



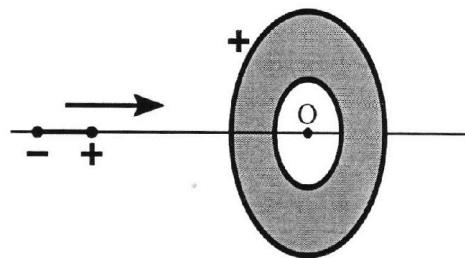
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

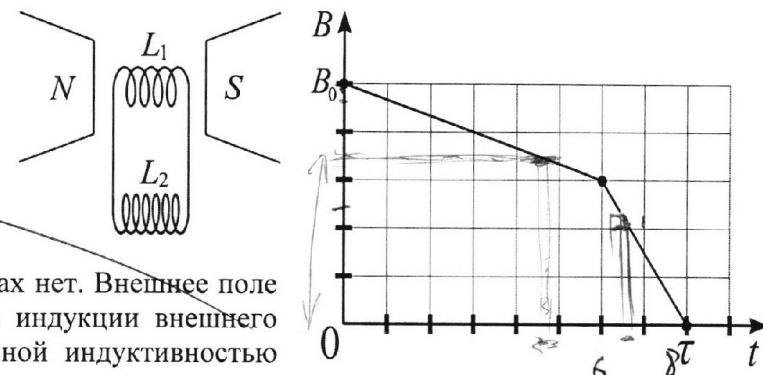
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

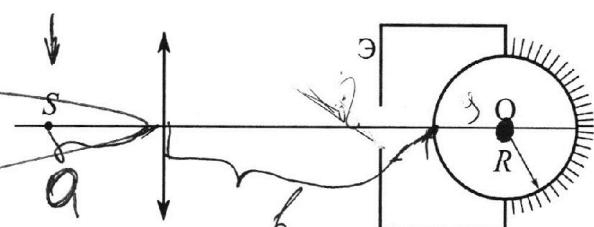
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удалённый от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (см. рис.). 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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



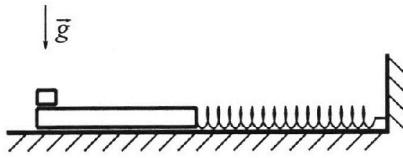
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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 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.

