



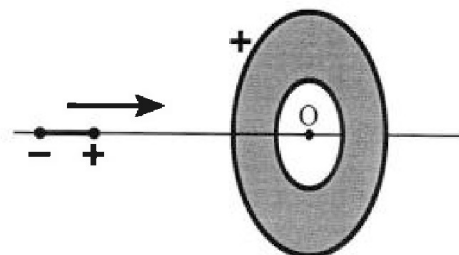
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

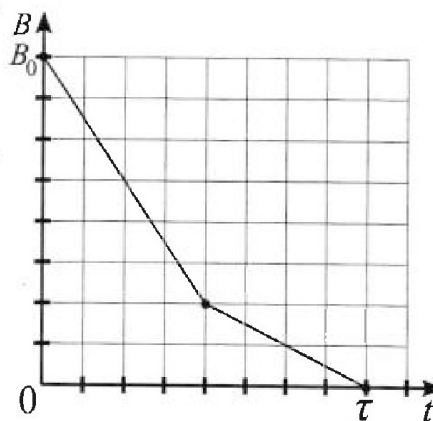
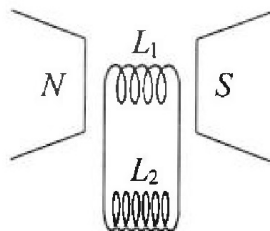


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



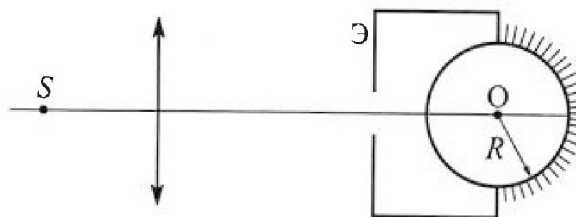
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



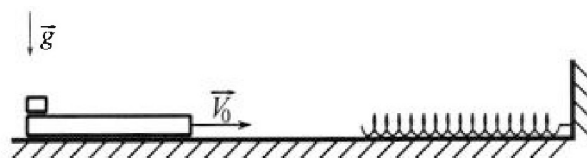
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

