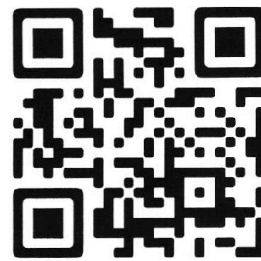




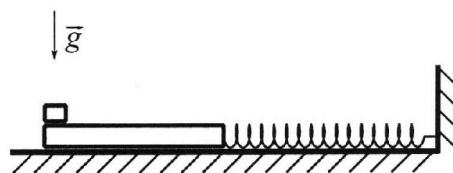
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

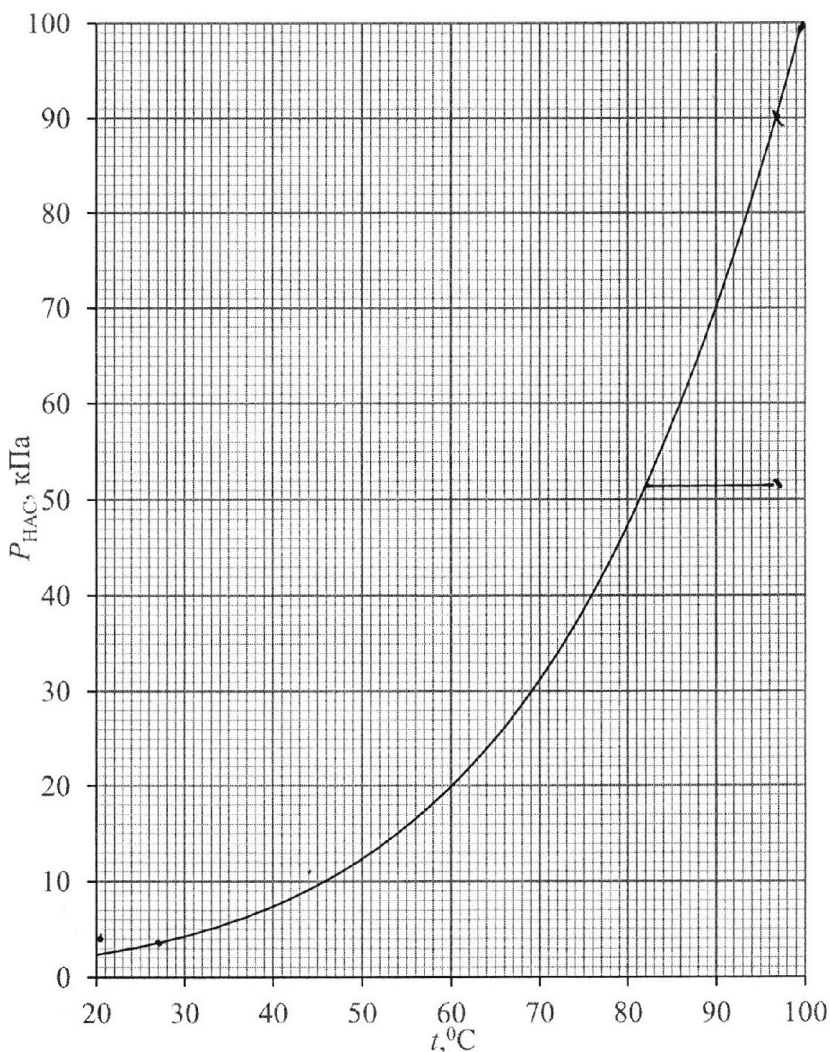


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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





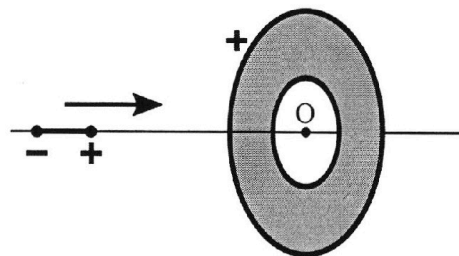
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

