



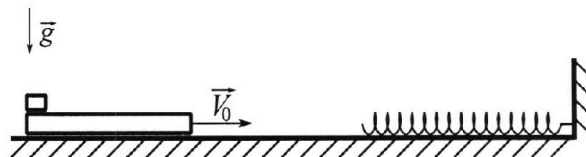
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ 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.

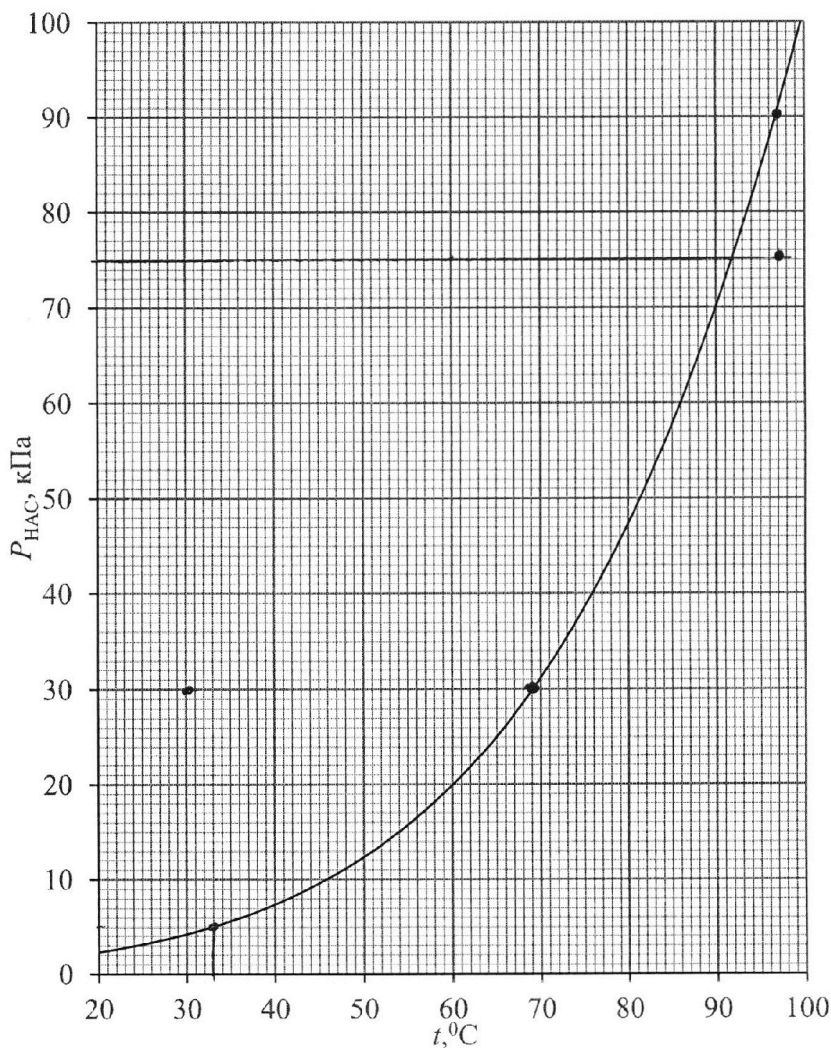


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °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.





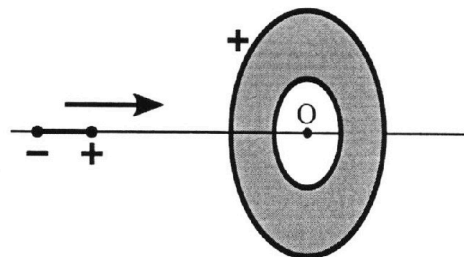
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

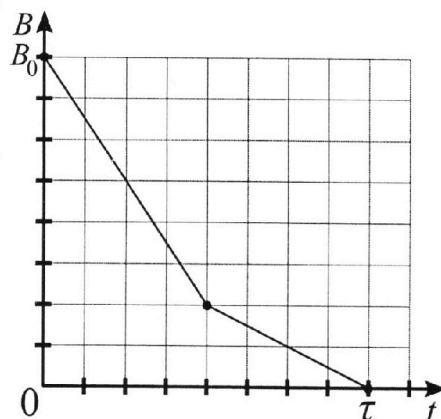
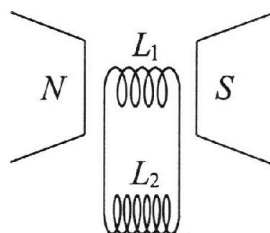


