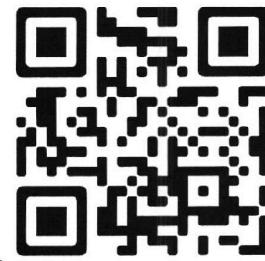




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

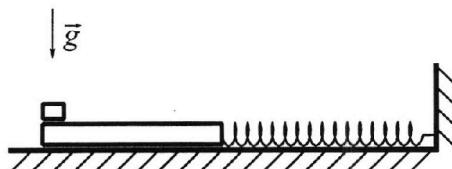
Вариант 11-02



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

ГРУЗ = БРУСОК

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 жесткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

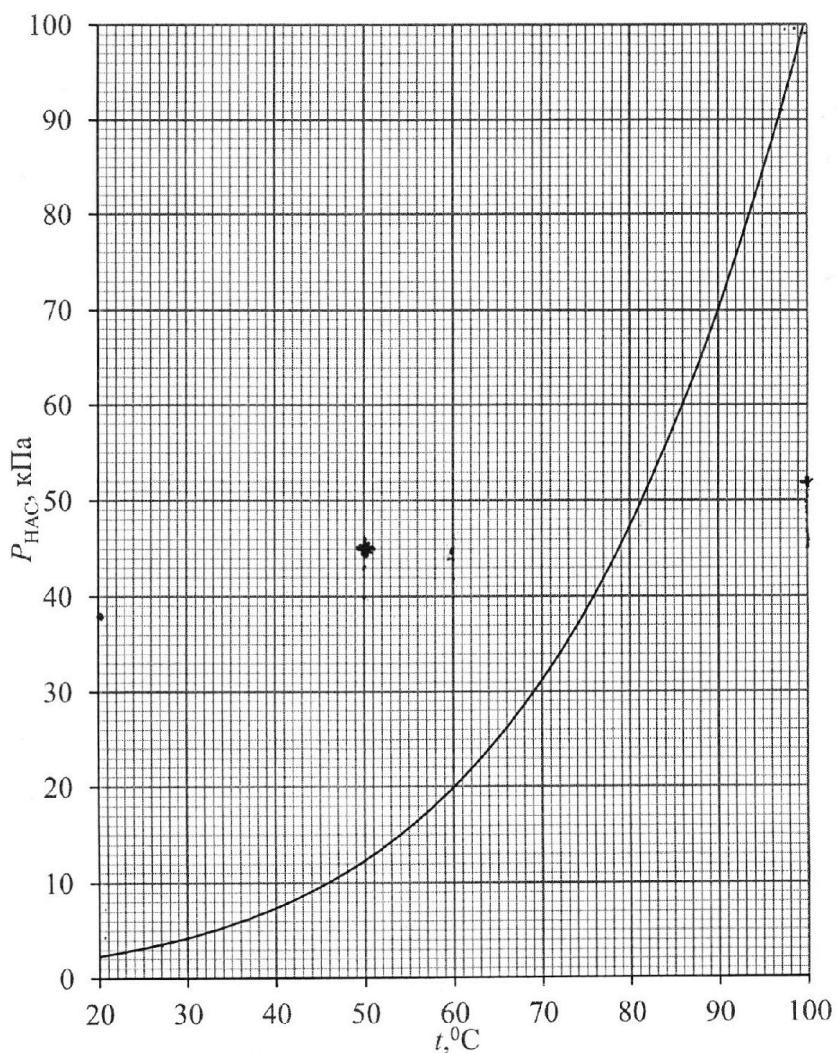


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





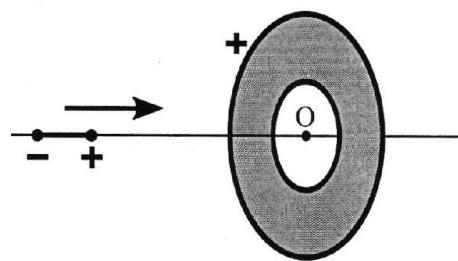
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



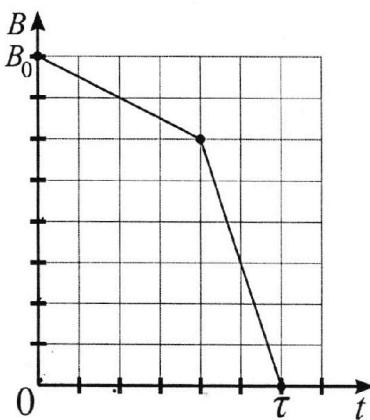
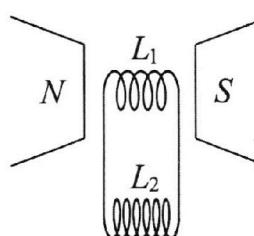
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .



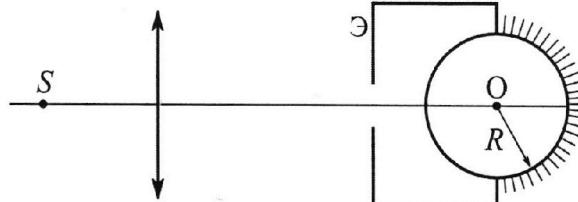
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

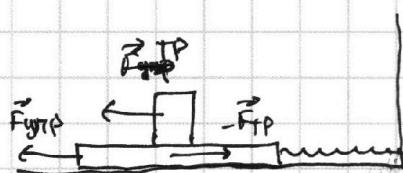
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

$$\text{н} \cdot 1. \quad 1) \quad \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{a}_{\text{доски}} + \vec{a}_{\text{отн}}. \quad (\text{При } \vec{a}_{\text{отн}} = \vec{0}):$$

$$\vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{a}_{\text{доски}}; \quad m \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{F}_{\text{тр}};$$

$$M \vec{a}_{\text{доски}} = \vec{F}_{\text{упр}} - \vec{F}_{\text{тр}}$$



$$M \vec{a}_{\text{доски}} = \vec{F}_{\text{упр}} - \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$m \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{F}_{\text{тр}}, \quad \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{a}_{\text{доски}} = \vec{a}_0 \Rightarrow$$

$$M(a(M+m)) a_0 = F_{\text{тр}} = Kx_1, \quad \text{где } x_1 - \text{расстояние}$$

смещение пружинки в данный момент времени.