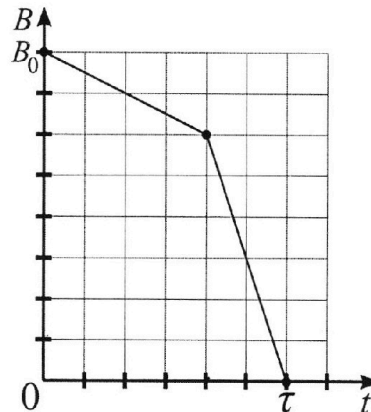
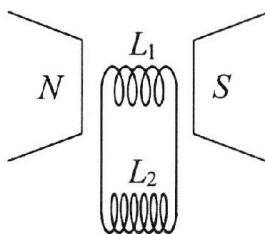


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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



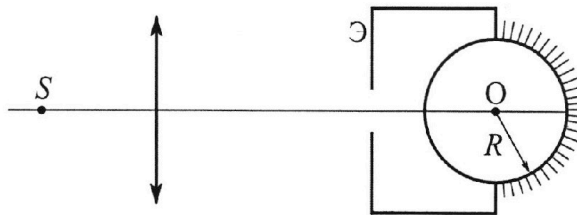
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $\tau$ . 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.

Отражени е света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  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  
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!

$$1) \begin{cases} k\Delta x - \mu mg = Ma \\ \mu mg = ma \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} k\Delta x - \mu mg = \mu Mg, \\ k\Delta x = \mu g(M+m) \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} k\Delta l - \mu mg = MA, \\ \mu mg = ma \end{cases} \quad \Delta x = \frac{\mu(M+m)g}{k}$$

$$\frac{k\Delta l^2}{2} = \frac{(M+m)v^2}{2} - \mu mg \cdot x_{\text{отн}}$$

$$a = \mu g \Leftrightarrow v = a\Delta t = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$-kx - \mu mg = M\ddot{x} \text{ - ур-е колебаний,} \\ \text{сл-но}$$

$$k\Delta l_0 = \mu mg \Leftrightarrow \Delta l_0 = \frac{\mu mg}{k}$$

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

Ускорение доски достигает нуля за  $\Rightarrow T = \frac{2\pi}{4\omega} =$   
 $= \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$

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

$$x_{\text{отн}} = -\frac{\mu mg}{k} + \mu g \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{M}{k}$$



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.

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!

$$\begin{aligned}
 2) \quad x(t) &= \frac{mg}{k} + A \cos \omega t + B \sin \omega t \\
 v(t) &= -A \sin \omega t + B \cos \omega t \\
 v(0) &= B = 0 \quad v(T/4) = -\frac{mgT}{4} = -A \cdot \omega \\
 A &= \frac{mgT}{4\omega} = \frac{mgT}{4 \cdot 2\pi} = \frac{mgT}{8\pi} \\
 x(t) &= \frac{mg}{k} - A \cos \omega t \Rightarrow \\
 x(t) &= \frac{mg}{k} - \frac{mgT}{8\pi} \cos \omega t = \\
 &= \frac{mg}{k} - \frac{mgT}{8\pi} \cos \omega t \\
 \ddot{x}(t) &= \omega^2 A = \frac{mgT}{8\pi} \cdot \left(\frac{4\pi^2}{T^2}\right) \cdot \frac{k}{M} = \\
 &= \frac{mgT}{2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad v(t) &= mg t = -\frac{mgT}{2k} \\
 -mg &= -\frac{mgT}{2k} \cos \omega t \\
 \cos \omega t &= \frac{2}{T} \quad \sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{4}{T^2}} = \frac{\sqrt{5}}{3} \\
 v(t) &= -\frac{mgT}{2k} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} + 0 = \\
 &= -\frac{mgT}{2k} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{mgT\sqrt{5}}{6k}
 \end{aligned}$$





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!

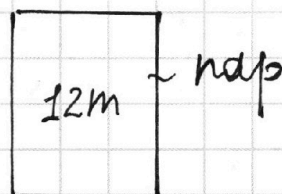
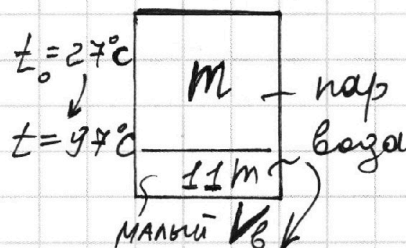
$$1) \left(\frac{m_0}{m_k}\right)^{-1} \frac{m_k}{m_0} = \frac{12m}{1m} = 12$$

$$2) p_1 V = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V = \nu_2 R T_2$$

$$(\nu_1 / \nu_2 = 1 / 12)$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$$



