



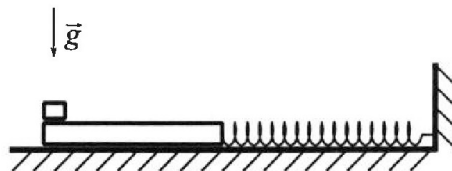
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. 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.

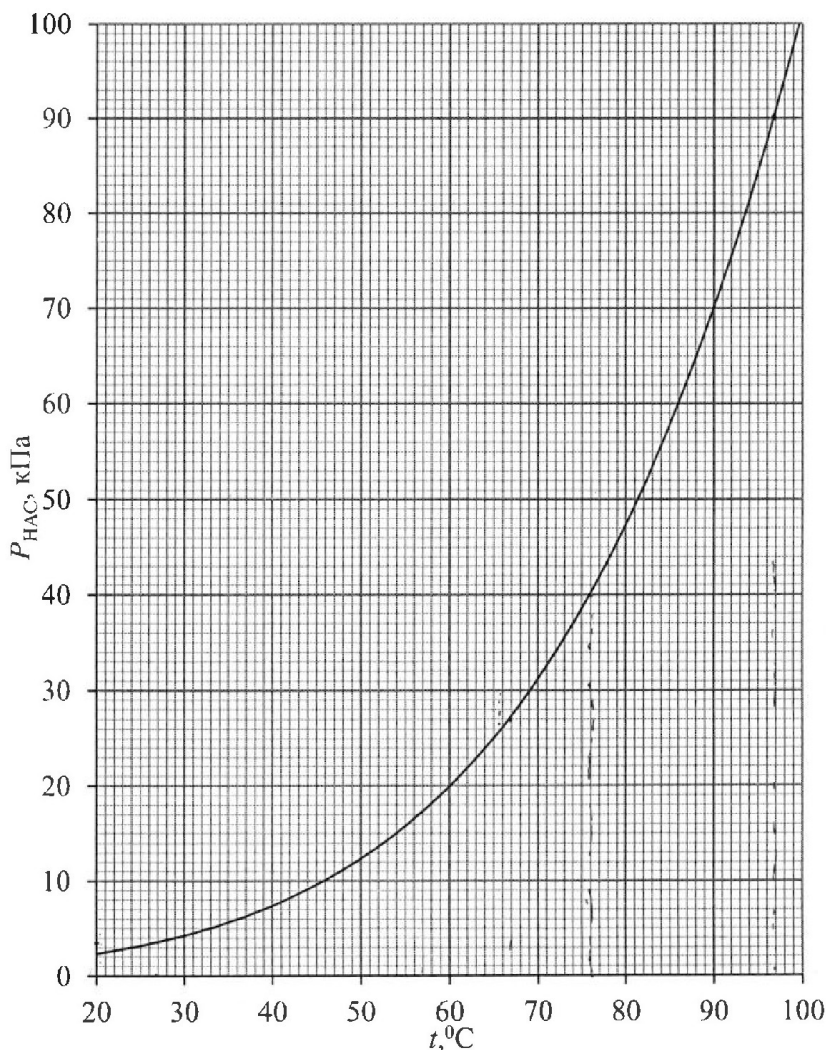


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





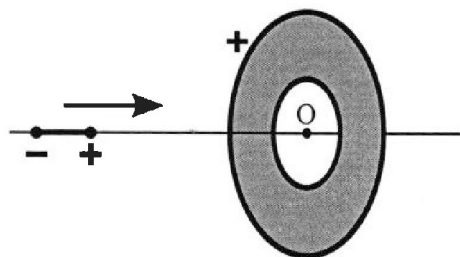
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



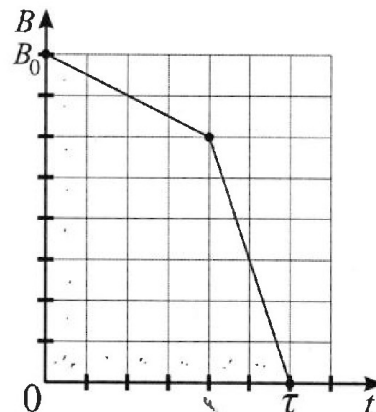
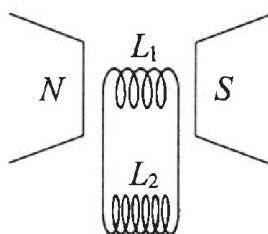
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

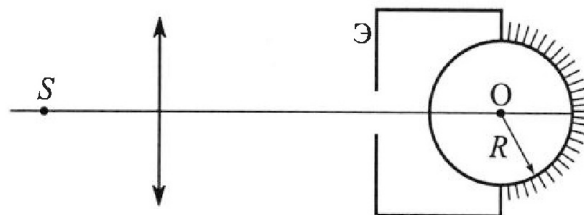
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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_2 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, 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.

