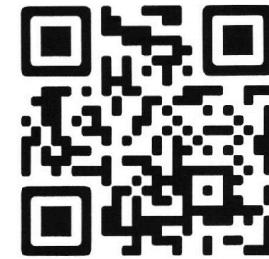




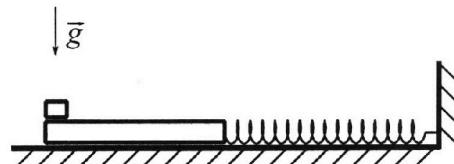
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 брускок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью  $k = 50$  Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого 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.

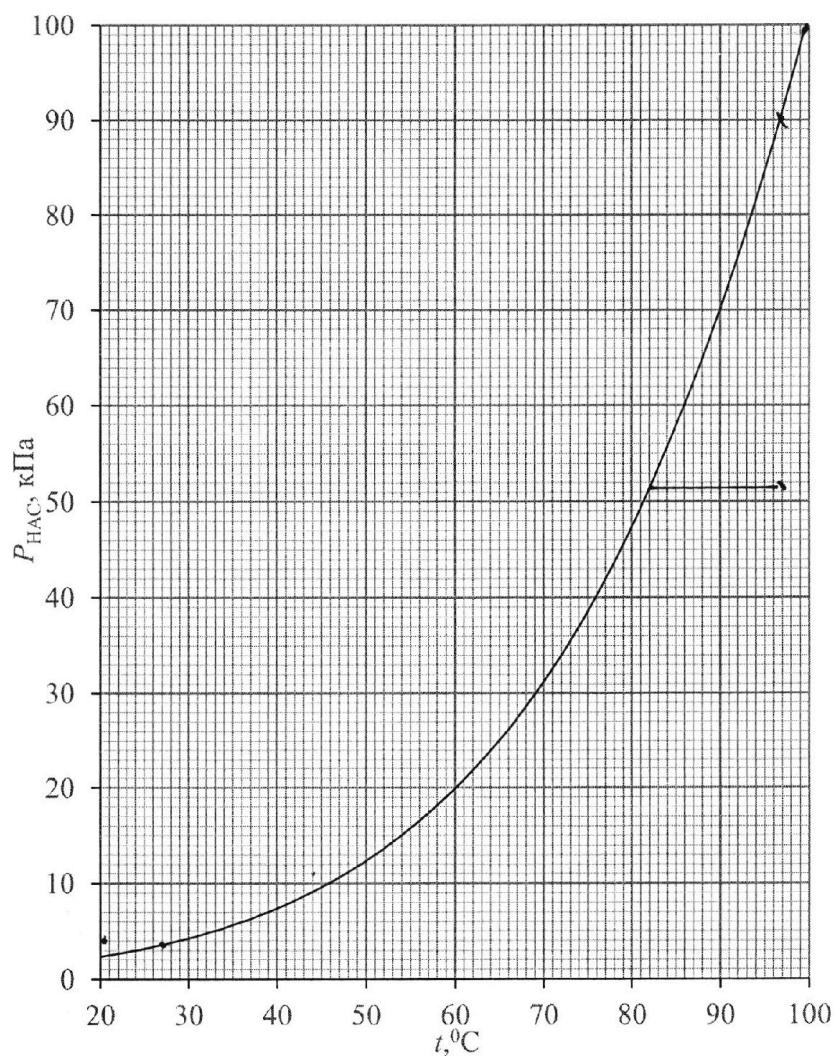


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 97$  °C. 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  $\varphi$  в конце нагревания.

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





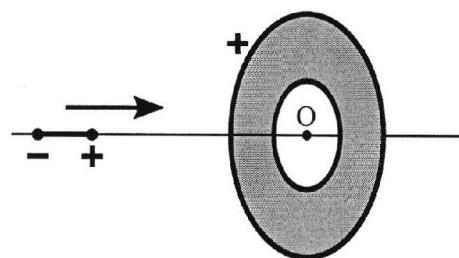
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

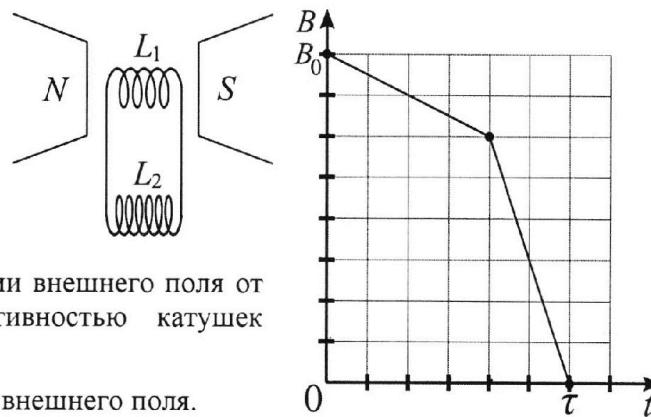
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $V_0$ .