$$p_2 V = \nu_2 R T_2 - \text{момент прекращения испарения}$$

$$p_k V = \nu_2 R T_k \quad (\text{т.е. все испарилось})$$

$$T_k = 243 + t$$

$$\frac{p_2}{p_k} = \frac{T_2}{T_k}, \quad (p_2 = p_0 = 10^5 \text{ Па})$$

~ прямая зависимость  $p$  от  $T$

$$\frac{p_k}{p_2} = \frac{T_k}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{T_k p_2}{p_k} = \frac{10 \cdot (97 + 243)}{9} = \frac{3400}{9} \text{ (K)}$$

См-но построив касательную к графику

$$T_2 = \frac{3400}{9} = 377.8 \text{ (K)}$$

получим ответ



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

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!

2) и 3) (совместное решение 2-х пунктов)

$$\begin{cases} p_H V = \nu_H R T_H \\ p_0 V = \nu_0 R T_0 \\ p_K V = \nu_0 R T_K \end{cases}$$

$$p_0 \cdot \frac{\nu_H R T_H}{p_H} = \nu_0 R T_0$$

$$p_0 = p_H \cdot \frac{12 T_0}{T_H}$$

$$p_0 = p_K \cdot \frac{T_0}{T_K}$$

$$p_K = p_H \cdot \frac{12 T_K}{T_H} = 3,5 (\text{кПа}) \cdot \frac{12 \cdot 370}{300} =$$

$$= \frac{4 \cdot 12 \cdot 370}{3 \cdot 300} = \frac{4 \cdot 370}{5} = 7 \cdot 37 = 259$$

$$= 51,8 (\text{кПа})$$

$$\frac{p_H}{p_0} = \frac{\nu_H T_H}{\nu_0 T_0}$$

$$p_0 = p_H \cdot \frac{\nu_0 T_0}{\nu_H T_H} = 12 p_H \cdot \frac{T_0}{T_H}$$

$$\frac{p_K - p_0}{p_H} = \frac{(T_K - T_0) \nu_0}{\nu_H T_H}$$

$$y = \frac{p_K}{p_{\text{граф}}} = \frac{7 \cdot 37}{5 \cdot 90} = \frac{259}{450}$$



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  
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!

Построив касательную к графику  $y = \sin x$   
получили  $\theta^* = 60^\circ$

$$3) y = \frac{P_k}{P_{гр}} = \frac{259}{450}$$



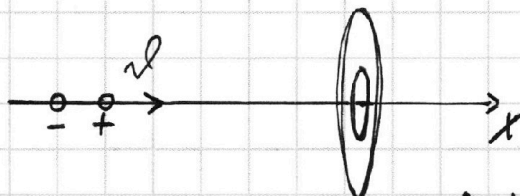
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

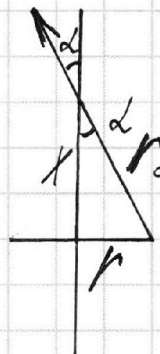
1)

Учито по приложению:



$$d\vec{E} = \frac{k\sigma dS}{r^2} \cdot \frac{x}{r_0}$$

$$d\vec{E} = \frac{k\sigma x}{(r^2 + x^2)^{3/2}} \cdot 2\pi r dr$$



$$\vec{E}_+ = k\sigma x \cdot 2\pi \int \frac{r dr}{(r^2 + x^2)^{3/2}} =$$

$$= \frac{\sigma x}{2 \cdot 2\epsilon_0} \int \frac{d\mu}{\mu^{3/2}} =$$

$$= \frac{\sigma x}{4\epsilon_0} \cdot \mu^{-1/2} (-2) \Big|_{\sqrt{R^2 + x^2}}^x = -\frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{x} \right)$$

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( \frac{x}{x} - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$\vec{E}_- = \frac{(-\sigma)}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$\vec{E}_\pm = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$\begin{cases} \frac{mv_0^2}{2} = E \cdot q \cdot l - 1 \text{ случай} \\ \frac{mv_0^2}{2} = E \cdot l \cdot q \cdot \frac{1}{2} + \frac{mv^2}{2} - 2 \text{ случай} \end{cases}$$





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!