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. Решим второй закон Ньютона для бруса и груза:

$$\begin{cases} M\ddot{x} = -kx - \mu mg \\ mQ_{\text{бруса}} = \mu mg \end{cases}, \text{ где } x - \text{смещение груза.}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = -\mu mg/M \Rightarrow x = x' - \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x' + x' \frac{k}{M} = 0, \text{ так как в момент времени } t=0$$

$$\text{скорость груза равна нулю} \Rightarrow x'(t) = A \cos(\omega t)$$

$$(\omega = \sqrt{k/M}); x(t) = A \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$1) \ddot{x} = Q_{\text{бруса}} \Rightarrow \mu g \Rightarrow (M+m)\mu g = k|x| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |x| = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{g}{50} \text{ м}$$

$$2) \ddot{x}(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t) \Rightarrow \text{первый раз оно равно нулю, когда } t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow |a_{\text{гориз}}| = A\omega =$$

$$= Q_{\text{бруса}} \cdot \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\mu g \pi}{2\omega} \Rightarrow A = \frac{\mu g \pi}{2\omega^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{ускорение бруса в покое равно } A\omega^2 = \frac{\mu g \pi}{2} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{2} = 4,5 \text{ м/с}^2$$

$$3) \text{ ускорение бруса равно } \mu g = A\omega^2 \cos(\omega t') \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos(\omega t') = \frac{2}{\pi} \approx \frac{2}{3} \Rightarrow \sin(\omega t') = \frac{\sqrt{5}}{3} \Rightarrow a_{\text{гориз}} =$$

$$= \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} \approx \frac{3}{2\sqrt{5}} \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{g}{50} \text{ м 2) } 4,5 \text{ м/с}^2 \text{ 3) } \frac{3}{2\sqrt{5}} \text{ м/с}$$



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!

~~Рис~~ Изначально:

$$P_{\text{нас}}(t_0) V = \nu R T_0 = \frac{\nu R}{V} = \frac{P_{\text{нас}}(t_0)}{t_0 + 243}$$

концу испарения:

$$P_{\text{нас}}(t^*) V = 12 \nu R T' \Rightarrow \frac{P_{\text{нас}}(t^*)}{T'} = \frac{12 P_{\text{нас}}(t_0)}{t_0 + 243} =$$

$$\Rightarrow t^* = \cancel{P_{\text{нас}}(t^*)} \frac{12}{12}$$

$$t^* = \frac{P_{\text{нас}}(t^*)}{12 P_{\text{нас}}(t_0)} (t_0 + 243) - 243 \text{ } ^\circ \text{C}$$

~~Рис~~ у нас находится графика P от T
(температура)

$$\text{будет равен } \frac{12 \nu R}{V} = \frac{12 P_{\text{нас}}(t_0)}{t_0 + 243} =$$

$$\Rightarrow \Delta P = (T_{\text{испарения}} - t^*) \frac{12 P_{\text{нас}}(t_0)}{t_0 + 243} \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$\varphi = \frac{P(t^*) + \Delta P}{P_{\text{нас}}(T_{\text{испарения}})}$$

Ответ: 1) 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 ☐

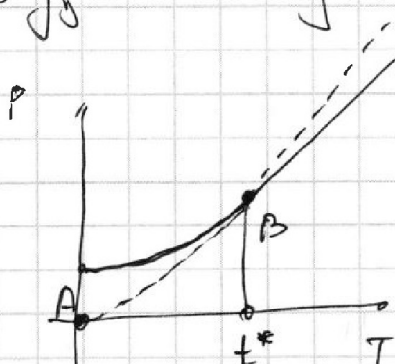
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

Пока вода испаряется, влажностью воздуха пор всегда остаётся насыщенным.