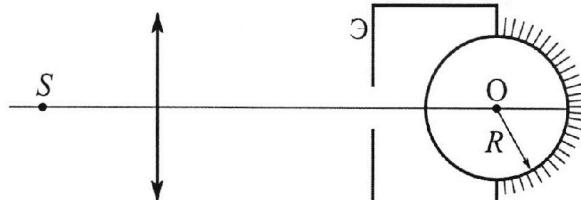
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

Отражение 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**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

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

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

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

$-Kx - \mu mg = M \ddot{x}$  - это -е колебаний,  
at-HO

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

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

Ускорение земли воспринимаем через  $\omega$  за  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  =

$$= \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{\frac{M}{K}}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

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

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



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.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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)  $X(t) = \frac{Mmg}{K} - A \cos \omega t + B \sin \omega t$

 $\dot{X}(t) = -A \sin \omega t + B \cos \omega t$ 
 $\ddot{X}(t) = B = 0 \quad \ddot{X}(T/4) = \frac{Mg\pi}{4} = -A \cdot \omega$ 
 $A = \frac{Mg\pi}{4} / \left( \frac{\pi}{2} \sqrt{K} \right)^2$ 
 $\ddot{X}(t) = -A \cos \omega t \Rightarrow$ 
 $X(t) = \frac{Mmg}{K} - \frac{Mg\pi M}{2\sqrt{K}} \cos \omega t =$ 
 $= \frac{Mmg}{K} - \frac{Mg\pi M}{2K} \cos \omega t$ 
 $\ddot{X}(t) = \omega^2 A = \frac{Mg\pi M}{2K} \cdot \left( \frac{4\pi^2}{9\pi^2} \right)^0 \cdot \frac{K}{M} =$ 
 $= \frac{Mg\pi}{2}$ 

3)  $\dot{X}(t) = Mg t = -\frac{Mg\pi M}{2K}$

 $-Mg = -\frac{Mg\pi}{2} \cos \omega t$ 
 $\cos \omega t = \frac{2}{\pi} \quad \sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$ 
 $\dot{X}(t) = -\frac{Mg\pi M}{2K} \cdot \frac{1}{\sqrt{M}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} + 0 =$ 
 $= -\frac{Mg\pi M}{2K} \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{M}} \cdot \frac{1}{3} = \frac{Mg\pi M}{2K} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}$

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 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!

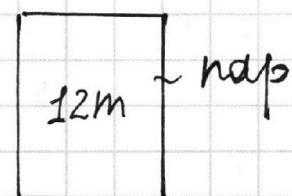
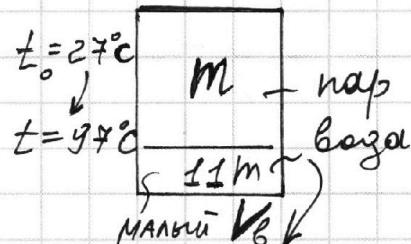
$$1) \left(\frac{m_0}{m_K}\right)^{-1} = \frac{m_K}{m_0} = \frac{12m}{1m} = 12$$

$$2) P_1 V = v_1 R T_1$$

$$P_2 V = v_2 R T_2$$

$$(v_1 / v_2 = 1112)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{v_1 T_2}{v_2 T_1}$$



$P_2 V = v_2 R T_2$  - момент прекращения испарения (т.е. все испарилось)

$$P_K V = v_2 R T_K$$

$$\underline{T_K = 243 + t}$$

$$\frac{P_2}{P_K} = \frac{T_2}{T_K}, \quad (P_2 = P_0) \quad \overset{= 10^5 Pa}{\text{---}}$$

~ прямая зависимость  $P$  от  $T$

$$\frac{P_H}{P_2} = \frac{T_H}{T_2} \quad \underline{\overline{T_2 = T_K \frac{P_2}{P_K}}} = \frac{10}{9} \cdot (97 + 243) =$$