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



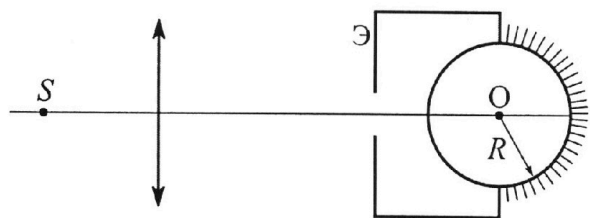
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 3L$ 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, 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 $\Delta = 5,5F$, 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 ☐

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!

$v_0 = 1 \text{ м/с}$, $m = 1 \text{ кг}$, $M = 2 \text{ кг}$, $k = 36 \text{ Н/м}$, $\mu = 0,3$

$x' - ?$
 $t' - ?$
 $a - ?$

рассмотрим момент
прямо сейчас и доска
движутся вместе

введем ось x :

в 3-м на ось x :

уравн. колеб.

$$+ (M+m) \cdot \ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M+m} x = 0 \Rightarrow$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} \Rightarrow \text{найдем сум. реше-}$$

ние уравн. колебаний

$$\Rightarrow x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

$$v_x = A\omega \cos(\omega t) - B\omega \sin(\omega t)$$

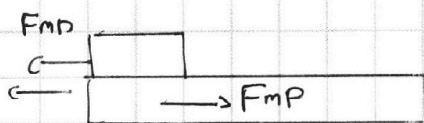
в нач. момент: $x_0 = 0$
 $t = 0$ $v_0 = v_0 \Rightarrow$

$$0 = 0 + B \cdot 1 \Rightarrow B = 0 \Rightarrow x = \frac{v_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$v_0 = A\omega \cdot 1 - 0$$

условие начала относ. дв. доски и бруска:

проскальзывание начнется в мо-
мент когда $a_{M+m} \geq \mu g \Rightarrow$
начала проск. $a_{M+m} = \mu g$



$a_{M+m} \sim$ ускорение системы
пруж + доска

$$a_m = \frac{F_{mp}}{m} \Rightarrow \text{максимально воз-}$$

можное ускор. $= \frac{\mu mg}{m} = \mu g$

$$\frac{kx'}{M+m} = \mu g \Rightarrow$$

$$x' = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

$$v = v_0 \cos \omega t \Rightarrow v' = v_0 \cos \frac{\pi}{3} = v_0/2$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

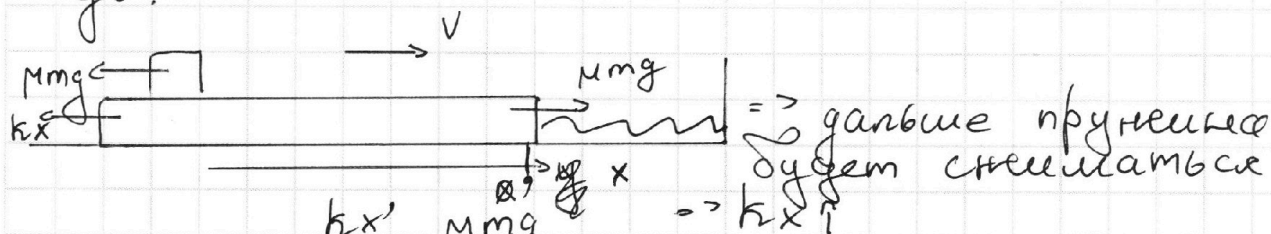
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

x' - сжатие пружины в момент проск. др. доски

$$x = \frac{v_0}{\omega} \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow \sin(\omega t') = \frac{x' \omega}{v_0} = \frac{x'}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{k}{m+m'}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \omega t' = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t' = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с}$$

Рассмотрим какие силы будут действовать на доску после начала отн. дв.



