



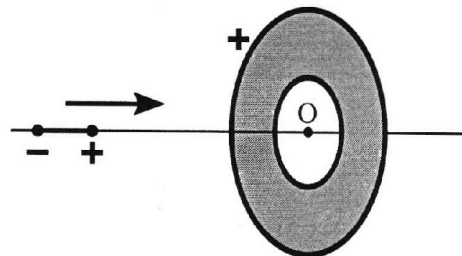
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

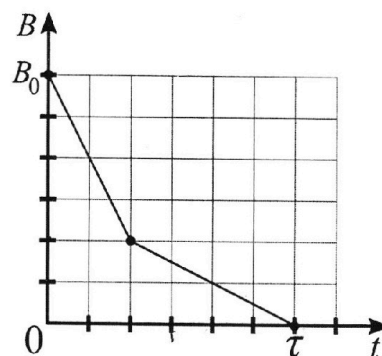
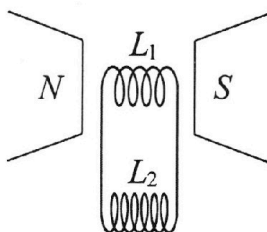


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



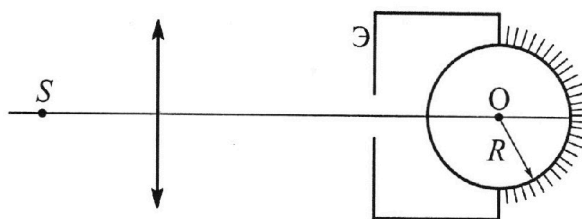
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удаленный 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



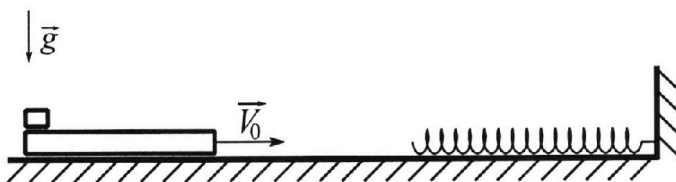
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок 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 жёсткости $k = 27$ 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.

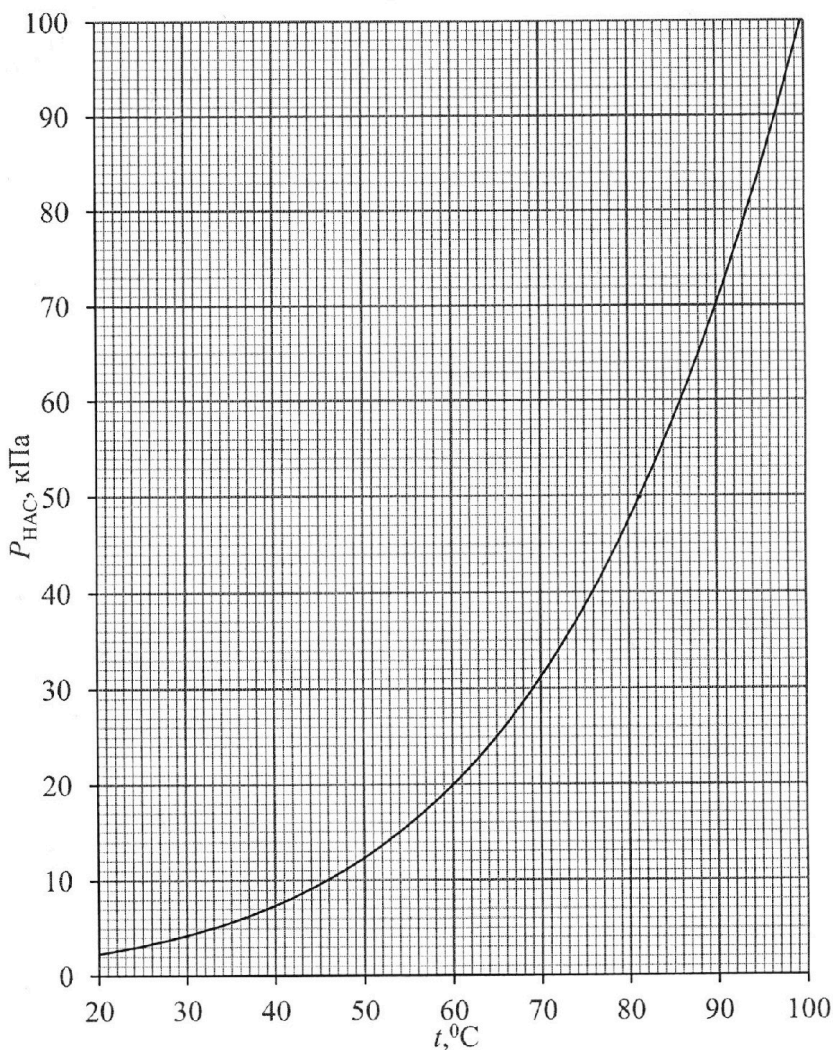


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\varphi_0 = 2/3$ (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.





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
5 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!