Итак постройте касательную к графику  $\frac{T_2}{T_2 - 243} = \frac{3700}{9}$  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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

*2) и 3) / Совместное решение 2-х задач*

$$\left\{ \begin{array}{l} P_H V = \nu_H R T_H \\ P_0 V = \nu_0 R T_0 \\ P_K V = \nu_0 R T_K \end{array} \right. \quad P_0 \cdot \frac{\nu_H R T_H}{P_H} = \nu_0 R T_0$$

$$P_0 = P_H \cdot \frac{12 T_0}{T_H}$$

$$P_K = P_H \cdot \frac{12 T_K}{T_H} = 3,5 \text{ (кН/д)} \cdot \frac{12 \cdot 370}{300} =$$

$$\left| \begin{array}{l} \cancel{3,5} \cdot \cancel{12} \cdot 370 \\ \cancel{5} \cdot \cancel{300} \end{array} \right. = \frac{4 \cdot 37}{5} = 51,8 \text{ (кН/д)}$$

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

$$P_0 = P_H \cdot \frac{\nu_0 T_0}{\nu_H T_H} = 12 P_H \cdot \frac{T_0}{T_H}$$

$$\frac{P_K - P_0}{P_H} = \frac{(T_K - T_0) \nu_0}{\nu_H T_H}$$

$$y = \frac{P_K}{P_{\text{град}}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 37}{5 \cdot 90} =$$

$$= \frac{259}{450}$$



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

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!

Построй касательную к <sup>2)</sup> квадрату  $\angle = 60^\circ$

$$3) Y = \frac{P_k}{P_{rp}} = \frac{259}{450}$$



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**.

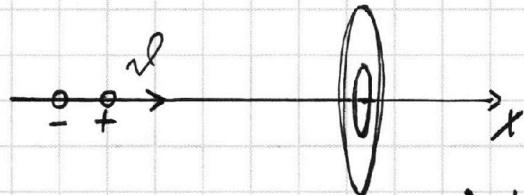
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

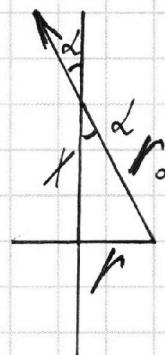
1)

Число по приколу:



$$dE = \frac{k \sigma dS}{r^2} \cdot \frac{x}{R_0}$$

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



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

$$= \frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \int \frac{du}{u^{3/2}} =$$

$$= \frac{\sigma x}{4\epsilon_0} \cdot u^{-\frac{1}{2}} (-2) = -\frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{x} \right)$$

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

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

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

$$\left\{ \frac{mv_0^2}{2} = E \cdot q_{\pm} l - 1 \text{ случай} \right.$$

$$\left\{ \frac{mv_0^2}{2} = E_l q_{\pm} \frac{l}{2} + \frac{mv^2}{2} - 2 \text{ случай} \right.$$



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**.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1) \frac{2m\omega_0^2}{2\cdot 2} = \frac{m\omega_0^2}{4} + \frac{m\omega^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{4\cdot 2} = \frac{m\omega_0^2}{2} \Leftrightarrow \omega = \frac{\sqrt{\omega_0^2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \omega_0$$

$$2) \frac{m\omega_{min}^2}{2} = E_k - q_e \cdot \frac{l}{2}$$

$$\sqrt{\omega_{min}^2} \cdot \frac{m}{2} = \frac{m\omega_0^2}{2\cdot 2}$$

$$\omega_{min} = \omega_0 \frac{l}{\sqrt{2}} \quad - \text{мин. нач. скр.}$$

$$\frac{m\omega_{max}^2}{2} = E_k - q_e \cdot \frac{l}{2} + E_k$$

$$\frac{m\omega_{min}^2}{2} = E_k - q_e \cdot \frac{l}{2}$$

$$\cancel{\omega = \omega_{max} - \omega_{min} = El/q = \omega_0} \\ -y = -\int F_x dx = -\int \frac{q_e B}{2m\omega_0} \left( \frac{x \omega x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \frac{dx}{\sqrt{R^2 + x^2}} \\ -\frac{x \omega x}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{\pi R^2}{2m\omega_0} \left( -\sqrt{R^2 + x^2} + \sqrt{R^2} - \left( \sqrt{R^2 + x^2} - \sqrt{R^2} \right) \right)$$