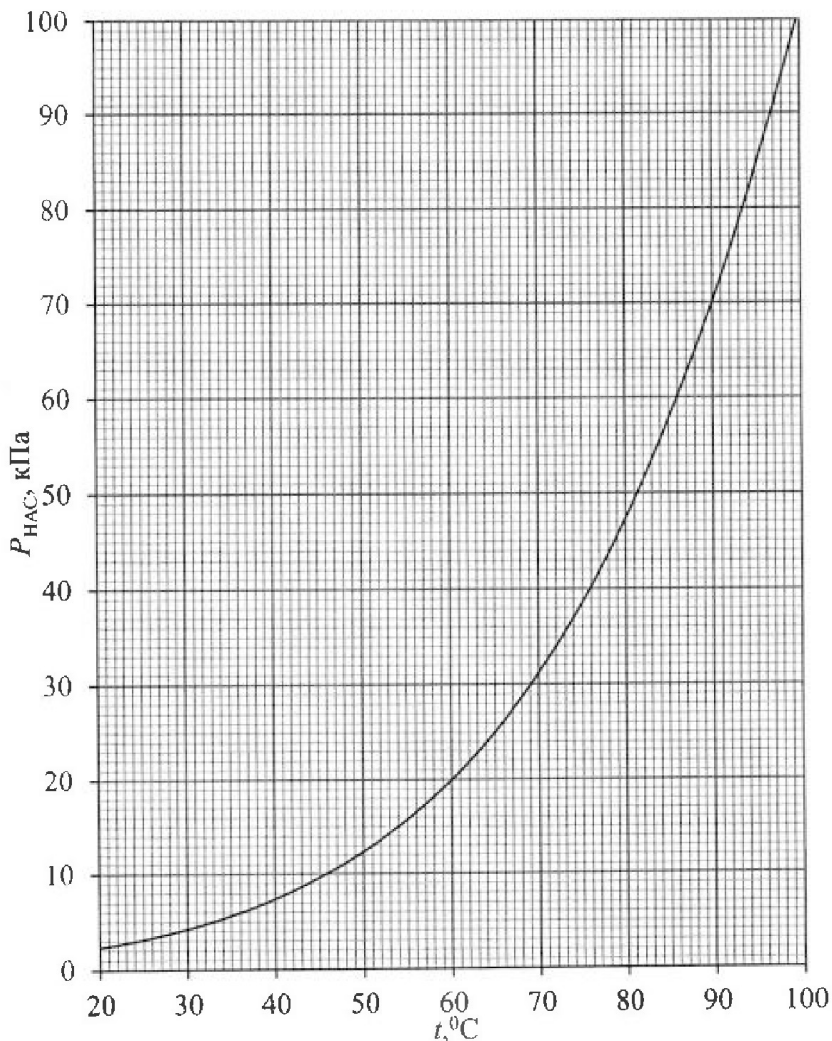


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





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!

$$NL = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

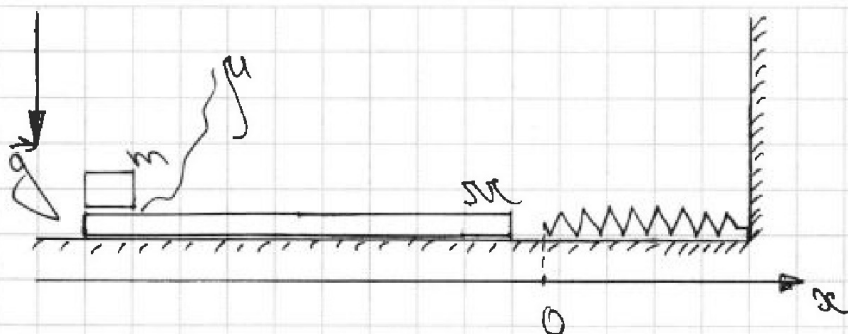
$$k = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$1) x - ?$$

$$2) T - ?$$

$$3) a (x = x_m) - ?$$



1) Относительное движение бруска по доске начнётся в тот момент, когда сила трения достигнет своего максимального значения,

которое по з. Кулона - Амонта равно $F_{\text{тр}} = \mu N$.

Рассмотрим момент непосредственно перед началом в этот момент ускорения ещё будут одинаковыми относительного движения бруска, тогда по з. Ньютона

для бруска:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} + \vec{mg} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$\text{ox: } F_{\text{тр}} = ma$$

$$\text{oy: } N = mg, \text{ учитывая (1): } \mu mg = ma; a = \mu g \dots (2)$$

По з. Ньютона для системы "доска - брусок":

$$\vec{F}_{\text{упр}} = (m + NL)\vec{a}; \text{ ox: } F_{\text{упр}} = (m + NL)a, \text{ учитывая з. Гука}$$

$$F_{\text{упр}} = kx; kx = (m + NL)a, \text{ учитывая (2): } x = \frac{\mu g(m + NL)}{k} \dots (3)$$

2) Так как до рассматриваемого момента



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!

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 94^\circ\text{C}$$

$$p_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 20^\circ\text{C}$$

$$1) p_1 = ?$$

$$2) t^* = ?$$

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

1) Влажный воздух - это смесь сухого воздуха и влажного.

По стр. относительной влажности.

$$\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}(94^\circ\text{C})}; p_1 = \varphi_0 \cdot p_{\text{нас}}(94^\circ\text{C}); p_1 = \frac{1}{3} \cdot 91 \text{ кПа} \approx 30,3 \text{ кПа}$$

2) t^* , то есть температура, при которой пар начнётся конденсация - не что иное, как точка росы. Процесс происходит медленно, значит его можно считать изобарным $\Rightarrow$ искомая температура - это такая температура, при которой давление нас. вод. пара равно p_1 . По графику можно увидеть, что это $t^* \approx 60^\circ\text{C}$, что говорит о том, что в ходе процесса пар стал насыщенным, а давление насыщенного пара зависит только от температуры.