Решение

$$\frac{k U_0 \sqrt{3}}{M \mu g} = -\operatorname{tg}(\varphi_0) \omega$$

$$\operatorname{tg}(\varphi_0) = \frac{k U_0 \sqrt{3}}{2 M \mu g \omega} = \frac{27 \cdot 2 \sqrt{3}}{2 \cdot 20 \cdot 0,3 \cdot 10 \sqrt{\frac{27}{2}}} =$$
$$= \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot \frac{\sqrt{3} \sqrt{2}}{3 \sqrt{3}} = \frac{3}{2} \sqrt{2}.$$

$$\operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{9 \cdot 2}{4} = \frac{9}{2}$$

$$\operatorname{tg}^2 \varphi_0 + 1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi_0} \Rightarrow \frac{9}{2} + 1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi_0}$$

$$\frac{11}{2} = \frac{1}{\cos^2 \varphi_0} \Rightarrow \cos \varphi_0 = \sqrt{\frac{2}{11}}$$

$$\mu g = t_0 \sqrt{\frac{11}{2}} \quad 0,3 \cdot 10 = t_0 \sqrt{\frac{11}{2}} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot 3 \text{ c}$$

$$a_{\max} = \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot 3 \text{ м/с}^2$$

Ответ:

$$\frac{1}{3} \text{ м}; \quad \frac{1}{6} \text{ с}; \quad \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot 3 \text{ м/с}^2$$



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 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!

Задача 1

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\pi \approx 3$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,3$$

$$k = 27 \text{ Н/м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$x_0 = ?$

Изначально (до столкновения с пружиной) вдоль ОХ у бруска и доски нет ускорения (нет внеш. сил) вдоль ОХ).

При столкновении на брусок начинает действовать $F_{\text{упр}}$.

У доски возникает ускорение

и у бруска, и у доски, и у бруска

то у бруска оно обусловлено $F_{\text{тр}}$, которая от какого-то

момента начала отс. движения: $a_{\text{бр}} \neq a_{\text{дх}}$

(чтобы не скорости доски и бруска

начали отличаться)

начинается скольжение

момента удерживает его на месте.

Когда сила $F_{\text{тр}}$ достигает значения $F_{\text{тр}} = \mu N$

- начинается скольжение.

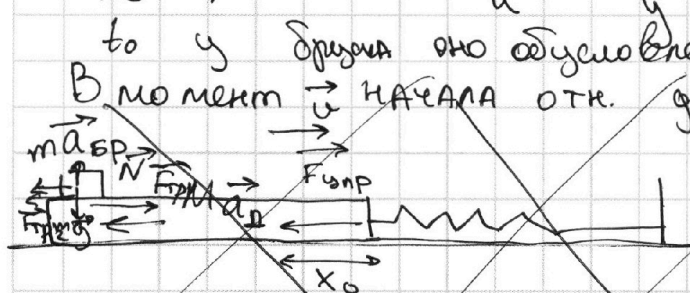
На брусок $\rightarrow$ действует только $F_{\text{тр}}$.

$\Rightarrow$ ОХ Π з.н $\mu N \stackrel{?}{=} F_{\text{тр}} = m a_{\text{бр}} \Rightarrow$

Пока $a_{\text{бр}} = a_{\text{дх}}$ - ~~они~~ (изнач. их скорости

равны) ~~они~~ движутся вместе,

когда ~~они~~ $a_{\text{бр}} \neq a_{\text{дх}}$ $a_{\text{бр}} \leq \frac{\mu N}{m}$





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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 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!

Т.е. когда $a_D > \frac{\mu N}{m}$ то начинается проскальзывание.

По моменту начала проскальзывания систему можно считать пружиной с жесткостью.

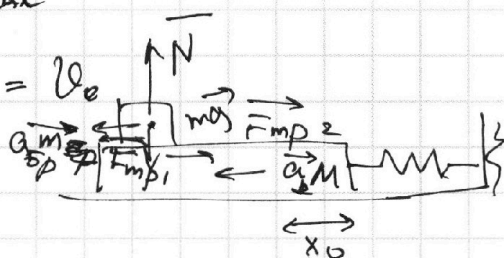
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \quad \Delta l = x_{\max}$$

$$x = x_m \cos(\omega t)$$

$$v = v_m \cos(\omega t)$$

$$a = \ddot{x} = -v_m \omega \sin(\omega t)$$

$$a = -v_0 \omega \sin(\omega t_0)$$



$$\frac{\mu N}{m} = -v_0 \omega \sin(\omega t_0) \Rightarrow \sin(\omega t_0) = \frac{\mu N}{m v_0 \omega}$$

$$x = x_0 = x_m \sin(\omega t_0)$$

$$x_m \omega = v_m = v_0$$

$$x_0 = \frac{v_0}{\omega} \frac{\mu N}{m v_0 \omega} = \frac{\mu m g}{\omega^2 m}$$

II 3.409 где $N = mg$

$$x_0 = \frac{\mu g (M+m)}{\omega^2} = \frac{0,3 \cdot 10 (2+1)}{27} \frac{\frac{m}{c^2} \text{ кг}}{\frac{m}{c^2}} = \frac{g}{27} m = \frac{1}{3} m$$

$$\frac{\mu N}{m v_0 \omega} = \sin \omega t_0 ; \sin(\omega t_0) = \frac{\mu m g}{m v_0 \omega}$$

$$\sin(\omega t_0) = \frac{0,3 \cdot 10}{2 \cdot \sqrt{\frac{27}{3}}} = \frac{3}{2 \cdot 3} = \frac{1}{2}$$

$$\sin(\omega t_0) = \frac{1}{2} \quad \cos(\omega t_0) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2}$$



