



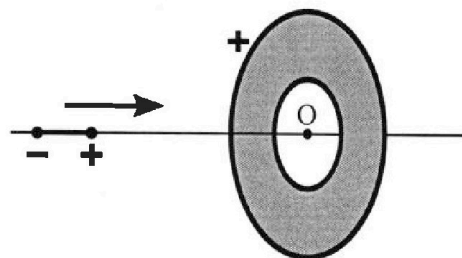
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

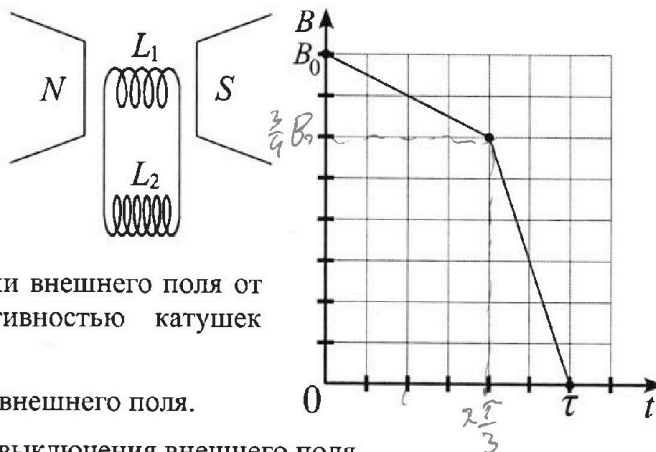


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



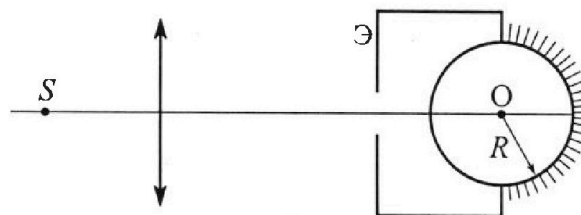
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

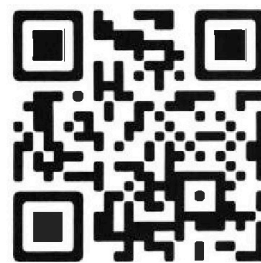
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



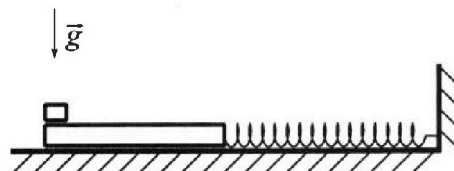
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