3) По з. Давтона для влажного воздуха:

$$p_0 = p_{\text{с1}} + p_1 = p_{\text{с2}} + p_1, \text{ где } p_{\text{с1}} \text{ и } p_{\text{с2}} - \text{давления сухого воздуха.}$$



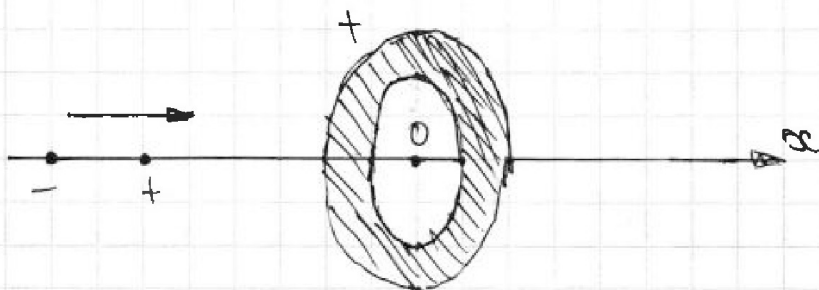
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

v_0
 $\frac{3}{2}v_0$
1) v_0
2) $\frac{v_{max}}{v_{min}}$



q - заряд шарика, m - масса шарика

1) Введем новое обозначение d - радиус диска. Рассчитаем разность потенциалов около кольца, если его радиус равен d . скоростью v_0 , тогда по 2 закон энергии для диска:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = q(\varphi(d) - \varphi(0)); \quad \text{где}$$

$\varphi(x)$ - потенциал создаваемый кольцом в точке на его оси на расстоянии x от центра.

По определению разности потенциалов эта величина равна работе, которую совершает поле при перемещении из точки с потенциалом $\varphi(d)$ в т. с $\varphi(0)$. Тогда $\Delta\varphi = \varphi(d) - \varphi(0)$, тогда при условии, что начальная скорость $\frac{3}{2}v_0$, получим:

$$\frac{9mv_0^2}{4} = \Delta\varphi + \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$mv_0^2 = \Delta\varphi$$

$$mv_0^2 = \frac{5mv_0^2}{4}; \quad v = \frac{v_0\sqrt{5}}{2}$$

2) требуется найти скорость центра диска

при пролёте через центр диска, тогда:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = q(\varphi(\frac{d}{2}) - \varphi(-\frac{d}{2})) = mv_0^2, \quad \text{но в силу симметрии}$$

$$\varphi(\frac{d}{2}) = \varphi(-\frac{d}{2}), \quad \text{тогда } v = \frac{3}{2}v_0$$



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 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!

2) Из-за расположения зарядов можно сказать, что с какой стороны он не будет относительно диска, поле будет направлено радиально, а не со стороны поля.

против начальной скорости, а тогда очевидно, что максимальная скорость при пролете будет в центре, когда u^+ будет в 0, а минимальная, когда u^- будет в 0, тогда:

$$\frac{q}{4} m v_0^2 = q(\varphi(0) - \varphi(d)) + m v_{\max}^2$$

$$\frac{q}{4} m v_0^2 = q(\varphi(0) - \varphi(d)) + m v_{\min}^2$$

Умножая (1):

$$\begin{cases} \frac{q}{4} v_0^2 = -m v_0^2 + m v_{\max}^2 \\ \frac{q}{4} v_0^2 = m v_0^2 + m v_{\min}^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{q}{4} v_0^2 = v_{\max}^2 \\ \frac{13}{5} v_0^2 = v_{\max}^2 \end{cases} \quad \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{13}{5}}$.