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 ☐

СТРАНИЦА
3 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!

$$\omega t_0 = \frac{\pi}{6} \approx \frac{1}{2}$$

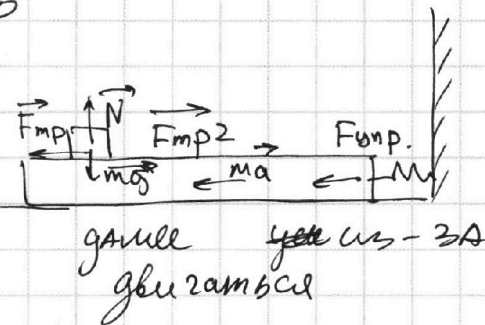
$$t_0 \approx \frac{1}{2\omega}$$

$$t_0 = \frac{1}{2\sqrt{\frac{27}{3}}} e^{-1} = \frac{1}{2 \cdot 3} e^{-1} = \frac{1}{6} e^{-1}$$

В момент макс смещения снаряда

пружинны как и в любой момент времени с момента его отрыва, ~~а~~

момент макс. смещения наступит когда остановится доска т.к. ускорения она будет в обратную сторону.



ИЗН ОХ : $M a = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр2}}$

для доски заметим, что это уравнение справедливо для любого момента с начала отрыва доски. заметим еще что оно описывает ход гармонич. колебаний, т.к. $F_{\text{тр2}} = N \mu = \cos \alpha$.

~~ИЗН~~ ЗА: $M \ddot{x} = F_{\text{упр}} - kx - \mu mg$

$F_{\text{упр}} = kx$ $\Rightarrow \ddot{x} M + kx - \mu mg = 0$
т.к. $F_{\text{упр}}$ возвращающая сила.

$$\ddot{x} + \frac{kx}{M} + \frac{\mu mg}{M} = 0 \quad \text{зн} \quad t = \frac{kx}{M} - \frac{\mu mg}{M}$$

$$\ddot{x} = \frac{k}{M} x$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 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!

$$\frac{M\ddot{t}}{k} + t = 0 \Rightarrow \ddot{t} + \frac{k}{M}t = 0 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$t = t_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\frac{kx}{M} - \frac{\mu mg}{M} = t_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

с учетом нач. условий $x(0) = x_0 = \frac{\mu g(M+m)}{k}$

$$\frac{\mu g(M+m)}{kM} - \frac{\mu mg}{M} = t_0 \cos(\varphi_0)$$

$$\mu g = t_0 \cos(\varphi_0)$$

$$\frac{k\ddot{x}}{M} = -t_0 \omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -t_0 \frac{k}{M} \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \ddot{x} = -t_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$\Rightarrow t_0 = a_{\max}$
в момент начала отс. гв. II з.п. для гв.

$$M/a_0 = kx_0 - \mu mg$$

$$a_0 = \frac{kx_0 - \mu mg}{M} = \frac{kx_0 - \mu mg}{M} = t_0 \cos(\varphi_0)$$

$$v = v_0 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{k v}{M} = -t_0 \sin(\varphi_0)$$

$$\frac{k v_0 \sqrt{3}}{M} = -t_0 \sin(\varphi_0) \omega$$



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 4

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

$$\frac{p_n}{p_0} = \frac{p_1}{RT_0}$$

$$TK \quad p_n + p_n = p_0, \text{ а } p_0 = \text{const.}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{V} (v_n + v_n) = \frac{p_0}{R} = \text{const.}$$

до начала конденсации $v_n + v_n = \text{const.}$

$$\frac{T^*}{V^*} = \frac{T_0}{V_0}$$

~~$$(p_n + p_n) RT_0 = p_0 RT_0$$~~

$$\frac{p_n V_0}{p_n V_0} = \frac{v_n RT}{v_n RT} = \frac{v_n}{v_n}$$

до начала конденсации

$$\frac{p_n}{p_n} = \text{const.}$$

$$\frac{p_n}{p_n} = \frac{p_1}{p_0 - p_1} = \frac{50}{100 - 50} = 1$$

$$p_n = p_n \quad p_n = p_n \cdot 1$$

$$p_n + p_n = p_0 = 100 \text{ кПа} \Rightarrow p_n = 50 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow p_n = 50 \text{ кПа} \Rightarrow p_n = 50 \text{ кПа}$$

