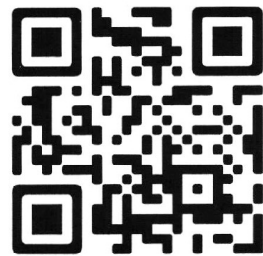




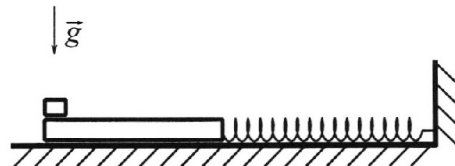
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

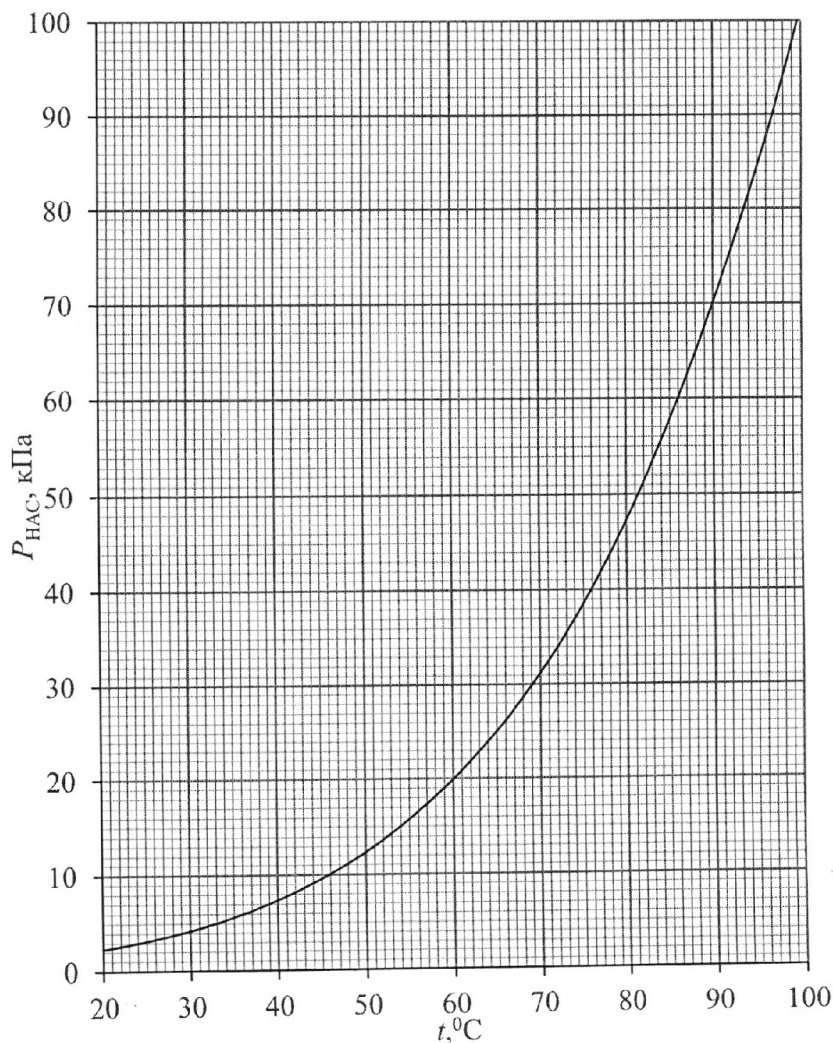


1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок 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 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °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.



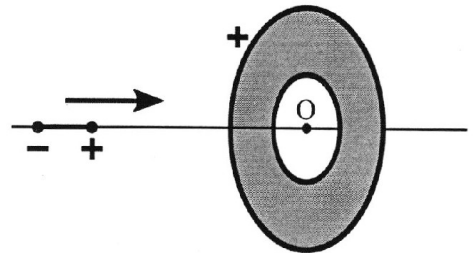
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

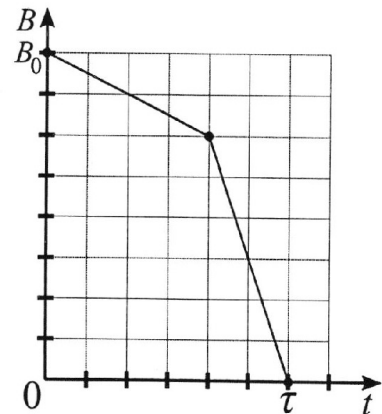
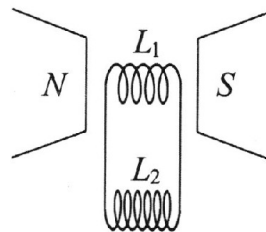


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .

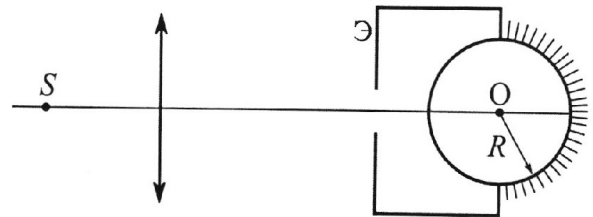


- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
 - 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.
5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

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

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$kx_0 = \mu mg \rightarrow x_0 = \frac{\mu mg}{k}$$

Тогда $a_{g0} = \frac{kx_0}{M}$ (т.к. пружина ещё не начала действовать)

$$a_{g0} = \frac{\mu mg}{M} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{2} = 1,5 \text{ м/с}^2.$$

3) Для момента времени, когда $a_{\text{общ}} = 0$:

ЗЗД (пружина + доска):

$$\frac{mv_{\delta}^2}{2} + \frac{Mv_g^2}{2} + \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = 0$$

↓ продифференцируем по t:

$$mv_{\delta} \dot{v}_{\delta} + Mv_g \dot{v}_g + kx \dot{x} = 0$$

$\swarrow \quad \searrow$
 $a_{\delta} = a_g = a$

$$(mv_{\delta} + Mv_g) a + kx v_g = 0$$

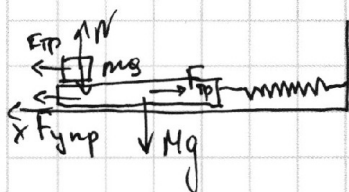


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2 з.к.:
Для бруска: $N = mg$
 $F_{тр} \leq \mu N = \mu mg$

Если брусок движется от доски,
то $F_{тр} = \mu mg$
 $m a_{бр} = \mu mg \rightarrow a_{бр} = \mu g$

Для доски:

$$M a_d = F_{упр} - F_{тр}$$

Если есть отск. движение, то

$$M a_d = +kx - \mu mg \rightarrow a_d = \frac{+kx - \mu mg}{M}$$

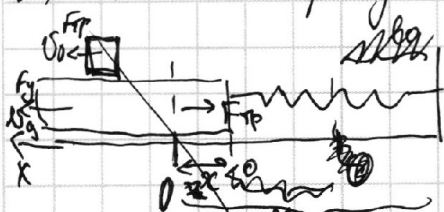
1) Если $a_{отс} = 0$, то $a_{бр} = a_d$

$$\mu g = \frac{+kx - \mu mg}{M}$$

$$kx = \mu Mg + \mu mg$$

$$x = \frac{\mu g (M + m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (1+2)}{50} = 18 \text{ см}$$

2) Для произвольного перемещения вращения, когда



со-длины пружины в неферрр состоянии

Если брусок 3 с. г. доски + пружина + брусок

$$\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \mu mg (x - x_0)$$

$$\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \text{const}$$

$$kx \cdot \dot{x} + m \cdot v \cdot \dot{v} +$$



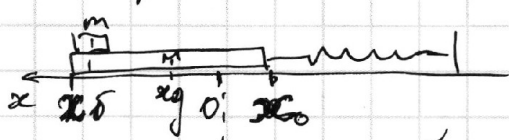
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) две системы тел брусок + доска происходят гармонические колебания центра масс.



$$x_{cm} = \frac{mx_b + Mx_d}{m+M}$$

ЗСЭ для системы (брусок + доска) + пружина:

$$\frac{m \cdot v_{cm}^2}{2} - 0 + \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = 0$$

($\mu = \frac{mM}{m+M}$ - приведенная масса) кин. энергия цм $\leftarrow$ кин. энергия пружины

Тогда при $v_{cm} = 0$ $|x| = |x_0|$

Т.к. в этот момент $a_d = 0$, то

$F_{тр} = kx_0$ - сила трения в этот момент.