$F_{\text{тр}} = M a_0$, - за мгновение до прекращения движения \rightarrow момента.

$$m \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{m} \vec{g}; \quad \vec{a}_{\text{брюса}} = \vec{a}_0 = \vec{g} \Rightarrow Kx_1 = (M+m) \mu g \Rightarrow$$

$$x_1 = \frac{(M+m) \mu g}{K} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м.}$$

$$2) \quad \beta \text{ самом начале движения } M \vec{a}_{\text{доски}} = K \vec{x}_0 - \vec{m} \vec{g}.$$

Рассмотрим момент, когда конец доски впервые остановился относительно доски. По усл., расстояние пружины

x_2 в этот момент компенсирует $\vec{F}_{\text{тр}}$ со стороны доски. \Rightarrow

$$Kx_2 = m \vec{g}. \quad \text{ЗС: } \frac{Kx_2^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2} = \frac{Kx_0^2}{2}$$

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

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!

$$\text{~2. 1) } m_{\text{Пар}} = m; \quad m_{\text{Вод}} = 11m$$

$$m_{\text{Пикон}} = m_{\text{Пар}} + m_{\text{Вод}} = 12m \Rightarrow \frac{m_{\text{Пикон}}}{m_{\text{Пар}}} = 12.$$

2) Запишем 3-ю Менг.-Кнн. для пары б

моментов, когда он находится при $t=t^*$ и $t=t_0$:

$$\begin{cases} P_{\text{нас}}(t_0) \cdot V = P_0 R T_0 \\ P_{\text{нас}}(t^*) \cdot V = 12 P_0 R T^* \end{cases} \Rightarrow \frac{P_{\text{нас}}(t^*)}{P_{\text{нас}}(t_0)} = \frac{12 T^*}{T_0}$$

$$T_0 = 300 \text{ K}; \quad T^* = t^* + 273.$$

$$P_{\text{нас}}(t_0) \approx 3,5 \text{ kPa} \Rightarrow P_{\text{нас}}(t^*) = \frac{12 \cdot \frac{7}{50}}{300} (t^* + 273) =$$

$$= \frac{7}{50} t^* + \frac{7}{50} \cdot 273 = \frac{7}{50} t^* + \frac{1911}{50} = \frac{7}{50} t^* + 38,22$$

Пересечем данную прямую с графиком $P_{\text{нас}}(t)$.

Получим пересечение при $t^* = 81^\circ\text{C}$, $P_{\text{нас}}(t^*) = 49 \text{ kPa}$.

$$3) \quad t^* \equiv \frac{P}{P_{\text{нас}}(t)} = \frac{12 P R T}{12 P R T^*} = \frac{T}{T^*} = \frac{t+273}{t^*+273} = \frac{370}{354}$$

$$P_{\text{нас}}(t) = 49 \text{ kPa}; \quad P_{\text{нас}}(t^*) V = 128 R T^* \rightarrow$$

$$P_{\text{нас}}(t) V = 128 R T$$

$$P' = P_{\text{нас}}(t^*) \cdot \frac{t^*}{T} = \frac{354}{370} \cdot 49 \text{ kPa}.$$

$$(V = \frac{P'}{P_{\text{нас}}(t)}) = \frac{354}{370} \cdot \frac{49}{99} \approx \frac{1770}{633} = \frac{177}{633}$$

$$\text{Ответ: 1) 12; 2) } \approx 81^\circ\text{C} ; 3) \frac{177}{633}$$



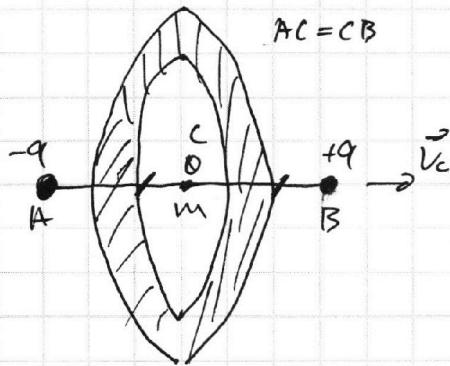
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

~3. 1) В симметрии в токах A и B , где надо



$$AC = CB$$

долже зарядов диполя в следи-

тель момент, потекущий конь-

$$\text{да равен} \Rightarrow \varphi_A = \varphi_B.$$

$$3(\Rightarrow) : \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{2} = \varphi_A (\varphi_A \cdot (-q) + q\varphi_B + \frac{mV_0^2}{2}) \Rightarrow$$

$$V_C = V_0.$$

2) Пусть W -^{пот.}^{энерг.} энергия взаимодействия колбасы и диполя. $W \sim q \cdot \varphi$. При изменении заряда диполя, потекущий колбаса не меняется. Поэтому потекущая энергия взаимодействия W при $q=q_0$

будет в 2 раза больше W при $q=\frac{1}{2}q_0$.

$$\text{Уз условие: } \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{2} = W_{\max}(q_0) + \frac{\frac{mV_{\min}^2}{2}}{2} = W_{\max}(q_0)$$

$$\text{Р-Уз } 3(\Rightarrow) \text{ где } q=\frac{1}{2}q_0: \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{2} = \frac{\frac{mV_{\min}^2}{2}}{2} + W_{\max}\left(\frac{q_0}{2}\right) = \\ = \frac{\frac{mV_{\min}^2}{2}}{2} + \frac{1}{2}W_{\max}(q_0) = \frac{\frac{mV_{\min}^2}{2}}{2} + \frac{mV_0^2}{4} \Rightarrow V_{\min} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_0$$

Уз симметрии где потекущего колбаса: $W_{\min} = W_{\max}$

$$= -W_{\max} \Rightarrow W_{\min}(q_0) = -W_{\max}(q_0) = -\frac{\frac{mV_0^2}{2}}{2} \Rightarrow$$

$$W_{\min}\left(\frac{q_0}{2}\right) = -\frac{\frac{mV_0^2}{2}}{4} \Rightarrow 3(\Rightarrow) \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{2} = \frac{\frac{mV_{\max}^2}{2}}{2} + W_{\max}\left(\frac{q_0}{2}\right) \\ = \frac{\frac{mV_{\max}^2}{2}}{2} - \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{4} \Rightarrow \frac{\frac{mV_{\max}^2}{2}}{2} = \frac{3mV_0^2}{4} \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot V_0$$

I-



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!

$$\Delta V = V_{\max} - V_{\min} = \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) V_0$$

Ответ: 1) $V_c = V_0$; 2) $\Delta V = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \cdot V_0$.

