



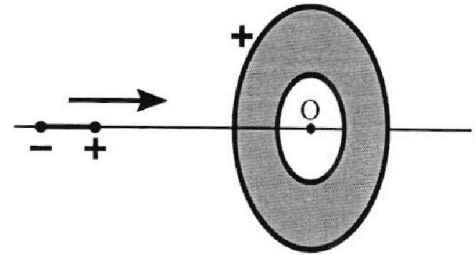
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

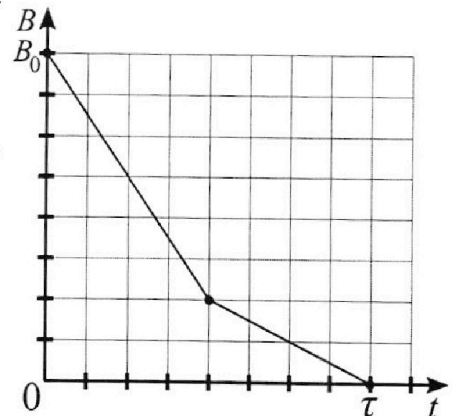
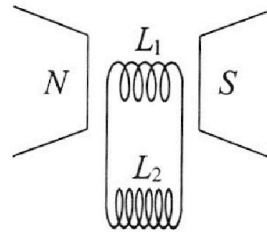


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



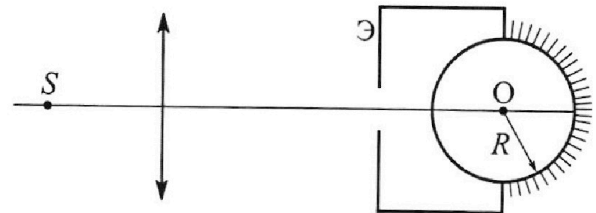
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



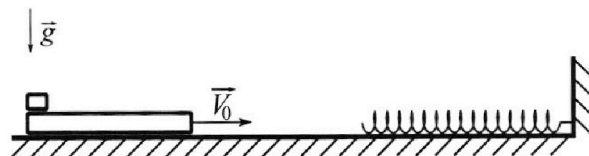
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