Когда весь пар испарится, его масса увеличится в $\frac{m_{no} + m_b}{m_{no}} = \frac{m + 11m}{m} = 12$

График равновесия пара от температуры будет выглядеть так:



AB - совпадает с графиком из условия, а BC - касательная.

Угол наклона отрезка BC равен $\frac{dp}{dT} = \frac{12 p(t_0)}{T_0}$ где p - парциальное давление пара, а V - объём сосуда

Начальный момент:

$$p(t_0) V = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{p R}{V} = \frac{p(t_0)}{T_0} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \frac{dp}{dT} = 12 \frac{p(t_0)}{T_0}$. Очевидно, что касательная BC пройдет через

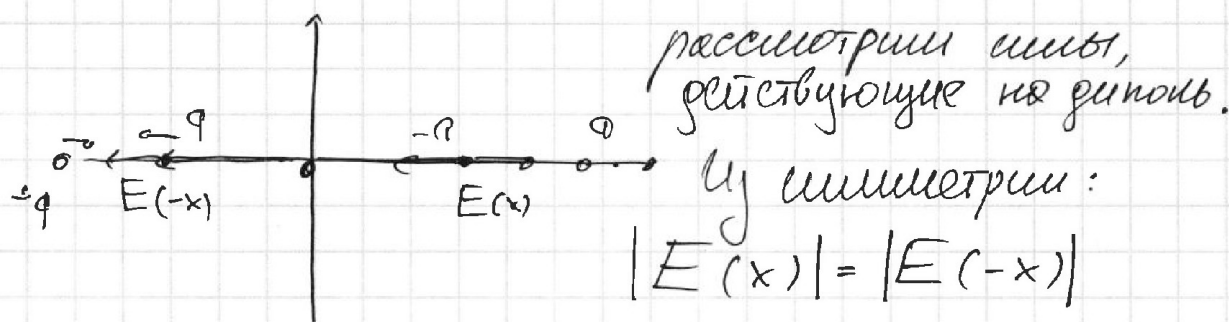


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. диполь не прошёл через центр:

$$F_{\text{зам}} = q(E_n - E_{q+d})$$

2. диполь прошёл центр: $\Rightarrow$

$$F_{\text{зам}} = q(E_n - E(r+c))$$

$\Rightarrow$ при пролёте Ц координаты $x = -\infty$ в координату $x = +\infty$ диполь теряет максимум своей скорости (если, конечно, рождается)

1) Работа над диполем пропорциональна его заряду:

$$\frac{1}{2} q = \frac{m v_0^2}{2}; \quad \frac{1}{2} q = \frac{m v'^2}{2} \left(\frac{v'}{v_0} = \frac{1}{\sqrt{2}} \right), \quad v' = v_0 / \sqrt{2}$$

$\Rightarrow$ В Ц $v_0 (1 - \frac{1}{\sqrt{2}})$, что меньше чем v_0 , что значит, что в любой-то момент скорость диполя обратится в нуль!

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m (v')^2}{2} = \frac{1}{2} q = \frac{m v_0^2}{4} \Rightarrow (v')^2 = \frac{1}{2} v_0^2 \Rightarrow v' = v_0 / \sqrt{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\Delta v| = v_0 - \frac{v_0}{\sqrt{2}} = v_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) < \frac{v_0}{2} \Rightarrow v_{\min} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\max} - v_{\min} = v_0$$

Ответ: 1) $v_0 / \sqrt{2}$; 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
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!

Для катушки L_1 : $L_1 \dot{I}_1 = \frac{dB}{dt} n S_1$

Для контура L_1 и L_2 : $L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 0$

$\Rightarrow L_2 \dot{I}_2 = - \frac{dB}{dt} n S_1 \Rightarrow L_2 I_2 = (B(t=0) - B(t=\tau)) n S_1$

$I_2 = \frac{B_0 n S_1}{L_2}$; $L_2 I_2(t) = n S_1 (B_0 - B(t))$

$\Rightarrow I_2(t) = \frac{n S_1}{L_2} (B_0 - B(t)) = q_2 = \frac{n S_1}{L_2} (B_0 \tau - \int_{\text{по графику}})$

$q_2 = \frac{n S_1}{L_2}$

На схеме, состоящей из катушек, возникает

$\exists \text{ ЭДС (индукции)}, \text{ равной } \frac{dB}{dt} n S_1 = (L_1 + L_2) \dot{I} = \frac{dB}{dt} n S_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow I_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{4L}$