Т.к. в начальный момент $a_d = 0$ (т.к. сила пружины равна 0) - оно остается таковым, пока $F_{тр}$ возрастает до макс.

~~ЗСЭ~~ Если в какой-то момент вращения доски и бруска не движутся отн. друг другу, то

$$v_{dp} = v_{dg} = v$$

Тогда ЗСЭ:

$$\frac{(m+M)v^2}{2} = \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2}$$

$$m \cdot \dot{v}_{dp} \dot{v}_{dp} + M \cdot \dot{v}_{dg} \dot{v}_{dg} = kx \dot{x} = 0$$

$a_d = 0$ по упр.

↓ продифференцируем по t:

$$m a_{dp} \dot{v}_{dp} = kx \cdot \dot{v}_{dp} \rightarrow m a_{dp} = kx \text{ - в этот момент вращения.}$$



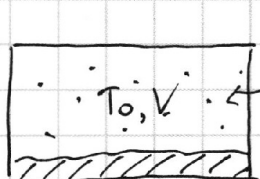
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



сух. воздух
+ пар

μ - масса пара
 m - масса воды.

Т.к. в результате нагревания вся вода испарилась, то масса пара стала $11m + m = 12m$

$$\frac{m_{\text{кон}}}{m_{\text{нач}}} = \frac{12m}{m} = 12.$$

Для пар. состояние ур-е Менделеева - Клапейрона:

$$p_{\text{сух}} V = \nu_{\text{сух}} R T_0$$

$$p_{\text{пар}} V = \nu_{\text{пар}} R T_0 = \frac{m}{\mu} R T_0 \quad (1) \quad \text{Т.к. в начале } \checkmark \text{ пар насыщ.,}$$

$$p_{\text{пар}} = p_{\text{пар}}(T_0) = 3,5 \text{ кПа}$$

$$T_0 = (t_0 + 273) \text{ К}$$

Т.к. при температуре t^* прекратилось испарение, то ур-е состояние пара в этот момент:

$$p_{\text{сух}} V = \nu_{\text{сух}} R T^*$$

$$p_{\text{пар}}(t^*) V = \nu_{\text{пар}} R T^* = \frac{12m}{\mu} R T^* \quad (2)$$

Делим (1) на (2):

$$\frac{p_{\text{пар}}(t_0)}{p_{\text{пар}}(t^*)} = \frac{1 \cdot T_0}{12 T^*} \rightarrow p_{\text{пар}}(t^*) = \frac{p_{\text{пар}}(t_0)}{T^*} = 12 p_{\text{пар}}(t_0) / T_0 =$$

$$= 12 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{7}{50} \text{ кПа}$$

$$p_{\text{пар}}(t^*) = \frac{7}{50} (t^* + 273) = \frac{7}{50} t^* + \frac{273 \cdot 7}{50}$$

$$\frac{p_{\text{пар}}(t_0)}{p_{\text{пар}}(t^*)} = \frac{273 + t_0}{12(273 + t^*)}$$

Кликн графике $p_{\text{пар}}(t)$

$$p_{\text{пар}}(t^*) = \frac{12 p_{\text{пар}}(t_0) \cdot (t^* + 273)}{273 + t_0} = \frac{12 p_{\text{пар}}(t_0)}{273 + t_0} t^* + \frac{273 \cdot 12 p_{\text{пар}}(t_0)}{273 + t_0}$$



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.