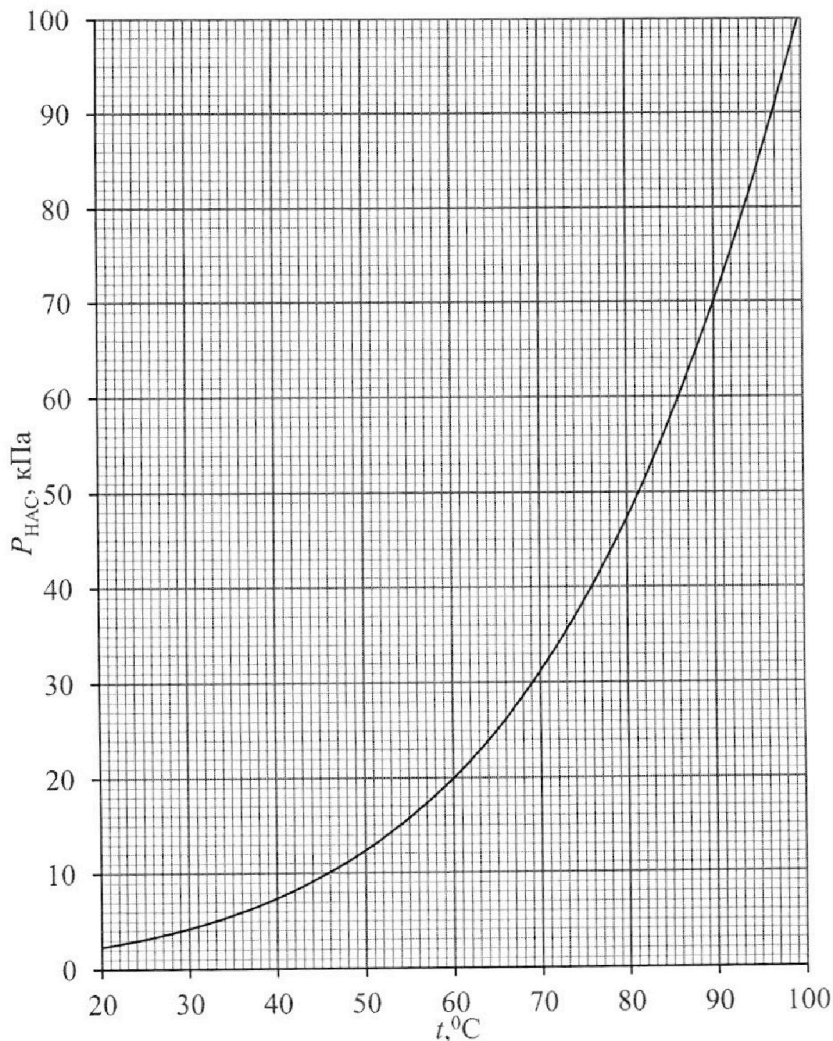


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 ☐

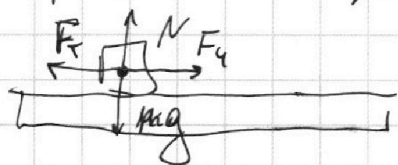
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Пусть x - смещение пружины. Ао
начало проскальзывания груз + доска
движутся как единое тело массой $M+m$
под силой Kx

Ускорение системы: $\ddot{x} = -\frac{Kx}{M+m}$

Перейдем в КСО доски



в ней грузик покоится
под действием N ; Mg ; $F_{\text{трения}}$

и $F_{\text{г.}}$ В крайний случай проскальзывания
начало проскальзывания: $F_{\text{г}} = NV = \mu mg$

$$F_{\text{г}} = \frac{Kx_0}{M+m}$$

$$\frac{Kx_0}{M+m} = \mu mg$$

$$x_0 = \frac{(M+m)\mu g}{K}$$

Ао начало

проскальзывания:

$$\ddot{x} = -\frac{Kx}{M+m}$$

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

решение

канонического диф. уравнения имеет

$$x(t) = \rho \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right), \text{ где } \rho \text{ находим из}$$

того движения продолжалось равно:

$$\frac{K\rho^2}{2} = \frac{(M+m)V_0^2}{2} \quad \rho = \sqrt{\frac{M+m}{K}} V_0$$

$$x(t) = \sqrt{\frac{M+m}{K}} V_0 \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$

$$v(t) = V_0 \cos\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} t\right)$$



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!

Рассмотрим момент начала
проскальзывания:

$$\frac{(m+m)mg}{k} = \int \frac{m+m}{k} v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} t_1\right)$$

$$\sqrt{\frac{m+m}{k}} mg = v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} t_1\right)$$

Подставим значение из условия:

$$\sqrt{\frac{2+1}{36}} \cdot 0,3 \cdot 10 \frac{м}{с} = 1 \frac{м}{с} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{36}{2+1}} \frac{1}{с} \cdot t_1\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \frac{1}{с} t_1\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{36}{3}} \frac{t_1}{с} = \frac{\pi}{3} \quad \boxed{t_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} с}$$

$$v(t)_1 = v_0 \cos\left(\sqrt{\frac{36}{3}} \frac{1}{с} t_1\right) = \frac{v_0}{2}$$

После начала проскальзывания на
~~наклон~~ доску действует постоянная сила
и т.д. вправо. ЗСЭ для движения без
проскальзывания для доски:

$$\frac{m \left(\frac{v_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{k(x_0 + \Delta x)^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \mu mg \Delta x$$

$$\frac{mv_0^2}{4} = k \Delta x^2 + 2kx_0 \Delta x + 2\mu mg \Delta x$$

$$k \Delta x^2 + 4 \Delta x - 2\mu g(m+m) - \frac{mv_0^2}{4} = 0$$

$$\Delta x = \frac{-\mu g(m+m) + \sqrt{\mu^2 g^2 (m+m)^2 + \frac{mv_0^2}{4k}}}{k}$$

Подставляем значение! k



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!

Подставим

значения:

$$\Delta x = \frac{-3 \cdot 4}{36} \pm \frac{\sqrt{9 \cdot 4^2 + 2 \cdot 1}}{36} \quad u = -\frac{1}{3} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \quad 4$$

Суммарное

смещение

$$x = x_0 + \Delta x$$

$$\frac{3 \cdot 3}{36} + \frac{1}{3} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \quad u = \frac{9 - 12 + \frac{17}{\sqrt{2}}}{36} \quad 4^2 = -\frac{1}{12} + \frac{17}{36\sqrt{2}} \quad 4$$