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**.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$L_2 I = \Phi_2$$

$\xi_{i1} = -\xi_{ia}$ , т.к.  $r \rightarrow 0$  в этой системе.

$$L_1 \frac{dT}{dt} + \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n = -L_2 \frac{dT}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dT}{dt} = -B_0 B \cdot S_1 \cdot n$$

$$T_0 (L_1 + L_2) = B_0 S_1 \cdot n$$

$$T_0 = \frac{B_0 S_1 n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$

$$2) fQ = \int T dt$$

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

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

$$\text{Из 1} \quad B = B_0 - \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t$$

$$\text{Из 2} \quad B = B_0 - \frac{1}{3} \alpha_0 t$$

$$= \frac{B_0 S_1 n}{7L} - \frac{S_1 n}{7L} \frac{17}{24} B_0 t - \frac{S_1 n}{7L} \cdot \text{Нетрудно}$$

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



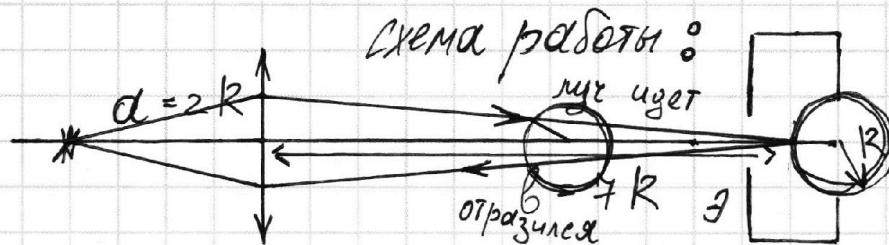
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

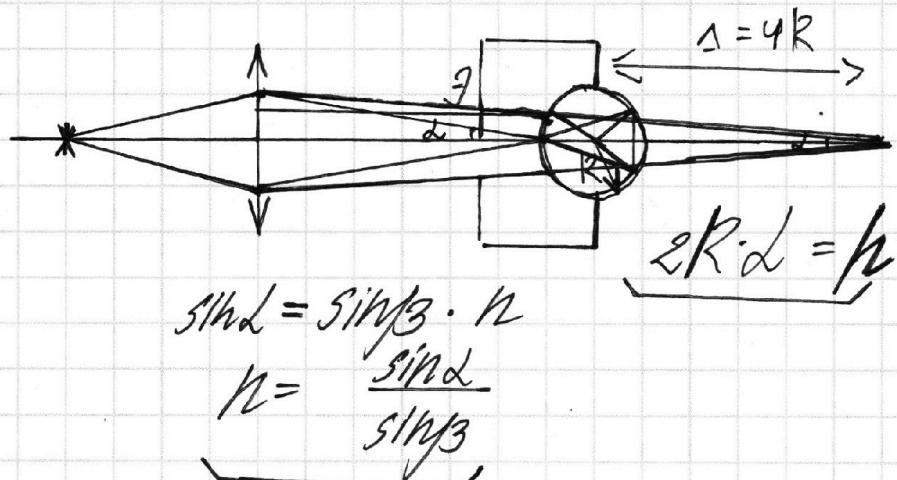
1)



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

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

2)



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

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



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!

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

$$\frac{7 \cdot \tg \alpha}{7} = \frac{2l}{x}$$

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

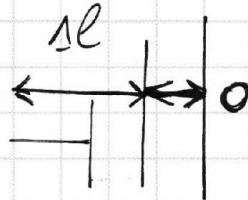
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

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

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

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



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

2)  $K\Delta l \neq MA$ ,  $-Kx + \mu mg = Mx''$

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

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

$$A = \frac{K\Delta l - \cancel{\mu mg}}{M} = \underbrace{\frac{\mu mg}{M}}$$

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

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!

$$X(t) = \frac{Mmg}{K} - \left( 1 - \cos \omega t \right)^{90^\circ}$$

$$\ddot{X}(t) = + \frac{(-Mmg)}{K} - \cos \omega t = - \frac{Mmg}{K} - \sin \omega t$$

~~$$X(t) = \frac{Mmg}{K} - (1 - \sin \omega t)$$~~
~~$$\ddot{X}(t) = \frac{Mmg}{K} - \omega^2 \sin \omega t$$~~

