



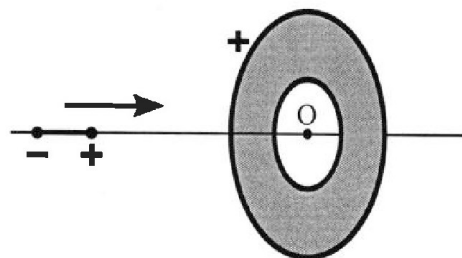
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

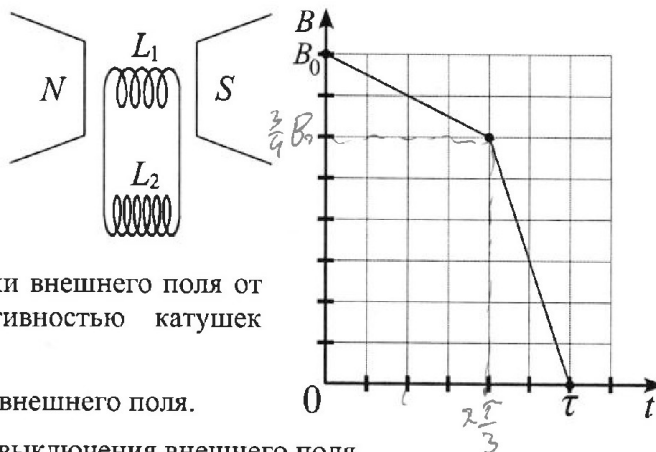


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



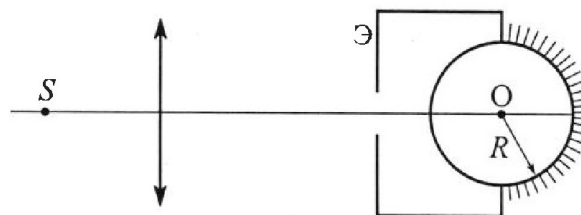
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

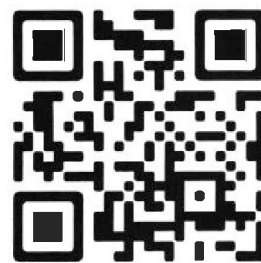
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



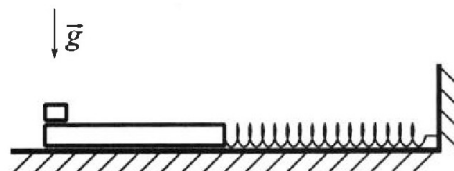
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