ускорение:

$$\frac{\kappa x - \mu mg}{m} = \frac{36 \cdot \left(-\frac{1}{12} + \frac{17}{36\sqrt{2}}\right) - 3}{2} \quad \frac{4}{c^2} = \left(-\frac{3}{2} - \frac{3}{2} + \frac{17}{\sqrt{2}}\right) \frac{4}{c^2} = \left(\frac{17}{\sqrt{2}} - 3\right) \frac{4}{c^2}$$

Ответ:

$$1) \quad x_0 = \frac{(M+m)\mu g}{\kappa} = \frac{1}{4} \mu = 25 \text{ см}$$

$$2) \quad t_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}, \quad \sqrt{\frac{\mu g m}{\kappa}} \quad c = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$$

$$3) \quad a = \frac{-2\mu g}{M} + \frac{\sqrt{\mu g^2 (M+m)^2 + \frac{4\mu^2}{9}}}{M} = \left(\frac{17}{\sqrt{2}} - 3\right) \frac{\mu}{c^2}$$



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.



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!

$$\epsilon_0 = \frac{p_1}{p_n}$$

из таблицы: $p_n(97^\circ\text{C}) = 91 \text{ кПа}$

$$p_1 = \epsilon_0 p_n(97^\circ\text{C}) = \frac{1}{3} \cdot 91 \text{ кПа} \approx 30,3 \text{ кПа}$$

Пока пар не начал конденсироваться, его можно считать идеальным газом с постоянными количествами, т.е. выполняется

$$\frac{p_n V_n}{T_n} = \text{const}$$

и для воздуха: $\frac{p_v V_v}{T_v} = \text{const}$

$$\frac{p_n V_n}{T_n}$$

$$\frac{p_v V_v}{T_v} = \text{const};$$

т.к. воздух и пар в одном сосуде, то $V_n = V_v; T_n = T_v = \frac{p_n}{p_v} = \text{const}$

При этом сосуд находится под поршнем, т.е. давление в сосуде постоянно;

$p_n + p_v = p_0$. Значит, p_n и p_v постоянны (так как не началось конденсация)

Значит, из графика, конденсация начнется когда давление пара $30,3 \text{ кПа}$ сравняется с насыщенным, т.е. $\approx 63^\circ\text{C}$

$$t^* = 63^\circ\text{C}$$

При 33°C давление пара будет равно насыщенному, т.е. $\approx 5 \text{ кПа}$. Значит, давление сухого воздуха будет $p_0 - 5 \text{ кПа} \approx 100 \text{ кПа}$

В начале давление сухого воздуха было $p_0 - p_1 \approx 75 \text{ кПа}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$\frac{P_{01} V_0}{T_0} = \frac{P_{02} V}{T}$$

$$T_0 = 370 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$T = 306 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{01}}{P_{02}} = \frac{306}{370} \cdot \frac{75}{100} = \frac{153}{185} \cdot \frac{3}{4} = \frac{459}{640}$$

Ответ: 1) $P_1 \approx 30,3 \text{ kPa}$

2) $t^* \approx 69 \text{ } ^\circ\text{C}$

3) $\frac{V}{V_0} = \frac{459}{640}$



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!

Пусть работа, совершаемая полем диска при приближении диполя к кольцу со вектора кольца $= -A$ (диполь отталкивается, работе отрицательно, $A > 0$)

При минимальном пролёте скорость диполя в центре диска 0.

~~Закон~~ Закон изменения кинетической энергии:

$$\textcircled{1} -\frac{mV_0^2}{2} m = -A ; \quad A = \frac{mV_0^2}{2}$$

Для случая $V = \frac{3}{2} V_0$

$$\frac{mV_n^2}{2} - \frac{m\left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{2} = -A \quad \frac{mV_n^2}{2} - mV_0^2 \cdot \frac{9}{4} = -mV_0^2$$

$$V_n^2 = \frac{5}{4} V_0^2 \quad \boxed{V_n = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0}$$

При дальнейшем пролёте диполь будет притягиваться к кольцу, но отлететь от него. Из симметрии системы работа поле после пролёта со бесконечности $= -A$

$$\frac{mV_{\min}^2}{2} - \frac{m\left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{2} = -2A$$

$$V_{\min}^2 - \frac{9}{4} V_0^2 = -2V_0^2$$

$$V_{\min} = \frac{1}{2} V_0, \quad V_{\max} = \frac{3}{2} V_0, \quad \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 3$$

Ответ: 1) $V_n = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$
 2) $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 3.$



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 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!