$mg = \frac{kx'}{M} - \frac{m'g}{M}$ м.к. $3 = 3 \Rightarrow$ дальше $kx' \Rightarrow$ ускор. доски $>$ ускор. др. доски $\Rightarrow$ доска раньше остановится

в дальнейшем можно считать, что доска дв. под действием внешней силы $m'g$ напр. по осям

$$\Rightarrow m\ddot{x} = -kx + m'g \Rightarrow \ddot{x} + \frac{kx}{m} - \frac{m'g}{m} = 0$$

$$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}(x - m'g/k) = 0 \Rightarrow \ddot{x}_1 + \frac{k}{m}x_1 = 0$$

$$\Rightarrow x' - m'g/k = A \cos \omega' t + B \sin \omega' t$$

$$v' = B\omega' \cos \omega' t - A\omega' \sin \omega' t \Rightarrow \text{при } t'$$

$$\frac{v_0}{2} = B\omega' \cdot 1 - A\omega' \cdot 0$$

$$x' - m'g/k = A \cdot 1 + B \cdot 0$$

$$A = x' - m'g/k \Rightarrow \text{момент когда } v_{\text{доски}} = 0 \Rightarrow$$

$$B = \frac{v_0}{2\omega'} \quad 0 = B\omega' \cos \omega' t - A\omega' \sin \omega' t$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \omega' t = \frac{B}{A} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \cos \omega' t = \sqrt{\frac{2}{3}} \quad \sin \omega' t = \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$x - \frac{mgm}{k} = \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{6\sqrt{2}} + \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{6} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = x - \frac{mgm}{k}$$

$\Rightarrow$ это перемещ. точки к моменту ост.ц.

$$\Rightarrow \frac{kx - mgm}{m} = a = \underline{\underline{3 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{m}{c^2}}}$$

Ответ: $x' = \frac{1}{4} m$

$$t' = \frac{1}{2\sqrt{3}} c$$

$$a = 3 \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{m}{c^2}$$



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 ☐

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!

Влажный воздух = пар + воздух

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow p_{\text{нас}} \text{ при } 97^\circ\text{C} \approx 30 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 97^\circ\text{C}$$

$$p_{n_{t_0}} = p_{\text{нас}} \cdot \frac{1}{3} \approx 30 \text{ кПа}$$

$$\varphi_0 = \frac{p_n}{p_{\text{нас}}} = \frac{1}{3}$$

$$p_v = p_0 - p_n \approx 75 \text{ кПа}$$

p_n - парциальное давл. пара

давление в сосуде = const т.к. поршень подвижный

$$p_n + p_v = p_0 = \text{const}$$

пусть объем в нач. V_0 в конце V .

к-м:

$\Rightarrow$ где воздуха: V_v

$$pV = \nu RT$$

$$p_v = \frac{\nu_v RT}{V}$$

где пара ^{назана} до конденс.: $\nu_n = \text{const}$

$$p_n = \frac{\nu_n RT}{V}$$

$$p_0 = \frac{(\nu_v + \nu_n) RT}{V} \Rightarrow \text{пока } \nu_n = \text{const} \Rightarrow \frac{1}{V} = \text{const}$$

$$p_v = \frac{\nu_v RT}{V}$$

$$\Rightarrow p_v = \text{const}$$

это значит, что давление пара $p_{\text{нас}} = \text{const} = 30 \text{ кПа} \Rightarrow$

он станет насыщен. при $t^* = 69^\circ\text{C}$

$\Rightarrow$ далее пар будет конденс. так как дальнейшее давл. $p_{\text{нас}}$ с уменьшением

температуры $\rightarrow$ его давл. не может быть больше $p_{\text{нас}} \Rightarrow$ при $t^* = 33^\circ\text{C} \Rightarrow p_n' = 5 \text{ кПа}$

$$\Rightarrow p_v' = p_0 - p_n' = 100 \text{ кПа}$$

(из графика)



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!