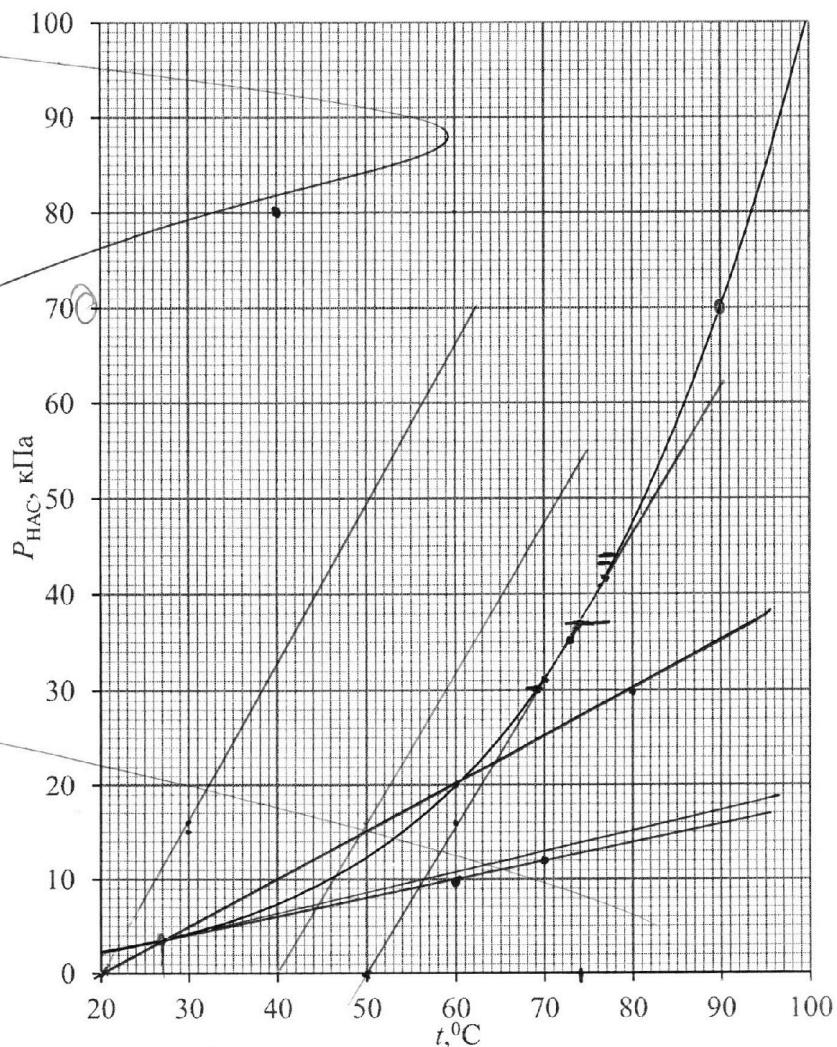


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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 можно 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$a = -A\omega^2 \cos \omega t$$

$$a(t^*) \approx 0$$

$$a_2 = -\mu g = \text{const} \Rightarrow V_2(t^*) = -\mu g t^*$$

$$V(t^*) = -A\omega \sin \omega t^*$$

$$V_2(t^*) = V(t^*)$$

$$x(0) = x_0 = A + \frac{\mu mg}{k}$$

$$-A\omega \sin \omega t^* = -\mu g t^*$$

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

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

$$a_0 \sin \frac{\pi}{2} = \mu g \frac{\pi}{2} \Rightarrow a_0 = \mu g \frac{\pi}{2} = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2} = \underline{\underline{6 \text{ m/c}^2}}$$

3. t' - момент времени, когда ускорение ~~будет~~ будет равно ускорению бруска

$$a(t') = -\mu g = -a_0 \cos \omega t' \Rightarrow \cos \omega t' = \frac{\mu g}{a_0}$$

$$V(t') = -A\omega \sin \omega t' =$$

$$V = A\omega \sin \omega t' = \frac{a_0}{\omega} \sin \omega t' = \frac{a_0}{\omega} \sqrt{1 - \cos^2 \omega t'} =$$

$$= \frac{a_0}{\omega} \sqrt{1 - \frac{\mu^2 g^2}{a_0^2}} = a_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sqrt{1 - \frac{\mu^2 g^2}{a_0^2}} = 6 \sqrt{\frac{4}{100}} \cdot \sqrt{1 - \frac{0,4^2 \cdot 10^2}{6^2}} =$$

$$= 6 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{\frac{6^2 - 4^2}{6^2}} = 0,2 \sqrt{20} = 0,4 \sqrt{5} = \underline{\underline{\frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m/c}}}$$

Ответ: 1) $x = 0,2 \text{ m}$ 2) 6 m/c^2 3) $\frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ m/c}$



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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

1.

1) Пусть a_1 - ускорение доски и a_2 - ускорение бруска в 1%O, тогда x - удлинение / сжатие пружины

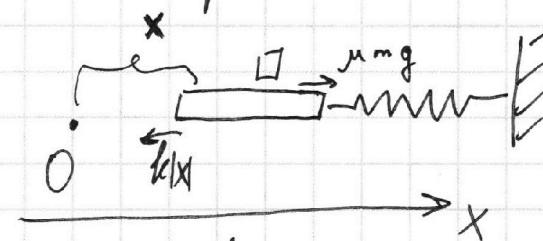
$$ma_2 = F_{\text{упр.}} \Rightarrow \mu mg$$

$$Ma_1 = F_{\text{упр.}} - F_{\text{тр.}} = kx - \mu mg$$

$$a_{\text{упр.}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{kx}{M} - \frac{\mu mg}{M} = \mu g \Rightarrow \frac{kx}{M} = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \Rightarrow x = \frac{\mu g}{k} \left(M + m\right) = \frac{0,4 \cdot 10}{100} (4 + 1) = 0,04 \cdot 5 = \underline{\underline{0,2 \text{ м}}}$$