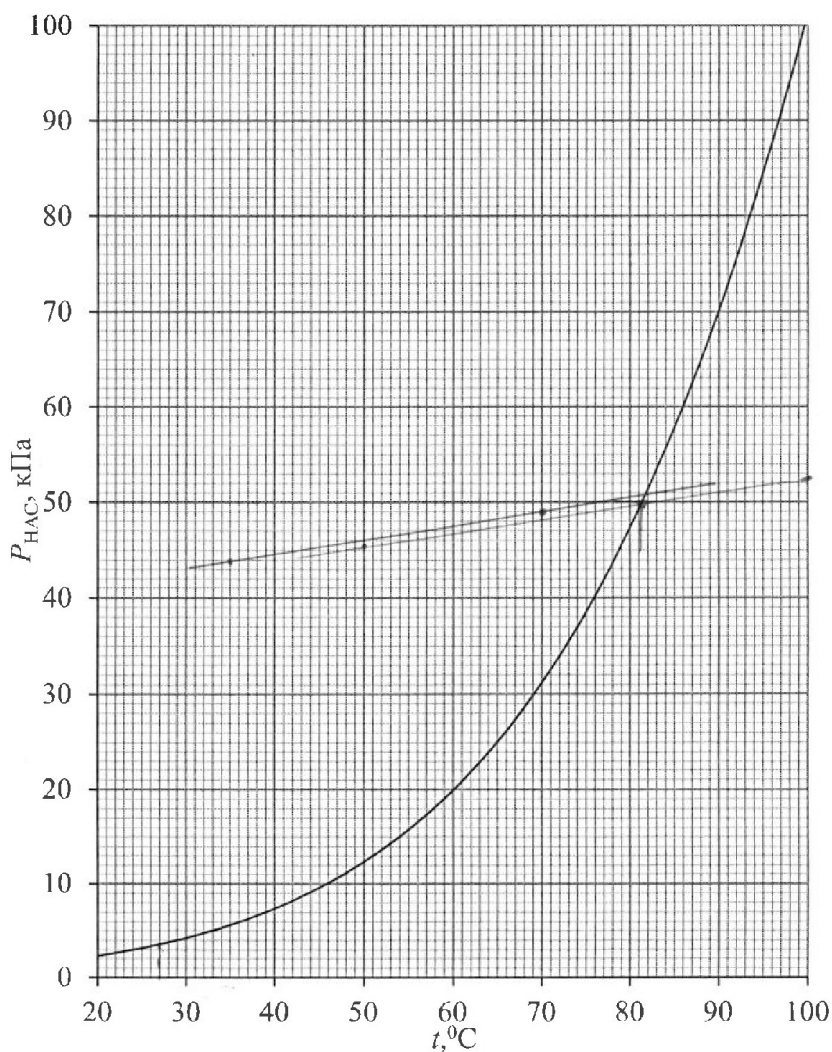


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °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 φ в конце нагревания.

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



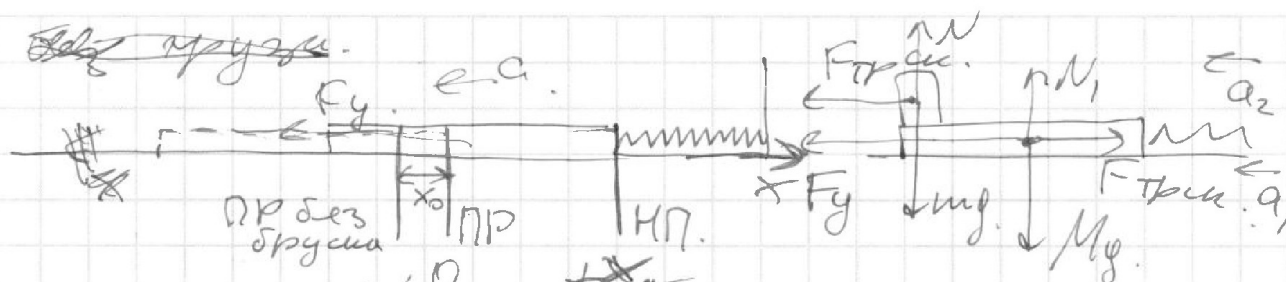


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



$$ma_2 = \mu N \quad N = mg$$

$$ma_2 = \mu mg \Rightarrow a_2 = \mu g = \text{const.}$$

$$Ma_1 = F_y - F_{\text{тр}} \quad F_y = k(x + x_0)$$

полож. уравновешивает сме сносит из-за $F_{\text{тр}}$ и.

$$\text{без уз: } Ma_1 = F_y = kx \quad a_1 = 0 \quad x = 0.$$

$$\text{с уз: } Ma_1 = F_y - F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow kx_0 = \mu mg.$$

$$Ma_1 = -k(x + \frac{\mu mg}{k}) + \mu mg.$$

$$Ma_1 = -kx$$

$$Mx'' = -kx \quad x'' = -\left(\frac{k}{M}\right)x = -\omega^2 x$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = 0 \quad v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = 0$$

$$x = x_{\text{max}}$$

$$\sin(\omega t + \varphi_0) = 0$$

$$\varphi_0 = 0$$

$$x_{\text{max}} = A \cdot \cos(0)$$

$$A = x_{\text{max}}$$

собираем

$$x = x_{\text{max}} \cdot \cos \omega t$$



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
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!

$$1. a_{cm} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$M a_1 = k(x + \frac{\mu m g}{k}) - \mu m g = kx$$

$$a_2 = \mu g$$

$$M \mu g = kx$$

$$x = \frac{M \cdot \mu g}{k}$$

сжат

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

$$\Delta x = \frac{0,3 \cdot (2 + 17) \cdot 10}{50} = \frac{0,9}{5} = \frac{1,8}{10} = 0,18 \text{ м.}$$

$$2. t = 0.$$

$$a_x = x'' = -A\omega^2 \cdot \cos 0 = -A\omega^2$$

$$a = A\omega^2 = x_{\max} \cdot \frac{k}{M} = \mu m g$$

$\Delta x_{\max}$ такое, что при $a_x = 0$ $v_{\text{пр}} = v_{\text{ам}}$

$$v_{\text{пр}} = a_2 \cdot t \quad v_{\text{ам}} = A\omega \cdot \sin \omega t$$