I-

I-



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 7СТРАНИЦА
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!

n4

$$i) \text{ В начальный момент времени } (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow$$

$(L_1 + L_2) \Delta I = -\Delta \Phi$. (Рассуждаем от начального момента

го конца): $(L_1 + L_2)(I_0 - 0) = (\Phi_0 - 0) \Rightarrow$

$$(L_1 + L_2) I_0 = B_0 n S_1 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1 T}{7L}$$

2) Растет ток в точке A - ток в переходе графика $B(t)$.

Тогда в точке A и выше этой точки скорость изменения тока

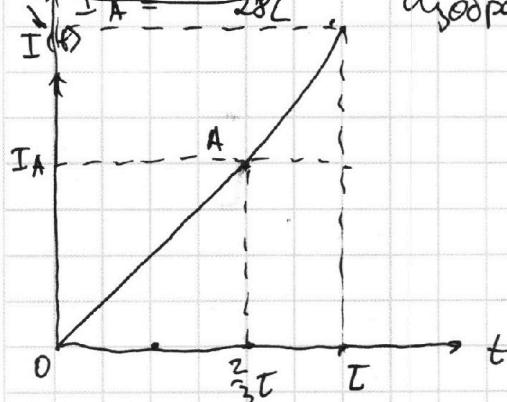
постоянна $\Rightarrow (L_1 + L_2) I_A = n S_1 (B_0 - \frac{3}{4} B_0) = \frac{1}{4} B_0 n S_1 \Rightarrow$

~~$$q_A = \frac{1}{4} \frac{B_0 n S_1 \cdot t_A}{L_1 + L_2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{B_0 n S_1 T}{7L} = \frac{B_0 n S_1 T}{42L}$$~~

~~$$(L_1 + L_2) \Delta I_A = n S_1 (\frac{3}{4} B_0 - 0) \Rightarrow (L_1 + L_2)(I_0 - I_A) = \frac{3}{4} n S_1 B_0$$~~

~~$$I_0 - I_A = \frac{3 n S_1 B_0}{28L} \Rightarrow I_A = I_0 - \frac{3 n S_1 B_0}{28L} = \frac{B_0 n S_1}{28L}$$~~

~~$$(L_1 + L_2)(I_0 - I_A) = \frac{3}{4} n S_1 B_0 \Rightarrow I_A = \frac{B_0 n S_1}{28L}$$~~



В точке A ток будем менять в

графике $I(t)$. $q = S_{\text{под графиком}}$

$$q(\frac{2}{3}t) = \frac{1}{2} I_{A \frac{2}{3}T} = \frac{1}{2} \frac{B_0 n S_1 \cdot \frac{2}{3}T}{28L} = \frac{B_0 n S_1 t}{84L}$$

$$q(\frac{2}{3}t \rightarrow t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} T \cdot (I_0 - I_A) =$$

$$= \frac{t}{6} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{B_0 n S_1}{28L} = \frac{3 B_0 n S_1 T}{56L}, q = \frac{B_0 n S_1 T}{84L} + \frac{B_0 n S_1 T}{56L} = \frac{5 B_0 n S_1 T}{168L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$; 2) $q = \frac{5 B_0 n S_1 T}{168L}$

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.

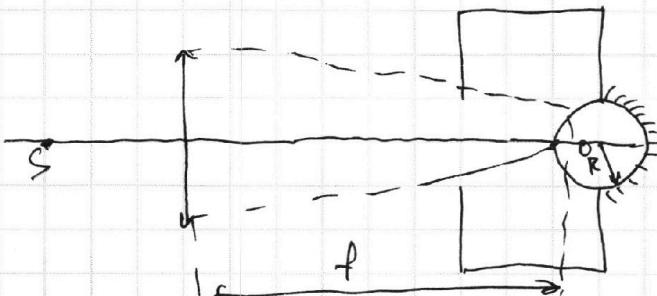
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

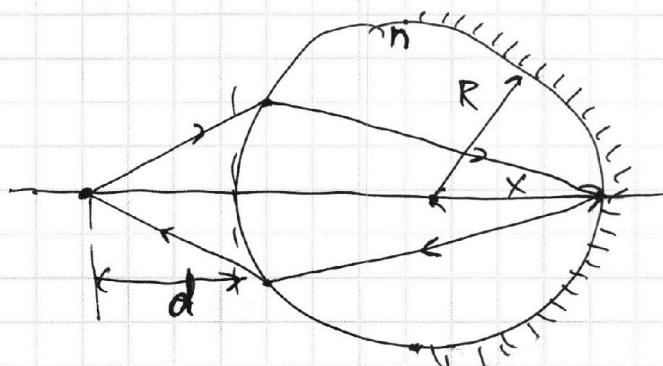
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



~5.