2) Рассмотрим движение доски



т. о - положение
нерастворимости пружин

$$-Ma = -kx + \mu mg$$

$$Ma + kx - \mu mg = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M}x - \frac{\mu mg}{M} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu mg}{k} \right) = 0$$

~~$$\ddot{y} + \frac{k}{M}y = 0$$~~

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

~~$\ddot{y} + \frac{k}{M}y = 0$~~ - ур. о гармонических колебаний

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

где A - амплитуда колеб.; $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$

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

φ_0 - фаза начальная

$$x(0) = x_0; \dot{x}(0) = 0$$

$$V = -Aw \sin(\omega t + \varphi_0); V(0) = Aw \sin(\varphi_0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$



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**.

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

СТРАНИЦА
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!

2.

1) $m_{B_0} = 7m_{po}$, где m_B и m_p - массы воды и пара

$$m_{pk} = m_{po} + m_{B_0} = 8m_{po}$$

$$\frac{m_{pk}}{m_{po}} = \frac{8}{3}$$

2) Запишем уравнение Менделеева-Капелюхона для водяного пара для $T_0 = 300\text{K}$ и t^*

Г.к. в момент t^* испарение должно прекратиться
 $\Rightarrow p$ водяного пара будет ~~оставаться~~ равным

давлению насыщ. паров при t^* ; т.е.

$$p_{Hpo} V = \frac{m_{po}}{\mu} RT_0 \quad (1)$$

$$p_{Hpx} V = \frac{m_{px}}{\mu} R t^* \quad (2)$$

$$(1) : (2)$$

$$\frac{p_{Hpo}}{p_{Hpx}} = \frac{T_0}{8t^*} \Rightarrow \frac{p_{Hpx}}{t^*} = \frac{8p_{Hpo}}{T_0}$$

$\frac{p_{Hpo}}{T_0}$ - к.мк.наст. прямой, проходящей через $(0;0)$ и $(p_{Hpo}; T_0)$,

$\frac{p_{Hpx}}{t^*}$ - к.мк. прямой через $(0;0)$ и $(p_{Hpx}; t^*)$; k_1 находит из данного графика, воспользовавшись точкой $(300\text{Pa}; 80^\circ\text{C})$

$$k_1 =$$

$\frac{p_{Hpo}}{T_0}$ - к.мк. наст.касательной к графику $p(t)$ в точке $(p_{Hpo}; T_0)$; $k_1 = \frac{2\text{ kPa}}{10^\circ\text{C}} = \frac{1}{5} \frac{\text{kPa}}{^\circ\text{C}}$

$\frac{p_{Hpx}}{t^*}$ - к.мк.касательной к графику $p(t)$ в точке $(p_{Hpx}; t^*)$; $k_2 = 8k_1 = \frac{8}{5} = 1,6 \frac{\text{kPa}}{^\circ\text{C}}$



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**.

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!

$$t^* = 73^\circ\text{C}$$

из графика $p_{n\pi}^* = 35 \text{ кПа}$

3) При дальнейшем нагреве от 74°C давление пара меняется не будет $p_{n\pi} = 35 \text{ кПа}$; $p_{n\pi}(90^\circ\text{C}) = 70 \text{ кПа}$

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{n\pi}} = \frac{35}{70} = \frac{1}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{m_{n\pi}}{m_{no}} = \frac{1}{2}$ 8; 2) $t^* = 73^\circ\text{C}$; 3) $\varphi = \frac{1}{2}$

20



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

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!

3.