$$a = 0 \Rightarrow a_x = -A\omega^2 \cdot \cos \omega t = 0$$

$$\cos \omega t = 0.$$

$$v_{\text{ам}} = A\omega \quad \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$\mu g \frac{\pi}{2\omega} = A\omega$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$x_{\max} = \frac{\pi \mu g}{2\omega^2} = \frac{\pi \mu g \cdot M}{2 \cdot k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 2}{2 \cdot 50} = 0,18 \text{ м}$$

$$a = x_{\max} \frac{k}{M} = 0,18 \cdot \frac{50}{2} = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$3. v_{\text{ам}} \text{ при } a_{\text{ам}} = 0.$$

$$v = x_{\max} \frac{k}{M} \cdot \sin \omega t =$$

$$\mu g = x_{\max} \frac{k}{M} \cdot \cos \omega t$$

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

$$\sin \omega t = \frac{\sqrt{5}}{3}$$



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
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!

$$3. a = \mu g = x_{\max} \cdot \frac{k}{m} \cdot \cos \omega t$$

$$\cos \omega t = \frac{\mu g m}{k x_{\max}} = \frac{\mu g m \cdot 2x}{x \cdot \pi \cdot \mu g m} = \frac{2}{\pi} \approx \frac{2}{3}$$

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$U = 0,18 \cdot \sqrt{\frac{50}{2}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,06 \cdot 5 \cdot \sqrt{5} = 0,3 \sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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!

$$T_0 = 300 \text{ K}, \quad T_K = 370 \text{ K}.$$

в нач. момент, пар + вода в равновесии $\rightarrow$ пар массы
1. вся вода превращается в пар.

$$m_{\text{но}} \approx, \quad m_b = 12 m_{\text{но}}$$

$$K = \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{но}}} = \frac{m_{\text{но}} + m_b}{m_{\text{но}}} = \frac{12 m_{\text{но}}}{m_{\text{но}}} = 12$$

2. превращается $\Rightarrow$ меняется исп.

$$\begin{aligned} \text{было } \{ p_{\text{но}} \cdot V &= p_0 R T_0 & \left(\frac{V}{V_0} = \frac{m_{\text{п}}}{m_b} \right) \\ \text{стало } \{ p_{\text{п}} V &= 12 p_0 R T_K \end{aligned}$$

$$\frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{но}}} = \frac{12 T}{T_0} \quad \text{при } T_0 = 300 \text{ K} \quad t_0 = 27^\circ \text{C}$$

$$T = \frac{T_0 \cdot p_{\text{п}}}{p_{\text{но}} \cdot 12} = k = \text{const} \quad T \text{ в K}, \quad p_{\text{но}} = 3,5 \text{ кПа} \quad (\text{по ур-ию})$$

$$T = \frac{300 \text{ K}}{3,5 \cdot 12 \text{ кПа} \cdot p_{\text{п}}}$$

$$T = 50 \text{ K} \quad T = k \cdot p_{\text{п}} - \text{пр. пропорц.}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{T_0}{p_{\text{но}} \cdot 12} = \frac{300}{3,5 \cdot 12} = \frac{50 \text{ K}}{2 \text{ кПа}} \quad (\text{графиком сразу}$$

$$t = \frac{1}{k} p_{\text{п}} - 273 \quad T = t + 273^\circ \text{C} \quad k = \frac{7 \text{ кПа}}{50 \text{ K}}$$

$$p_{\text{п}} = k t + 273 \text{ K} \quad t = 80^\circ \text{C} \quad p_{\text{п}} = 7 + \frac{273 \cdot 7}{50} = 45,22 \text{ кПа}$$

строим график. по 2м т.



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!