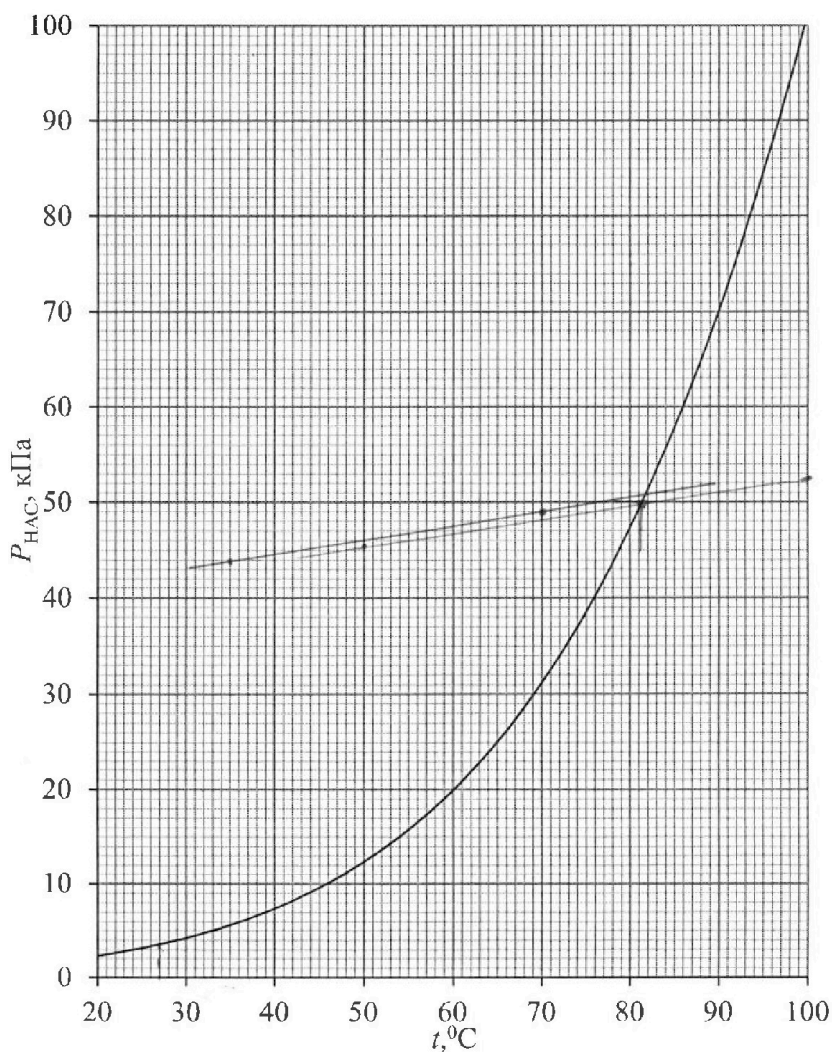


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °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 мож но пренебречь. Пар считать идеальным газом.



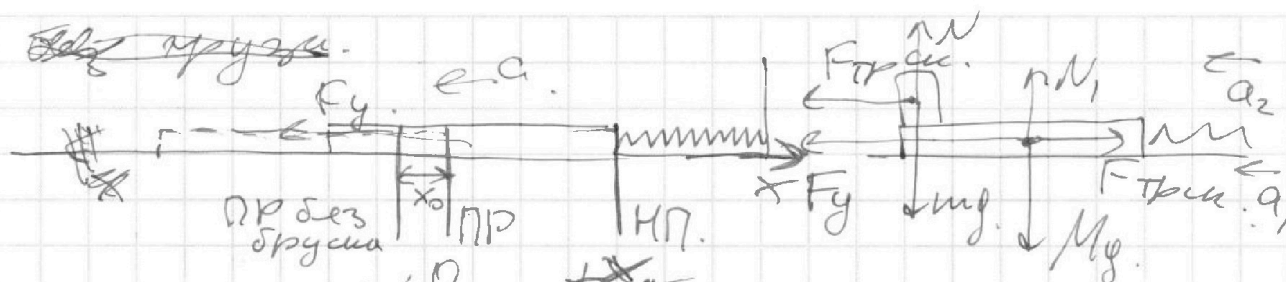


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



$$m a_2 = m N \quad N = m g$$

$$m a_2 = m m g \Rightarrow a_2 = m g = \text{const.}$$

$$M a_1 = F_y - F_{\text{тр}} \quad F_y = k(x + x_0)$$

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

$$\text{без узг: } M a_1 = F_y = k x \quad a_1 = 0 \quad x = 0.$$

$$\text{с узг: } M a_1 = F_y - F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow k x_0 = m g.$$

$$M a_1 = -k(x + \frac{m g}{k}) + F_{\text{тр}} m g.$$

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_0 = 0.$$

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

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

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 $a_x = 0$ $v_{\text{пр}} = v_{\text{гам}}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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



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!

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

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

$$m_{\text{но}} \approx, m_{\text{в}} = 12 m_{\text{но}}$$

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

2. превращается $\Rightarrow$ меняется исп.

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

$$\frac{p_{\text{пн}}}{p_{\text{но}}} = \frac{12 T}{T_0} \quad \text{при } T_0 = 300 \text{ K}$$

$$t_0 = 27^\circ \text{C}$$

$$T = \frac{T_0 \cdot p_{\text{пн}}}{p_{\text{но}} \cdot 12} = k = \text{const} \quad T \text{ в K, } p_{\text{но}} \text{ кПа}$$

$$p_{\text{но}} = 3,5 \text{ кПа} \quad (\text{по ур-ну})$$

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

$$T = 50 \text{ K}$$

$$T = k \cdot p_{\text{пн}} - \text{пр. пропорц.}$$

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

$$T = t + 273^\circ \text{C}$$

$$t = \frac{1}{k} p_{\text{пн}} - 273$$

$$k = \frac{7 \text{ кПа}}{50 \text{ K}}$$

$$p_{\text{пн}} = k t + 273 \text{ K}$$

$$t = 80^\circ \text{C}$$

$$\text{строим график. по 2м т. } p_{\text{пн}} = 7 + \frac{273 \cdot 7}{50} = 38,22$$

$$p_{\text{пн}} = 45,22 \text{ кПа}$$



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.



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.