когда произойдет насыщение

$$p_n(t^*) = \frac{p_0}{2} = 50 \text{ кПа}$$

$$p_n(t^*) = 50 \text{ кПа}$$

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

когда произойдет насыщение: $p_n = p_n + p_n$

$$p_n(t^*) = \frac{150}{2} = 75 \text{ кПа} \quad t^* = 76^\circ \text{C}$$



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 4

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

$$(p_i + p_{ro}) V_0 = (\nu_n + \nu_r) R T_0 \quad p_0 V_0 = (\nu_n + \nu_r) R T_0$$

$$(p_n^* + p_r^*) V^* = (\nu_n + \nu_r) R T^*$$

$$\nu_n + \nu_r = \frac{p_0 V_0}{R T_0}$$

$$\nu_n = \frac{p_n^* V^*}{R T^*}$$

$$\nu_r = \frac{(p_0 - p_i) V_0}{R T_0}$$

$$\frac{p_n^* V^*}{R T^*} + \frac{p_0 V_0}{R T_0} - \frac{p_i V_0}{R T_0} = \frac{p_0 V_0}{R T_0}$$

$$\frac{p_n^* V^*}{T^*} = \frac{p_i V_0}{T_0}$$

До начала конденсации
для модели состояний
справедливо:

$$p = p_i$$

$$p_0 = \frac{T}{V^*} R (\nu_n + \nu_r)$$

$$p_0 = p_i + \frac{\nu_n R T}{V}$$

для сухого состояния

$$(p_0 - p_i) V = \nu_n R T \quad \text{или} \quad (p_0 - p_i) = \frac{\nu_n R T_0}{V_0}$$

Из графика можно найти $\frac{\nu_n R}{V_0}$ если как

он имеет значение коэф. если считать

точку $p = p_i$

$$\frac{\nu_n}{V_0} = \frac{p_0 - p_i}{R T_0}$$



1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Задача 2

$$\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нп}}(t)}$$

Дано: $p_0 = 150 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$t_0 = 86^\circ \text{ C}$

$\varphi_0 = \frac{2}{3}$

$t = 46^\circ \text{ C}$

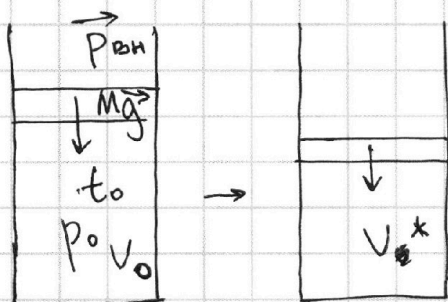
$p_1 = ?$

$t^* = ?$

из графика давление насыщенного пара при $t = 86^\circ \text{ C}$

$p_{\text{нп}} = 60 \text{ кПа}$

1) $p_1 = \varphi_0 p_{\text{нп}} = 60 \text{ кПа} \cdot \frac{2}{3} = 40 \text{ кПа}$



~~В~~ Давление в цилиндре остаётся постоянным (из-за массивности поршня и медленности процессов).

Конденсация начнётся когда $p_{\text{пара}} = p_{\text{нп}}(t^*)$.

($\varphi = 1$). тогда $p_0 = p_{\text{пара}}^* + p_1^*$

поэтому $p_0 = p_1 + p_{\text{по}} \Rightarrow p_{\text{по}} = p_0 - p_1$

$p_{\text{по}} V_0 = \nu R T_0$

$p_1^* V^* = \nu R T^*$

$\nu = \text{const}$ (p_1 - давление не воденых паров, а остаточного газа)

Аналогично для водных паров (до начала конденсации $\nu = \text{const}$)

$p_1 V_0 = \nu R T_0$

$p_1^* V^* = \nu R T^*$



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

4 ИЗ 9

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 вакууме.

$$p = p_0$$

Пар будет насыщенным ~~так как~~ ~~и~~ ~~т~~

$$p \downarrow \text{ так } a \rightarrow p_{\text{нп}}$$

$$\text{т.е. } p_{\text{н}} = p_{\text{нп}}(t) = p_{\text{нп}}(46^\circ\text{C}) = 10 \text{ кПа.}$$

$$p_{\text{гк}} = p_0 - p_{\text{н}} = 140 \text{ кПа.}$$

Для газа

Закон Б.П.:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_{\text{гк}} V_{\text{гк}} = \nu R T_{\text{гк}}$$

$$\frac{V_{\text{гк}} p_{\text{гк}}}{V_0 p_0} = \frac{T_{\text{гк}}}{T_0}$$

$$T_{\text{гк}} = (46 + 273) \text{ К.}$$

$$T_0 = (86 + 273) \text{ К}$$

$$\frac{V_{\text{гк}}}{V_0} = \frac{T_{\text{гк}} p_0}{T_0 p_{\text{гк}}} = \frac{359}{319} \cdot \frac{110}{140} \approx$$

$$\approx \frac{360}{320} \cdot \frac{11}{14} = \frac{9}{8} \cdot \frac{11}{14} = \frac{99}{112}$$

Ответ: 40 кПа

76°C

$$\frac{99}{112}$$



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
5 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!

ЗСЗ:

$$\cancel{W_1} = \cancel{E_{k2}} - \cancel{E_{k1}}$$

$$W_1 = E_{k2} - E_{k1} = A_{\text{вн}}$$

$$A_{\text{вн}} = E_1 q - E_2 q$$

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi R_1^2} \rightarrow \frac{Q}{4\pi R_2^2}$$



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
4 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!