мгновенное пересечение
графика в т.

$$t = 81^\circ\text{C}$$

$$3. \varphi = \frac{p_{\text{н}}}{p_{\text{нн}}}$$

$$p_{\text{н}} \cdot V = 18 V_0 R T_{\text{н}}$$

$$p_{\text{нн}} \text{ при } t = 81^\circ\text{C} \quad p_{\text{нн}} V = V_0 R T_0$$

$$p_{\text{нн}} = 91 \text{ кПа}$$

$$\frac{p_{\text{н}}}{p_{\text{нн}}} = \frac{12 T_{\text{н}}}{T_0}$$

$$p_{\text{н}} = \frac{12 T_{\text{н}}}{T_0} p_{\text{нн}}$$

$$\varphi = \frac{12 \cdot T_{\text{н}} \cdot p_{\text{нн}}}{T_0 \cdot p_{\text{нн}}} = \frac{12 \cdot 373 \cdot 91}{300 \cdot 13} = \frac{6 \cdot 37 \cdot 37}{5 \cdot 13} = \frac{37}{65}$$

$$\varphi = \frac{37}{65}$$

$$\text{при } T = 100^\circ\text{C}$$
$$p_{\text{нн}} = 14 + 38,28 = 52,28 \text{ кПа}$$



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.

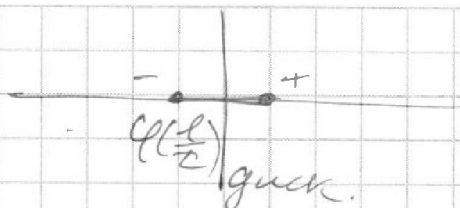
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

4 из 4

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!

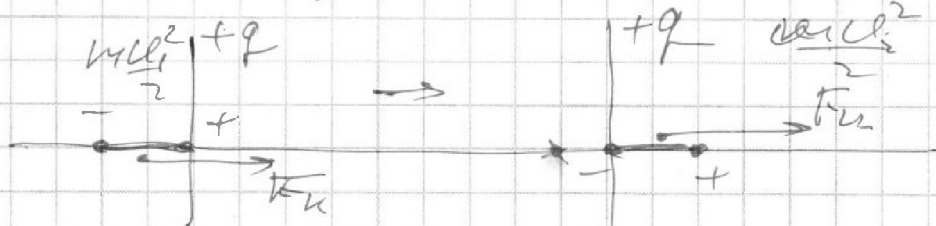
1. в центре



$$E_{\text{полн}} = \frac{m\omega^2}{2} + Q \cdot \frac{1}{2} \phi\left(\frac{\ell}{2}\right) - Q \cdot \phi\left(\frac{\ell}{2}\right) = \frac{m\omega^2}{2}$$

$$\omega = \omega_0 \quad \text{хар. частота} - \omega_0$$

2. при пролёте он всё время разогн.
т.к. F_k для $-$ и для $+$ будет всё вр
вызвать.



он может не пролететь: ~~т.к.~~

$$E_{\text{полн}} = \frac{m\omega_1^2}{2} - Q_0 \phi(\ell) + Q_0 \phi_{\text{max}} \geq \frac{m\omega_0^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} \geq \frac{m\omega_1^2}{2} - Q_0 \phi(\ell) + Q_0 \phi_{\text{max}}$$

в наимен. случае $Q = Q_0$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\omega_1^2}{2} - \frac{Q_0}{2} \phi(\ell) + \frac{Q_0}{2} \phi_{\text{max}}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\omega_1^2}{2} + \frac{m\omega_0^2}{4}$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega_0 \sqrt{2}}{2} \rightarrow \omega = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \omega_0$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\omega_2^2}{2} - \frac{m\omega_0^2}{4} \rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{3}{2}} \omega_0 = \frac{\sqrt{6}}{2} \omega_0$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

погрешности E_0 и после учета
ошибка $= \frac{E}{2}$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{E}{2} = \frac{E_0}{4} \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{E_0}{2} \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{E_0}{2} \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{E_0}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2 \cdot 4} \quad (v = \frac{v_0}{2})$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{E}{2} = \frac{E_0}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2 \cdot 4} \quad v_0^2 - v^2 = \frac{v_0^2}{4}$$

$$v^2 = \frac{3}{4} v_0^2$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

при проходе

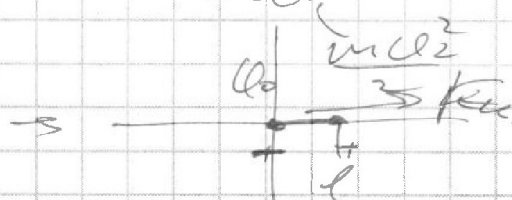
гипотеза будет разогнана

$$\frac{mv_1^2}{2} \quad \text{гипотеза}$$



$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + Q \cdot \varphi_{\max} - Q \cdot \varphi_l$$