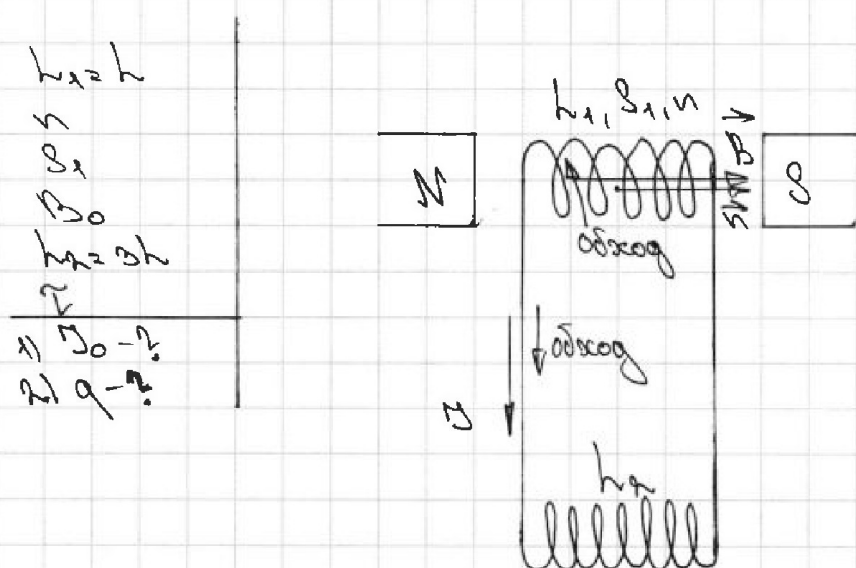


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



1) Пусть в некоторый момент ток течёт по направлению обхода, выбранного с учётом вектора нормали к виткам катушки; по этой причине Кирхгофа для контура $h_1 h_2$.
 $\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$ (1), тогда по з. электромагнитной индукции:

$\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt}$, $\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt}$, учитывая определения собственного и внешнего магнитного потока:

$$\Phi_1 = B S_1 \cos 0^\circ + L_1 I = B S_1 + L_1 I, \Phi_2 = L_2 I \dots (2)$$

Учитывая (1) и (2), (1) получим:

$$\frac{dB}{dt} S_1 + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \quad | \cdot dt$$

$$dB S_1 + (L_1 + L_2) dI = 0$$

Продифференцируем, получим:

$$\Delta B S_1 + (L_1 + L_2) \Delta I = 0 \quad (3)$$

Найдём ток I_0 , который будет течь в момент



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!

выключения поля:

$$-B_0 S_{1n} + (h_1 + h_2) \cdot J_0 = 0$$

$$J_0 = \frac{B_0 S_{1n}}{h_1 + h_2} = \frac{B_0 S_{1n}}{4h}$$

2) с учетом граничных условий (4) примет вид:

$$(B - B_0) S_{1n} = -4h J$$

Вчитывая определение силы тока:

$$(B_0 - B) S_{1n} = 4h \frac{dq}{dt}; dq = \frac{(B_0 - B) S_{1n}}{4h} \cdot dt \dots (5)$$

Распишем заряд, прошедший через катушку как сумму зарядов, прошедших через неё в периоды с разными скоростями изменения магнитного поля.

$$q = q_1 + q_2 \dots (6)$$

Вчитывая (5):

$$q_1 = \int_0^T dq = \int_0^T \frac{(B_0 - \frac{1}{4} B_0) S_{1n}}{4h} \cdot dt = \frac{3B_0 S_{1n}}{16h} \cdot \frac{T}{2} = \frac{3B_0 S_{1n} T}{32h}$$

$$q_2 = \int_0^T dq = \int_0^T \frac{(\frac{1}{4} B_0 - 0) S_{1n}}{4h} \cdot dt = \frac{B_0 S_{1n} T}{32h}$$