$$\Rightarrow 1) V_0: p_b \cdot V_0 = \nu_b \cdot R \cdot T_0 \quad \begin{matrix} \text{одн. температур} \\ \text{в кельвинах} \end{matrix}$$

$$2) V_1: p_b' \cdot V_1 = \nu_b R \cdot T_x$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_b}{p_b'} = \frac{306}{370} \cdot \frac{75}{100} = \frac{306 \cdot 75}{74 \cdot 5 \cdot 100} = \frac{75}{74} \approx 0,612$$

$$\Rightarrow \approx 0,612 \quad \begin{matrix} p_{nto} - \text{парциальное давл. пара} \\ \text{нпр. } t_0 \end{matrix}$$

$$\text{Ответ: } p_{nto} = 30 \text{ кПа}$$

$$t^* = 69^\circ \text{C}$$

$$\frac{V_1}{V_0} \approx 0,612$$

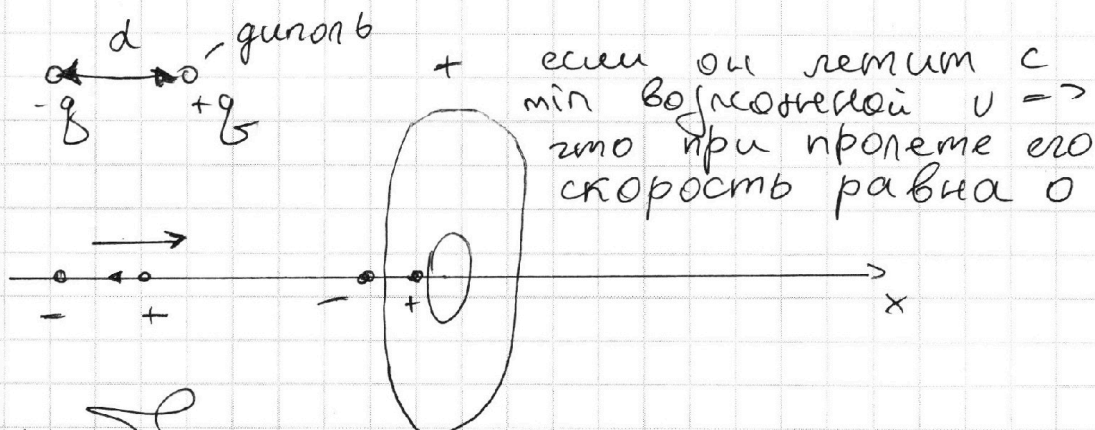


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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



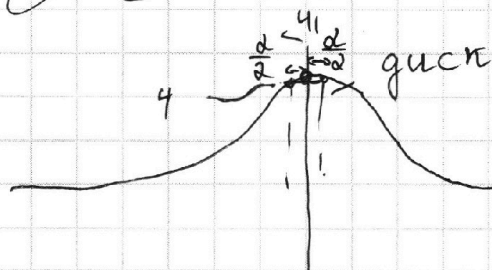
На бесконечности потенциал = 0 $\Rightarrow$
 $W_{\text{св}} = 0$ энергия взаимодействия диска с диполем
 $\Rightarrow$ ЗСД: энергия брэм. диска и диполя

~~$\frac{q m v_0^2}{2} = W_e$~~

ЗСД:

~~$\frac{q m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + W_e$~~ — эта энергия осталась
так как распр. по диску не распр. по полю

~~$\frac{q m v_0^2}{2} = \frac{q m v^2}{2} - \frac{q m v_0^2}{2} \Rightarrow v' = \left(\frac{4}{3} - 1\right) v_0 \Rightarrow v' = \frac{1}{3} v_0$~~



— потенциал создаваемый диском
он симметричен п. диска

$\Rightarrow$ при пролете центра диполя через отверстие: ЗСД: $\frac{q m v_0^2}{4 \cdot 2} + 0 = \frac{m v'^2}{2} + 4 \cdot q - 4 \cdot q \Rightarrow$



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

1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$v' = \frac{3}{2} v_0 \rightarrow$$

1) при прох. от +g до середины диска он ускор. по оси x

2) при прох. от середины до -g он тормозит по оси x

т.е. скорость достигает $\max$ при прохождении центром диска центра отверстия
 $\rightarrow$ логично, что $\min v$ достигает в Φ ном y_1 крайних положениях. т.е. при прох. отверстия крайнего концом диска
 $\downarrow$ пусть в центре диска потонуть y_1, a на раст a