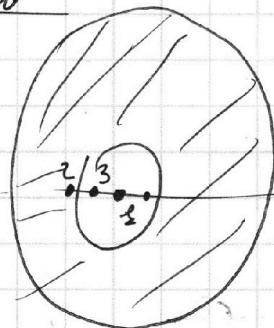
1) Т.к. заряд диска положителен и положительно заряженный шарик летит впереди, то минимальная скорость диска будет 18 (может пролета ⁺ шарика через центр диска (даче его скорости увеличивается)). Рассмотрим диски с 18

~~равной потенциал, создавшими диски на расстоянии от центра на оси~~

~~подробнее малое колеско дR на R от центра~~



~~бq - это заряд~~



Пусть в т. О диск создает потенциал Φ_1 , а в точке 2l от центра на оси - Φ_2

Если $\omega_{\max} = \frac{Fq}{m} - \Phi_1 q - \Phi_2 q = \frac{mv_0^2}{l}$, где q - заряд диска

В точке 3 (l от центра; на оси) - Φ_3

Если сред. $= \Phi_3 q - \Phi_2 q = 0 \Rightarrow$ Т.к. диски

затухают с бесконечностью ~~→~~ с нульевой

жерчией эл. вспышки скорость в середине

будет равна скорости на диске v_0 (из сохранения энергии)

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

2) минимальная ~~скорость~~ скорость движения при вылете

Зад:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_2 \frac{g_2}{3} - \varphi_1 \frac{g_1}{3} + \frac{mV_{min}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_{min}^2}{2}$$

$$3mV_0^2 - mV_0^2 = 3mV_{min}^2 \quad 2V_0^2 = 3V_{min}^2$$

$$V_{min} = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$$

Максимальная скорость движения - при вылете

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_2 \frac{g_2}{3} - \varphi_1 \frac{g_1}{3} + \frac{mV_{max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = - \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3} = \frac{mV_{max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_{max}^2}{2}$$



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

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!

$$3mV_0^2 + mV_0^2 = 3mV_{max}^2$$

~~V_{max}~~

~~V_{max}~~

~~V_{min}~~

$$4mV_0^2 = 3mV_{max}^2$$

$$V_{max} = V_0 \sqrt{\frac{4}{3}}$$

$$\underline{V_{max}} \quad V_0 \sqrt{\frac{4}{3}}$$

$$\underline{V_{min}} \quad V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$= \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) V_0 2) $\sqrt{2}$

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

СТРАНИЦА
1 из 5

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.

Д) Т.к. в контуре с катушками L_1 и L_2 нет сопротивлений, то контур сверхпроводящий \Rightarrow поток через этот контур постоянный

$\Phi = BS_1n + L_1I + L_2I$, где Φ - суммарный поток ~~в~~ проиндукционный момент, I - сила тока через катушки в этот ~~весь~~ момент, B - действующее значение индукции магнитного поля

$$P = \text{const} = P_0 = B_0 S_1 n$$

$$BS_1n + I(L_1 + L_2) = B_0 S_1 n \Rightarrow I = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

в конце $B = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 n B_0}{13L}$

2) Рассмотрим малый промежуток времени dt
Протекший заряд $dq = I dt$

$$dq = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{13L} dt = \frac{S_1 n B_0}{13L} dt - \frac{S_1 n}{13L} B dt, \text{приним. обл. часы}$$

$$q_2 = \frac{S_1 n B_0}{13L} t + I_0 - \frac{S_1 n}{13L} \int_0^t B dt; \quad \int_0^t B dt \text{ имеет смысл}$$

последний под графиком $B(t)$

$$S = 3 \frac{B_0}{5} \cdot 6 \frac{\pi}{8} + \frac{1}{2} \cdot 3 \frac{B_0}{5} \cdot 2 \frac{\pi}{8} + \frac{1}{2} \cdot 2 B_0 / 5 \cdot 6 \frac{\pi}{8} = B_0 \tilde{C} \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{6}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{6}{8} \right) = B_0 \tilde{C} \left(\frac{9}{20} + \frac{3}{40} + \frac{6}{40} \right) = B_0 \tilde{C} \cdot \frac{27}{40}$$

$$q_2 = \frac{S_1 n B_0}{13L} \tilde{C} - B_0 \tilde{C} \frac{27}{40} \cdot \frac{S_1 n}{13L} = \frac{S_1 n B_0 \tilde{C}}{13L} \left(1 - \frac{27}{40} \right) = \frac{S_1 n B_0 \tilde{C}}{40L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{S_1 n B_0}{13L}$; 2) $q_2 = \frac{S_1 n B_0 \tilde{C}}{40L}$



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

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

СТРАНИЦА
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!