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

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

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

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

$$p_{\text{нн}} = 91 \text{ кПа}$$

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

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

$$\varphi = \frac{12 \cdot T_{\text{н}} \cdot p_{\text{нн}}}{T_0 \cdot p_{\text{нн}}} = \frac{12 \cdot 373 \cdot 91}{300 \cdot 13} = \frac{4 \cdot 37 \cdot 37}{30 \cdot 13} = \frac{37}{65}$$

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

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



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.

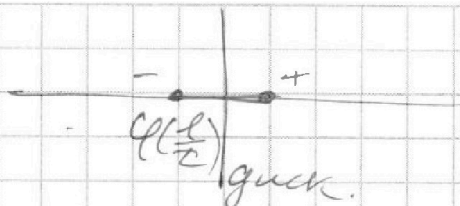
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

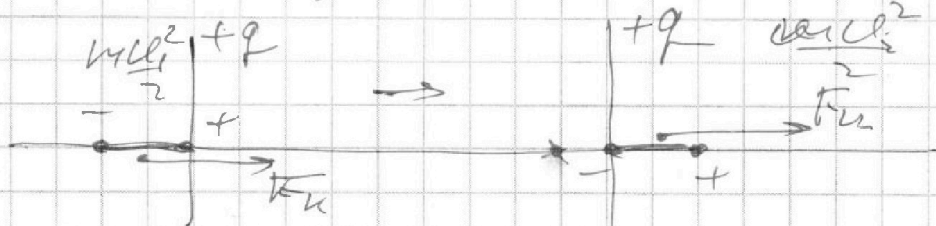
1. в центре



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

$\omega = \omega_0$ - частота гармоника - ω_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 наименьшем случае $Q = Q_0$

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

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

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

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



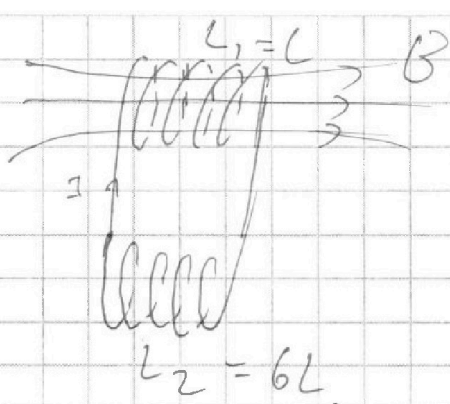
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!



меняет $\vec{B} \rightarrow$ возмущает

$\mathcal{E}_i$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB \cdot S_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = - S_1 \frac{dB}{dt} \rightarrow \text{появл. ток}$$

возмущает $\mathcal{E}_{Si}$

$$\mathcal{E}_{Si} = - L_{os} \frac{dI}{dt}$$

$$L_{os} = L_1 + L_2 = 7L$$

$$\mathcal{E}_{Si} = - \mathcal{E}_i$$

$$- L_{os} - 7L \cdot \frac{dI}{dt} = S_1 \mu \frac{dB}{dt}$$

$$dI = - \frac{S_1 \mu}{7L} \cdot dB$$

$$I_0 = \frac{S_1 \mu}{7L} \cdot B_0$$

$B \downarrow$ ток впр.

$$\int_0^B dI = \int_{B_0}^B - \frac{S_1 \mu}{7L} dB$$

$$I = \frac{S_1 \mu}{7L} (B_0 - B)$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{S_1 \mu}{7L} (B_0 - B)$$

$$dq = \frac{S_1 \mu \cdot B_0 \cdot dt}{7L} - \frac{S_1 \mu B \cdot dt}{7L}$$

$$q = \int_0^T \frac{S_1 \mu B_0 \cdot dt}{7L}$$

$$- \int_0^T \frac{S_1 \mu B \cdot dt}{7L}$$

$$\frac{S_1 \mu B_0 T}{7L}$$

$$\frac{17}{24} B_0 \cdot T \cdot \frac{S_1 \mu}{7L}$$

$$q = \frac{S_1 \mu B_0 T}{7L} - \frac{17}{24 \cdot 7L} S_1 \mu B_0 T = \frac{7 S_1 \mu B_0 T}{24 \cdot 7L} - \frac{S_1 \mu B_0 T}{24L}$$



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!