$$(6): q = \frac{B_0 S_{1n} T}{8h}$$

$$\text{Ответ: } \frac{B_0 S_{1n}}{4h}; \frac{B_0 S_{1n} T}{8h}.$$



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



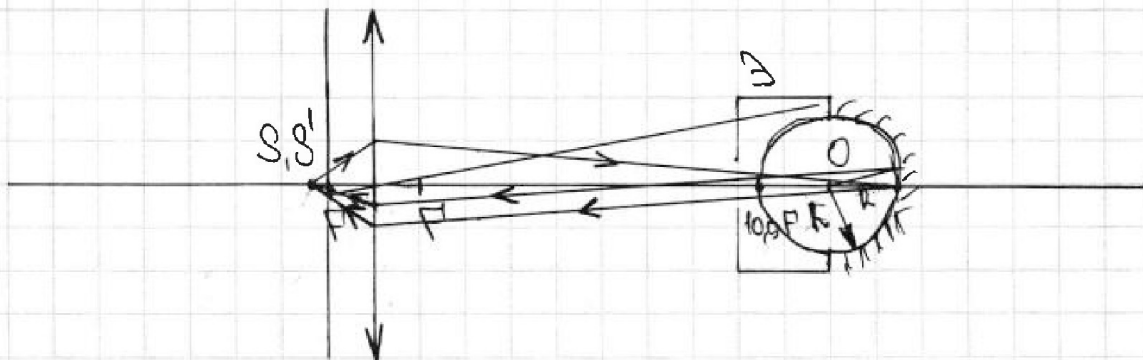
7



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) Так как ход лучей не зависит от показателя преломления среды, то приравняв его равным $n=1$, тогда единственное, что изменится — отражение от задней отражающей поверхности.

из формулы по формуле тонкой линзы

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{0,1F} + \frac{1}{10,5F+R}$$

$$\frac{1}{10,5F+R} = \frac{0,1}{1,1F}$$

$$1,05F + 0,2R = 1,1F$$

$$0,05F = 0,2R; R = 0,25F$$



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!

$$x_m(\omega) = 150$$

$$x_m = \frac{150}{\omega} ; \omega = \sqrt{\frac{k}{m+500}}$$

$$x_m = 150 \sqrt{\frac{m+500}{k}}$$

$$\frac{\mu g (m+500)}{k} = 150 \sqrt{\frac{m+500}{k}} \cdot \cos \omega t$$

$$\frac{\mu g \sqrt{m+500}}{150 \sqrt{k}} = \cos \omega t$$

$$\frac{3}{1} \cdot \sqrt{\frac{3}{36}} = \cos \omega t$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{6} = \cos \omega t = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6} \quad t = \frac{\omega}{6} \quad t = \frac{\pi}{6\omega} \quad \text{или} \quad t = \frac{\pi}{12}$$



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!