$$1) \frac{2mv_0^2}{2 \cdot 2} = \frac{mv_0^2}{4} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{4 \cdot 2} = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \frac{\sqrt{v_0^2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$$

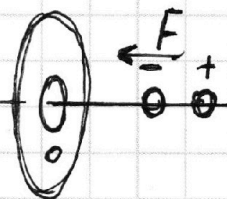
$$2) \frac{mv_{\min}^2}{2} = \ell E q \pm \frac{1}{2}$$

$$v_{\min}^2 \cdot \frac{m}{2} = \frac{mv_0^2}{2 \cdot 2}$$

$$v_{\min} = v_0 \frac{1}{\sqrt{2}} - \text{мин. нач. скор.}$$

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = \ell E q \cdot \frac{1}{2} + E_k$$

$$\frac{mv_{\min}^2}{2} = \ell E q \cdot \frac{1}{2}$$



$$\Delta v = v_{\max} - v_{\min} = \ell E q = v_0$$

$$-y = -\int E_x dx = -\int \frac{6}{2v_0} \left( \frac{x dx}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= \frac{3-0}{2 \cdot 2v_0} - \left( \sqrt{R^2 + x^2} - \sqrt{R^2} \right)$$



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  
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!

$$1) L_1 I + B_0 S_1 \cdot n = \Phi_1$$

$$L_2 I = \Phi_2$$

$$\mathcal{E}_{i1} = -\mathcal{E}_{i2}, \text{ т.к. } r \rightarrow 0 \text{ в этой системе.}$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_0}{dt} S_1 \cdot n = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -\frac{dB_0}{dt} S_1 \cdot n$$

$$I_0 (L_1 + L_2) = B_0 S_1 \cdot n$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$

$$2) \Phi_2 = \int_{\tau} I dt$$

$$Q = \int_{\tau} I dt = \int \frac{(B_0 - B) S_1 n}{7L} dt =$$

$$= \frac{B_0 \tau S_1 n}{7L} - \int \frac{B S_1 n}{7L} dt =$$

$$= \frac{B_0 \tau S_1 n}{7L} -$$

$$\text{на 1-й } B = B_0 - \frac{1}{2} \cdot L \cdot t$$

$$\text{на 2-й } B = B_0' - 3 L_0 t$$

$$= \frac{B_0 \tau S_1 n}{7L} - \frac{S_1 n}{7L} \frac{17}{24} B_0 \tau = \frac{4}{24} B_0 \tau \frac{S_1 n}{L}$$

$$- \frac{S_1 n}{7L} \cdot A_{\text{плоск.}} \cdot \tau$$



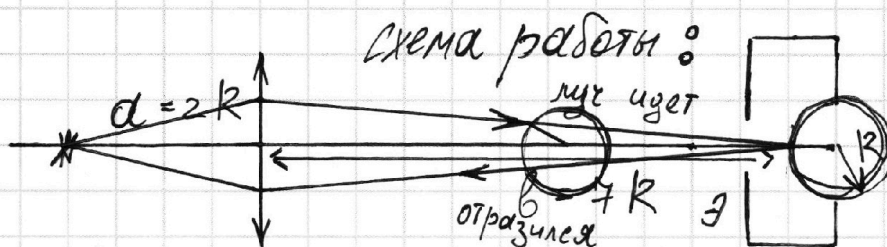
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

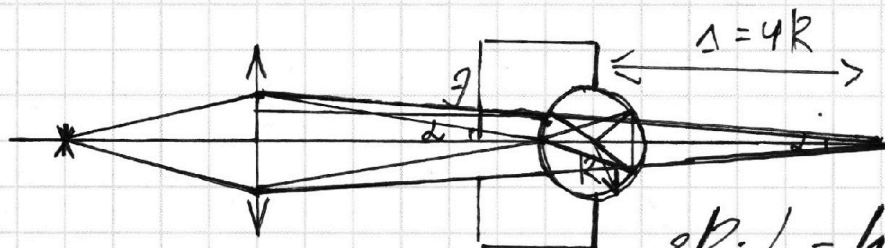
1)



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

$$F = \frac{ab}{a+b} = \frac{2 \cdot 7}{9} R = \frac{14}{9} R = 1 \frac{5}{9} R$$

2)



$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot n$$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$2R \cdot \alpha = \frac{1}{2}$$



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  
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!