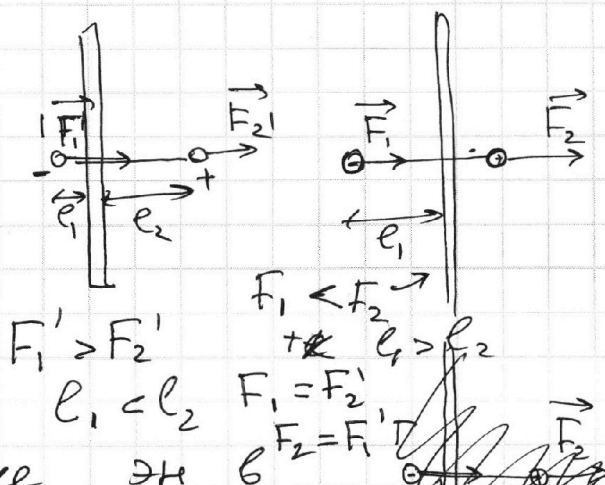
Во время самого пролёта скорость сначала будет
убывать, а потом возрастать.

найдем поменяется внутри

$$v_{\min \text{ пр}} = v_0 \sqrt{3}$$

Заметим, что силы, действующие вдоль,
это разность притягивающей $\ominus$ и
отталкивающей $\oplus$, а силы рассеивающие
длина, это сумма этих же сил,
принят

Заметим что
силы сим-рев $\Rightarrow$
их работы равны
и противоположны
по знаку



$\Rightarrow$ кинетические эн в начале и в конце пролёта
одинаковы $\Rightarrow$ и v_1 и скорости
равны.



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 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!

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$3mv_0^2 = mv_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{3}v_0$$

~~считается~~

~~считается~~ скорость будет m когда

~~в~~ центр диска она идет в центр.

На удалении b право от диска

диск равно или позже отскок будет,

т.к. $\neq$ результирующая сила будет направлена $\leftarrow$ диску ($\ominus$ ближе

к диску чем $\oplus$) т.е. $v_{\min} = 0$.

макс. скорость либо когда ka

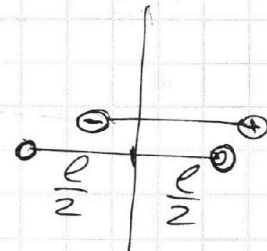
бесконечно или либо когда $\ominus$

диск на центре диска.

Рассмотрим силы действующие на

диск когда его $\leftarrow$ ~~ка~~ где-то

как на картинке.





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 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!

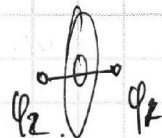
На отриц. заряд будет действовать сила
прит. Большая чем сила отталкивания,
→ диполь будет двигаться на правленна
к диску.

т.е чтобы диполь притягивался
должно хватить энергии окажется
в центре посередине
диска З.С.Э. где ест. дальше он
разойдется где $\downarrow$ полн. $\downarrow$ пролетит.

З.С.Э. где ест. с мин скоростью,
т.е когда диполь будет
в середине диска

$$W_1 = W_2 \quad W_1 = \frac{m v_0^2}{2} \quad W_2 = \varphi_1 q - \varphi_2 q$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \varphi_1 q - \varphi_2 q = W_{эл.ер}$$



Для ест. когда скорость не изменим

$$\frac{m v_0^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2) + \frac{m v_1^2}{2}$$



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
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!

Задача 3

В.

← ~~диск~~ крайнее возм. ниса

сет для миса скорости, когда
диполь остановился ~~полож.~~
зарядов в центре.

т.к до это он затормозившая

А ~~сейчас~~ сейчас начнет разгоняться.

до того как середина диполя ~~остановилась~~
в центр оказавшись в центре отбрасывая
он замедлился, т.к. отриц. заряд.

был дальше от ~~полю~~ диска, чем

полюс → ~~на него~~ дей ств результирующая
была. на правлено в м диска.

после того как диполь центр р диполя
оказавшись в центре диска он начал

разгон. , ~~но~~ разогнался он будет

до того момента пока $\ominus$ не
окажется в центре, т.к тогда



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!

Задача 4

$$L_1 = L$$

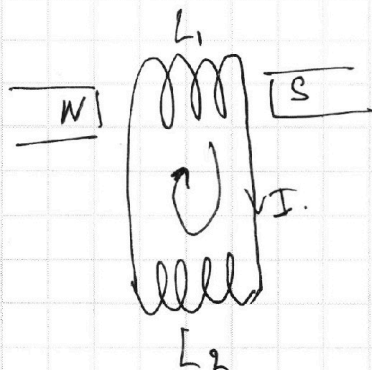
n

S_1

$$L_2 = 4L$$

t

I



Кирхгоф:

$$\mathcal{E} - L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad I_1 = I_2 = I$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad \mathcal{E} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi_k = B S_1 n \quad \sum d\Phi_k = \sum dB \cdot S_1 n$$

$$\sum dB = B_0 \quad \sum d\Phi = -B_0 S_1 n$$

$$\sum I = I_0$$

$$B_0 S_1 n = 5L I_0 \Rightarrow$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{5L}$$

~~$$\frac{d\Phi}{dt} = 5L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = 5L \frac{dI}{dt}$$~~

~~Замечание~~

во



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!

$$\int_{t/3}^t \frac{B_0}{3} \sin t \, dt - \int_{t/3}^t \sin t \overbrace{B \, dt}^{\text{мощ. маг. ②}} = 5Lq_2 - \int_{t/3}^t I A 5L \, dt$$

$$\frac{B_0}{3} \sin \frac{2}{3} t + \frac{2B_0 \sin \cdot 5L \cdot 2}{15L \cdot 3} t - \sin \frac{2}{3} t \frac{B_0}{3} =$$

$$= 5Lq_2$$

$$\frac{2}{9} B_0 \sin t + \frac{4}{9} B_0 \sin t - \frac{1}{9} B_0 \sin t = 5Lq_2$$

$$\frac{5}{9} B_0 \sin t = 5Lq_2 \Rightarrow q_2 = \frac{1}{9} \frac{B_0 \sin t}{L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{1}{9} \frac{B_0 \sin t}{L} + \frac{1}{9} \frac{1}{5} \frac{\sin t B_0}{L} =$$

$$= \frac{6}{45} \frac{B_0 \sin t}{L} = \frac{2}{15} \frac{B_0 \sin t}{L}$$

Ответ: $\frac{2}{15} \frac{B_0 \sin t}{L}$



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
☐

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!

