(\sqrt{\frac{k}{m+M}}\tau) = \frac{\mu g \sqrt{m+M}}{v_0 \sqrt{k}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin\left(\frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}}\right)$$

$$\tau = \sqrt{\frac{3}{27}} \arcsin\left(\frac{0,3 \cdot 10}{2} \sqrt{\frac{3}{27}}\right) = \frac{1}{3} \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{18} \text{ с}$$

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



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**.



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!

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

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

Макс. значение ускорения $\Rightarrow x \max \Rightarrow \sin(\dots) \max \Rightarrow \sin(\dots) = 1$

$$a = |\ddot{x}| = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 2 \sqrt{\frac{27}{3}} = 6 \text{ м/с}^2$$

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



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**.

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!

1) По графику определим $p_{нас}(t_0) = 60 \text{ кПа}$

$$p_1 = \varphi_0 p_{нас}(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$$

2) ~~При какой температуре конденсация начинается при $\varphi = 1$?~~

Конденсация начинается при $\varphi = 1$, т.е. при $p_1 = p_{нас}(t^*)$

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

3) Обозначим давление сухого воздуха $p_{св}(t)$

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

$$p_{св}(t_0) + p_1 = p_0 \Rightarrow p_{св}(t_0) = 110 \text{ кПа}$$

$$p_{св}(t) + p_{нас}(t) = p_0 \Rightarrow p_{св}(t) = 140 \text{ кПа}$$

↑
 $\varphi = 1 \text{ при } t^*$
 ↓
 $\varphi = 1 \text{ при } t = t^*$
 $p_{нас}(t) = 10 \text{ кПа}$

Упр-е Менг-кнан: $p_{св}(t_0) V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1 \cdot p_{св}(t_0)}{T_0 \cdot p_{св}(t)}$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{(273 + 76) \cdot 110}{(273 + 76) \cdot 140} = \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14} \approx \frac{320 \cdot 11}{360 \cdot 14} = \frac{8 \cdot 11}{9 \cdot 14} = \frac{44}{63} \approx 0,698$$

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



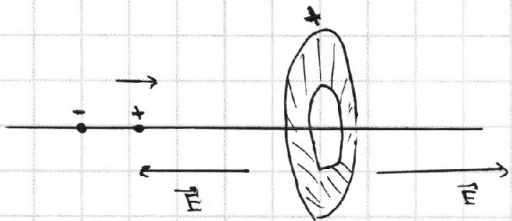
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА

1 ИЗ 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 положительно $\Rightarrow E$ напр. от него
Также очевидно, что E убывает с расстоянием от диска (потенциал или по з. кулона), $\Rightarrow$ поле симметрично отн. диска и напр. вдоль оси движения диполя

Диполь слева от диска: $\vec{F}_\Sigma = \vec{E}(r)q - \vec{E}(r+\Delta r)q \approx -\vec{E}(r)q$, т.е. ~~диск~~ на диполь действ. сила напр. ~~вправо~~ влево

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

Таким образом, на диполь действ. сила напр. влево, его скорость уменьшается до момента остановки, а далее диполь продолжает своё движение в обратную сторону. До момента остановки на диполь действ. сила противоположна скорости $\Rightarrow$ работа этой силы отрицательна. То есть место остановки зависит от нач. кинетич. энергии диполя: чем больше W_k , тем "правее" будет место остановки. При нач. скорости 0 диполь остановится в центре диска.

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

$$\frac{mv^2}{2} + A = 0$$

$$\begin{cases} \frac{mv^2}{2} + A = 0 \\ \frac{m(2v)^2}{2} + A = \frac{mv^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{m(2v)^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = v_0 \sqrt{3}$$

2) Из вышесказанного очевидно, что $v_{\min} = 0$

Докажем, что $v_{\max} = 2v_0$

При движении вправо $A < 0 \Rightarrow v < 2v_0$

При движении влево скорость диполя в каждой точке будет совпадать по модулю со скоростью при движении вправо, т.к. поле E потенциально, т.е. работа поля по замкн. траект. = 0 (внимат. случай замкн. траект. - это движение от (.) A ~~к~~ к точке остановки и от ~~этой~~ точки остановки до (.) A обратно)

$$\text{Итого, } v_{\max} - v_{\min} = 2v_0 - 0 = 2v_0$$

Ответ: 1) $v_0 \sqrt{3}$ 2) $2v_0$

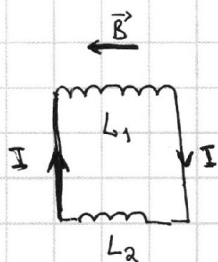


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$I_1 = I_2 = I \text{ (по 1-му закону Кирхгофа)}$$

$$\text{Поскольку } R=0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0, \text{ иначе } I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} \rightarrow \infty$$