1) Изображение, даваемое шаром, должно попасть в тонкую сферическую линзу S , так как и изображение, даваемое шаром. Ход луча в шаре будет таков:



Этакой ход возможен
только при $d = 0$ в
условиях прозрачного n .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{n} \Rightarrow f = \frac{ab}{b-a} = \frac{14R^2}{12R} = \frac{7}{6}R.$$

2) В 2 раза ~~ход луча~~ ход луча таков:

из геом. и оптических
соображений:

$$\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{R}\right) \cdot \frac{1}{n} + \frac{1}{R+x} = \frac{1}{R}$$

и не бывает такого при

$$d = -R \Rightarrow f = b + R = 8R$$

По п. Тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{8R} + \frac{1}{a} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} \Rightarrow F = \frac{16R^2}{8R+2R} = \frac{16R^2}{10R} = \frac{8R}{5}$.
2) $d = -R - a = -5R; x = -5R \Rightarrow \frac{1}{8R} \cdot \frac{1}{n} - \frac{1}{5R} = \frac{1}{8R} \Rightarrow n = \frac{25}{16}$. Ответ: 1) $\frac{8R}{5}$. 2) $\frac{25}{16}$

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!

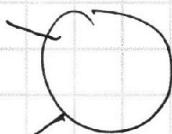
$$\alpha = \arccos\left(\frac{x_1}{x_0}\right) \Rightarrow \frac{\pi}{2}. \quad \frac{x_1}{x_0} = 3 \Rightarrow x_1 = 0 \Rightarrow \alpha > \frac{\pi}{2}.$$



$$a_{\text{бр}} =$$

$$m a_{\text{бр}} = \text{мнг.}$$

$$M a_{\text{госки}} = M a_{\text{бр}} = K x_1 - \text{мнг.}$$



$$a_{\text{бр}} = (M+m)a_g = K x_1; \quad x_1 = \frac{(m+M)K}{K}.$$

$$a_{\text{отк}} = 0; \quad \text{мнг.} \quad K x_2 = F_{\text{тр}} = \text{мнг.}$$

$$\vec{v}_{\text{отк}} = \vec{0} \Rightarrow a_{\text{отк}} = \vec{0}. \quad \frac{1}{R} - \frac{1}{3R} = \frac{4R}{5} \quad \frac{4}{5} R \cdot \frac{1}{n} + \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{n}$$



m

$$m \text{нг.} = K x_2;$$

$$\frac{K x_2^2}{2} +$$

$$a_b$$

$$\frac{2}{50} = \frac{\tau}{25}.$$

$$M a_g = K x_1 - F_{\text{тр}} \Rightarrow$$

$$m a_b = F_{\text{тр}} = \mu g; \quad a_{\text{отк}} = (a_b - a_g) =$$

$$= \left| \mu g - \frac{K}{m} x - \frac{\text{мнг.}}{m} \right| \neq; \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}.$$

$$\text{мнг.} = K x_2;$$

$$t = \frac{1}{2} \pi = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{M}{K}}.$$

$$\sigma_{\text{отк}} = 0 : t = \pi \sqrt{\frac{M}{K}}.$$

$$M a_g = \text{мнг.} + K x$$

$$a_g = \frac{K}{m} \cdot x - \frac{\text{мнг.}}{m}.$$

$$a_{\text{госки}} = 0 \Rightarrow \text{мнг.} \quad \text{мнг.} = K x_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \equiv v;$$

$$\frac{K x_2^2}{2} + \frac{(m+n)v^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}.$$

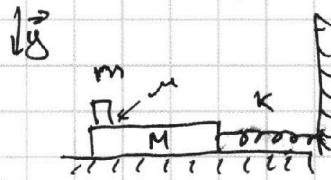


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
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!



$$x = \text{circle}$$

$Kx_1 = \text{mg}$

$$\frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{Kx_1^2}{2} = \frac{Kx_0^2}{2}$$

$V = \text{const.}$

$$\cos t = \frac{x_1}{x_0} \Rightarrow \cos(\omega t_1) = \frac{x_1}{x_0}$$

$$\begin{array}{c} 5 \\ 273 \\ \hline 7 \\ 1911 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 1911 \\ \hline 3822 \end{array}$$

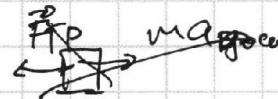
$$x_0 \cos \omega t_1 = x_1$$

$$\frac{\omega}{2\pi} \cdot T = \tau.$$

$$\begin{array}{c} 19 \\ +38 \\ \hline 52,22 \end{array}$$

$$\omega x_0 \sin \omega t_1 = V.$$

$$x_0^2 + \omega^2 x_0^2 = x_1^2 + v^2 \Rightarrow v^2 = x_0^2 (\omega^2 + 1) - x_1^2 \Rightarrow \underline{x_0}$$



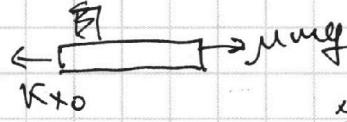
$\mu g \cos \alpha = f_F = \text{const.}$

$$\underline{x_0^2 = x_1^2 + \frac{v^2}{\omega^2}, \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m+M}}.}$$

~~const.~~

$T_{\text{при } t=50^\circ C} =$

$$\begin{array}{r} 7 \\ +38,22 \\ \hline = 45,22 \end{array}$$



$$Kx_0 - \text{const.} = \underline{f_F}$$

$$\begin{array}{c} 86 \\ \hline 36 \end{array}$$

~~const.~~

$$V_{\text{max}} = \omega x_0;$$

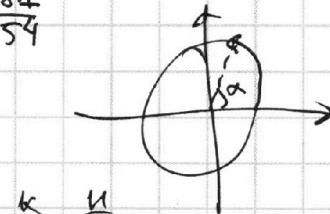
$$\begin{array}{c} V \\ \cancel{Kx_0} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 273 \\ +37 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$28 \cdot 6 = 120 + 48 =$$

$$4 \quad \mu g T = V; \quad \tan \alpha = \frac{V}{\omega x_0 \cdot x} = \frac{V}{\omega x} \cdot \frac{1}{\cancel{x}} = \frac{V}{\omega x}.$$

$$\underline{\alpha = \arctan \frac{V}{\omega x}}, \quad T = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \cancel{T} = \frac{\alpha}{\omega}.$$



