



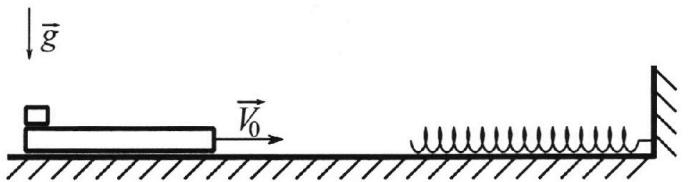
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

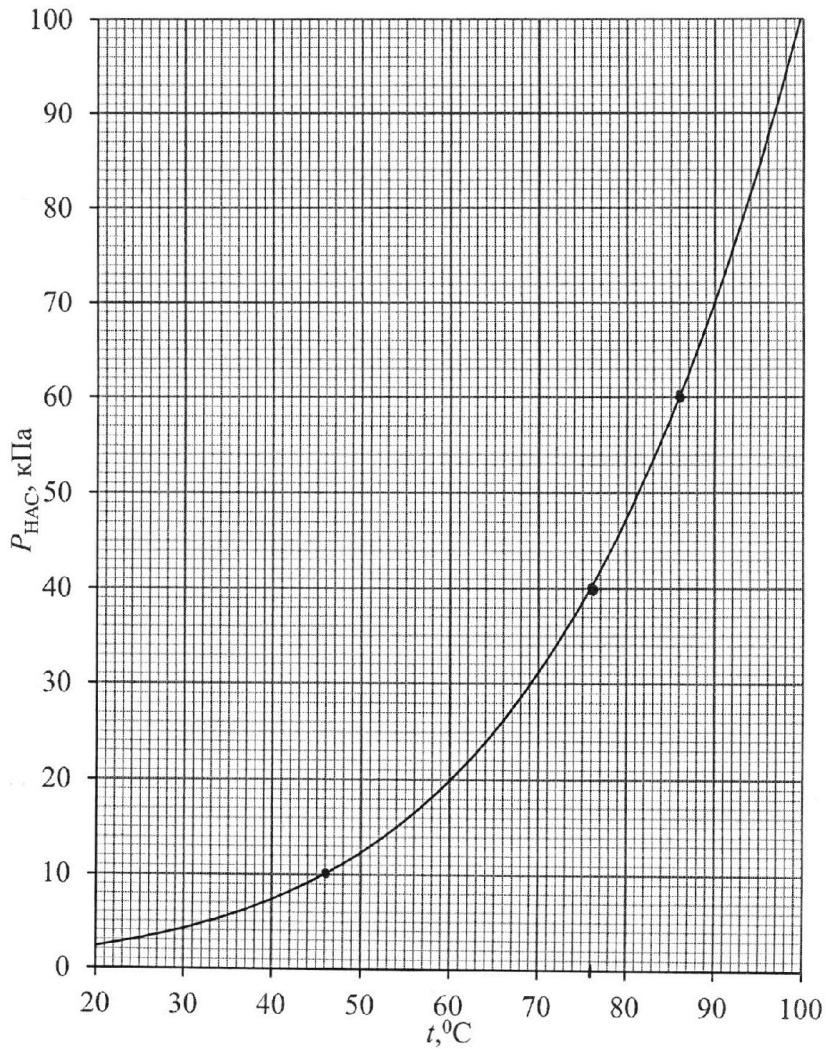
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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 тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



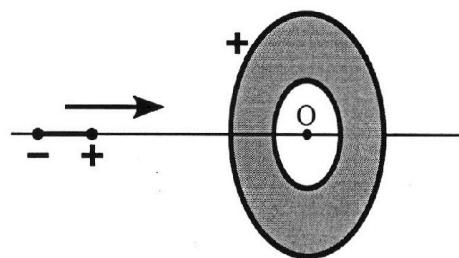
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