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

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

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

~~$$\Phi(t=0) = (L_1 + L_2)I - B_0 n S_1$$~~

$$\Phi(t=0) = (L_1 + L_2)I(t=0) - B_0 n S_1 = -B_0 n S_1, \text{ т.к. } I(t=0) = 0 \text{ (по условию)}$$

$$\Phi = (L_1 + L_2)I - BnS_1 = -B_0 n S_1$$

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

$$1) I_0 = \left| \frac{(B(\tau) - B_0)nS_1}{L_1 + L_2} \right| = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{5L}$$

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

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

По графику найдём $\int B dt$ - площадь под графиком $B(t)$ от 0 до τ

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

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

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

$$\text{Ответ: } 1) \frac{B_0 n S_1}{5L} \quad 2) \frac{2B_0 \tau n S_1}{15L}$$



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!

Обозначим расстояние от центра линзы до изображения источника в мизе за f .

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fa}{a-F} = 3F \gg b \Rightarrow$

$\Rightarrow$ лучи идут, падающих на шар, - сходящиеся

Изображение в системе "линза + шар" совпадает с источником. По принципу обратимости световых лучей отражённые от дна сферы шара лучи фокусируются по тем же траекториям обратно. Это возможно в двух случаях: отражённый луч идёт по той же траектории обратно или отражённый луч идёт по траектории симметричного ему луча отн. главной оптической оси (т.е. перевернутое или ~~не~~ перевернутое изображение соответственно)

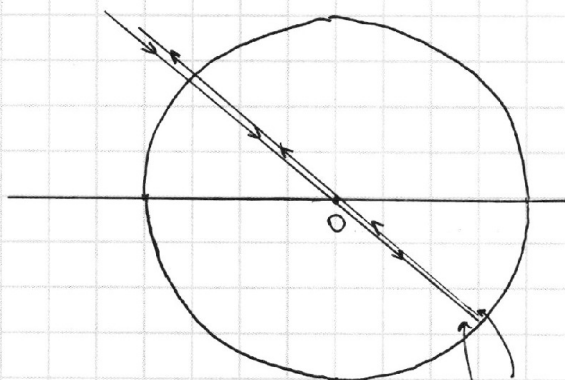


рис. 1

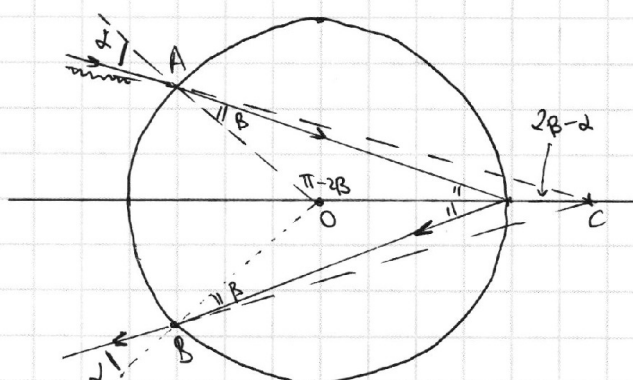


рис. 2

Для $b = \frac{2}{3}F$ подходит только первая ситуация, т.к. по условию известно, что изобр. совп. с ист. при любом показателе преломления n шара. Но для второго случая очевидна зависимость: $n \uparrow \Rightarrow \beta \downarrow \Rightarrow R \downarrow$

1) В первом случае все лучи сходятся в $(\rightarrow 0) \Rightarrow$ расст. от центра линзы до $(\rightarrow 0)$ равно $f = 3F$. С другой стороны ~~это~~ это расстояние равно $b + R \Rightarrow$
 $\Rightarrow 3F = b + R \Rightarrow R = 3F - b = \frac{F}{3}$

2) $\Delta = 2F \Rightarrow b' = b + \Delta = \frac{4}{3}F$ - новое расст. до крайней левой точки шара

