



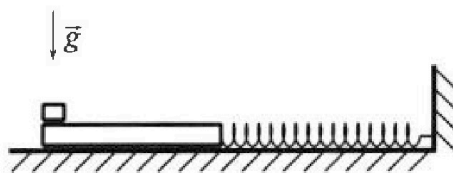
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

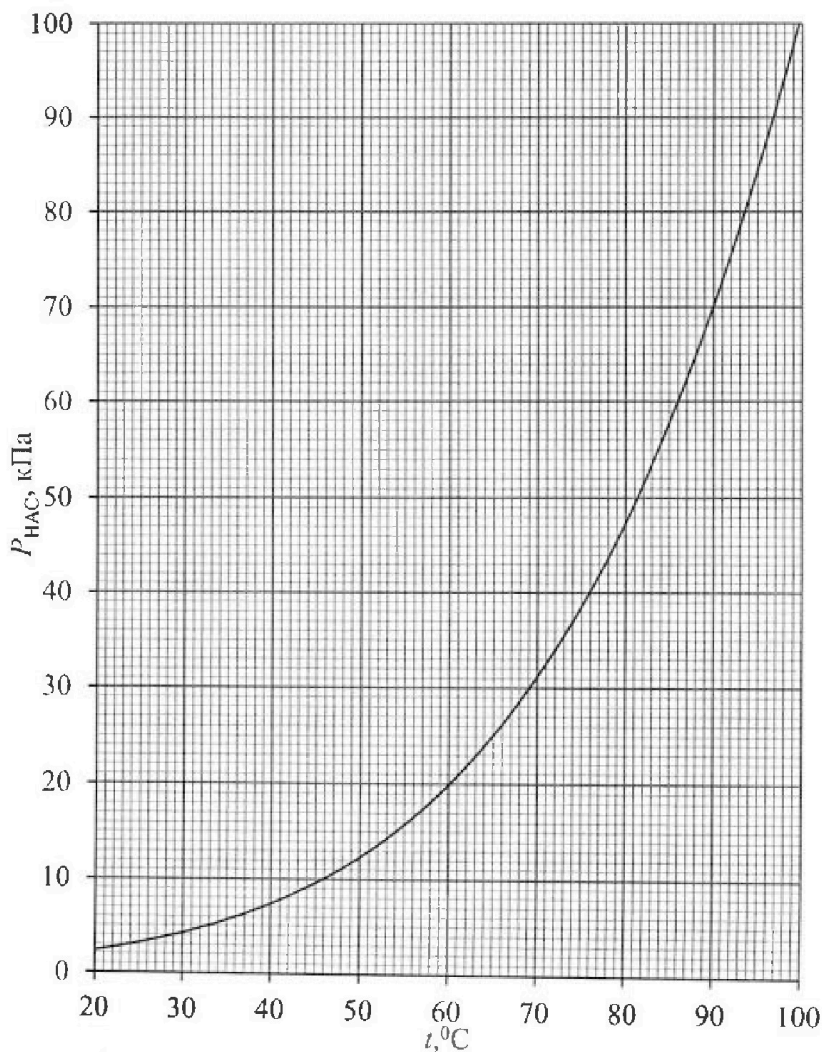


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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.





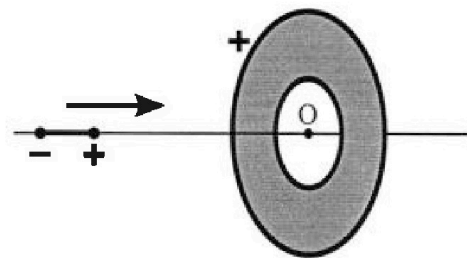
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

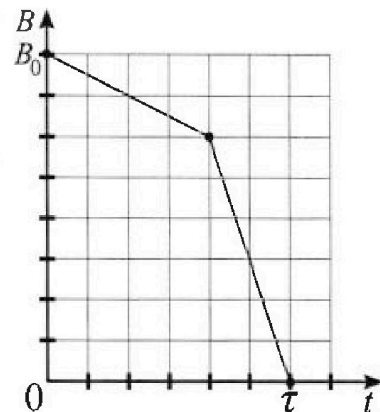
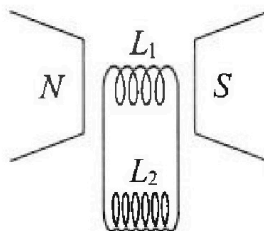


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



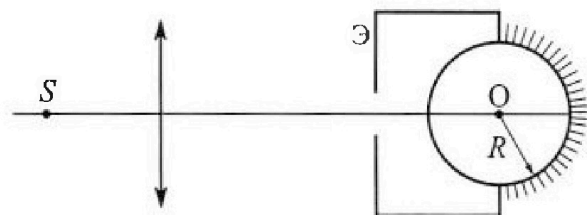
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