1) ЗСД:

$$0 + \frac{g}{8} m v_0^2 = \frac{m v_{\min}^2}{2} + g y_1 - g y_2 + g \text{ прох. центр}$$

2) ЗСД:

$$0 + \frac{g}{8} m v_0^2 = \frac{m v_{\min}^2}{2} - g y_1 + g y_2 - g \text{ прох. центр}$$

$\Rightarrow$ т.к. $\min v$ для пролета $v_0 \Rightarrow$ при прохождении +g центра диска скорость дырки ≈ 0

ЗСД:

$$0 + \frac{m v_0^2}{2} = 0 + \cancel{g y_1} - \cancel{g y_2} + g y_1 - g y_2 \rightarrow$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = g (y_1 - y_2) > 0$$



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
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!

$$v_{\min 1}^2 = \frac{g}{4} v_0^2 - g(y_1 - y_2) \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow$$

$$v_{\min 2}^2 = \frac{g}{4} v_0^2 + g(y_1 - y_2) \cdot \frac{2}{m}$$

$$v_{\min 1} \leq v_{\min 2}$$

↓

$$v_{\min 1}^2 = \frac{g}{4} v_0^2 - v_0^2 \Rightarrow v_{\min 1} = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$$

$$\Rightarrow \frac{v_{\max}}{v_{\min 1}} = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

Ответ: $v' = \frac{3}{2} v_0$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min 1}} = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

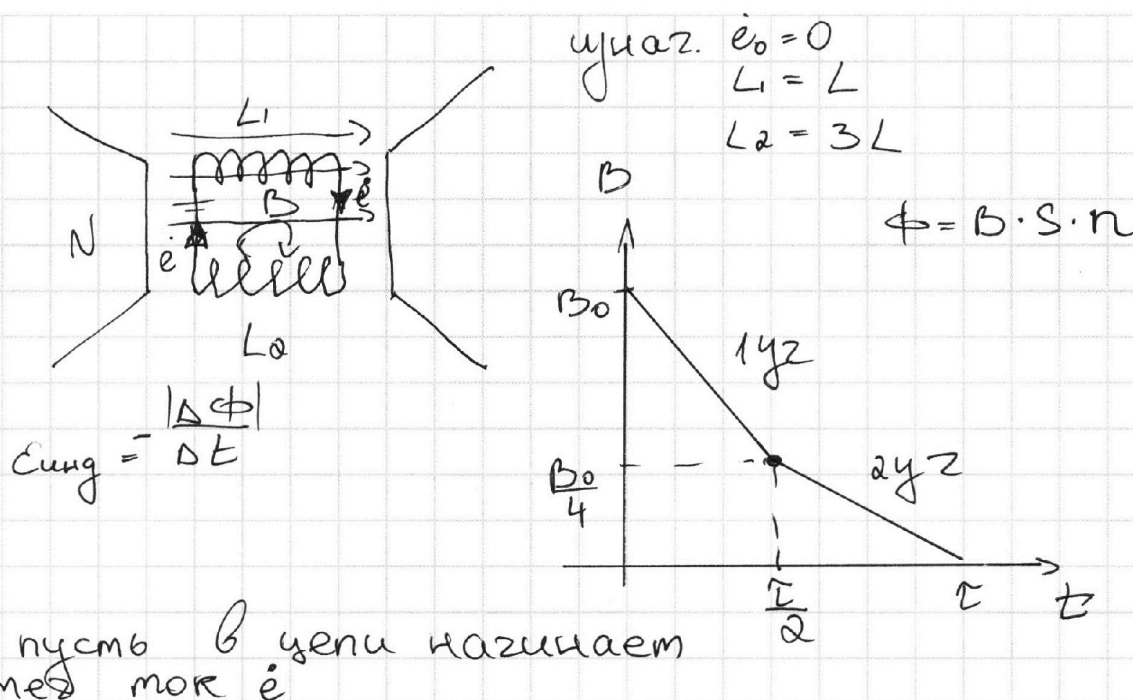


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$\downarrow: -L_1 \frac{di}{dt} - L_2 \frac{di}{dt} + \left| \frac{dB \cdot S \cdot n}{dt} \right| = 0 \Rightarrow$$