т.к. катушки соединены параллельно и
в одну цепь: $U_1 = U_2 = \mathcal{E}$; $I_1 = I_2 = I$

На катушке L_1 : $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB}{dt} n S_1 - L_1 \dot{I}$

На катушке L_2 : $\mathcal{E} = L_2 \dot{I}$

$$L_2 \dot{I} = - \frac{dB}{dt} n S_1 - L_1 \dot{I}$$

$$(L_2 + L_1) \frac{dI}{dt} = - \frac{dB}{dt} n S_1$$

$\Delta I = - \frac{\Delta B n S_1}{L_1 + L_2}$ из графика $\Delta B = -B_0$

$$I_0 = \frac{B_0 n S_1}{4L}$$

$$I(t) = - \frac{\Delta B n S_1}{4L} \quad dq = I dt = - \frac{\Delta B n S_1}{4L} dt$$

$Q = \text{площадь под графиком } (-\Delta B)(t) \cdot \frac{n S_1}{4L}$, или
площадь под графиком $(80 B_0)$ $\times B(t)$

из графика:

$$Q = \left(\frac{4}{8} \cdot \frac{6}{8} \cdot \frac{1}{2} + \frac{4}{8} \cdot \frac{6}{8} + \frac{4}{8} \cdot \frac{2}{8} \right) B_0 \tau = \left(\frac{12}{64} + \frac{24}{64} + \frac{4}{64} \right) B_0 \tau \cdot \frac{n S_1}{4L} = \frac{5 B_0 \tau n S_1}{32L}$$

Ответ. 1) $\frac{B_0 n S_1}{4L}$

2) $\frac{5 B_0 \tau n S_1}{32L}$



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!

Пусть расстояние от линзы до изображения
 в линзе = x . Из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2} + \frac{1}{x} \quad (\text{линза собирающая, изображение действ.})$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2+x}{2x}$$

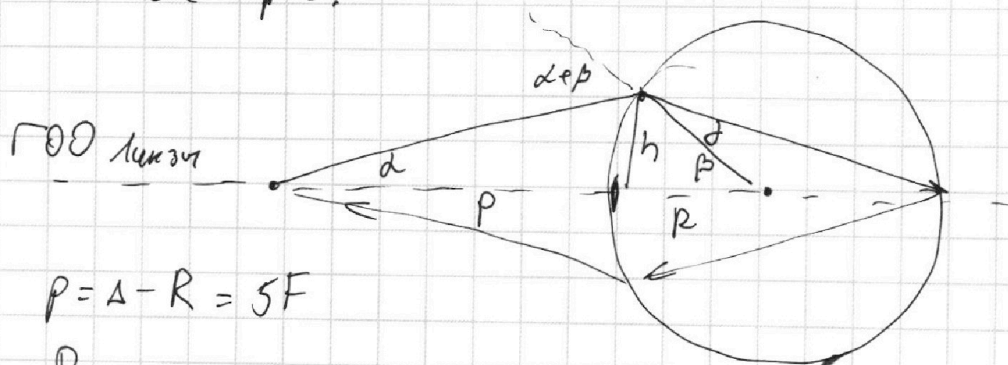
$$1 = \frac{1,1F+x}{1,1x}$$

$$x = 1,1F$$

Если изображение совпадает с источником
 независимо от n , значит вторичный источник
 лучи собираются в центре шара, т.к. тем
 лучи проходят перпендикулярно поверхности шара
 и не испытывают преломления, а после
 отражения идут по той же пути, что
 и пришли:

$$x = b + R \Rightarrow R = 0,5F$$

Если после свдвига на Δ изображение
 вторичного источника совпадает с ним
 самим, значит лучи внутри шара собираются
 в его задней точке на ~~500~~ линзы и
 после отражения идут симметрично входящим,
 см. рис:



$$R = \Delta - R = 5F$$

Рассмотрим луч, падающий на расст. h от оси



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!