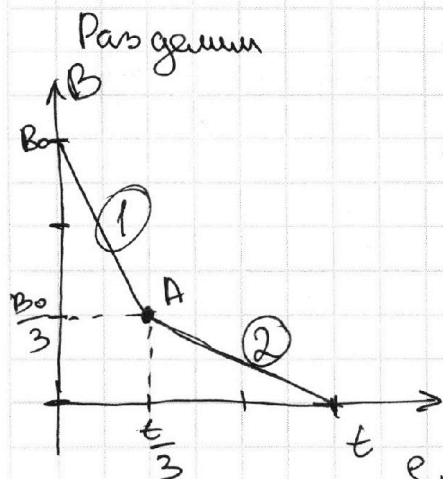
Для любого произвольного лоп. верно:

$$-\sum \Delta \Phi = 5L \sum \Delta I$$

$$\Delta \Phi_{\text{кп}} = B S_{\text{п}}$$

$$- S_{\text{п}} \sum \Delta B = 5L \sum \Delta I$$

$$- S_{\text{п}} (B_{\text{тек}} - B_{\text{нач}}) = 5L I_{\text{тек}} - I_{\text{нач}}$$



участок из двух участков

Для первого:

$$\int_0^{t/3} (-S_{\text{п}} B_{\text{тек}} + B_0 S_{\text{п}}) dt = 5L \int_0^{t/3} I dt$$

$$B_0 S_{\text{п}} \frac{t}{3} - \int_0^{t/3} S_{\text{п}} B dt = 5L q_1$$

пошагово
погр.

$$S_{\text{п}} \left(B_0 \frac{t}{3} - \frac{B_0 t}{9} - \frac{\frac{2}{3} B_0 \cdot \frac{t}{3}}{2} \right) = 5L q_1$$

$$B_0 S_{\text{п}} \left(\frac{3}{9} - \frac{2}{9} \right) t = 5L q_1 \quad q_1 = \frac{41 S_{\text{п}} B_0 t}{9 \cdot 5L}$$

Аналогично со вторым участком, только.

$$I_A = \frac{-\sum \Delta \Phi}{5L} = \frac{\frac{2}{3} B_0 S_{\text{п}}}{5L} = \frac{2 B_0 S_{\text{п}}}{15L t} \quad I dt = dq$$

$$\int_{t/3}^t (-S_{\text{п}} (B - \frac{B_0}{3})) dt = \int_{t/3}^t (5L I_A I dt - I_A dt)$$



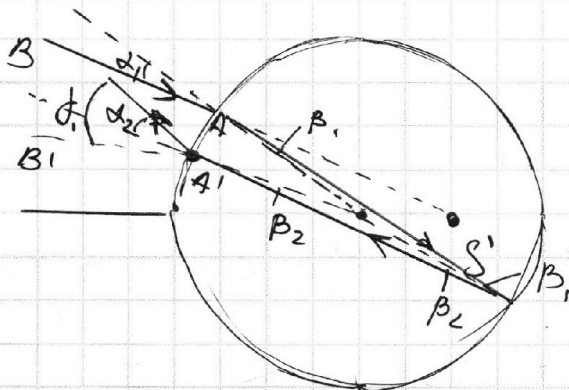
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 4

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



$\beta_1 = \beta_2$ - тк зеркальная

по поверхности

$AB \parallel A'B'$

$$\sin \alpha_1 = n \sin \beta_1$$

$$\sin \alpha_2 = n \sin \beta_2$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2$$

Изображение источника

будут совпадать

при любом n , только если

входящий и выходящий

лучи будут сим-ны отн гео

или если они будут совпадать

т.е. $\alpha_1 = \alpha_2$, такое возможно

только при если источник S' находится

в центре шара $\Rightarrow R = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{9-8}{3}F = \frac{1}{3}F$.