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 прохождении

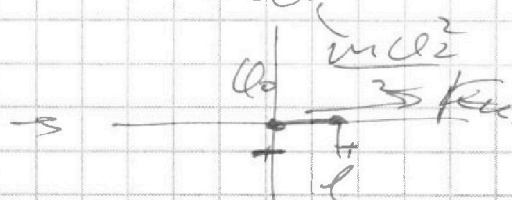
гипотеза будет разогнана

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



$$\Delta v = v_2 - v_1$$

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



мусов вил раст. l

$$\varphi_l = \varphi_1$$

$$g \cdot \pi + Q - \frac{1}{2} E = Q \varphi_l$$

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

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

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

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



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

- Q в V (лучше пролетит (E не нужна) (начинает ускоряться, после пролета 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 пролета $v_A = 0$.

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!

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

$$My'' = -$$

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

$$y'' = x''$$

$$My'' = -ky$$

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

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

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

$$\cos \varphi_0 = 1 - \frac{\mu mg}{kx_0}$$

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

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

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

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

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

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

$$a = 0 \quad \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \quad \omega t + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

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

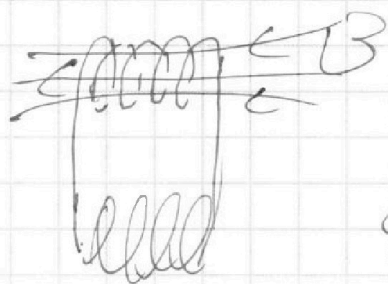


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



меметер $\epsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S}{dt}$

$$\epsilon_i = n S_1 \left(-\frac{dB}{dt} \right)$$

$$\epsilon_{si} = + L_{\infty} \frac{dI}{dt}$$

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

$$\epsilon_i = \epsilon_{si} = + 7L \cdot \frac{dI}{dt} = \epsilon_i + n S_1 \frac{dB}{dt}$$

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

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

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

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

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

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

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

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 $q_{\text{max}} + q$ необходима $F = \frac{2kqQ}{R+r} = F_r$

Для $q_{\text{max}} - q$ энергия не нужна

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

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

$$\omega = \frac{52}{2} \omega_0$$

$$\omega = \frac{53}{2} \omega_0$$

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

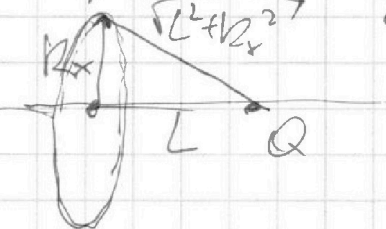


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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.

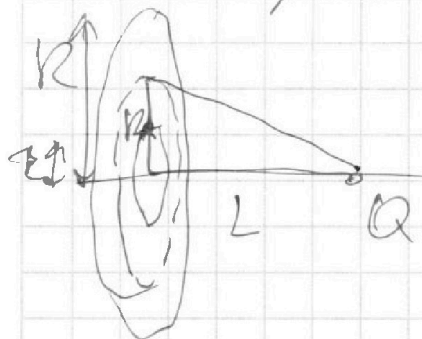


$$d\varphi = \frac{k dq Q}{\sqrt{L^2 + r_x^2}}$$

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

д.л. разобьём
кольцо на
мал. кусочки.

2. Собираем кольцо



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

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

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

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)

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

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

$\sim Q$

$$v_0^2 \sim Q$$

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

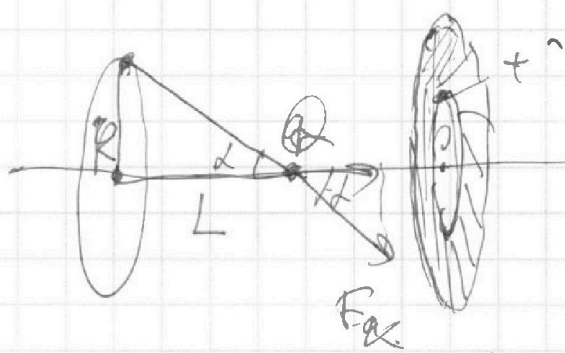


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 элемент
на внешнем

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

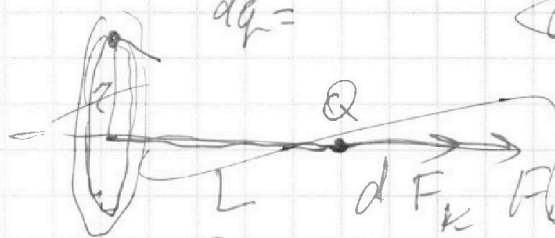
$$\cos \alpha = \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2}} = \frac{Q dq k}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$

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

для вычисления

$dq =$

$$dF_k = \frac{kQ \cdot dq \cdot r}{(R^2 + L^2)^{3/2}}$$



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

$$d\varphi = \frac{kQ}{L^2}$$

и т.д.

$$d\varphi = \frac{kQ}{R^2 + L^2}$$

$$d\varphi = \frac{kQ}{R^2}$$

$$= \frac{k \cdot 2\pi r \cdot dr \cdot q}{r(R^2 - r^2)}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{R^2 + L^2}$$

$$d\varphi = 2k\pi r$$

$$\varphi = \frac{2kq \cdot (R - r)Q}{(R - r)k(R^2 - r^2)}$$

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

$$\varphi = \frac{kQ}{R^2}$$

$$\left(\frac{2k\pi r}{R^2 + r^2} \right) Q$$

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

F.S.