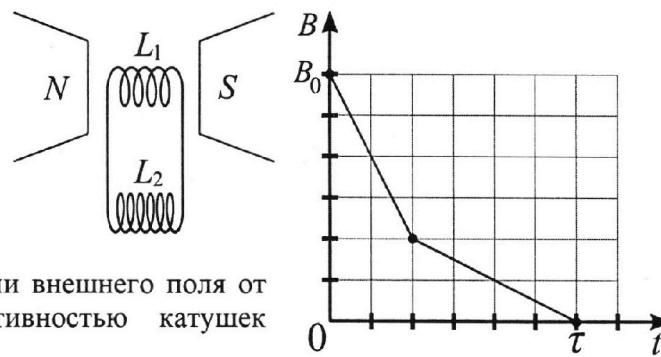
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



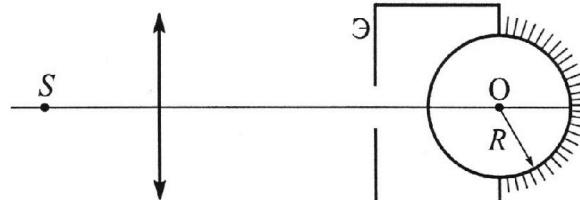
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, 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.

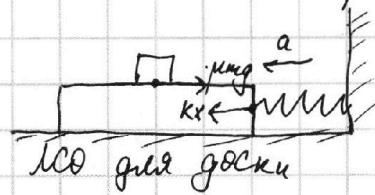
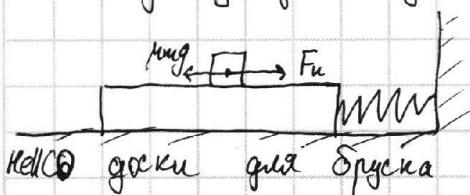


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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!

Пружина будет тормозить доску, т.к. пружина сжимается
 \Rightarrow сила инерции действующая на брусков в СД доски будет направлена вправо \Rightarrow для сохранения покоя, т.к. доски сила трения должна её компенсировать, т.е. силы будут равны до $F_{\text{трека}} = \mu mg$. Она действует влево на брусков \Rightarrow на доску действует та же сила но вправо по II з-ку Н.



$$ma = -\mu mg + kx, a = \frac{1}{m} (kx - \mu mg) - \text{II з-к II для доски}$$

$$F_k = ma = \frac{m}{m} (kx - \mu mg)$$

$$\mu mg = F_k - \text{II з-к для бруска} \Rightarrow \mu mg = \frac{m}{m} (kx - \mu mg) \Rightarrow \mu g(m+m) = kx$$

$$x = \frac{\mu g(m+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{27} = \frac{1}{3} \text{ (м)} \Rightarrow x \approx 33 \text{ см}$$

$$\text{Обозначим } x_{kp} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

см. при. б и-и начала движ.

II з-к для системы доска+бруск в СД: $(m+m)a = -kx \Rightarrow$
 $a = -\frac{k}{m+m}x$; — записано для $x \leq x_{kp}$, когда нет ин. движ.

Ур-ние гарм. колебд. доска подвешена к пружине на макс ск. \Rightarrow
 \Rightarrow верх чистое гарм. движ: $x = x_m \sin \omega t$

Действительного, $v_x = x' = m x_m \omega \cos \omega t$, $a_x = v_x' = x_m \omega^2 \sin \omega t$

$$v_{\max} = v_0 = x_m \omega \Rightarrow x_m = \frac{v_0}{\omega}$$

Пусть $t = t_{kp}$. — начало ин. дв. Бруска о доску \Rightarrow

$$x_{kp} = x_m \sin \omega t_{kp} \Rightarrow t_{kp} = \frac{1}{\omega} \arcsin \left(\frac{x_{kp}}{x_m} \right) = \frac{1}{\omega} \left(\frac{x_{kp} \omega}{v_0} \right)$$

$$t_{kp} = \sqrt{\frac{m+m}{k}} \arcsin \left(\frac{x_{kp}}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{k}{m+m}} \right) = \sqrt{\frac{3}{27}} \cdot \arcsin \left(\frac{1}{2 \cdot 3} \cdot \sqrt{\frac{27}{3}} \right) =$$