мусов вил раст. l

$$\varphi_l = \varphi_1$$

$$g \cdot \pi + Q - \varphi_l = E = Q \varphi_l$$

$$g \cdot \pi - Q - E = -Q \varphi_l$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + Q \cdot \varphi_{\max} - Q \cdot \varphi_l$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} - Q \cdot \varphi_{\max} + Q \cdot \varphi_l$$

$$mv_0^2 = \frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} \quad v_1^2 + v_2^2 = 2v_0^2$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

φ для тонкого кольца. ~~в т.д.~~

$d\varphi = \frac{k dq}{\sqrt{R^2 + L^2}}$

$\varphi = \frac{k q}{\sqrt{R^2 + L^2}}$

φ макс при L=0 (в т.д.)

$\varphi_{\max} = \frac{k q}{R}$

разбав гравитации кольца.

$d\varphi = \frac{k dq}{R_x}$

$\varphi_{\max} = \frac{k q \cdot (2\pi R_x) \cdot dR_x}{R_x (\pi R^2 - \pi r^2)}$

$\varphi_{\max} = \frac{2k q}{R + r}$

+ Q может не пролететь, т.е. гравитация отталкивает.

для пролёта нужна $E = \frac{2k q \cdot Q}{(R + r)}$ (пройти т.д.)

- Q в V (лучше пролетит (E не нужна) (начинает ускоряться, после пролёта замедляется) (сила отталкивания симметрична))

• чтобы пролететь: $\frac{m v_0^2}{2} = E = \frac{2k q \cdot Q}{R + r}$

$v_0 = \min \Rightarrow$ после пролёта $v_A = 0$.

1. Заряды в 2 раза. необходимо

$E = \frac{k q \cdot Q}{R + r} = \frac{E_0}{2}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$Mx'' = -kx + \mu mg$$

$$My'' = -$$

$$y = \frac{\mu mg}{k}$$

$$y'' = 0$$

$$My'' = -ky$$

$$y'' = -\frac{k}{M}y$$

предположим евр. колебл:

$$y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

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

$$\cos \varphi_0 = \frac{\mu mg}{kx_0}$$

$$\text{при } t=0$$

$$A = x_0$$

$$x_0 = x_0 \cos \varphi_0 + \frac{\mu mg}{k}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{\mu mg}{k(x_0 - 1)}$$

$$x' = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = x'' = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = x_0 \omega^2 \left(1 - \frac{\mu mg}{kx_0}\right) = \frac{kx_0}{M} - \frac{\mu mg}{M}$$

$$-A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = -x_1$$

$$-x_0 \frac{k}{M} \cos(\omega t + \varphi_0) = -x_1$$

$$x_0 \cos(\omega t + \varphi_0) = x_1$$

$$-x_0 \frac{k}{M} \sin(\omega t + \varphi_0) = 0 = -x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} \sqrt{1 - \frac{x_1^2}{x_0^2}}$$

$$a = 0 \quad \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \quad \left[\varphi = \sqrt{\frac{k}{M} \left(\frac{x_0^2 - x_1^2}{x_0^2} \right)} \right]$$

$$\varphi = \varphi_0$$

$$\omega t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$a_2 = x_0 \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\omega t + \varphi_0) = x_0 \sqrt{\frac{k}{M}}$$

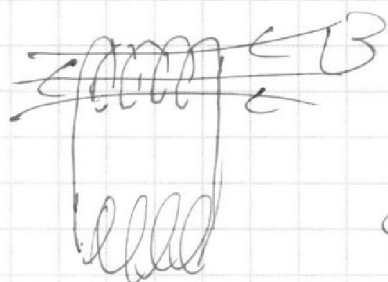


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



номер задачи не отмечен
в соответствии с $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S}{dt}$

$$\mathcal{E}_i = n S_1 \left(-\frac{dB}{dt} \right)$$

$$\mathcal{E}_{si} = + L_{\infty} \frac{dI}{dt}$$

$$L_{\infty} = L_1 + L_2 = 7L$$

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{si} = + 7L \cdot \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}_i + n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$dI = \frac{n S_1}{7L} dB$$

$$I \Big|_0^{I_0} = \frac{n S_1}{7L} B \Big|_{B_0}^0$$

$$I_0 = -\frac{n S_1 B_0}{7L}$$

$$I = \frac{n S_1 B}{7L}$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{n S_1}{7L} \cdot B$$

$$dq = \frac{n S_1 B \cdot dt}{7L}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{n S_1}{7L} \int B \cdot dt$$