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!

$$p_{\text{ки}}(t^*) = \frac{12 \cdot 3,5}{300} t^* + \frac{273 \cdot 12 \cdot 3,5}{300}$$

$$p_{\text{ки}}(t^*) = \frac{7}{50} t^* + \frac{1311}{50} \quad \text{— прямая с } k_{\text{ки}} = \frac{7}{50}$$

В конце ^{карева} ур-е Менделеева — ^{соответствует} ~~идеальному~~ газу при $t^* = 81^\circ\text{C}$ $p_{\text{ки}} = 49,56 \text{ кПа}$ — ^{под газ} ~~идеальному~~ газу при $t^* = 81^\circ\text{C}$.

$$T = t + 273 = 370 \text{ K}$$

$$p_{\text{сух}} V = \nu_{\text{сух}} R T$$

$$p_{\text{сух}}(t) V = \frac{12 \text{ м}}{\mu} R T$$

~~написано уравнение пара~~

$$p_{\text{ки}}(t) = 91 \text{ кПа}$$

$$\frac{p_{\text{сух}}''}{p_{\text{сух}}} = \frac{T}{T_0} = \frac{370}{300}$$

$$\frac{p_{\text{пара}}(t)}{p(t_0)} = \frac{12 T}{T_0}$$

$$p_{\text{пара}}(t) = \frac{p(t_0) \cdot 12 T}{T_0} = \frac{3,5 \cdot 12 \cdot 370}{300 \cdot 50} = \frac{14 \cdot 37}{100} =$$

$$= 51,8 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(t)}{p_{\text{ки}}(t)} = \frac{51,8}{91} = \frac{518}{910} = \frac{259}{455} = \frac{37}{65}$$

Ответ: 1) 12

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

3) $\varphi = 37/65$.



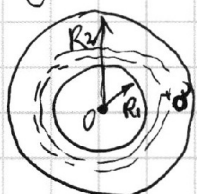
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

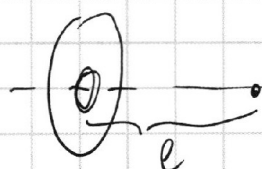
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Возьмем $\varphi_\infty = 0$, тогда где диска:



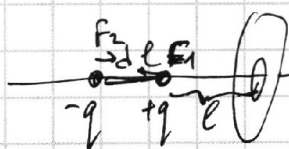
$$\varphi_0 = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \sigma 2\pi r dr}{r^2} = k \sigma \cdot 2\pi (R_2 - R_1).$$

На оси:



$$\varphi(l) = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \cdot \sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + l^2}}$$

Чтобы диск пролетел мимо нужно пролететь точку, где суммарная сила, действующая на него равна 0.



~~В этой точке~~

В этой точке скорость диска 0, тогда

$$0 - \frac{2m v_0^2}{2} = -q \cdot \varphi(l) + q \cdot \varphi(l_0) = q d\varphi$$

При пролете через эту точку при $q' = q/2$:

$$\frac{2m v_1^2}{2} - \frac{2m v_0^2}{2} = \frac{q}{2} d\varphi = - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{2m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \rightarrow v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}} - \text{min скорость которого диска.}$$

$$\text{Тогда } v_{\text{max}} - v_{\text{min}} = v_0 - \frac{v_0}{\sqrt{2}} = v_0 \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

При пролете центра диска через центр сферы $\varphi_2 = 0 \rightarrow W = 0$, тогда $v = v_0$. Ответ: 1) v_0 2) $v_0 \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$.

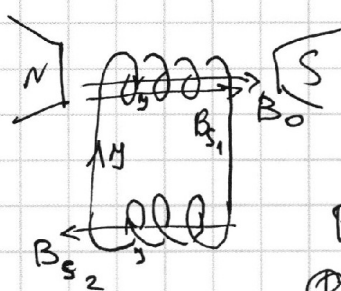


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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) Т.к. $R=0$, то $\mathcal{E}_{\text{сум}} = 0$, тогда
 $d\Phi_{\text{сум}} = 0 \rightarrow \Phi = \text{const.}$

В начальный момент времени:
 $\Phi = B_0 \cdot n S_1$ - только внеш. поток
через 1-ую катушку

В конечный момент времени:

$$\Phi = \mu_0 (I n_1 + L I) = \mu_0 (L + l) = \text{внешний поток кат.} = 7 \mu_0 l$$