$I(t) = \frac{n S_1}{4L} (B_0 - B(t)) \Rightarrow q_2 = \frac{n S_1}{4L} (B_0 \tau - \int_{\text{по графику}}) =$

$= \frac{n S_1}{4L} \cdot \frac{4 B_0 \tau}{24} = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L}$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 n S}{4L}$ 2) $q_2 = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L}$

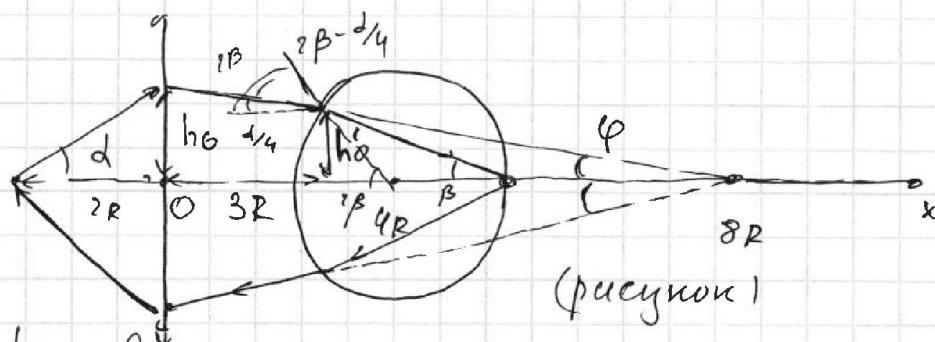


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Как видно, схема симметрична от-но оси $Ox \Rightarrow$ луч отражается от зеркальной поверхности в точке, лежащей на оси Ox !
(все обозначения на рисунке)

$$h_0 = 2R\alpha \Rightarrow 8R\varphi = 2R\alpha \Rightarrow \varphi = \alpha/4$$

$$h'/5R = \frac{2R\alpha}{8R} \Rightarrow h' = \frac{5R\alpha}{4} \Rightarrow 2\beta R = \frac{5R\alpha}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{5\alpha}{8} \Rightarrow 2\beta - \alpha/4 = \frac{5}{4}\alpha - \frac{\alpha}{4} = \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{5}{8}\alpha n \Rightarrow n = \frac{8}{5}$$

Ответ: 1) $f = \frac{8R}{5}$; 2) $n = \frac{8}{5}$



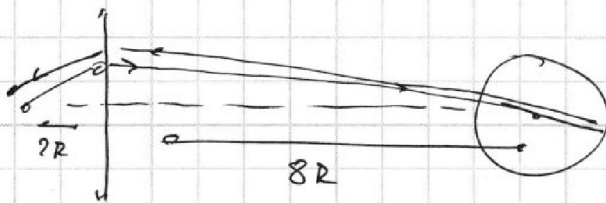
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 2

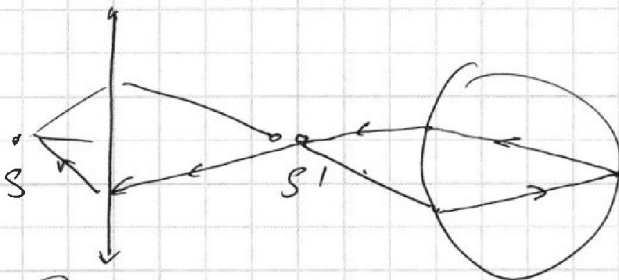
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Так как явление, описанное в условии, происходит при шаре, все лучи, исходящие от него изотропно, проходя через линзу, падают на шар перпендикулярно его поверхности. Отсюда изображение от линзы находится в центре шара.

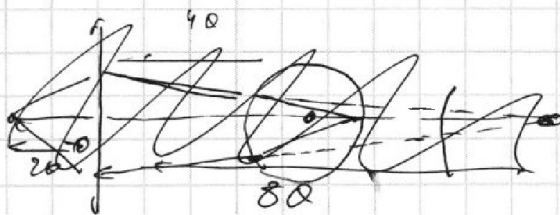


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{5}{8R} \Rightarrow F = \frac{8R}{5}$$

2) Чтобы изображение S падало в источник, нужно, чтобы лучи, выходящие из шара собирались в той же точке, что и начальное изображение $S(S')$.