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

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

$$= \frac{kQ \cdot 2\pi R_x \cdot dR_x \cdot q}{\sqrt{L^2 + R_x^2} \cdot (R^2 - r^2)}$$



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!

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нн}}} = \frac{51}{91} =$$

$$p \cdot V = n \nu_0 \cdot R T_{\text{к}} \quad \text{при } T_{\text{к}} = 320 \text{ K}$$

$$p = 12$$

$$p_{\text{нн}} \cdot V = n \nu_0 R T$$

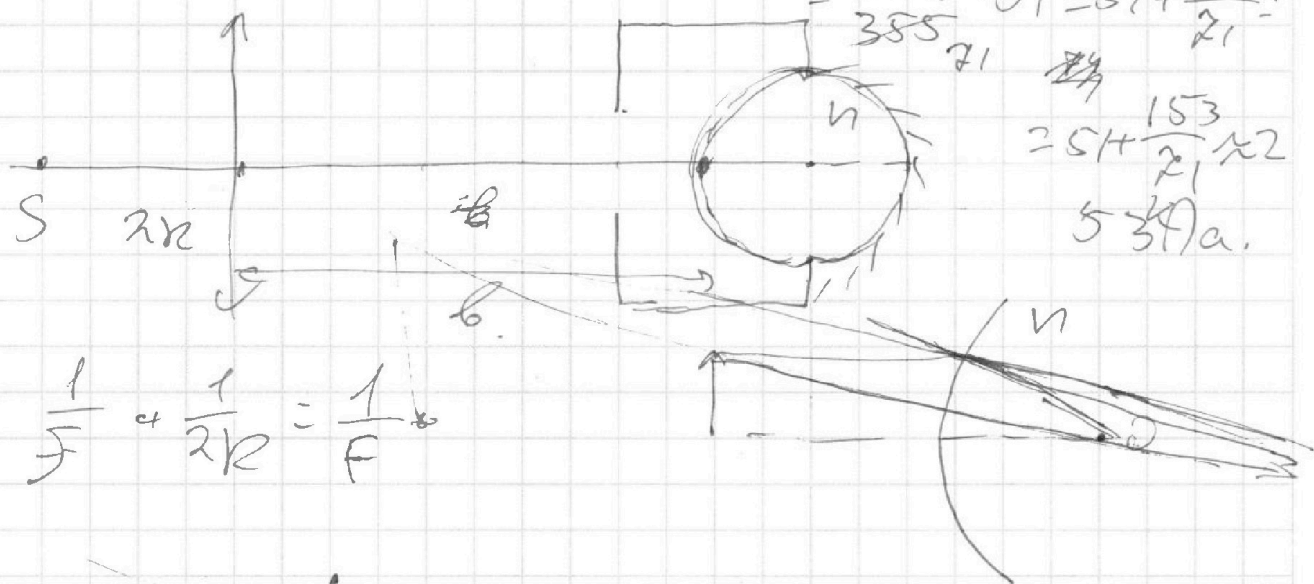
$$p_{\text{н}} = 92 \text{ рнн} = 91 \text{ рнн}$$