$\beta = n \alpha$ (закон синуса)

$\triangle AOS_1 : \frac{3R}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin \gamma} \Rightarrow \beta = 3\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{\beta}{3} = \frac{n \alpha}{3}$

~~triangle:~~ $\tan 2\alpha = \frac{h}{x} ; \tan \alpha = \frac{h}{x+R} ; \tan \gamma = \frac{h}{3R+x}$

~~$x = 2\alpha h ; \alpha = \frac{2\alpha h}{R+h}$~~

~~$2\alpha h + \alpha R + h \Rightarrow h = \alpha R$~~

~~$\sin 2\alpha \approx 2\alpha = \frac{h}{R} ; \sin \gamma \approx \gamma = \frac{h}{4R}$~~

~~$\gamma = \frac{1}{4} \cdot 2\alpha = \frac{\alpha}{2} = \frac{n \alpha}{6} \Rightarrow n = \frac{3}{2}$~~

Ответ: 1) $F = 3/2$; 2) $n = \frac{3}{2}$



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

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!

5.

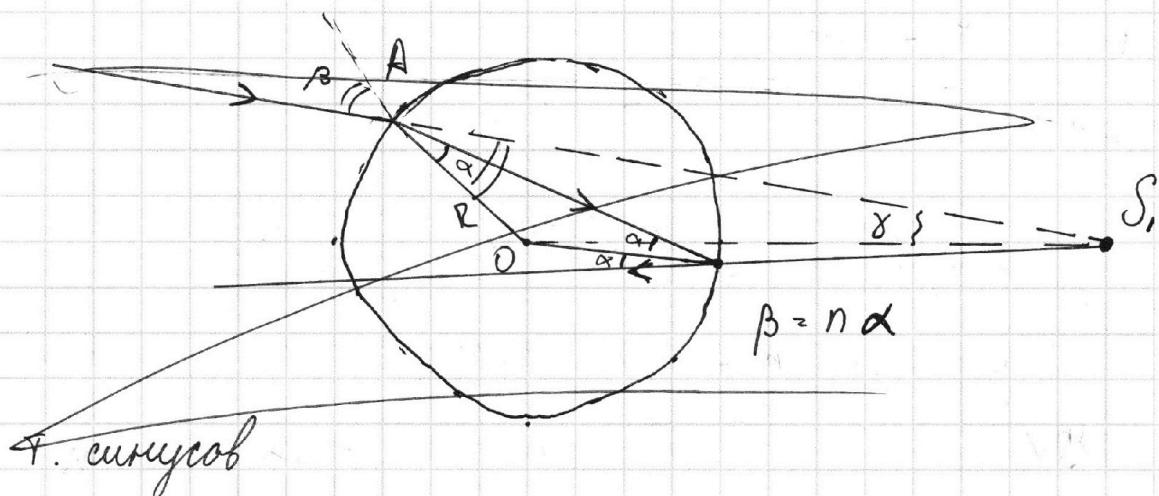
1) Т.к. итоговое изображение формируется в точке источника, то 2-е изображение (изобр. 3, в сферической линзах после 1-го изобр. в минзе) должно совпадать с 1-м изображением в минзе (для выполнения формулы тонкой линзы).

Т.к. Оно формируется там же где-то от центра, то это изображение в центре этого шара

Формула тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{4,5R} + \frac{1}{9R} = \frac{1}{F} = \frac{3}{9R} = \frac{1}{3R} \Rightarrow F = 3R$$

2) Лучи, преломленные в шаре должны идти так же, как лучи от изобра линии 1, которое теперь на расст $3R$ от центра





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!