В параллельном приближении:

$$\lambda \cdot p = \beta R \approx 2 \cdot 2R$$

Угол падения луча p и β

Закон Снеллиуса: $\lambda \sin \beta = n \lambda$

$$\lambda + \beta = n \cdot \frac{\beta}{2}$$

$$\lambda = \beta \frac{R}{p}$$

$$\frac{R}{p} + 1 = \frac{n}{2}$$

$$n = \frac{2R}{p} + 2$$

$$n = \frac{2 \cdot 0,5F}{5F} + 2 = 2,2$$

Ответ: 1) $R = 0,5F$
2) $n = 2,2$

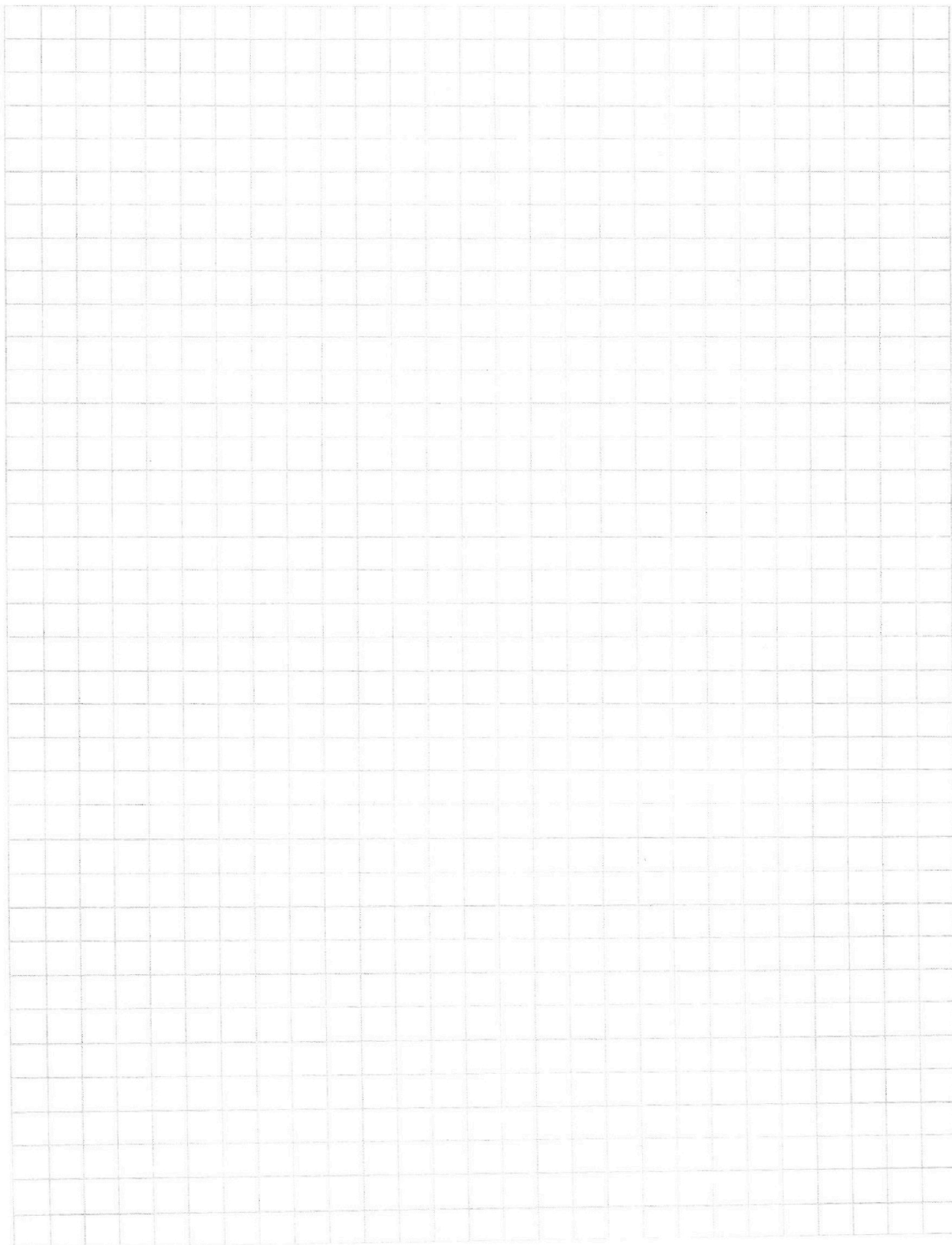


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



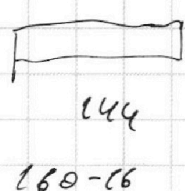


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$144 \pm \frac{1}{2}$$


$$x_0 = \frac{(\mu+m) \mu g}{k}$$

$$9 \times 16 + \frac{1}{2}$$

$$\frac{MV_0^2}{4} = \frac{289}{36}$$

$$\frac{MV_0^2}{4} = k \Delta x^2 + 2kx_0 \Delta x + 2\mu mg \Delta x$$

$$\frac{MV_0^2}{4} = k \Delta x^2 + 2(\mu+m) \mu g \Delta x + 2\mu mg \Delta x$$

$$\Delta x^2 + 2\Delta x \left(\frac{(\mu+m) \mu g}{k} + \frac{\mu g}{k} \right) - \frac{MV_0^2}{4k} = 0$$