мас. под график

$$= \frac{B_0 \cdot \frac{2\pi}{4} \cdot \frac{3}{2}}{7L} + \frac{3}{4} \frac{B_0 \cdot \pi}{2 \cdot 3} + \frac{3}{4} \frac{B_0 \cdot \frac{2\pi}{2}}{7L} = \frac{B_0 \pi}{12} + \frac{B_0 \pi}{8} + \frac{B_0 \pi}{2} = \frac{(4+3+12) B_0 \pi}{24} = \frac{19 B_0 \pi}{24}$$

$$q = \frac{17 n S_1 B_0 \pi}{7 \cdot 24 L}$$

для правой +q необходима $F = \frac{2kqQ}{R+r} = F_r$

для левой -q энергия не нужна

$$\frac{m \omega^2}{2} = \frac{kqQ}{R+r}$$

равенство сил $E_{\text{se}} = \frac{E_0}{4}, E = \frac{E_0}{2}$

$$\omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \omega_0$$

$$\omega = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega_0$$

сейчас получаем $\frac{m \omega^2}{4} = \frac{kqQ}{R+r}$

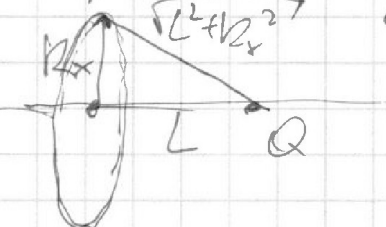


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи** отдельно.

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. Разобьём диск на тонкие кольца.

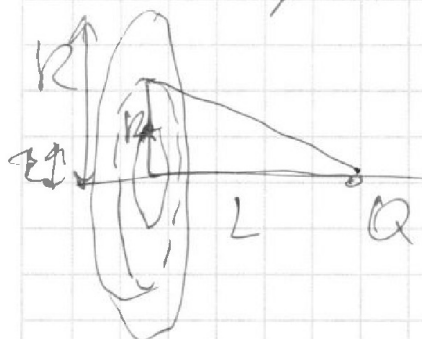


$$d\varphi = \frac{k dq Q}{\sqrt{L^2 + r_x^2}}$$

$$\varphi = \frac{k Q q}{\sqrt{L^2 + R^2}}$$

д.2. Разобьём кольцо на мал. кусочки.

2. Собираем кольца



$$d\varphi = \frac{k Q \cdot dq}{\sqrt{L^2 + r_x^2}} = \frac{k Q \cdot q \cdot 2\pi r_x dr_x}{\sqrt{L^2 + r_x^2} \cdot (R^2 - r_x^2)}$$

$$\varphi = \int \frac{k Q q \cdot 2\pi r_x dr_x}{(R^2 - r_x^2) \cdot \sqrt{L^2 + r_x^2}}$$

$$\varphi = \frac{2\pi Q q}{R^2 - r_x^2} \cdot \int \frac{dr_x}{\sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1}}$$

чем меньше L — тем больше φ .

$\varphi_{\max}$ при $L=0$.

$$\varphi_{\max} = \frac{2\pi Q q}{R^2 - r_x^2}$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2\pi Q q}{R^2 - r_x^2} \cdot \int \frac{dr_x}{1}$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2\pi Q q}{R^2 - r_x^2} \cdot (R - r_x)$$