$$(L_1 + L_2) \cdot |di| = dB \cdot S \cdot n \Rightarrow$$

$$\frac{B_0 S \cdot n}{L_1 + L_2} = i$$

В т 1yz: $B_0 - \frac{3B_0}{2\tau} \cdot t$

2yz: $\frac{B_0}{4} - \frac{3B_0}{2\tau} \cdot (t - \frac{\tau}{2})$

$$\rightarrow (L_1 + L_2) di = dB \cdot S \cdot n = n \cdot S \cdot \frac{3B_0}{2\tau} dt \Rightarrow$$

$$i = \frac{n S \cdot \frac{3B_0}{2\tau} \cdot t}{L_1 + L_2} = \frac{dq}{dt} \Rightarrow$$

$$\int dq = \frac{n S \cdot 3B_0}{2\tau(L_1 + L_2)} \cdot t \cdot dt \Rightarrow q_{1yz} = \frac{3n S \cdot B_0}{2\tau(L_1 + L_2)} \cdot \frac{\tau^2}{8}$$

$$\Rightarrow \dot{i}_1 = \frac{3n S \cdot B_0}{2\tau(L_1 + L_2)} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{3n S \cdot B_0}{4(L_1 + L_2)}$$



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
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!

given xyz .

$$(L_1 + L_2) d\dot{e} = |dB| \cdot n \cdot S_1 \Rightarrow d\dot{e} = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{B_0}{2\omega} dt \Rightarrow$$

$$\dot{e} - \dot{e}_1 = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{B_0}{2\omega} \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\dot{e} = \frac{d\dot{q}}{dt} = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{B_0}{2\omega} \left(t - \frac{\tau}{2} \right) + \dot{e}_1 \Rightarrow$$

$$q_{xyz} = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{B_0}{2\omega} \left(\frac{t^2 - \frac{\tau^2}{4}}{2} - \frac{\tau}{2} \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \right) + \dot{e}_1 \cdot \frac{\tau}{2} =$$

$$= \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{\tau^2}{4} + \frac{3 n S_1 B_0}{4 (L_1 + L_2)} \cdot \frac{\tau}{2} =$$

$$= \frac{n S_1 B_0}{L_1 + L_2} \cdot \tau \cdot \frac{7}{16} \Rightarrow q_{xyz} + q_{yz} = \frac{5}{8} \cdot \frac{n S_1 B_0}{L_1 + L_2} \cdot \tau =$$

$$= \frac{5 n S_1 B_0}{32 L} \cdot \tau$$

$$\text{Ответ: } \dot{e} = \frac{B_0 S_1 n}{4 L}$$

$$q = \frac{5 n S_1 B_0}{32 L} \cdot \tau$$



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.



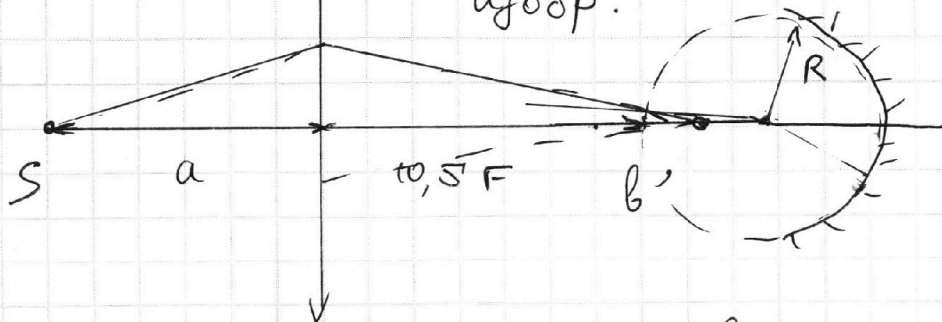
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