$$\frac{K}{m} \cdot \frac{V}{\omega} = \text{const.}$$

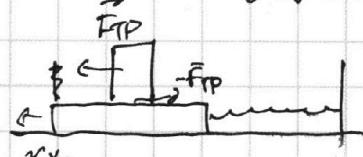
$$t = \frac{\alpha}{2\pi}.$$

$$p_{\text{нас}}(t) = 91 \text{ kPa}$$

$$pV = 128 \text{ kPa}$$

$$p'V = 128 \text{ kPa}$$

$$p' = p_{\text{нас}} \left(\frac{V}{V} \right).$$



$$Kx_1 = \text{const.}$$

$$\frac{(m+M)V^2}{2} + \frac{Kx_1^2}{2} = \frac{Kx_0^2}{2}.$$

$$\underline{Kx_0^2} = \frac{Kx_1^2}{2} + \frac{(m+M)V^2}{2}$$

$$V^2 = \frac{K}{m+M} \cdot \frac{x_0^2}{2};$$

$$V = \omega x_0 =$$

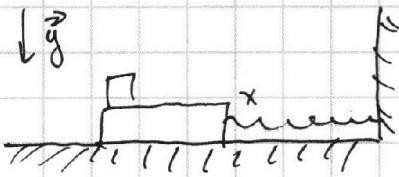
$$\cancel{\alpha} \frac{Kx_0^2}{2} = \cancel{\frac{Kx_0^2}{2}}$$

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.

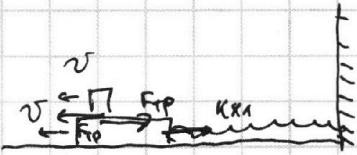
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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



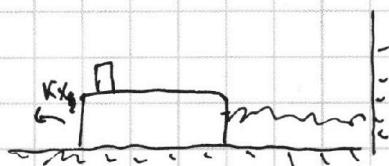
M, m, k, μ



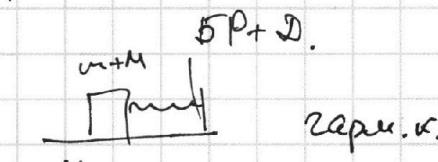
$$\sigma_{\delta p} = \sigma_{\text{доски}} \equiv \sigma.$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{\mu v^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx^2}{2}.$$

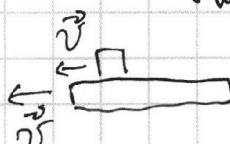
$$kx_1 = \mu mg; \quad \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{k \mu^2 m^2 g^2}{2k} = \frac{kx^2}{2}.$$



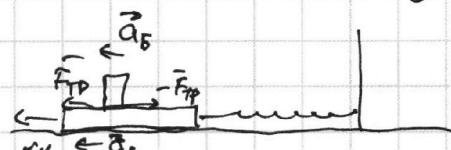
8.



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}}.$$



$$\sigma = \omega \times \vec{e}_\theta$$



$$\vec{a}_g = \vec{a}_g + \vec{a}_{\text{отк}} \Rightarrow \vec{a}_{\text{отк}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a}_g = \vec{a}_g$$

$$M a_g = kx_1 - F_{fp}$$

$$M a_g = F_{fp} \Rightarrow (M+m) a_g + Ma_g = kx_1$$

$$(m+M) a = kx_1 \quad \frac{kx_1 - F_{fp}}{M} = \frac{F_{fp}}{m} \Rightarrow$$

$$\frac{M}{m} \cdot F_{fp} = kx_1 - F_{fp} \Rightarrow F_{fp} \left(\frac{M}{m} + 1 \right) = kx_1$$

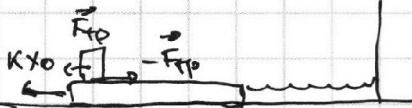
$$F_{fp} = \mu mg \Rightarrow \mu mg (M+m) = kx_1; x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{50} = \frac{9}{50} \text{ m} = 0,18 \text{ м.}$$

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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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



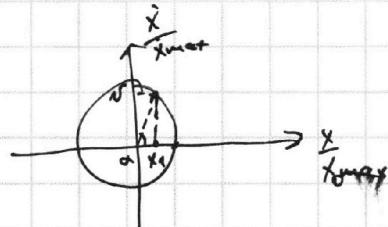
$$M \ddot{x}_0 = Kx_0 - F_{TP} = Kx_0 - \mu mg.$$

$$\ddot{\alpha}_S = \ddot{\alpha}_g$$

$$\frac{v_B^2}{2} + \frac{Kx_0^2}{2} = \frac{Kx_0^2}{2}$$

⇒ $\ddot{x} = \text{норм. движ.}$

$$\alpha = \mu g = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v = \mu gt.$$



$$\omega = \tan \alpha = \frac{v}{x_0} \cdot \frac{x_{\max}}{x_{\max}} = \frac{\omega v}{\omega x_0}$$

$$Kx_0 = 0.$$



$$\mu mg = Kx_1$$

$$\ddot{\alpha}_{\text{отн}} = \ddot{a}_{\text{TP}} - \ddot{a}_g$$

$$\ddot{\alpha}_S = \text{норм.} ; \ddot{a}_{\text{TP}} = \mu g ; M \ddot{x}_0 = \mu mg + Kx_1$$

$$\mu \ddot{a}_{\text{TP}} = -\mu mg + Kx_1 \Rightarrow Kx_1 = \mu(M+m)g.$$

$$x_1 = \frac{\mu \cdot (M+m)g}{K} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = \frac{18}{100} =$$

$$= 0,18 \text{ м.}$$

$$\mu mg = Kx_1 \Rightarrow v_1 = \omega r.$$

$$\frac{Kx_0^2}{2}$$

$$= \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{Kx_1^2}{2}$$

$$v = \mu gt$$

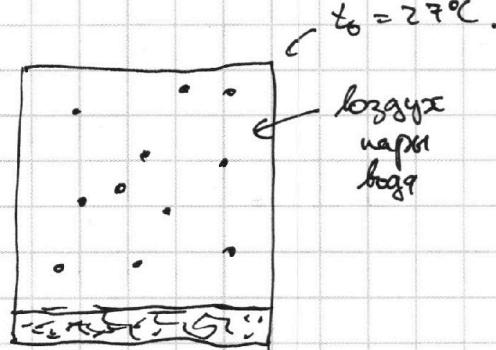


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{пар0}}} = \frac{m}{m_{\text{пар0}}} = \frac{1}{12 \cdot 12}$$