$$\frac{p}{p_{\text{нн}}} = \frac{T_{\text{к}}}{T}$$

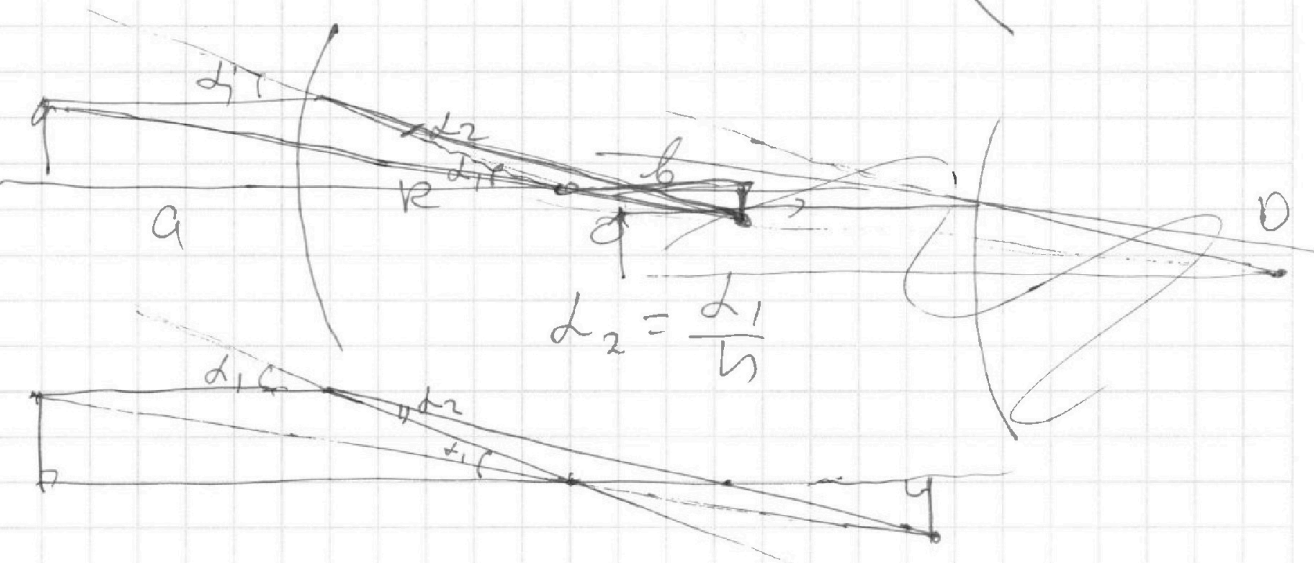
$$p = \frac{T_{\text{к}}}{T} p_{\text{нн}} =$$

$$= \frac{320}{385} \cdot 91 = 91 + \frac{3 \cdot 91}{71} =$$

$$= 91 + \frac{153}{71} \approx 102$$



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





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

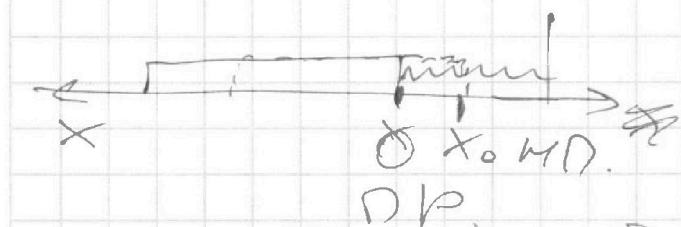
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

$a_2 \uparrow$
 $F_{\text{сп}} \uparrow$
 $F_g \leftarrow$
 μg
 Mg

$N_2 \uparrow$
 $F_{\text{сп}} \uparrow$
 $F_g \leftarrow$
 μg
 Mg

Брусья движутся относительно друг друга $\Rightarrow F_{\text{сп}} \text{ сцеп} = \mu N$
 $ma_2 = \mu mg$
 $a_2 = \mu g$
 $Ma_1 = F_{\text{сп}} - F_g = 8 \cdot 9$
 $Ma_1 = k \Delta x - \mu mg$
 $\mu g = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$
 $M \cdot \mu g = k \Delta x - \mu mg$
 $k \Delta x_1 = \mu g (M + m)$
 $\Delta x_1 = \frac{(M + m) \mu g}{k}$
 $\Delta x_1 = \frac{(2 + 1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = 0,18 \text{ м}$
 2) $Ma_{1,x} = k \Delta x + \mu mg$



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

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

$$\frac{5 \cdot 0,18}{2 \cdot 8} = \frac{5 \cdot 1,8}{2} = 4,5$$

В нач. мом: вода + к.н.
 $p_{\text{н.н.}} V = \nu_0 R T_0$
 при $t_0 = 27^\circ \text{C}$ $p_{\text{н.н.}} = 3,5 \cdot 10^6$
 в зам., когда все вода исп. будет мн.
 $p_{\text{н.н.}} V = \nu R T$ $\nu = 12 \nu_0$
 $p_{\text{н.н.}} V = 12 \nu_0 R T$
 $\frac{p_{\text{н.н.}}}{p_{\text{н.н.0}}} = \frac{12 T}{T_0}$

$$\text{use } \delta = 20$$