Схему хода лучей (чтобы изображение было на источнике):



$$\frac{h_0}{82} = \frac{h_1}{52}$$

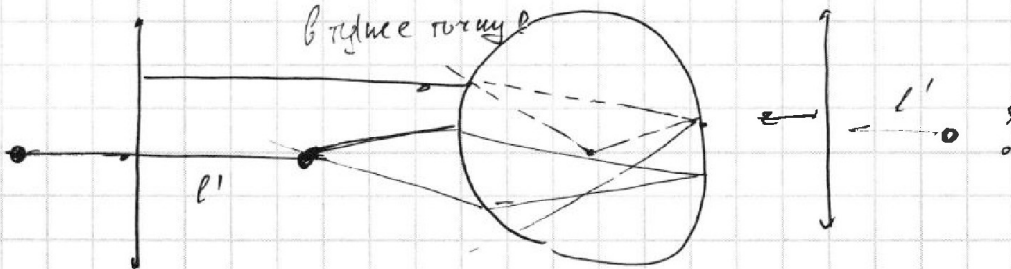


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

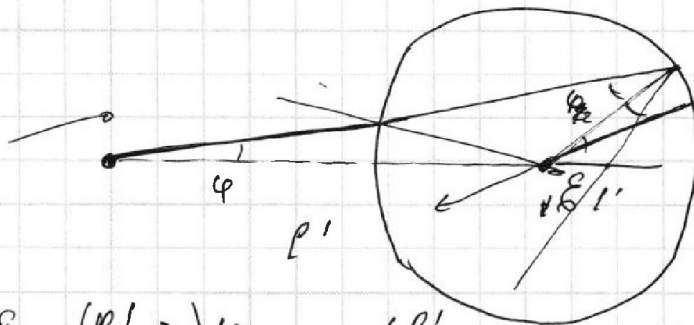
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

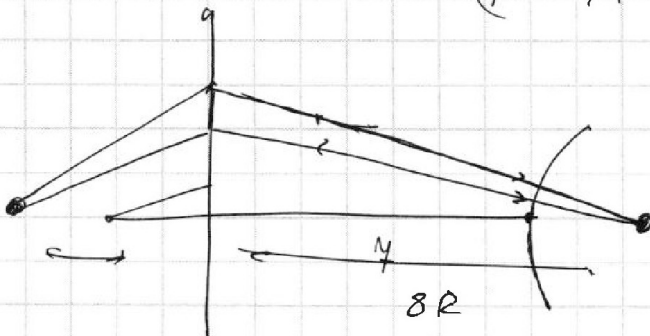


$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{l'} = \frac{1}{R} \Rightarrow l'$$



n=1

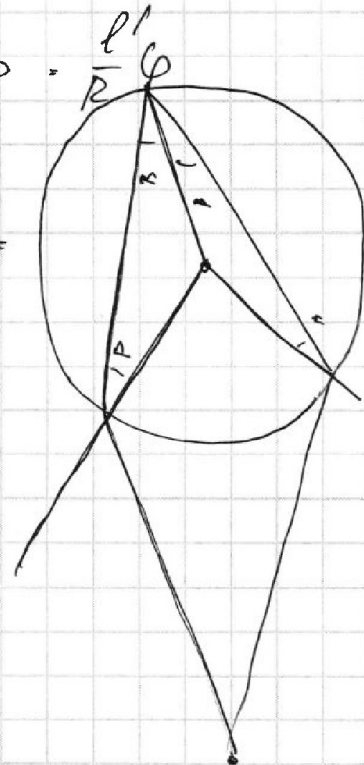
$$R\phi = (l' + R)\phi \Rightarrow \phi = \left(\frac{l'}{R} + 1\right)\phi \Rightarrow \phi - \phi = \frac{l'}{R}\phi$$



1P

$$\frac{1}{8R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{(l' + l)}{2l'} = \frac{1}{R}\phi$$





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!