Т.к. $\Phi = \text{const}$, то

$$B_0 n S_1 = 7 \mu_0 l \rightarrow \mu_0 = \frac{B_0 n S_1}{7 L}$$

$$2) \mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - n S_1 \cdot \underbrace{\frac{dB_0}{dt}}_{\text{Кинематический эффект}}$$

$$\mathcal{E}_{S_1} = - L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{S_2} = - 6 L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S_1} + \mathcal{E}_{S_2} = 0$$

$$n S_1 \cdot \frac{dB_0}{dt} + L \frac{dI}{dt} = 6 L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{n S_1}{7 L} \cdot \frac{dB_0}{dt}$$

$$\text{При } t \leq \frac{2}{3} \tau \quad \frac{dB_0}{dt} = - \frac{\frac{2}{8} B_0}{\frac{2}{3} \tau} = - \frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\text{При } t > \frac{2}{3} \tau \quad \frac{dB_0}{dt} = - \frac{\frac{6}{8} B_0}{\frac{1}{3} \tau} = - \frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\text{Тогда } \text{при } t \leq \frac{2}{3} \tau \quad \frac{dI}{dt} = \frac{3 n S_1 B_0}{56 L \tau} = k_1$$

$$\text{при } t > \frac{2}{3} \tau \quad \frac{dI}{dt} = \frac{9 n S_1 B_0}{28 L \tau} = k_2$$

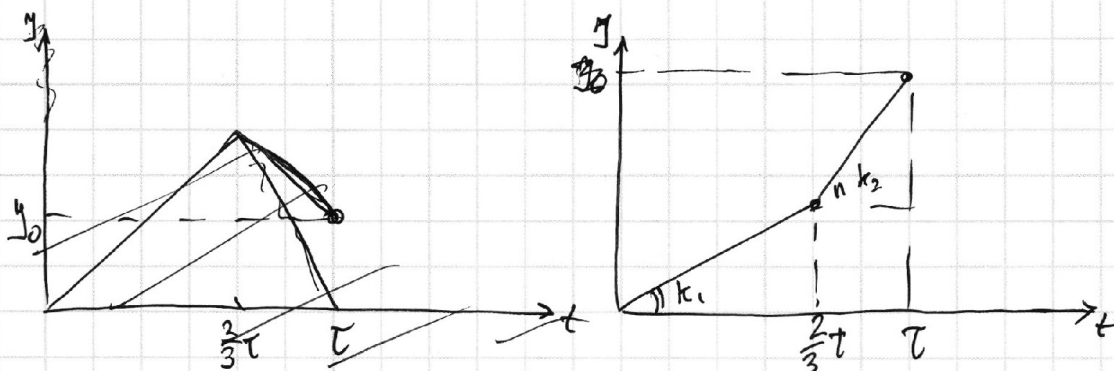


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$k_1 \cdot \frac{2}{3} \tau + k_2 \cdot \frac{1}{3} \tau = y_0$$

$$2) q = S_{\text{под графиком}} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \tau \cdot k_1 \cdot \frac{2}{3} \tau + \frac{1}{2} \cdot \left(2k_1 \cdot \frac{2}{3} \tau + k_2 \cdot \frac{1}{3} \tau \right) \cdot \frac{1}{3} \tau =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3} \tau \left(2 \cdot \frac{2}{3} \tau \cdot \frac{8nS_1B_0}{56L} + \frac{4}{3} \tau \cdot \frac{3nS_1B_0}{56L} + \frac{1}{3} \tau \cdot \frac{3nS_1B_0}{28L} \right) =$$

$$= \frac{1}{6} \tau \left(\frac{nS_1B_0}{14L} \cdot 2 + \frac{3nS_1B_0}{28L} \right) = \frac{1}{6} \tau \cdot \frac{2}{28} \cdot \frac{nS_1B_0}{L} =$$

$$= \frac{nS_1B_0\tau}{24L}$$

Ответ: 1) $y_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$

2) $q = \frac{n S_1' B_0 \tau}{24L}$



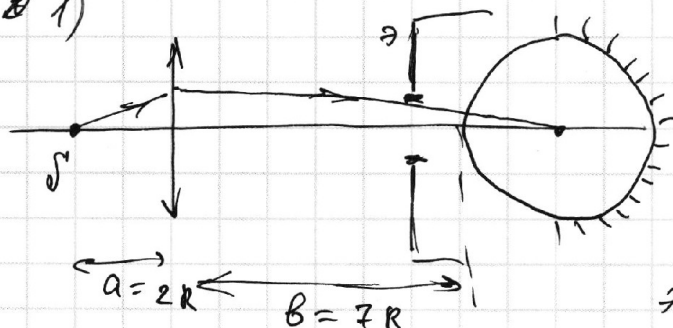
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1)