Цар перенесем на $\Delta = 2F$

(P.S. тк если пустить лучи назад

то они пройдут точно так же,

как и выходящие и ~~оба~~ снова

пойдут в фокус



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
☐

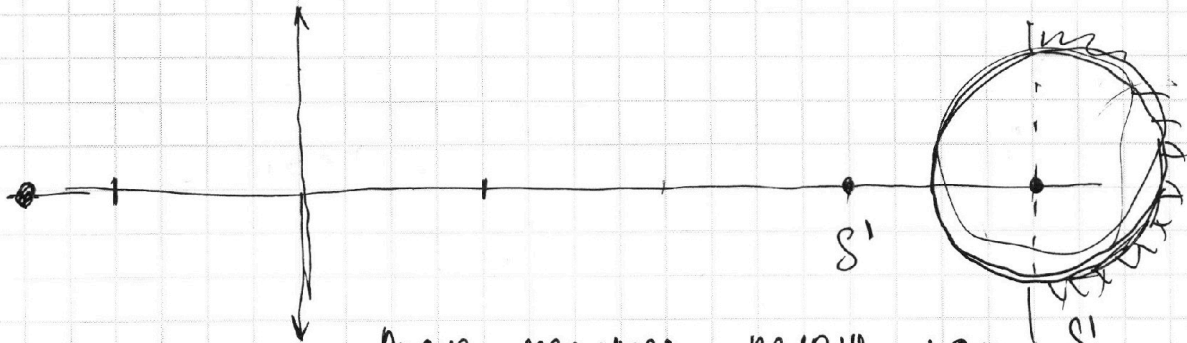
5
☒

6
☐

7
☐

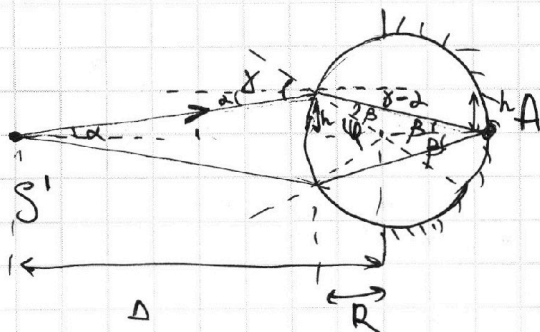
СТРАНИЦА
3 из 4

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



Рассмотрим
преломление
лучей.

После переноса точки S'
образованного изображения не
изменилось.



новый
источник
образованный лучом
для зад. послед. прелом.
в среде n_2 .

$$\sin \gamma = n \sin \rho.$$

После преломления, чтобы снова получились
изобр. от мст. вист нужно чтобы
лучи преломились либо туда же либо
еще - но, тут туда же не получится,
а получится именно от OO
т.е. после преломления ~~то~~ в среде
лучи должны попасть в т. А см
рисунок ~~т.к.~~ ~~еще~~ ~~см-ли~~ ~~не~~
получится.



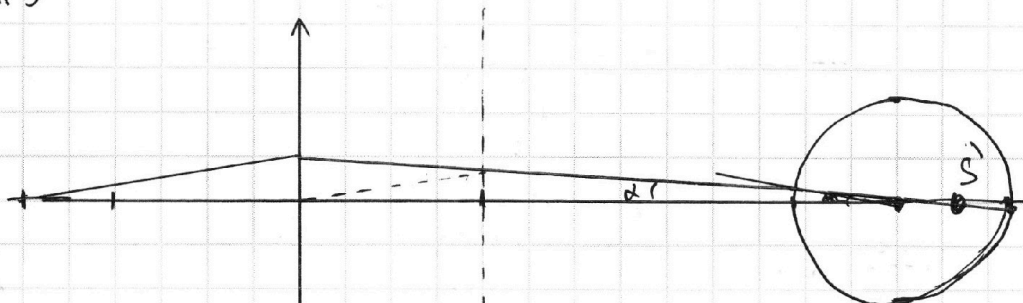
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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

Задача 5

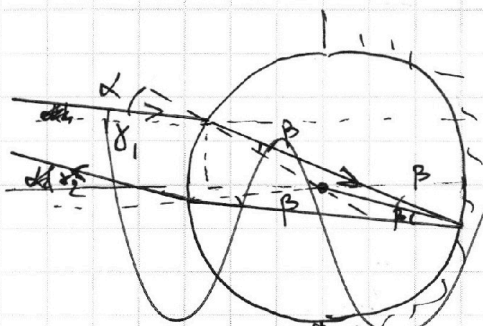


f - раст от линзы
где источник где шар
пустим лучи под малым
угол α - малый по уг.

$$\frac{1}{F} = \frac{2.1}{3F} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 3F$$

лучи и рассматрив

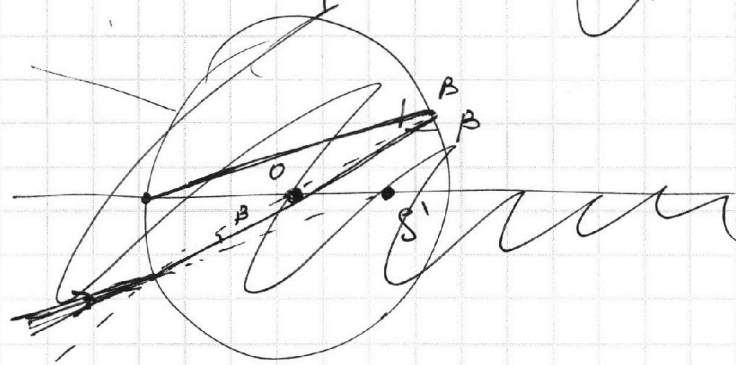
Рассмотрим шар на который падают
лучи под малым углом



$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\alpha = n \beta$$

чтобы источник всегда
оказывался в той же
точке независимо от
 n .