$$k \Delta x^2 + 2\Delta x \left(\mu g (\mu+m) + \mu g \right) - \frac{MV_0^2}{4} = 0$$

$$\Delta x = \frac{-2\mu g (\mu+m) - 2\mu g \pm \sqrt{4\mu^2 g^2 (\mu+m)^2 + \frac{MV_0^2}{k}}}{2k}$$

$$\Delta x = -3 \cdot \frac{4}{36} + \sqrt{9 \cdot 4^2 + \frac{2 \cdot 1}{4 \cdot 36 \cdot 36}} = 9 \times 16$$

$$= -\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{9 \times 16 \times 36^2 + \frac{1}{2}}}{36}$$

$$36$$

$$(\mu+m) V_0^2 = k x_m^2$$

$$x_m = \sqrt{\frac{\mu+m}{k}} V_0$$

$$X(t) = x_m \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{\mu+m}} t\right)$$

$$\mu g \frac{(\mu+m)}{k} = \sqrt{\frac{\mu+m}{k}} \cdot V_0 \cdot \sin(x)$$

$$3 \cdot \frac{3}{36} = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot 1 \cdot \sin(x)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{\sqrt{3}}{6} \sin(x) \quad \sin(x) = \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\mu g \Delta x \cdot \frac{k x_m^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$\mu g \Delta x + \frac{k(x_0 + \Delta x)^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$2\mu g \Delta x + k \Delta x^2 + 2k x_0 \Delta x = m V_0^2$$

$$\Delta x^2 + 2\Delta x \left(\frac{(\mu+m) \mu g}{k} + \frac{\mu g}{k} \right) - \frac{m V_0^2}{4k} = 0$$

$$\mu g = \frac{k x_0}{\mu+m}$$

$$x_0 = \mu g \frac{(\mu+m)}{k}$$

$$289 =$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$

$$17$$



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 __

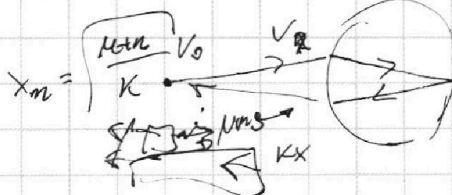
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1F} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1F + x}{1Fx}$$

$$1 = \frac{1F + 10x}{11x}$$

$$(1+m)V_0^2 = kx_m^2$$



$$-\frac{kx}{1+m} = \frac{dV}{dt}$$

$$x + \frac{1k}{1+m} x = 0$$

$$x = 2.89 \sqrt{\frac{k}{1+m}} t$$

$$x_{max} =$$

$$x = 5F$$

$$\beta \cdot R = 2x = 2R\beta$$

$$\alpha = \beta \cdot \frac{R}{x}$$

$$\eta f = \alpha + \beta$$

$$f = \frac{1}{2}\beta$$

$$\eta \frac{1}{2}\beta = \alpha + \beta$$

$$x = \sqrt{\frac{1+m}{k}} V_0 \left(\sin \sqrt{\frac{k}{1+m}} t \right)$$

$$\frac{n}{2} = \frac{R}{x} + 1$$

$$n = \frac{2R}{x} + 2$$

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E} = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$3 = \sqrt{3} \sin(\alpha)$$

$$\mathcal{E} = L \dot{I}$$

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = \frac{dB}{dt} n S_1$$

$$L dI = -n S_1 dB$$

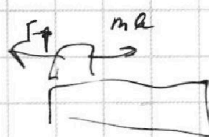
$$I = -\frac{n S_1 \Delta B}{L}$$

$$n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{I}{I_0} = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot \sqrt{1 + \sin^2 \left(\frac{\beta \alpha}{5} \right)} \approx 1.5$$

$$\frac{F}{1+m} = Q$$

$$1mg = \frac{F}{1+m}$$



$$dx = v_0 dt - \frac{Fx}{1+m} dt$$

$$v = v_0 - \frac{kx}{1+m}$$

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{F}{1+m}$$

$$L = Vx - \frac{Fx^2}{2(1+m)}$$

$$105 kPa = p_0 + p_x$$

$$M \ddot{x} = kx +$$