$$= \frac{1}{3} \arcsin \left(\frac{1}{2} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{1}{6} \approx 0,17 \text{ (с)}$$

$$\text{а) В м-ре макс. х-макс} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2}; a_x = -x_m \omega^2 \sin \omega t = -v_0 \omega \cdot 1 = \\ = -v_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m+m}} = -2 \cdot \sqrt{\frac{27}{1+2}} = -6 \left(\frac{\mu}{c^2} \right) \Rightarrow a = |a_x| = 6 \frac{\mu}{c^2}$$

$$\text{Ответ: а) } 33 \text{ см; б) } 0,17 \text{ с; в) } 6 \frac{\mu}{c^2}$$

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!

$$P_1 = P_{\text{нас}} \cdot \varphi_0 . \quad \text{По графику найдём } P_{\text{нас}}(t_1) = 60 \text{ кПа} \Rightarrow \\ \Rightarrow P_1 = 60 \text{ кПа} \cdot \frac{2}{3} = \underline{\underline{40 \text{ кПа}}}$$

Изображение газа находящегося под нормативом \Rightarrow давление вл. воздуха постоянство и равно P_0 ; в том числе и парциальные давления постоянны. p^* - давл. ~~воздуха~~ водяного пара при $t = t^* \Rightarrow$
 $\Rightarrow p^* = P_1 = 40 \text{ кПа}$. В м-ре начала конденсации $p^* = P_{\text{нас}}(t^*) \Rightarrow$ по графику найдём $t^* = 76^\circ\text{C}$

~~Давл. парци. давление сухого воздуха постоянна~~ \Rightarrow по з-му Рандамона $\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$, где $T = t + 273 = 319 \text{ (К)}$, $T_0 = 60 + 273 = 359 \text{ (К)}$
 $\frac{V}{V_0} = \frac{319}{359}$

Ответ. 1) $\underline{\underline{40 \text{ кПа}}}$; 2) $\underline{\underline{76^\circ\text{C}}}$; 3) $\underline{\underline{\frac{319}{359}}}$

(1): Парци. давление сухого воздуха ~~постоянно~~, поскольку общее давл. ~~постоянно~~ (газ под нормативом) и парци. давление

Пусть p' - давление сухого воздуха в начале, p'' - в конце
по з-му Рандамона $P_1 + p' = P_0$; $P_{\text{нас.2}} + p'' = P_0$, где $P_{\text{нас.2}}$ - давление нас. паров при $t = 46^\circ\text{C}$, $P_{\text{нас.2}} = 40 \text{ кПа}$ - из графика

$$p' = P_0 - P_1, \quad p'' = P_0 - P_{\text{нас.2}} \\ \text{Сухой воздух - уг. газ} \Rightarrow \frac{p' V_0}{T_0} = \frac{p'' V}{T} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{p'' T}{p' T_0} = \frac{(P_0 - P_1) T}{(P_0 - P_{\text{нас.2}}) T_0}$$

$$T_0 = t_0 + 273 = 359 \text{ (К)}, \quad T = t + 273 = 319 \text{ (К)}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{(150 - 40) \cdot 319}{(150 - 10) \cdot 359} = \frac{110 \cdot 319}{140 \cdot 359} = \frac{3509}{5026}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ \times 14 \\ \hline 1436 \\ 359 \end{array} \quad \begin{array}{r} 319 \\ \times 110 \\ \hline 319 \\ 35090 \end{array}$$

Ответ. 1) $\underline{\underline{40 \text{ кПа}}}$; 2) $\underline{\underline{76^\circ\text{C}}}$; 3) $\underline{\underline{\frac{3509}{5026}}}$

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**.

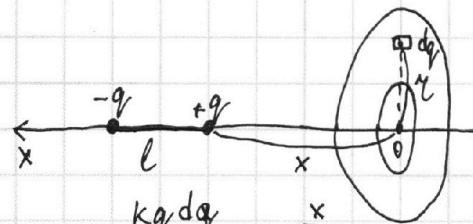


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

Длина диполя - l ; расст. от ц. диска до "+" диполя - x .
Рассм. небольшой кусочек диска, находящийся на расстоянии γ от ц. диска, с зарядом dq . Заряд диполя $+q$ и $-q$.