Т.к. в данной ситуации ~~луч~~ изображение будет на месте источника где мочки n , то этот луч должен проходить через центр шара (чтобы не испытывать преломления)

Тогда $d = a = 2R$

$$f = \frac{1}{2} = 7R + R = 8R.$$

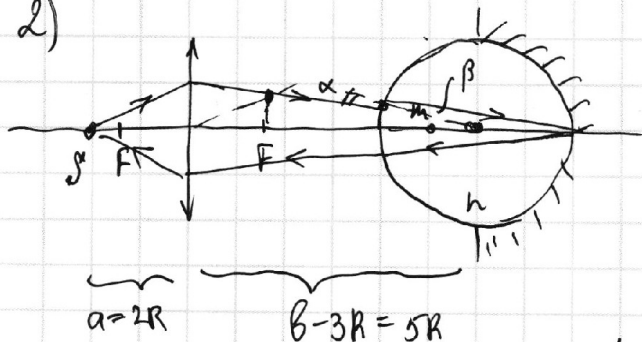
по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{ab}{a+b} = \frac{2R \cdot 8R}{2R + 8R} = \frac{16}{10} R = 1,6 R.$$

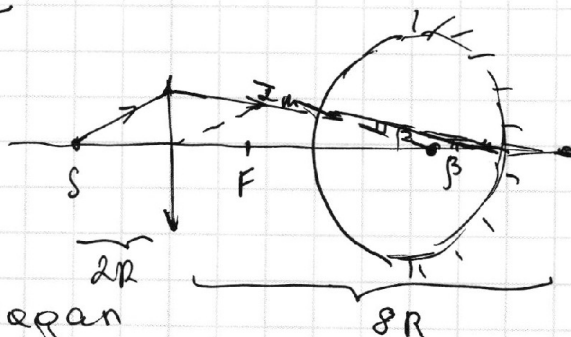
2)



по закону Снеллиуса:

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

$$\alpha = n \beta.$$



Чтобы луч отобразился обратно, нужно, чтобы после преломления

он попадал на РОО.

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) $F = 1,6 \text{ K}$.
Drehmoment $M = 1,5$.

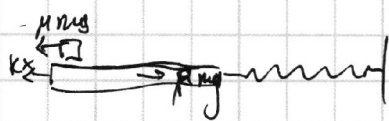


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

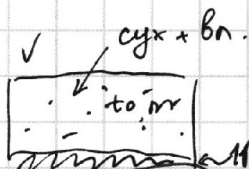


$$m_{\text{rod}} = \mu m g$$

$$a_g = \mu g$$

$$M_{a_g} = kx \cdot \mu m g$$

$$a_g = \frac{kx}{\mu m} - \frac{\mu m g}{\mu m} = \mu g$$



$$p_{\text{H}}(27) = 3,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

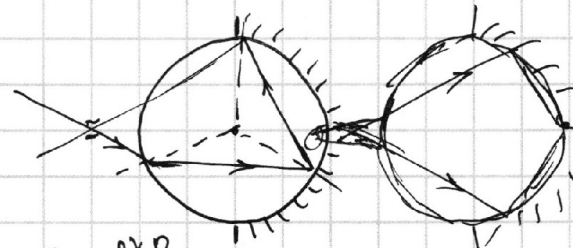
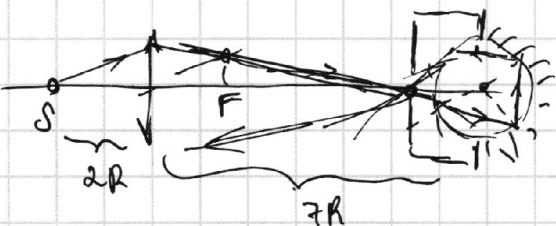
$$p_{\text{H}}(97) = 91 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{H}} \cdot V = \frac{J}{\mu} n R T_0$$