9

a_0



$$a\delta = kx - \mu mg$$

$$v_0 = at$$

$$a\delta = kx - \mu mg$$

$$y = A\omega \cos \omega t$$

$$\frac{dy}{dt}$$

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

a_0

a_0

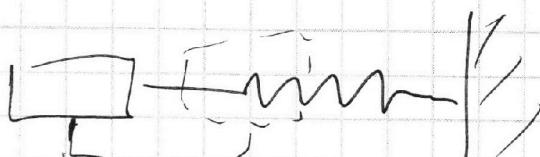
$$y = A \sin \omega t$$

$$y = A \cos \omega t$$

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

$$y = A \sin \omega t + y_0$$

$$-m\ddot{x} = -k(x) = \mu mg$$



$$m\ddot{x} + kx - \mu mg = 0$$

$$m\ddot{x} + k\left(x - \frac{\mu mg}{k}\right) = 0$$

$$y + \frac{k}{m}y = 0$$

$$y = y_0 A$$



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
— 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!

$$2\alpha^2 \frac{h}{R}$$

$$\gamma^2 \frac{h}{R} = \frac{2}{3} \alpha^2 \beta \frac{3}{3}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 16 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\boxed{y+2}$$

$$\frac{d\Phi^2}{d\theta} = \frac{d\theta}{dt} \frac{d\Phi^2}{d\theta}$$

$$dy = \sqrt{P_0} dx$$

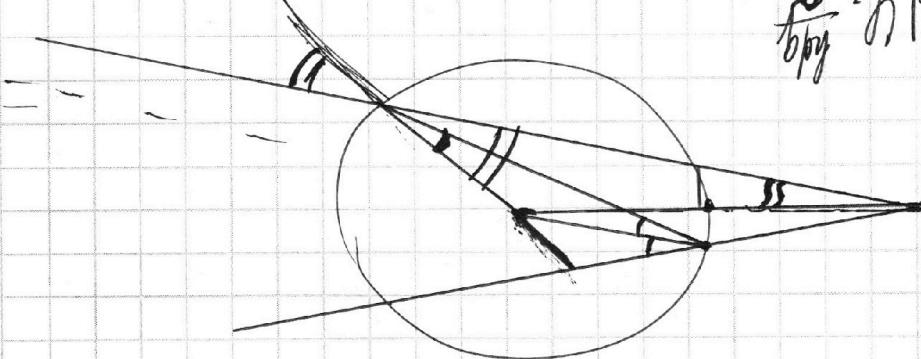
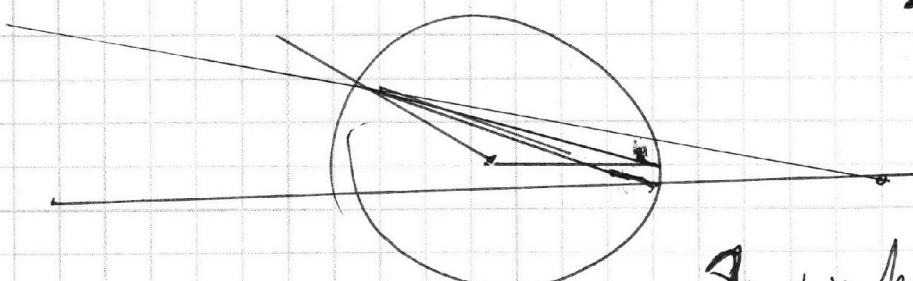
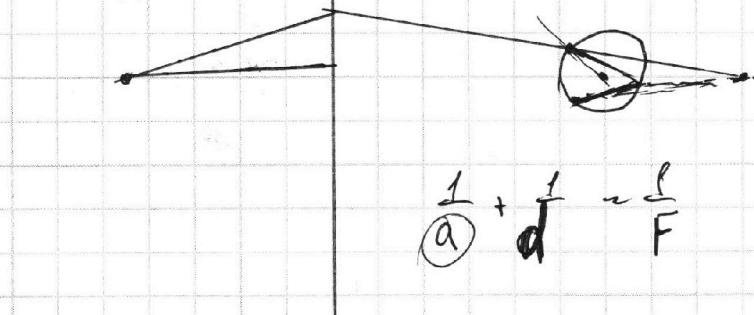
$$\Delta S = \ln k_B T \Delta P$$

$$Sp = Sp$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y+2x}{2y}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial p}{\partial y} = f(p) \frac{\partial p}{\partial y}$$


三



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!