ФТЛ:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow b = \frac{Fa}{a-F} = 11F \sim \text{будет лезть изобр.}$$

$$b' = 10,5F$$



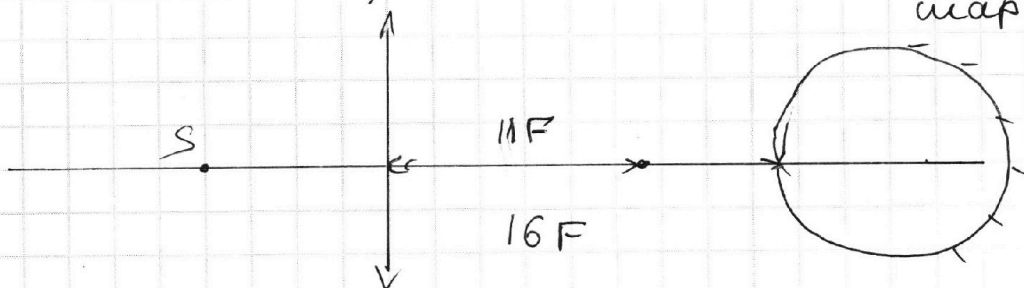
1) т.к. получаемое изобр. не явится от н. в это возможно т.к. если изобр. лежит поперек в центр шара т.к. тогда лучи будут $\perp$ любой поверх. $\Rightarrow$ не изменит напр. а вып. понав.

на зеркало пойдут в обратную сторону $\Rightarrow$ они войдут в шар так же как пришли $\Rightarrow$ все это не так $\Rightarrow$ по обратимости лучей пересек. в том же месте

Если изобр. не совпадает с центром $\Rightarrow$ при этом н. лучи будут идти по кругу внутри шара $\Rightarrow$ мы получим другое изобр. от источника $\Rightarrow$ "

$$\Rightarrow 11F - 10,5F = R \Rightarrow R = \frac{1}{2}F$$

изображение мин. совпадает с центром шара





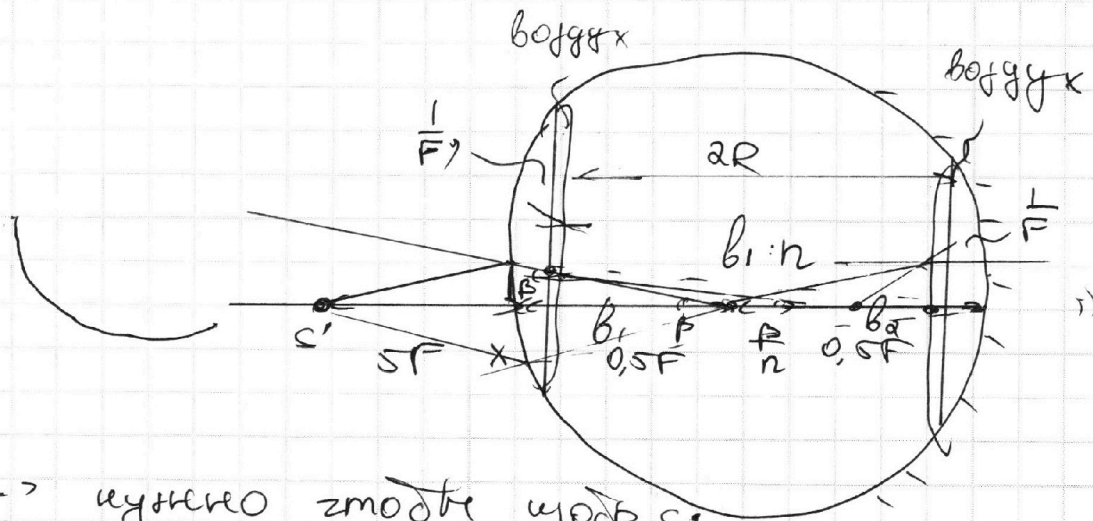
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 из 3

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



-> нужно чтобы фокус S' в шаре совпал с S'

по формуле Шлеф:

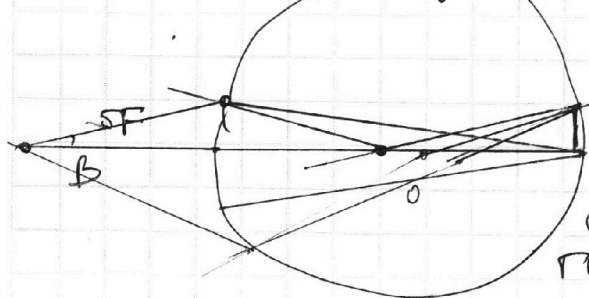
$$\frac{1}{F'} = (n-1) \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{2(n-1)}{R}$$