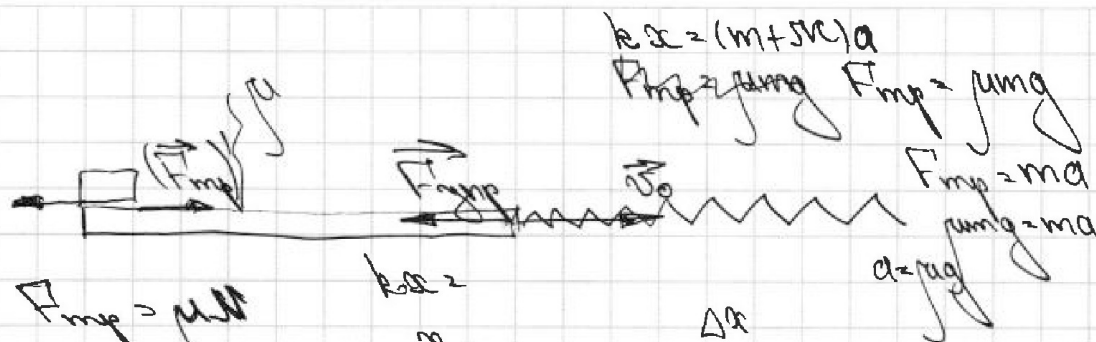
$$m v_0^2 = q(\varphi_+(d) - \varphi_-(0)) \approx A_{до}$$
$$\frac{q m}{2} \left(\frac{3v_0^2}{2} \right) \approx q(\varphi_+(d) - \varphi_-(0)) \approx A_{до} + \frac{3m v_0^2}{2}$$
$$m \frac{9m v_0^2}{4} \approx A_{до} \approx m v_0^2$$
$$m v_0^2 \approx A_{до}$$
$$\frac{5}{4} m v_0^2 \approx m v_0^2; v^2 \approx \frac{5}{4} v_0^2; v \approx \frac{v_0 \sqrt{5}}{2}$$
$$v_0'; v' \approx v'(v_0')$$
$$\frac{2m(v_0')^2}{2} \approx A_{до} + \frac{2m(v_0')^2}{2}$$
$$m(v_0')^2 \approx A_{до} + m(v_0')^2$$
$$m((v_0')^2 - v_0^2) \approx m v_0^2$$
$$v' \approx \sqrt{(v_0')^2 - (v_0)^2}$$
$$(v')' \approx \frac{2v_0}{\sqrt{(v_0')^2 - (v_0)^2}} \approx 0 \quad v_0' \approx 0$$



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
__ 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!



$$1) \quad F_{\text{тр}} = \mu N \quad kx = \mu mg$$

$$F_{\text{упр}} = \mu mg; \quad k \Delta x = \mu mg; \quad \Delta x = \frac{\mu mg}{k}$$

$$2) \quad \Delta A_{\text{внеш}} + \Delta A_{\text{вн. пр.}} = \Delta E$$

$$\Delta A = \bar{A} \cdot \Delta x = \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{(m + \mu k) v_0^2}{2}$$

$$(k + \mu k) \frac{v_0^2}{2} = \Delta A_{\text{вн. пр.}} = 0 \quad \frac{(m + \mu k) v_0^2}{2} = \frac{k \Delta x^2}{2} + \frac{(m + \mu k) v_0^2}{2}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = \mu k \Delta x \quad + \quad F_{\text{упр}} = (m + \mu k) a \quad - kx = (m + \mu k) a$$

$$\Delta x + \frac{k}{m + \mu k} \Delta x = 0; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m + \mu k}{k}}$$

3) Доска гладкая $\Rightarrow$ с ней не считаем трение.

$$-F_{\text{упр}} + F_{\text{тр}} = \mu k \Delta x$$

$$F_{\text{упр}} = k \Delta x_{\text{max}} \quad -k \Delta x_{\text{max}} + \mu mg = \mu k \Delta x_{\text{max}}$$

$$\begin{cases} x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0) \\ v_x = -x_m \omega \sin(\omega t + \varphi_0) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos \varphi_0 = 0 \\ v_0 = -x_m \omega \sin \varphi_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \\ v_m = v_0 \end{cases}$$

$$x = x_m \sin \omega t$$

$$v_x = v_0 \cos \omega t$$



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

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!

$$\rho_0 = 105 \text{ кг/м}^3$$

$$t_0 = 94^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$\rho_{\text{max}}(94^\circ\text{C}) = 0.1 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{max}}(33^\circ\text{C}) = 5 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_0 \approx \rho_{\text{max}} \approx \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_0 \approx \rho_{\text{max}} \approx \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_1 = \varphi_0 \cdot \rho_{\text{max}}(94^\circ\text{C})$$

$$\frac{1}{4} m v_0^2 = q(\varphi(+d) - \varphi(-d)) + m \varphi_{\text{max}}^2$$

$$\frac{1}{4} m v_0^2 = q(\varphi(d) - \varphi(0)) + m \varphi_{\text{min}}^2$$

$$m \varphi_{\text{max}}^2 + m \varphi_{\text{min}}^2 = \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$k \frac{dq}{\sqrt{r^2 + a^2}}$$