$$p_n \cdot V = \gamma RT$$

$$\cancel{p_n} \cdot V = 12 \gamma R T_0$$

$$p_{n0} = 3,5 \text{ kPa}$$

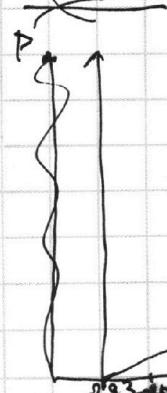
$$p_{nac} = \frac{\cancel{3500}}{3,5 \text{ kPa} \cdot 12} =$$

$$= \frac{3,5 \cdot 12}{300} T^* + \frac{3,5 \cdot 12}{300} \cdot 273 =$$

$$p_0 \cdot V = \gamma RT_0$$

$$p_{nac} \cdot V = 12 \gamma R T^*$$

$T^* + 273$

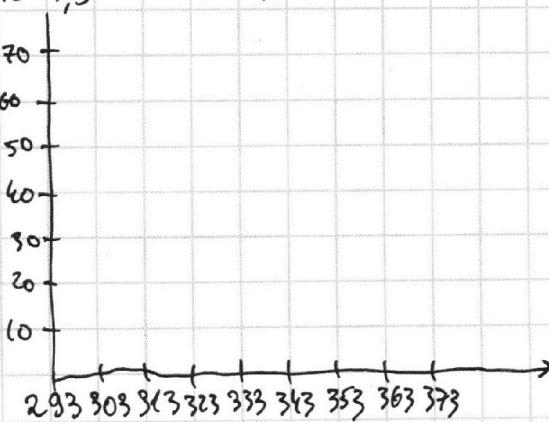


$$p_{nac} = \frac{7}{50} \cdot T^*$$

$$\frac{253 \cdot 7}{50}$$

$$\Rightarrow \frac{p_0}{p_{nac}} = \frac{T_0}{12 T^*} \Rightarrow \frac{T^*}{p_{nac}} = \frac{T_0}{12 p_0} =$$

$$= \frac{300}{12 \cdot 3,5} = \frac{60 \cdot 5}{12 \cdot 0,5 \cdot 7} = \frac{600 \cdot 50}{12 \cdot 7} = \frac{50}{7}$$



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**.

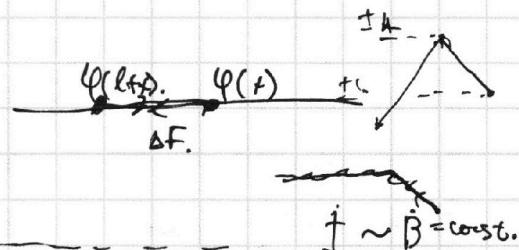
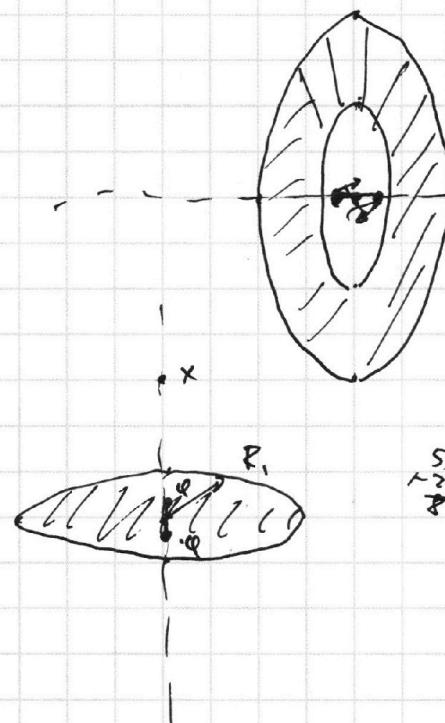


- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

$$\sim 3. \quad V_0, \quad q \rightarrow \frac{1}{2}, \quad \Delta V_0 \quad v_c - ?, \quad V_{\max} - V_{\min} = ?$$



$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{1}{2} E_{\max}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2 E_{\max}}{m}}$$

$$E_{\text{ext}} \sim \propto q \cdot q$$

$$E_{\max} \Rightarrow \frac{1}{2} E_{\max}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} E_{\max}$$

$$E_{\text{ext}} \neq 0 \Rightarrow V = V_0.$$

$$E_g = q\varphi - q\varphi = 0, \quad K_0 = K \Rightarrow V_0 = V. \quad \frac{1}{2} E_{\max}$$



$$\varphi = \sum \frac{k dq}{r_i} =$$

$$dq = \pi \cdot 2\pi r_i dr_i \Rightarrow \varphi = \sum \frac{k \pi \cdot r_i \cdot 2\pi r_i dr_i}{r_i} = k \pi \cdot 2\pi R^2.$$

$$r_i^2 = R_i^2 + x^2$$

$$\varphi = \sum k \pi \cdot x^2$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\min}^2}{2}$$

$$28 \cdot 3, 28 \cdot 2, \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{18} = \frac{28}{168}$$

$$\frac{1}{2} E_{\max} =$$

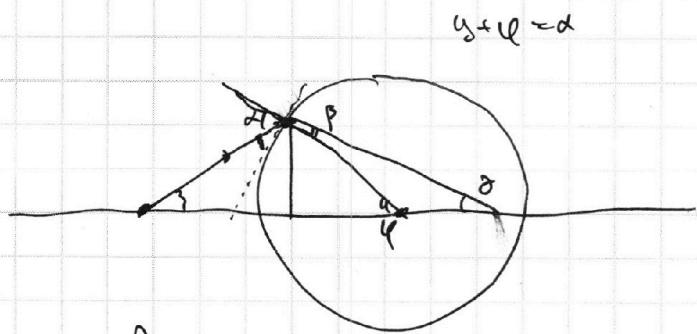
$$\frac{28}{168}$$

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!