фокус " в системе пластина линзы наход. на раст. $b_1 \cdot n$

$$\frac{1}{SF} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow b_1 = \frac{SF F'}{SF - F'}$$

$$b_2 = \frac{2R - b_1 n}{n}$$

$$\text{опт. сила линз + зеркало} = \frac{2}{F} + \frac{2}{R} = \frac{6}{R} \Rightarrow$$



=> чтобы фокус S' в шаре совпал с S' нужно чтобы лучи входившие в шар были симм. с лучами выход. отсюда они совпадают



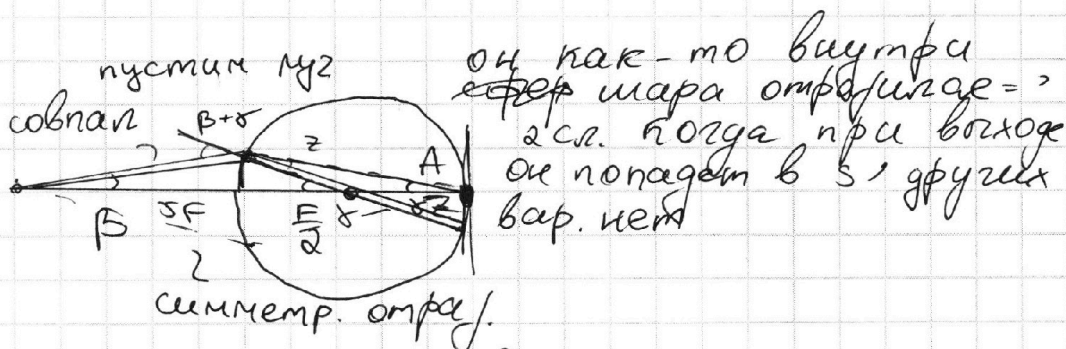
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\Rightarrow$ чтобы лучи совпали нужно чтобы
отраж. преломл. луч. прошел через центр
шара, а так как они все падают
под равными углами $\Rightarrow$ такое невоз-
можно = т.е. $\sin \beta = n \cdot 1 = \text{const}$, а угол
равно

чтобы лучи были симметр. они го-
лени фокус. в точке A $\Rightarrow$ тогда сфера
зеркало работает, как обычное пл.

$$\Rightarrow b \cdot n = 2R \Rightarrow \frac{5F' \cdot n}{5F - F'} = 1 \Rightarrow$$

$$5F' \cdot n + F' = 5F \Rightarrow 5n + 1 = 10(n - 1) \Rightarrow n = \frac{11}{5}$$

$$\beta \cdot 5F = \frac{F}{2} \cdot 8 = F \cdot 8$$

3-й сценарий:

$$(\beta + \gamma) = n \cdot z$$

Ответ: $n = 2,2$

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

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!**



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!

Черновик

$$5'P'2 = 5P - F' \quad 5P = F'(5n+1)$$
$$\frac{17}{30(2n+1)5} = 5n+1 \quad \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{5}}$$

~ распр. по мощности

$$x = A \sinh(\omega t) \quad \omega = \sqrt{\frac{R}{\mu m}}$$
$$10n - 10 = 5n + 1$$
$$a_{\text{сум}} = \mu g$$

$$a_{\text{сум}} = \mu g$$
$$F(1 - \frac{1}{4}) = \mu g$$
$$F = \frac{4\mu g}{3}$$
$$F = \frac{4 \cdot 0.5 \cdot 10}{3} = \frac{20}{3}$$

$$F = \frac{4\mu g}{3}$$
$$F = \frac{4 \cdot 0.5 \cdot 10}{3} = \frac{20}{3}$$
$$F = \frac{20}{3}$$

$$F = \frac{20}{3}$$
$$F = \frac{20}{3}$$
$$F = \frac{20}{3}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