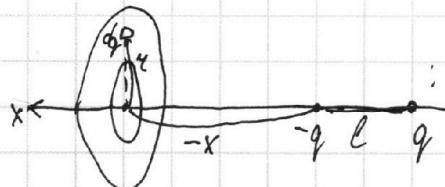


Поскольку диполь на оси симметрии диска ~~то движение симметрии~~ на движение будем вносить только проекции на ось x

$$F_x = \frac{kq dq}{x^2 + \gamma^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + \gamma^2}} - \frac{kq dq}{(x+l)^2 + \gamma^2} \cdot \frac{x+l}{\sqrt{(x+l)^2 + \gamma^2}} = kq dq \left(\frac{x}{(x^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{x+l}{((x+l)^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$$

$$\text{Расч. } q=10 \quad y(t) = \frac{t}{(t^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}}} ; \quad y'(t) = \frac{t^2 + \gamma^2 - 2t^2 \cdot \frac{3}{2}}{(t^2 + \gamma^2)^{\frac{5}{2}}} = \frac{t^2 + \gamma^2 - 2t^2 \cdot \frac{3}{2}}{(t^2 + \gamma^2)^{\frac{5}{2}}} = \frac{t^2 + \gamma^2 - 2t^2 \cdot \frac{3}{2}}{(t^2 + \gamma^2)^{\frac{5}{2}}}$$

Если "+" диполя расположена на расстоянии x от ц. диска:



$$F_x = \frac{kq dq}{x^2 + \gamma^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + \gamma^2}} - \frac{kq dq}{(x-l)^2 + \gamma^2} \cdot \frac{x-l}{\sqrt{(x-l)^2 + \gamma^2}}$$

Получим то же значение силы при симметричном расположении диполя, зная что сила действующая со стороны всего диска тоже будет одинаковой для симметричных положений диполя.

Причина $F(x)dx = F(-x)dx \Rightarrow A_+ = A_- = A$ - равенство работы ~~на~~ диполя при премещении левой и правой части ~~в~~ пространства, относительно ц. диска. Значит $\frac{m v_0^2}{2} = A + A = 2A$ поскольку кин. энергии диполя должно хватить и на подъем и на опускание диска.

Если нач. ск. v_0 , то в центре диска - v_1

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = A + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = \frac{4m v_0^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_0 \sqrt{3}$$

Поскольку диполь ~~подходит за пределы~~ расходует свою энергию промыв эк. сил, то макс v - в начале, мин - в конце. Пусть v_2 - ск. в конце; $\frac{m(2v_0)^2}{2} = 2A + \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = v_0 \sqrt{2}$; $\Delta V = V_0 - V_0 \sqrt{2} = V_0(2 - \sqrt{2})$

Отвени. 1) $v_0 \sqrt{3}$; 2) $v_0(2 - \sqrt{2})$

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.



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

В сверхпроводящем конкурсе (сост. только из идеальных катушек) сохраняется магнитный поток.

$B_0 S_{1n} = (L_1 + L_2) I_0$ — здесь используется фактически одинаковый ток в последовательности согл. катушках.

$$I_0 = \frac{B_0 S_{1n}}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_{1n}}{5L}$$

При изменении внешнего поля возникает ЭДС индукции ε_i :

$$\varepsilon_i = -\dot{\Phi} = -\dot{B} S_{1n}, \text{ где } B - \text{ск. нач.магн. поток}$$

$$\text{Рассмотрим два участка графика: } \dot{B}_1 = \frac{-\frac{2B_0}{3}}{\frac{\tau}{3}} = -\frac{2B_0}{\tau}, \\ \dot{B}_2 = -\frac{B_0}{3} : \frac{\frac{\tau}{2}}{3} = -\frac{B_0}{\frac{\tau}{2}}, \quad \varepsilon_1 = \frac{2B_0 S_{1n}}{\tau}; \quad \varepsilon_2 = \frac{B_0 S_{1n}}{\frac{\tau}{2}}$$