8

$\frac{(M+m)U^2}{2} - \frac{k_0 x_0^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = 0$

$P_{\text{НП}} V^2 \frac{8m_{\text{п.}}}{\mu} R T^*$

$P_{\text{НП}} V^2 \frac{m_{\text{п.}}}{\mu} R T_0$

$a_1 \leftarrow F_{\text{тр}} \quad a_2 \rightarrow F_{\text{тр}} - F_{\text{упр}}$

$\frac{P_{\text{НП}}}{P_{\text{НП.}}} = \frac{8T^*}{T_0}$

$\frac{P_{\text{НП}}(T^*)}{T^*} = \frac{8}{T_0} P_{\text{НП.}}$

$ma_1 = F_{\text{тр}} ; Ma_2 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \quad \frac{8 \cdot 3,5}{300}$

$\frac{m}{M} = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}}$

$P_0 V_0 = \frac{m_{\text{п.}}}{\mu} R T_0$

$P x V_0 = \frac{m_{\text{п.}} x}{\mu} R T_0$

$M_{\text{п.}} = M_{\text{р.}} + 8M_{\text{п.}}$

$m_{\text{п.}} = \frac{1}{4} M_{\text{р.}}$

$x_{0,04} = \frac{x^{0,04}}{0,2}$

$F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}}$

$kx = \mu mg$

$T = 90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$

$P_0 V_0 = P_0 R T_0$

$D_0 = \frac{m_{\text{п.}}}{\mu}$

$\frac{2800}{2800} \frac{300}{10,09} \frac{330}{1000} = \frac{14}{150}$

$P_0 + P_{\text{НП.}} \quad V \quad T_0 = 300 \text{ K} \quad m_{\text{п.}} = M_B$

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**.

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

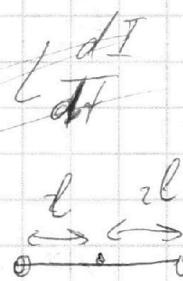
$$\Phi = \text{const} \quad \frac{1}{4\pi SR} + \frac{1}{2\pi R} = \frac{1}{F}$$

$$P_0 = B_0 S n$$

$$\Phi = L I$$

$$\Phi = B S h + (L_1 + L_2) I = B S h$$

$$T_0 = \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_1 n}{13L}$$



$$dq = Idt$$

$$I = (B_0 - B) S n$$

$$dq = \frac{(B_0 - B) S n}{L_1 + L_2} dt = \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2} dt - \frac{B S n}{L_1 + L_2} dt$$

$$P = \cancel{k_2} f_2 + b_0;$$

$$0 = k f = -f_0 = 80 \quad \frac{3}{4} \quad 18 + 3 + 6 = 27 \quad \frac{27}{10}$$

$$1,6 \cdot 50$$

$$\frac{3}{16} \cdot 5$$

$$f_0 = -80 \text{ Pa}$$

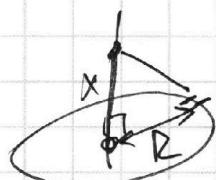
$$\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{80}{F} = \frac{1}{F}$$

$$\rho_{\text{НПО}} V = \frac{m}{M} R T_0$$

$$\frac{\rho_{\text{НПО}}}{\rho_{\text{НП*}}} = \frac{T_0}{87}$$

$$\rho_{\text{НП*}} V = \frac{8m}{M} R T_0 \quad \frac{\rho_{\text{НП*}}}{F} = \frac{S \rho_{\text{НП}}}{T_0} 8$$



$$d\varphi = \frac{h dq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\varphi = \frac{h q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