$\varphi \sim Q$ (заряду диска)

$$\frac{m v_0^2}{2} + 0 = e\varphi + 0.$$

$$\varphi - \varphi_0 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\sim Q$$

$$v_0^2 \sim Q$$

$$v_0 \sim \sqrt{Q}$$

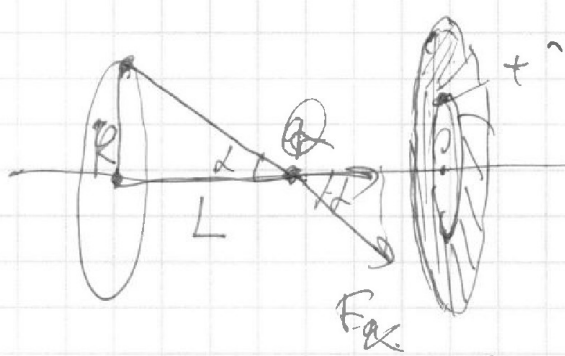


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



возобудим поле
на осевой

$$dF_{\text{ex}} = \frac{kQ \cdot dq}{(R^2 + L^2)} \cdot \cos \alpha$$

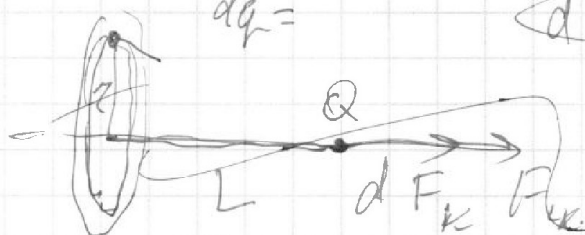
$$\cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{R^2 + L^2}} = \frac{Q dq k}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$

$$F_{\text{ex}} = \frac{kQ \cdot q k}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$

для кольца

$dq =$

$$dF_{\text{ex}} = \frac{kQ \cdot dq \cdot L}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$



$$dq = 2\pi R \cdot dr \cdot \epsilon \cdot d$$

$$d\varphi = \frac{kQ}{L + R}$$

для Q

$$d\varphi = \frac{kQ}{R + L}$$

$$d\varphi = \frac{kQ}{R + L}$$

$$d\varphi = \frac{k \cdot 2\pi R \cdot dr \cdot \epsilon \cdot d}{R + L}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R + L}$$

$$d\varphi = 2\pi R \cdot dr \cdot \epsilon \cdot d$$

$$\varphi = \frac{2\pi R \cdot (R - r) Q}{(R - r) k r + 1}$$

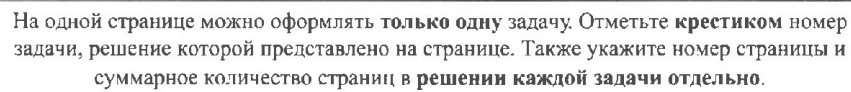
$$d\varphi = \frac{2\pi R \cdot Q \cdot dr}{R^2 - r^2}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R}$$

$$E = \frac{2\pi R^2}{2} + \varphi_1 + \varphi_2$$

$$d\varphi = \frac{kQ \cdot dq}{L^2 + R_x^2} = \frac{kQ \cdot q}{\sqrt{L^2 + R_x^2}}$$

$$F.S. \quad d\varphi = \frac{kQ \cdot dq}{\sqrt{L^2 + R_x^2}} = \frac{kQ \cdot 2\pi R_x \cdot dR_x \cdot q}{\sqrt{L^2 + R_x^2} \cdot (R^2 - r^2)}$$

7

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!

The image contains two hand-drawn diagrams on grid paper, illustrating the derivation of the thin lens equation.

Top Diagram: Shows a converging lens with focal length f . An object of height h is placed at a distance u from the lens, forming a real inverted image of height H at a distance v . The diagram includes the formula $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$.

Bottom Diagram: Shows a similar setup with different labels. An object of height d_1 is placed at a distance L_1 from the lens, forming a real inverted image of height d_2 at a distance L_2 . The diagram includes the formula $L_2 = \frac{L_1}{h}$.

$$L_2 = \frac{L_1}{5}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

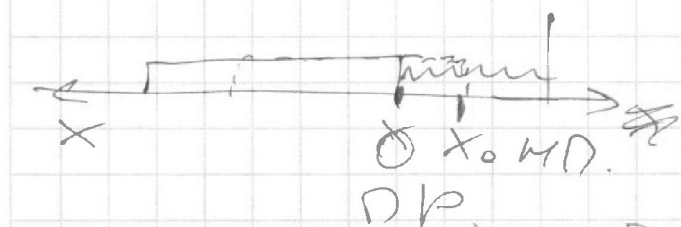
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$a_2 = \mu N$
 $F_{\text{спр.}} = \mu N$
 $F_y \leftarrow$
 $\leftarrow a_{\text{инт.}}$
 μg