$$y + \varphi = \alpha$$

$$\alpha = n\beta$$

$$\gamma = \frac{n}{R+x}$$

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

$$\beta + \frac{n}{R+x} = \frac{n}{R}$$

$$\beta = \frac{n}{R+x} - \frac{n}{R}$$

$$\frac{x}{\beta} = \frac{R}{\gamma} \Rightarrow \frac{xn}{\alpha} = \frac{R}{\gamma} \Rightarrow x = \frac{\alpha \cdot n}{R} = \frac{n}{R+x} \cdot \frac{xn}{R}$$

$$\gamma = \frac{h}{d}; \quad \alpha = \frac{h}{d} + \varphi = \frac{h}{d} + \frac{h}{R}. \quad \frac{7}{2} = \frac{7}{50}$$

$$\frac{h}{n} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{R} \right) + \frac{h}{R+x} = \frac{h}{R}$$

$$\frac{R+d}{nRd} + \frac{1}{R} - \frac{1}{R+x} = \frac{x}{R+x}$$

$$12-50$$

$$(R+d)(R+x) = nRdx$$

$$R^2 + dR + dx + xR = nRdx \times (nRd - R-d) = R^2 + dR.$$

$$x = \frac{R(R+d)}{nRd - R-d}$$

$$\frac{\frac{7}{2} \cdot 12}{300} \cdot 273 = 0,7273.$$

$$t_0; \quad p_{\text{нас}} \cdot V = pRT_0.$$

$$(\Delta)$$

$$p \cdot V = \gamma RT \quad \rightarrow \quad p_{\text{нас}} \cdot p = \frac{T}{T^*}.$$

$$p_{\text{нас}} \cdot V = \gamma RT_0$$

$$p_{\text{нас}} \cdot V = 12 \gamma R T^*$$

$$p_{\text{нас}} = p_{\text{нас}} \cdot \frac{12 T^*}{T_0} =$$

$$\frac{0,5 \cdot 7}{0,5 \cdot 50}$$

$$\frac{p_{\text{нас}}}{p_{\text{нас}}} = \frac{T_0}{12 T^*}$$

$$= 3,5 \cdot \frac{12}{50} (t^* + 273) = \frac{3,5}{25} (t^* + 273) = \frac{7}{50} t^* + \frac{3,5 \cdot 273}{25}.$$

$$t = 80^\circ C$$

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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Diagram showing a circle of radius R centered at O . A horizontal line intersects the circle at points A and B , with a vertical distance a from the center O to the line. The distance between the intersection points A and B is labeled b .

$$a = ? R$$

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

$$a \neq b$$

Diagram showing a circle of radius R centered at O . A horizontal line intersects the circle at points A and B , with a vertical distance a from the center O to the line. The distance between the intersection points A and B is labeled d .

$$F = 2a, F = a$$

$$\frac{F}{R} = \frac{3R}{4R}$$

$$\alpha = n\beta$$

$$\theta = \frac{h}{R}$$

$$\theta = \frac{h}{R} = \alpha - \varphi = \frac{h}{d}$$

$$\alpha = \frac{h}{d} + \frac{h}{R}$$

$$\alpha = X$$

$$\beta = \frac{h}{R}$$

$$\beta = \alpha - \frac{h}{R} = \frac{h}{d}$$

$$X = 3\beta$$

$$\frac{h}{R} = \frac{h}{X+R}$$

$$\frac{\alpha}{n} + \frac{h}{R} = d$$

$$\frac{\alpha}{n} + \frac{h}{X+R} = \frac{h}{R}$$

$$\frac{1}{n} \left(\frac{h}{d} + \frac{h}{R} \right) + \frac{h}{X+R} = \frac{h}{R}$$

$$\frac{1}{n} \left(\frac{R+d}{Rd} + \frac{R-X-R}{R(R+X)} \right) = 0 \Rightarrow \frac{1}{n} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{d} \right) = \frac{X}{R(R+X)}$$

$$X = \frac{n(Rd)}{R+d} - 1$$

$$X = \frac{(nd-d-R)}{R+X}$$

$$X = \frac{nd-R}{R+d}$$

$$R^2 + Rx = X \cdot n \cdot \frac{Rd}{R+d} \Rightarrow X \left(\frac{nRd}{R+d} - R \right) = R^2$$

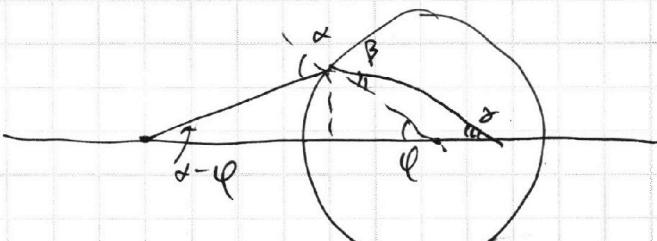


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$\beta + \gamma = 180^\circ$$

$$R + \frac{h}{d}$$

$$\beta + \frac{h}{R+d} = \frac{h}{R}$$

$$\alpha - \gamma = \frac{h}{d}$$

$$\alpha = \frac{h}{d} + \frac{h}{R}$$

$$\left(\frac{h}{d} + \frac{h}{R}\right) \cdot \frac{1}{n} + \frac{h}{R+d} = \frac{h}{R}$$

$$\left(\frac{h}{d} + \frac{1}{R}\right) \cdot \frac{1}{n} + \frac{h}{R+d} = \frac{1}{R}; \quad \frac{1}{R} = -\frac{1}{d} = 2d = -R$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
_ 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!

4.