Решение задачи

$$\frac{5}{\partial P} = \frac{1}{4}$$



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!



$$\begin{cases} M\ddot{x} = -bx - \mu mg \\ ma_z = \mu mg \end{cases}$$

$$\ddot{x} + \frac{b}{M}x = -\mu mg/M \quad x' = x + \mu mg \frac{1}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ddot{x}' + \frac{b}{M}(x' + \mu mg \frac{1}{k}) = -\mu mg/M$$

$$\ddot{x}' + x' \frac{b}{M} - \mu mg/M = -\mu mg/M$$

$$\ddot{x}'(t) = -\frac{\mu mg}{M}$$

$$x'(t) = A \cos(\omega t) \Rightarrow x(t) = A \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t) \Rightarrow \dots \Rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$x = -\frac{\mu mg}{k} \quad A = ?$$

$$a_z = u_z = \left| \mu g \frac{\pi}{2\omega} \right| \Rightarrow A\omega = \mu g \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \textcircled{A}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2B_0}{5} \cdot \frac{4\pi}{5}$$

$$\frac{B_0 \pi}{12} + \frac{4\pi}{5} \cdot \frac{B_0}{8} \quad \frac{B_0 \pi}{2} \cdot \frac{B_0 \pi}{12}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{5} \cdot \frac{4B_0}{5}$$

$$\frac{B_0 \pi}{8}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{4}{12} + \frac{1}{8} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{4}{12} + \frac{1}{8}$$

$$\frac{19}{24} + \frac{3}{24}$$

$$1 - \frac{14}{24}$$

$$\dots \rightarrow \frac{\partial W}{\partial m W} - 1 \times \frac{W}{Y} = \frac{\partial W}{\partial m W} - 1 \times X = X$$



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!

$$X = \frac{(M+m)mg}{k} - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\mu mg = kx - \mu mg$$

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

$$A\omega^2 \cos(\omega t') = \mu g$$

$$\frac{Ak}{M} \cos(\omega t') = \mu g \Rightarrow$$

$$\frac{\mu g}{2} \cos(\omega t') = \mu g$$

$$\cos(\omega t') = \frac{2}{5} \Rightarrow$$

$$t' = \sqrt{\frac{M}{k}} \arccos\left(\frac{2}{3}\right)$$

$$\frac{\sqrt{5}}{3} = \sin(\omega t') \Rightarrow$$

$$\frac{\mu g}{2} \cos(\omega t') = \mu g$$

$$A\omega \sin(\omega t')$$

$$\frac{\mu g}{2\omega} = \frac{\mu g}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\frac{3}{2} \sqrt{\frac{2}{50}} \cdot \sqrt{5} \cdot \frac{1}{3} = \frac{3}{2\sqrt{5}} \text{ м/с}$$

$$\sqrt{\frac{10}{50}}$$

$$\frac{(2-1) \cdot 3}{0.5} = \frac{3}{0.5}$$

$$\frac{3}{0.5}$$

$$q(E(n) - E(n+1))$$

$$q(E(n) - E(n+1)) = m\alpha$$

no x: (sawyer)

$$q \rightarrow 0$$

$$-q \rightarrow 0$$

$$-q \rightarrow 0$$

$$-q \rightarrow 0$$

$$-q \rightarrow 0$$

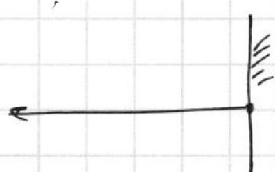


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$M \ddot{x} = -kx - \mu mg$$

$$M \ddot{x} + \frac{k}{M} x = -\mu mg$$

$$x' = x + \frac{\mu mg M}{k} \Rightarrow (\ddot{x}') + (x' - \frac{\mu mg M}{k}) \frac{k}{M} = -\mu mg$$

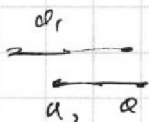
$$\ddot{x}' = A \cos(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow A \cos(\omega t)$$

$$x(t) = -\mu mg \frac{M}{k} + A \cos(\omega t)$$

$$0(t) = -A \omega^2 \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow$$

Убруска = угоски : $A \omega \sin(\omega t)$ $A \omega = 2$

$$\frac{(m + M) A^2 \omega^2}{2} - \frac{k (x')^2}{2}$$



$Q_{отн} =$

Q_1

$$-\mu g + \frac{m}{M} \mu g + kx = Q_{отн}$$

$$M a_1 = -kx - \mu mg$$

$$\Rightarrow a_1 = -\frac{k}{M} x - \mu g$$

$$m a_2 = \mu mg$$

$$\Rightarrow a_2 = \mu g$$

$$Q_{отн} = \mu g + \frac{k}{M} x + \frac{m}{M} \mu g$$

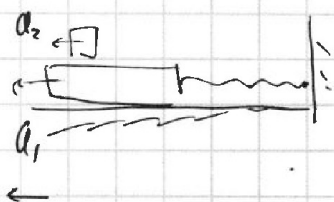




На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

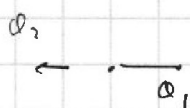


$$Ma_1 = kx - \mu mg$$

$$ma_2 = \mu mg$$

$$\# 1) \begin{cases} Ma - kx - \mu mg \\ ma = \mu mg \end{cases} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{k}{\mu mg} x - 1 =$$