Брусья движ. относ.
 доске $\Rightarrow F_{\text{спр. макс}} = \mu N$
 $ma_2 = \mu mg$
 $a_2 = \mu g$
 $Ma_1 = F_{\text{спр.}} - F_{\text{тр.}}$
 $Ma_1 = k \Delta x - \mu mg$

$\text{протаск.} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$
 $M \cdot \mu g = k \Delta x - \mu mg$
 $k \Delta x_1 = \mu g (M + m)$
 $\Delta x_1 = \frac{(M + m) \mu g}{k}$
 $\Delta x_1 = \frac{(2 + 1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = 0,18 \text{ м}$

2) $Ma_{1,x} = k \Delta x + \mu mg$



нар.
 Δn
 $T_0 \rightarrow T$
 $273 + 27$
 $T_0 = 300 \text{ K}$
 $T = 320 \text{ K}$
 $\mu g M \cdot 2A = \frac{2}{\pi}$
 $k \cdot \pi \cdot \mu g M = \frac{2}{\pi}$

$$Mx'' = -kx + \mu mg$$

$$\frac{5 \cdot 1,8 \cdot 0,3 \cdot 10}{2 \cdot 5} = \frac{5 \cdot 1,8}{2} = 4,5$$

В нач. мом: вода + К.Н.
 $p_{\text{нпо}} V = \nu_0 R T_0$
 при $t_0 = 27^\circ \text{C}$ $p_{\text{нпо}} = 3,5 \cdot 10^3$
 в зам., когда вся вода
 исп. будет мн.
 $p_{\text{мн}} V = \nu R T$ $\nu = 12 \nu_0$
 $p_{\text{мн}} V = 12 \nu_0 R T$
 $\frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{нпо}}} = \frac{12 T}{T_0}$



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

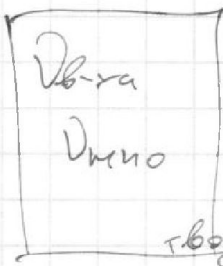
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!

$$T = T_0 \cdot \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} = \frac{100}{12 \cdot \frac{355}{82}} = \frac{50}{7} \approx 7 \text{ К} - \text{уравновешивает}$$

300 = 7.

$$t = 7 \text{ мин} \cdot 60 \text{ с} = 420 \text{ с} - \text{минута}$$



$$p_{\text{мн}0} V + p_{\text{б-га}} V = (p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) V = p_{\text{мн}0} V + p_{\text{б-га}} V$$

носле:

$$p_{\text{мн}} V + p_{\text{б-га}} V = (12 p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) V$$

$$m_{\text{б}} = 11 \text{ мн}$$

$$\frac{p_{\text{мн}} + p_{\text{б-га}}}{p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}} = \frac{(12 p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) T}{(p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) T_0}$$

$$m_{\text{н}} = \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} = \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} = \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}}$$

$$\frac{m_{\text{б}}}{m_{\text{н}}} = \frac{p_{\text{б}}}{p_{\text{н}}} \quad p_{\text{б}} = 11 p_{\text{мн}}$$

$$p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}} = (p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) \cdot \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} \cdot T_0$$

$$p_{\text{мн}} + p_{\text{б-га}} = (12 p_{\text{мн}0} + p_{\text{б-га}}) \cdot \frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} \cdot T$$

$$\frac{m_{\text{н}}}{m_{\text{мн}}} = \frac{12 p_{\text{мн}0}}{p_{\text{мн}}} \quad (1)$$

$$\frac{p_{\text{мн}}}{p_{\text{мн}0}} = \frac{12 T}{T_0}$$

$$T = T_0$$

$$\frac{100}{25} = 12 p_{\text{мн}0}$$

$$p_{\text{мн}} = \frac{300 \text{ К}}{12 \cdot 35 \text{ мин}}$$

$$= 7 \text{ К} \cdot p_{\text{мн}}$$

$$m_{\text{н}} t = 82^\circ$$

$$T = 355 \text{ К}$$

$$355 = \frac{300}{12 \cdot 35} \cdot 51 = 2 \cdot 51$$

$$p_{\text{мн}} = \frac{t}{2 \text{ К} \cdot p_{\text{мн}}} + 39 \text{ КПа}$$

$$m_{\text{н}} t = 35 = 5 + 30 = 44$$

$$m_{\text{н}} t = 20$$