~~$$X(t) = \frac{Mmg}{K} - \cos \omega t$$~~
~~$$\ddot{X}(t) = - \frac{Mmg \omega^2}{K} - \cos \omega t$$~~

$$A = \frac{Mmg}{K} \cdot \frac{K}{M} = \frac{Mmg}{M}$$

$$3) \Delta X = \frac{\lambda(M+m)g}{K} = \frac{Mmg}{A} - \cos \omega t$$

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

$$\sqrt{v} = \sqrt{gt} = \sqrt{g} \arccos \frac{M+m}{M}$$

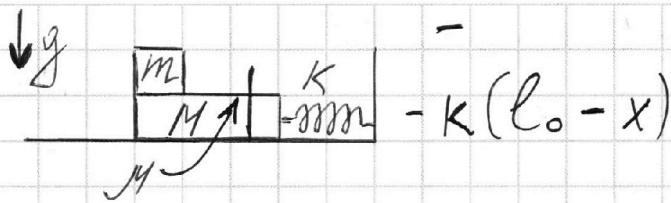
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.



- 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!



$$1) \frac{Kx^2}{2} = (M+m) \frac{\ell^2}{2} - M(M+m)g \cdot \ell$$

$\ell = \pm x$ , тк это условие при котором

$x=0$  и длинная доска массой  $2M$ .

$$Kx^2 = (M+m)\ell^2 - 2M(M+m)gx$$

$$Kx^2 + 2M(M+m)gx - (M+m)\ell^2 = 0$$

$$\begin{aligned} & \frac{x}{\ell} \cdot \frac{g}{\ell} \cdot \frac{1}{2} \\ & 2 \frac{x}{\ell} \cdot \frac{g}{\ell} \cdot \frac{1}{2} \frac{6B_0}{\ell} \cdot \frac{1}{\ell} \ell + \frac{1}{2} \frac{6B_0}{\ell} \cdot \frac{1}{\ell} \ell + \\ & + \frac{6B_0}{\ell} \cdot \frac{1}{\ell} \ell \cdot \frac{\ell}{\ell} \ell = \frac{6B_0 \ell \cdot 24}{4B_0 \ell^2 + 6B_0 \ell^2} + \\ & + \frac{4 \cdot 12}{6 \cdot 8} = \end{aligned}$$

$$2) F = ma$$

$$F = Kx - M(M+m)g$$

$$dM = Kx - -Kx + Mmg = Mx^{\infty}$$

$$= \frac{98}{48} \frac{1734}{78} B_0 \ell =$$

$$\frac{Mg\Gamma}{4} = -A \sin \omega t \quad x = \frac{Mmg}{K} \ell + A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$A = -\frac{Mg\Gamma}{4} = 0 = \frac{Mmg}{K} \ell + A \cos \omega t$$

$$= -Mg \cdot \frac{\pi}{2} = \ell = \left( \frac{Mmg}{K} \right)' + B = 0$$

$$= Mg \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{K}{M}} \quad \ddot{x} = -A \cos \omega t = 0 \quad T_{14}$$

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**.



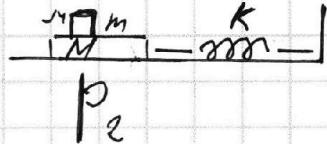
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

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!

$$1) K\Delta x - \mu mg = \alpha M$$

$$\mu mg = m\alpha$$



2)

$$K\Delta x - f = MA$$

$$f = ma$$

$$-KX + \mu mg = Mx^{\circ}$$

$$K\Delta x = f$$

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

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

$$P_0 V = \gamma_0 R T_0 \frac{K}{\lambda} + \text{Acoswt}$$

$$K\Delta x = MA$$

$$P_K V = \gamma_0 R T_K$$

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

$$P_0 = \frac{\gamma_0 T_0}{V_0} \quad V = B = 0$$

$$\Delta x =$$

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

$$-A\coswt = 0$$

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

$$\Delta x = 0.$$

$$x = \frac{fx}{K} (1 - \coswt) \quad \omega = 90^\circ \quad t = \frac{T}{4}$$

$$-KX + f_x = Mx^{\circ}$$

$$x = \frac{fx}{K} + A\coswt \quad X = \frac{fx}{K} + B\sinwt$$

$$0 = \cancel{fx} B$$

$$-KX - \mu mg = Mx^{\circ}$$

$$x = -\frac{\mu mg}{K} + A\coswt$$

$$X = \frac{fx}{K} + B\sinwt$$

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

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

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

$$A = -\frac{fx}{K}$$