$$\Rightarrow x = \frac{M+m}{k} \mu mg$$



$$x' = x - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\frac{Mu_1^2}{2} + \frac{mu_2^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + \mu mg L_{\text{отн}} = \frac{kx_0^2}{2} \left(x' + \frac{\mu mg}{k} \right) \frac{1}{M} =$$

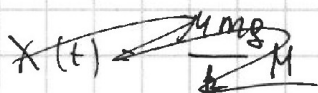
$$kx' = \mu mg \Rightarrow x' = \frac{\mu mg}{k} \quad (u_1 = u_2)$$

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

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = \frac{\mu mg}{M}$$

$$x - \frac{\mu mg}{k} = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\dot{x}(0) = 0 \quad \varphi_0 = 0$$



$$x(t) = \frac{\mu mg}{k} + A \cos(\omega t)$$



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!

$$Q_{\text{отч}} = \mu g \left(\frac{m+M}{m} \right) + kx$$

$$I_X(t) = -\mu$$

$$P(t) V = V(t) R T_0 \quad \text{прекращено}$$

$$m_n \quad 11 m_n$$

$$\left(\frac{1}{12} \right)' = 12$$

$$PV = \nu RT$$

прекращено:

$$\frac{dp}{dT} = \text{const} = \frac{11 \nu R}{V} = \frac{11 P(t_0)}{T_0}$$

$$P = P_{\text{нас}}$$

в начале насыщенной?

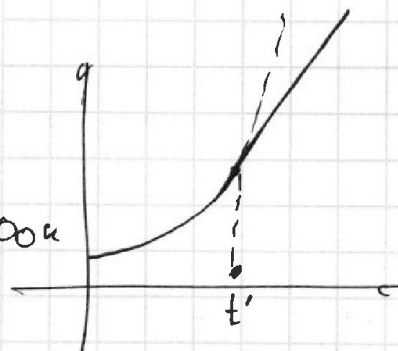
$$P(t_0) V = \nu R T_0 =$$

$$\frac{P(t_0)}{P}$$

$$\frac{\nu R}{V} = \frac{P(t_0)}{T_0}$$

пока истоще

$$245 \cdot 24 = 300 \text{ K}$$

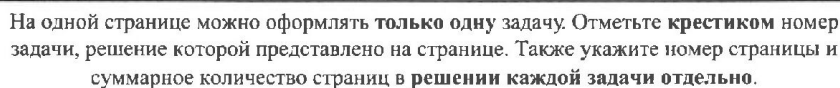


$$2,5 \text{ kPa}$$

$$\frac{2500}{300} = \frac{25}{3} \text{ "}$$

$$\frac{245}{3} = \frac{dp}{dT}$$

$$\frac{0,245}{3}$$



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!

$$P_{\text{nope}}(t_0) V = \nu R T_0 \quad ; \quad P_{\text{nope}}(t') V = 12 \nu R T' =$$

$$= \frac{A}{\sqrt{2}} \frac{P_{\text{prop}}(t')}{\sqrt{I_0}} \cdot 12 = \frac{P_{\text{prop}}(t')}{I'}$$

$$\frac{3,5}{300} \cdot 12 = \frac{3,5}{100} \cdot 4 = \frac{14}{100} = 0,14$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \hline 356 \end{array}$$

$$77-243 = 240-80$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{120 \text{ V}}{V}$$

$$\begin{array}{r} 90 \\ \hline 370 \end{array}$$

1) $q(E_n - E_{n+1})$ $\varphi(r)$ $\varphi(-\varphi(r) + \varphi(r+1))$

$q(\varphi(r) + \varphi(r+1)) = E_{n+1}$ $2\Delta E$

$$Q(\Delta U_{\text{проекта}}) = \frac{m V_0^2}{2}$$

$$f(\text{Skupina}) = \frac{m \cdot V_i^2}{2}$$

$$21 \quad 9 \left(E_{n+l} - E_n \right) \frac{V_0}{V_1^2} = 2 \Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$