Для первого участка СФ для первого участка (q_1 — прохождение за это время заряд):

$$\frac{\Phi_0^2}{L_1} \rightarrow \varepsilon_1 q_1 = \frac{(L_1 + L_2) I_1^2 + \left(\frac{B_0 S_{1n}}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{2L_1}}{2}, \text{ где } I_1 - \text{ток в м-и } t = \frac{\tau}{3}, \quad \Phi_0 = B_0 S_{1n}$$

$$I_1 \text{ из сохранности магн. потока: } (L_1 + L_2) I_1 + \frac{\frac{2B_0 S_{1n}}{3}}{3} = B_0 S_{1n} \Rightarrow \\ \Rightarrow I_1 = \frac{2}{15} \frac{B_0 S_{1n}}{L}$$

$$(1) : \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L} \rightarrow \frac{2B_0 S_{1n}}{\tau} q_1 = \frac{5L}{2} \cdot \frac{4}{225} \cdot \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L^2} + \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{18L} \\ \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L} \left(-\frac{2}{45} \right) = \frac{2B_0 S_{1n}}{\tau} \cdot q_1 \Rightarrow q_1 = \frac{0,45}{\frac{18}{225}} \cdot \frac{B_0 S_{1n} \tau}{L}$$

СФ для 2-го участка (q_2 — прохождение за это время заряд)

$$\frac{(L_1 + L_2) I_1^2}{2} + \left(\frac{B_0 S_{1n}}{3} \right)^2 \cdot \frac{1}{2L_1} - \varepsilon_2 q_2 = \frac{(L_1 + L_2) I_0^2}{2} \\ \frac{5L}{2} \cdot \frac{4}{225} \cdot \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L^2} + \frac{1}{18L} \cdot \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L^2} - \frac{B_0 S_{1n}}{2\tau} \cdot q_2 = \frac{5L}{2} \cdot \frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{25L^2}$$

$$\frac{B_0^2 S_{1n}^2 h^2}{L} \left(\frac{2}{45} + \frac{1}{18} - \frac{1}{10} \right) = q_2 \cdot \frac{B_0 S_{1n}}{2\tau} \Rightarrow q_2 = 0$$

$$q = q_1 + q_2 = 0,45 \cdot \frac{B_0 S_{1n} \tau}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{B_0 S_{1n}}{5L}; \quad 2) 0,45 \cdot \frac{B_0 S_{1n} \tau}{L}$$

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 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!

Заметим, что если луч падает нормально на ~~чертёжный~~ шар, то он не преломляется. Поскольку все лучи, вышедшие из источника, вернулись обратно, то лучи пошли по тем же "пути". Если луч падает нормально на ~~шар~~, то он пройдёт через ~~шар~~ шар.

Лучи, проходящие через ц. шара нормально падают и на зеркало, т.е. ~~он~~ луч развернётся. Значит нам подходит случай, когда изображение TIS в линзе находится в ц. шара.

$$f = b + R, d = a$$

Ф-ла т. линзы: $\frac{1}{R} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1}{b+R} + \frac{1}{a} \Rightarrow b+R = \frac{a \cdot F}{a-F}$

$$\Rightarrow R = \frac{aF}{a-F} - b = \frac{1,5F}{0,5} - \frac{8F}{3} = \frac{1}{3}F$$

Заметим, что случай, когда лучи падают нормально на ~~шар~~, - единственный подходящий, т.к. в любых других углах преломления зависят от показателя преломления, что не подходит по усл.

После перемещения шара лучи уже не попадут в ц. шара.

Отвем. 1) $\frac{F}{3}$; 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**.