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

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$\sin \gamma = n \sin \beta$$

$$\gamma = \alpha + \varphi$$

$$\varphi = \gamma - \alpha$$

$$\sin \varphi \approx \frac{h}{R} \Rightarrow \cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{h^2}{R^2}}$$

$$\sin \alpha \approx \alpha = \frac{h}{A-R}$$

такую малую можно считать так

$$\sin(\gamma - \alpha + \varphi) = \frac{h}{R} = \sin(\varphi - \alpha)$$

$$\sin \beta \approx \sin \varphi = \tan \beta = \frac{h}{2R}$$

$$n \frac{h}{2R} = \sin(\alpha + \varphi)$$

$$n \frac{h}{2R} = \sin \alpha \cos \varphi + \sin \varphi \cos \alpha$$

$h \ll R$
так α - малый

$$n \frac{h}{2R} \approx \frac{h}{A-R} \sqrt{1 - \frac{h^2}{R^2}} + \frac{h}{R}$$

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

$$A = 2F = 2 \cdot 3R = 6R$$

$$n = \left(\frac{1}{6R-R} + \frac{1}{R} \right) 2R = \left(\frac{1}{5} + 1 \right) \cdot 2 = \frac{12}{5}$$

$$\text{Dаем: } R = \frac{1}{3} F$$

$$n = \frac{12}{5}$$



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**.



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!

$$p^*(V^*)$$

$$p = \frac{\nu RT}{V^*}$$

~~g~~

$$p = p_0 - \frac{\nu RT}{V^*}$$

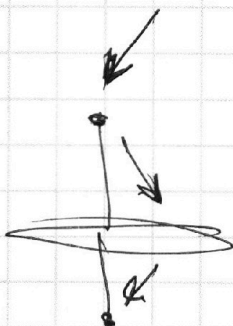
$$p_0 = \frac{T}{V^*} R (\nu_1 + \nu_2)$$

$$p_0 = p_n + \frac{\nu RT}{V}$$

$$E = \frac{(\nu_1 - \nu_2) g k}{\nu_1 - \nu_2}$$

$$E = \frac{\pi (\nu_1^2 - \nu_2^2) g k}{\nu_1 - \nu_2}$$

$$F = \pi (\nu_1^2 - \nu_2^2) g k \left(-\frac{1}{d^2} + \frac{1}{(d+e)^2} \right)$$





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!

Задача 2

Дано $p_0 = 150 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$t_0 = 86^\circ \text{C}$

$\varphi_0 = \frac{2}{3}$

$t = 46^\circ \text{C}$

$p_1 = ?$

$\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нп}}}$

$\frac{p_1 + p_2}{p_{\text{нп}}} = \frac{1}{2}$

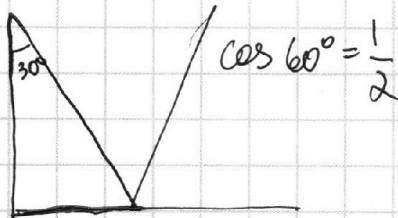
$\frac{p_0}{p_{\text{нп}}}$

$p_1 + p_2 = p_0$

$p_{\text{нп}}(86^\circ \text{C}) = 60 \text{ кПа}$

$\frac{p_1}{p_{\text{нп}}} = \varphi_0$

$\frac{H_{\text{мкп}}}{H_{\text{кп}}} = m$



$p(T)$

$\frac{1}{200} = \frac{1}{250}$

$p_1 + p_2$

$p_1 = \frac{p_0}{2}$

$\frac{1}{v} (Q_1 + Q_2) = \text{const}$

$\varphi = \frac{\pi r_1^2 - \pi r_2^2}{d} \cdot k$

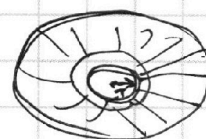
$E = \frac{\pi r_1^2 - \pi r_2^2}{d^2} \cdot k$

$\frac{m(r_1 v_1)^2}{2} = \varphi$

$\frac{m v_1^2}{2} = \varphi$

$\varphi = 0$

$E = \frac{(\Omega_1 r_1 - \Omega_2 r_2) \cdot k}{d}$



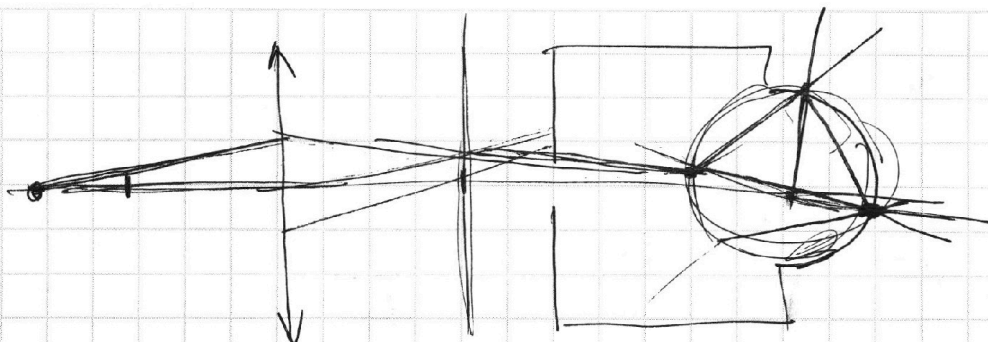


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{1}{F} = \frac{2k}{3F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3}k$$

$$f = 3F$$