$L_1 = L$, $L_2 = 6L$

$I_1, B_0 \rightarrow 0$

$I_{L_2} = I_{L_1}$

$$(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B S_1}{\Delta t} =$$

$$= \alpha_1 S_1 =$$

$$(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \alpha_1 S_1 ; \quad \frac{6}{8} B_0 = \frac{9}{4} \frac{3}{4} B_0$$

$$\alpha_1 = \frac{\frac{1}{2} B_0}{\frac{2}{3} t} = \frac{3 B_0}{8t}; \quad \alpha_2 = \frac{\frac{3}{2} B_0}{\frac{1}{3} t} = \frac{9}{4} \frac{B_0}{t}.$$

$$(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \alpha_1 S_1 ; \quad (L_1 + L_2) I_A = \alpha_1 S_1 \cdot \frac{2}{3} t =$$

$$= S_1 \cdot \frac{1}{4} B_0 = \frac{1}{4} B_0 S_1 = 7L I_A \Rightarrow I_A = \frac{B_0 S_1}{28L}$$

$$(L_1 + L_2)(I_O - I_A) = L_2 S_1 \cdot \frac{3}{4} B_0.$$

$$7L (I_O - I_A) = \frac{3}{4} B_0 S_1 \Rightarrow I_O - I_A = \frac{3 B_0 S_1}{28L}$$

$$I_O = I_A + \frac{3 B_0 S_1}{28L} = \frac{B_0 S_1}{7L}.$$

$$I_A = \frac{B_0 S_1}{28} ; \quad q_A = \frac{B_0 S_1}{28L} \cdot \frac{2}{3} t = \frac{B_0 S_1 t}{42L}$$

$$q_{A-K} = I_A \cdot \frac{1}{3} t = \frac{B_0 S_1}{7L} \cdot \frac{1}{3} t = \frac{B_0 S_1 t}{21L}$$

$$q = \frac{B_0 S_1 t}{42L} + \frac{2 B_0 S_1 t}{21L} = \frac{3 B_0 S_1 t}{42L} = \frac{B_0 S_1 t}{14L}.$$

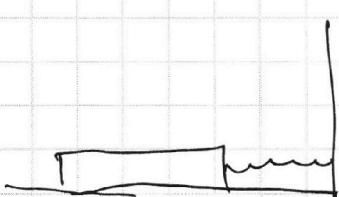


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$Mg x_0 = Kx_0 - \mu mg.$$

$$Kx_1 = \mu mg.$$

$$V_1 = V_2. \frac{1}{2} = \mu g R. = \mu g \alpha$$

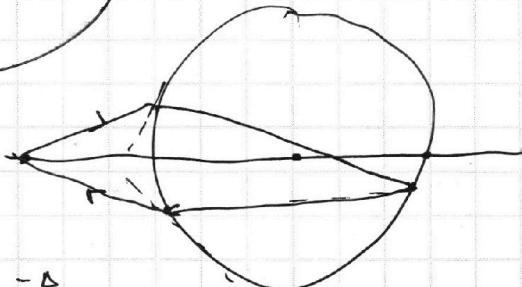
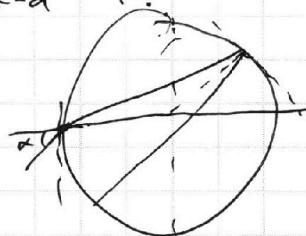
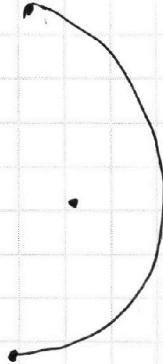
$$\mu mg x_2 = Kx_2 \Rightarrow x_2 = \frac{\mu mg}{K}$$

$$\frac{Kx_2^2}{2} + \frac{m+M}2 V^2 = \frac{Kx_2^2}{2}$$

$$x = \frac{R(R+d)}{nRd + R+d} = \frac{R(R+d)}{-R-d} = R.$$

$$R(R+d)$$

$$x =$$



$$x = -\Delta$$

$$x = \frac{R(R+d)}{R+d - nkd} = \frac{(R+d) R(R-\Delta)}{R-\Delta - nkd}.$$



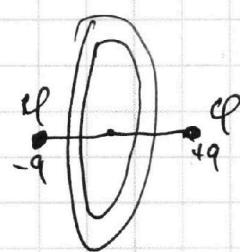
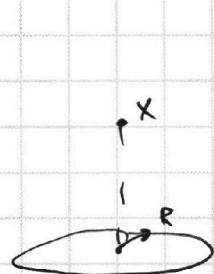
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\begin{array}{r} 4 \cdot 49 \\ \times 370 \\ \hline 370 \\ 196 \\ \hline 176 \\ 370 \\ 352 \\ \hline 170 \\ 170 \\ \hline 0 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 377 \\ \times 4 \\ \hline 708 \end{array}$$

$$\varphi = \sum \frac{k dq}{r_i} = \frac{k q}{r_i}$$

$$\varphi = \int \frac{k \cdot 2\pi R_i dR_i \cdot \sigma}{\sqrt{R_i^2 + x^2}}$$

$$E_{\text{пот}} = E_{\text{дисс}} \Rightarrow U = U_0.$$

$$E_{\text{пот}} = \begin{cases} ? & : U_{\min} \\ & U_{\max} = U_0. \end{cases}$$

φ

$$U' = 0. \Rightarrow x = 0.$$

~~E~~
$$E \sim \frac{1}{x^2} \frac{1}{x^3}$$

$$E_{63} \sim q \cdot \varphi \Rightarrow E_{63}' = \frac{E_{63}}{2}.$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + \frac{E_{\max}}{2};$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{4} = \frac{mv_{\min}^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}.$$

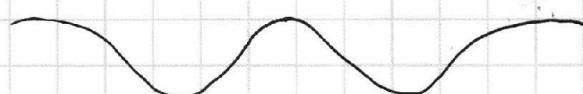
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} + \frac{E_{\min}}{2}$$

$$E_{\max} = \frac{mv_0^2}{2}.$$

$$\frac{mv_0^2}{4} = \frac{mv_{\min}^2}{2}$$



$$v_{\max} \Rightarrow E = \frac{E_{\min}}{2}.$$



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} - \frac{E_{63}}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = mv_0^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2} v_0.$$