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

Черновик

$$f = ma = \frac{kq dq}{x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + q^2}} \leftarrow \text{тут}$$

$$-\frac{kq dq}{(x+l)^2} \cdot \frac{x+l}{\sqrt{(x+l)^2 + q^2}} = \frac{\sqrt{x^2 + q^2} + x \cdot \frac{1}{2\sqrt{x^2 + q^2}}}{x^2(x+l)^2}$$

$$= kq dq \left(\frac{1}{(x+l)\sqrt{(x+l)^2 + q^2}} - \frac{1}{x\sqrt{x^2 + q^2}} \right); F' = kq dq \cdot \left(\frac{\sqrt{x^2 + q^2} + x \cdot \frac{1}{2\sqrt{x^2 + q^2}}}{x^2(x+l)^2} + \frac{(l+x)^2((x+l)^2 + q^2)}{(x+l)^2(x^2 + q^2)} \right) \quad \text{тут}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{x^2 + q^2}}; \cos' \alpha = \frac{\sqrt{x^2 + q^2} - \frac{x \cdot 2x}{x^2 + q^2}}{x^2 + q^2} = \frac{x^2 + q^2 - 2x^2}{(x^2 + q^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{q^2 - x^2}{(x^2 + q^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\Rightarrow kq dq \left(\frac{(x+l)^2 + q^2 + x(x+l)^2}{(x+l)^2} - \frac{x^2 + q^2 + xk^2}{x^2 + q^2} \right) =$$

$$F(y) = \frac{3y^2 + 4^2}{y(y+4^2)} \quad \text{и} \quad F'(y) = \frac{3(y(y+4^2)) - (2y+4^2)(3y+4^2)}{y^2(y+4^2)^2} = \frac{3y^2 + 3y^2 - 6y^2 - 4^2}{\dots}$$

$$- 5y^2 = - \frac{8y^2 - 2y^2 - 4^2}{\dots} \quad \leftarrow \Rightarrow F(y) \Downarrow \Rightarrow F' < 0$$

~~$p_n V = p_n RT$~~ ; ~~$p_0 = p_n +$~~ p_n - давл. сух. в. в конде.

~~150~~

$$p_{n,2} = 10 \text{ кПа} \Rightarrow p_2 = 140 \text{ кПа};$$

$$\frac{p_n V}{T} = p'$$



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!

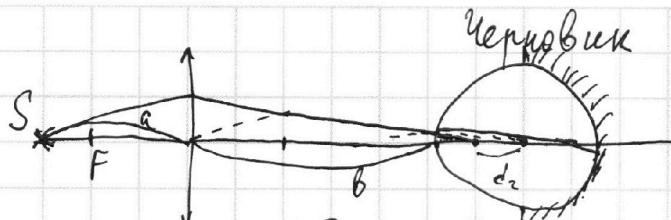


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$\frac{1}{f_x} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$F_x = \frac{R}{2(n-1)}$$

Проверка!

$$d_1 = a, f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{1.5 F}{1.5 - 1} = 1.5 F, d_2 + f_1 = b + R \Rightarrow d_2 = b + R - f_1$$

~~$$d_2 = f_2 \Rightarrow \frac{1}{d_2} = \frac{n}{R}$$~~

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{n-1}{R}, \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} = -\frac{n-1}{R}, f_2 = d_2$$

$$p_0 = \varphi_0 p_{H_2} + p_{B_1} \Rightarrow p_{B_1} = 150 \cdot 10^3 - \frac{2}{3} \cdot 60 \cdot 10^3 = 110 \cdot 10^3$$

$$1) P_1 = \varphi_0 p_{H_2} = \frac{2}{3} \cdot 60 \cdot 10^3 = 40 \cdot 10^3 (\text{Pa}), P_1 = 40 \text{ kPa}$$

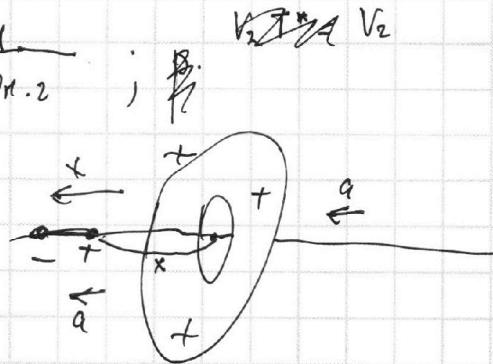
$$2) P_0 V_1 = P_1 V_2 \quad \text{не подходит}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_{H_2} V_2}{T^*} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T^*}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_{H_2}}$$