$$a) \sin \alpha \cdot l = \sin \beta \cdot n$$
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{7 \cdot \tan \alpha}{7} = \frac{2 \cdot 2}{x}$$





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 \_\_

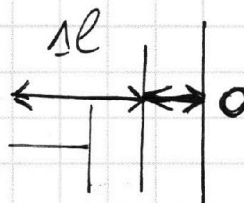
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$k\Delta l^2 = (M+m)\left(\mu g \frac{\pi}{2}\right)^2 \frac{M}{k} - 2\mu mg \left(\frac{\mu mg \pi^2}{4k} - \frac{\mu mg}{k}\right) \Rightarrow$$

$$\Delta l^2 = \frac{(M+m)M(\mu g)^2 \pi^2}{4k^2} - \frac{2\mu g^2}{k^2} \left(\frac{M\pi^2}{4} - \frac{M}{4}\right)$$

$$MA = k\Delta l - \mu mg$$

$$A = \frac{k\Delta l - \mu mg}{M} = \frac{k}{M}$$



$$2) \quad k\Delta l = MA, \quad -kx + \mu mg = Mx''$$

$$A = \frac{k\Delta l - \mu mg}{M} = \frac{k(\Delta l - \Delta x)}{M} = x = \frac{\mu mg}{k} (1 - \cos \omega t)$$

$$\mu mg = k\Delta x = 0$$

$$A = \frac{k\Delta l - \mu mg}{M} = \frac{\mu mg}{M}$$

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  
\_\_ 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!

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{\mu mg}{k} - \left( \frac{1 - \cos \omega t}{\omega^2} \right) \\ \ddot{x}(t) &= + \frac{(-\mu mg)}{k} - \cos \omega t = - \frac{\mu mg}{k} - \sin \omega t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{\mu mg}{k} - \left( \frac{1 - \sin \omega t}{\omega^2} \right) \\ \ddot{x}(t) &= \frac{\mu mg}{k} - \omega^2 \sin \omega t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{\mu mg}{k} - \cos \omega t \\ \ddot{x}(t) &= - \frac{\mu mg \omega^2}{k} - \cos \omega t \end{aligned}$$

$$A = \frac{\mu mg}{k} \cdot \frac{k}{M} = \frac{\mu mg}{M}$$

$$3) \Delta x = \frac{\mu (M+m) g}{k} = \frac{\mu m g}{k} - \cos \omega t$$

$$(M+m) = m \cos \omega t$$

$$v = \mu g t = \mu g \arccos \frac{M+m}{m}$$

$$\ddot{x} = -A \cos \omega t = 0 \quad T_{14}$$



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.

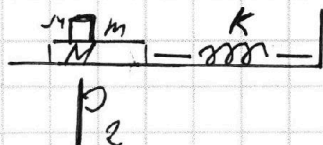
1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

$$1) \quad k\Delta x - \mu mg = aM$$

$$\mu mg = ma$$



$$2) \quad k\Delta x - f = MA$$

$$f = ma$$

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

$$k\Delta x = f$$

$$k\Delta x - \mu mg =$$

$$k\Delta x = MA$$

$$A = \frac{k\Delta x}{M}$$

$$P_H V = \nu_H R T_H \mu mg$$

$$P_0 V = \nu_0 R T_0 \frac{1}{K} + A \cos \omega t$$

$$P_K V = \nu_K R T_K$$

$$\frac{P_0}{P_H} = \frac{\nu_0 T_0}{\nu_H T_H}$$

$$\nu = \beta = 0$$

$$\frac{\mu mg}{K} + A = 0$$

$$A = -\frac{\mu mg}{K}$$

$$\Delta x =$$

$$k\Delta x - f = 0$$

$$\Delta x = 0$$

$$x = \frac{f_x}{k} (1 - \cos \omega t)$$

$$\omega t = 90^\circ$$

$$t = \frac{T}{4}$$

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

$$x = \frac{f_x}{k} + A \cos \omega t$$

$$+ \beta \sin \omega t$$

$$0 = \beta$$

$$x = \frac{f_x}{k} + A \cos \omega t$$

$$0 = \frac{f_x}{k} + A$$

$$A = -\frac{f_x}{k}$$

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

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

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

$$0 = -\frac{\mu mg}{k} + A$$