$$p_{\text{H}} \cdot V = J R T_0$$

$$p_{\text{H}}' V = \frac{12m}{\mu} R \cdot T_1$$

$$p_{\text{H}}' V = J R T_1$$



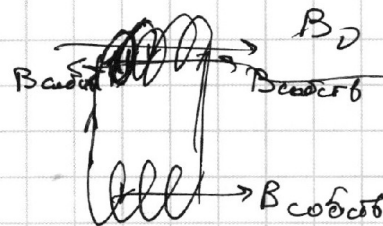
$$R=0 \rightarrow \Phi_E = \text{const.} \quad E_{\text{II}} = \frac{2kp}{r^3}$$

$$L = \Phi / I \rightarrow \Phi = LI$$

$$\Phi = B \cdot n \cdot S$$

$$B_0 \cdot n \cdot S = I(6L - L)$$

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



$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - n S \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}1} = - L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}2} = - 6L \frac{dI}{dt}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 37 \\ 14 \\ 148 \\ 37 \\ 5180 \end{array} \quad \begin{array}{r} 910 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ -273 \\ 7 \\ 1911 \\ -2591 \\ 137 \\ 259 \\ 518 \\ 910 \\ 455 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4557 \\ -4215 \\ 35 \\ 35 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1911 \\ -750 \\ 1161 \end{array}$$



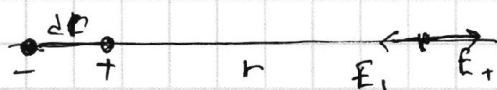
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!



$$E_+ = \frac{kq}{r^2} \quad E_- = -\frac{kq}{(r+d)^2}$$

$$E_+ + E_- = \frac{kq}{r^2} - \frac{kq}{r^2 + 2rdr} = \frac{2kq \cdot r dr}{r^2(r^2 + 2rdr)} = \frac{2kp}{r^3}$$



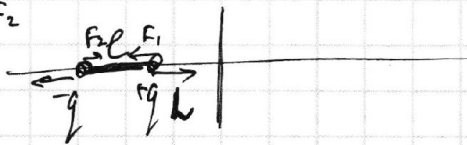
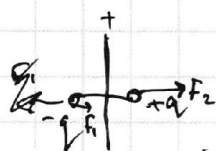
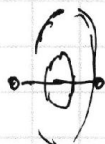
$$\varphi = \frac{kq}{R}$$

$$d\varphi = \frac{kq \cdot d\sigma}{r^2}$$

$$\varphi = kq \cdot \sigma$$

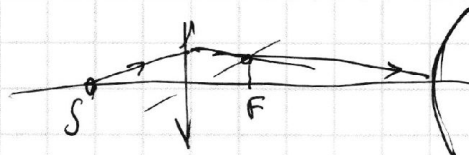
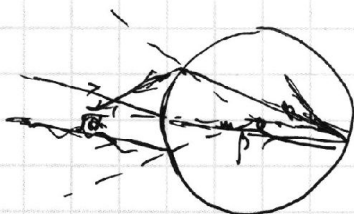
$$d\varphi = k \frac{dq}{r^2} = \frac{k}{r^2} \cdot \sigma \cdot d\sigma \cdot dr$$

$$\varphi = 2k\sigma\pi R$$



$$d = n\lambda$$

$$\frac{1911}{411} \Big| \frac{50}{38}$$



$$t^* = 60$$

$$2 \cdot \frac{82}{574}$$

$$574 + 1911 = 2485$$

$$\frac{420 + 1911}{50} = \frac{2331}{50} = 46,62$$

$$567 + 1911 = 4970 = 2478$$

$$t^* = 90$$

$$\frac{630 + 1911}{50} = \frac{2541}{50} = 50,82$$

$$4956$$

$$t^* = 80 \quad \frac{560 + 1911}{50} = \frac{2471}{50} = 49,42$$