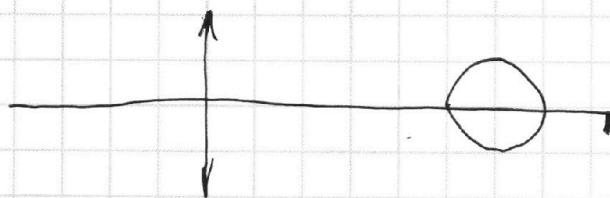
~~$$p_0 = p_{H_2} + p_{B_2}; \quad \text{не подходит}$$~~

76°C

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



m - масса диска
 $ma =$



$m v_0$

м.к. сила тяжести действует на x, равна силам супротив

, м.к. $F(+x) = F(-x)$, то $\frac{m v_0^2}{2} = 2A$,

где A - работа зл. мощности с водой супротив

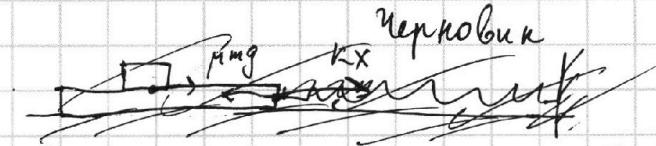
$$\frac{m(2v_0)^2}{2} - A = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3m v_2^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2}, v_2 \leq \sqrt{3} v_0$$



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**.

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!



$$F_{\text{app}} = m_a \cdot a$$

$$Ma = \gamma mg + kx; a = \frac{1}{m}(\gamma mg + kx); \text{ by } B \text{ u-m on. gl. } F_{app} = \gamma mg$$

$$F_{\text{ext}} = ma = \frac{m}{M} (\mu mg + kx); \quad \mu mg = \frac{m}{M} (\mu mg + kx); \quad \mu Mg = \mu mg + kx$$

$$x = \frac{Mg}{R} (M+m) = \frac{0,3 \cdot 10}{\pi 7} \cdot (2+1) = \frac{1}{\pi 3} \approx 0,33 \text{ (m)}, x = 33 \text{ cm}$$

$$\text{für } x \leq x_{\text{sp}} = \frac{2B}{3} \mu ; \quad (\mu + m)a = -kx ; \quad a = -\frac{k}{\mu + m} x \quad \text{yr. regel.}$$

$$x = x_m \sin(\omega t), \quad v_x = v_m \cos(\omega t) \quad \text{with} \quad v_m = \frac{v_0}{\omega}, \quad \text{and} \quad \omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \quad x_{kp} = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_{kp} \Rightarrow t_{kp} = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{x_{kp} \omega}{v_0} =$$

$$= \sqrt{\frac{k}{m+m}} \arcsin \left(\frac{x_{kp}}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{k}{m+m}} \right) = 3 \cdot \arcsin \left(\frac{1}{3 \cdot 2} \cdot 3 \right) = 3 \cdot \arcsin \left(\frac{1}{2} \right) = 3 \cdot \frac{\pi}{6}$$

$$= \frac{3,3}{6} = 1,5 \text{ (c)} - \text{uek.}$$

$$\Rightarrow a_x = -V_0 \omega \sin(\omega t) = -V_0 \omega \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = -V_0 \omega = -V_0 \cdot \sqrt{\frac{\mu}{m + M}} = -2 \cdot 3 = -6 \text{ m/s}^2$$

$$a = |a_x| = G \frac{m}{r^2}$$

$$\frac{2\gamma}{B_0 S_{2n}} = 23 \quad ! \quad \frac{2\gamma}{2B_0 S_{2n}} = 23 \quad !$$

$$\frac{z}{\alpha g \omega} = \frac{3}{2} : \frac{3}{\alpha g \omega} = -B \sin \phi = I$$

$$B_0 S_{\text{in}} = L_1 + L_2 \cdot R = \frac{B_0 S_{\text{in}}}{L_1 + L_2}$$

$$E_1 = \frac{E_2 m}{\mu} E_2$$



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!