$$dr$$



$$\varphi_{\text{кабл}}(x) = \int_0^x dq$$

$$\varphi_k$$

$$\int_0^x dq = k \int_0^x \frac{1}{\sqrt{r^2 + a^2}}$$

$$\int_0^x dq = k \int_0^x \frac{q}{\sqrt{r^2 + a^2}}$$

$$\varphi_{\text{кабл}}(x) = \int_0^x dq = \int_0^x k \frac{q}{\sqrt{r^2 + a^2}}$$

$$S = \pi(r+dr)^2 - \pi(r)^2 = \pi(r+dr-a)(r+dr+a) \approx 2\pi r dr$$

$$\sigma = \text{const}; dq = \sigma \cdot 2\pi r dr; Q; S = \pi(R^2 - R_0^2)$$

$$\varphi_{\text{кабл}}(x) = \int_{R_0}^R k \cdot \frac{2Qr dr}{R^2 - R_0^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{r^2 + a^2}} dq = \frac{Q}{\pi(R^2 - R_0^2)} \int_{R_0}^R \frac{2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + a^2}} = \frac{2Qr dr}{R^2 - R_0^2}$$

$$= k \frac{Qr dr}{R^2 - R_0^2}$$



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
__ 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!

$$(B - B_0)_{S_m} = -4h \cdot \gamma$$

$$(B - B_0)_{S_m} = -4h \gamma$$

$$\cancel{(B - B_0)_{S_m}} \cdot \frac{dq}{dt} \cdot (-4h) = (B - B_0)_{S_m}$$

$$dq = \frac{(B_0 - B) S_m}{4h} \cdot dt \quad \frac{3B_0}{4}$$

$$\int_0^{q_1} dq = \frac{3B_0 S_m}{16h} \int_0^{\tau} dt$$

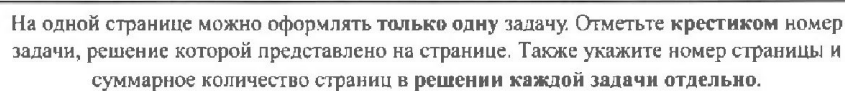
$$q_1 = \frac{3B_0 S_m}{16h} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{3B_0 S_m \tau}{32h}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{12} \\ 12 \cdot 35 \\ \hline 420 \\ 102 \\ \hline 1456 \end{array}$$

~~рост~~

$$p_0 = p_{c1} + p_{c2} + p_1$$

$$p_0 = p_{c1} + p_2$$



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!

$$\left(\sqrt{\frac{2\pi}{\text{const}} \lambda} \right)' = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2\pi}{\text{const}} \lambda}}$$

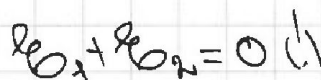
$$= \frac{\sqrt{0.141}}{2} \cdot (\sqrt{p_2^2 + q_2^2} - \sqrt{p_0^2 + q_0^2}) ; \text{WR}$$

$$x=0: \quad \psi(x) = \frac{\cos \pi}{2} \cdot (R-R_0) = \frac{1}{2} \frac{\cos \pi \cdot (R-R_0)}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-10} \text{ m}} =$$

$$\frac{2Q}{2(h+h_0)}$$

$$A_{10} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{m\omega^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2} (y_+(d) + y_-(d)) \cdot d =$$



10/11/20	22
----------	----

$$h_{0,2} = \frac{1}{2}$$

$$\mathcal{D}_1 = Bg_1 n + L_1 \gamma, \quad \mathcal{D}_2 = L_2 \gamma$$

$$S_m + h_1 y' + h_2 y' = 0$$

$$M_0 = \frac{W_0 \sin \alpha}{h_1 + h_2} = \frac{W_0 \sin \alpha}{4h}$$

$$\Delta B \delta_{1n} + h_1 \Delta T + h_{2n} \Delta T = 0$$