$b' > f \Rightarrow$ лучи ~~идут~~ идут, падающих на шар, - расходящиеся

Для такого луча возможен только случай аналогичный рис. 2

Опт: 1) $\frac{F}{3}$ 2) 2,4



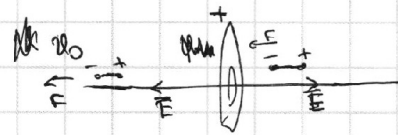
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

③ 1. $\frac{m \cdot 600^2}{2} - \frac{m \cdot 0^2}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2} \rightarrow v = 60\sqrt{3}$

2.  $v_{min} = 0$
 $v_{max} = 2v_0 (r \rightarrow \infty)$
 $or \rightarrow 2v_0$

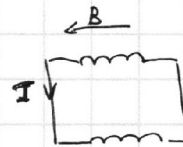
④ $R=0 \Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = const = 0 ; I_1 = I_2$

$\Phi_1 = B n S_1 + L_1 I$

$\Phi_2 = L_2 I$

~~$B n S_1 + L_1 I + L_2 I = 0$~~
 $I_0 = 0$

$B n S_1 + (L_1 + L_2) I = 0$



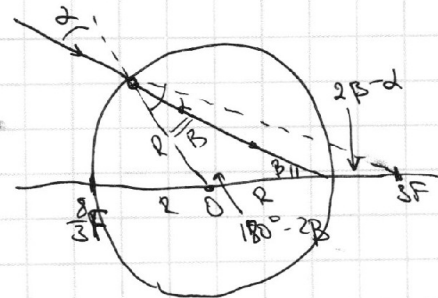
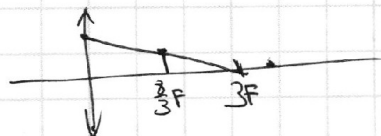
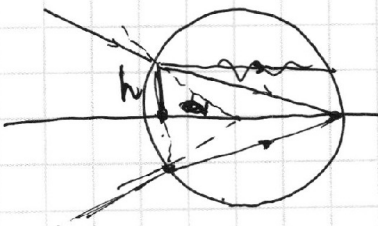
1. $I_0 = 0$

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

$|q| = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \int B dt = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot 12 \cdot \frac{B_0}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} B_0 T$

$|q| = \frac{n S_1}{5L} B_0 T$

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



$d = nB$

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



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.

1 2 3 4 5 6 7

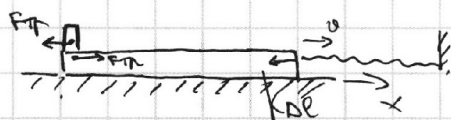
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

①

Черновик

$$1. \begin{cases} (m+M)a = k\Delta l \\ ma = \mu mg \end{cases}$$



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

2.

~~Амплитуда~~

$A_{\text{пр}} = 0 \Rightarrow W = \text{const} \Rightarrow$

$$\frac{(m+M)u^2}{2} = \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{k\Delta l^2}{2}$$

$$u^2 = v^2 + \frac{k}{(m+M)} \Delta l^2$$

$$u = \sqrt{u_0^2 - \frac{k\Delta l^2}{m+M}} = \sqrt{4 - \frac{27 \cdot \frac{1}{9}}{3}} = \sqrt{3}$$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 44000 \overline{) 63} \\ \underline{378} \\ 620 \\ \underline{567} \\ 530 \\ \underline{504} \\ 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 360 \cdot 12 \\ 540 + 24 = 564 \\ 4920 + 24 = 504 \end{array}$$

3.

$$|a| = A\omega^2 \sin \omega t$$

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

②

$$1. p_{\text{пр}}(t_0) = 60 \text{ кВт}; p_{\text{нас}}(t_0) = 60 \text{ кВт}$$

$$p_{\text{н}}(t_0) = p_{\text{нас}}(t_0) \eta = 40 \text{ кВт}$$

$$2. p_{\text{нас}}(t^*) = 40 \text{ кВт} \Rightarrow t^* = 76^\circ \text{C}$$

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

$$10 \text{ кВт} + p_{\text{сб}}(t) = 150 \text{ кВт} \Rightarrow p_{\text{сб}}(t) = 140 \text{ кВт}$$

$$\frac{140 \text{ В}}{90 \text{ В}_0} = \frac{273 + 46}{273 + 26} = \frac{319}{359} \approx \frac{320}{360} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{4}{9}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