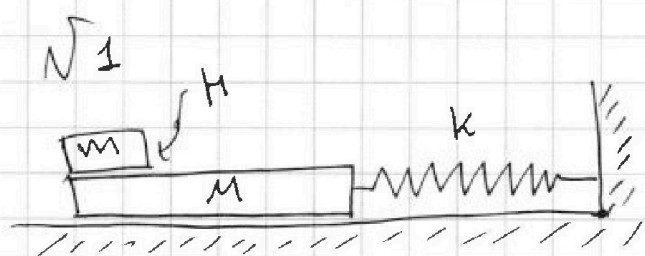


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

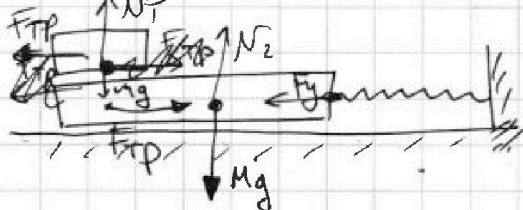
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Чистовик

$$\begin{aligned} M &= 2 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 50 \text{ Н/м} \\ \mu &= 0,3 \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ \pi &\approx 3 \end{aligned}$$

Произвольный момент времени:



Т.к. брусок движется относительно доски, то между ними есть проскальзывание

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N_1 = \mu mg$$

Брусок относительно ~~доски~~ земли движется равноускоренно с ускорением $a_{\text{бр}} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$

Ускорение доски достигает 0, когда $F_{\text{тр}} = F_y$

$$\mu mg = kx_1 \Rightarrow x_1 = \frac{\mu mg}{k} = \frac{3 \cdot 1}{50} = 6 \text{ см}$$

← сжатие пружины в этот момент

В этот момент скорости бруска и доски сравнялись

1) Их относительное ускорение впервые станет равно нулю когда будут равны их ускорения относительно

$$\text{Земли: } a_{\text{бр}} = a_g \Rightarrow a_{\text{бр}} = \mu g ; a_g = \frac{F_y - F_{\text{тр}}}{M} =$$

$$= \frac{kx_2 - \mu mg}{M} \Rightarrow \mu g = \frac{kx_2 - \mu mg}{M} \Rightarrow \mu Mg = kx_2 - \mu mg$$

$$1) x_2 = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{50} = \frac{9}{50} \text{ м} = 18 \text{ см}$$



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!

2) Для доски происходят колебания ^{Частоты} с ^{сдвигающейся} ^{положением} равновесия из-за сил трения

Период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$. Когда уск-е доски становится равным 0, она достигает макс. скорости $\Rightarrow$ т.е. проходит четверть периода

$T = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$ За это время брусок приобрел скорость $v = a \cdot \frac{T}{4} = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$, скорость доски такая же. Теорема об изменении кин. энергии.

$$A_{\text{внеш}} = \Delta K, \Delta K = \frac{(M+m)}{2} v^2, A_{\text{внеш}} = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}$$

Работа сил упругости

(т.к. сила трения - внутр. сила)

x_0 - начальное сжатие

$$\frac{kx_1^2}{2} + \Delta K = \frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow x_0^2 = x_1^2 + \frac{2\Delta K}{k}$$

$$Ma_0 = kx_0 - \mu mg$$

нач. уск-е

$$T = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{a}{50}} = 1,5 \cdot \frac{1}{5} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ с}$$

$$v = \mu g T = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м/с}; \Delta K = \frac{3}{2} \cdot 0,81 =$$

$$= \frac{2,43}{2}; x_0^2 = 0,18^2 + \frac{2,43}{50} = 0,0324 + 0,0486 = 0,081 \Rightarrow x_0^2 \approx 801 \text{ см}^2 \Rightarrow x_0 \approx 28 \text{ см}$$

$$a_0 = \frac{kx_0 - \mu mg}{M} = \frac{50 \cdot 0,28 - 3}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) 18 см; 2) 5,5 м/с².



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.



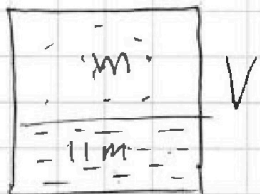
СТРАНИЦА

1 из 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!

N2

Чистовик



Для начальной ситуации:

$$T_0 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

УМК:

$$p_1 V = \nu_0 R T_0 \quad (p_1 - \text{давление в сосуде до нагревания})$$

Т.к. вода и влажный воздух обозначим m - массу пара в начале, а $11m$ - массу воды в начале, тогда $\nu_0 = \frac{m}{\mu}$

Т.к. в конце вся вода превращается в пар, то масса пара в конце равна $m + 11m = 12m \Rightarrow$ отношение

масс пара в конце и в начале нагревания $\frac{12m}{m} = 12 = k$

2) Испарение воды прекратится $\rightarrow$ масса пара станет равна $12m$, в этот момент он ещё будет являться насыщенным, тогда УМК:

$$p_2 V = \nu_1 R T^*$$

$$p_2 V = 12 \nu_0 R T^*$$

(T^* - искомая температура в Кельвинах,

$\nu_1 = 12 \nu_0$ (т.к. $k=12$), p_2 - давление

насыщ. пара при темп. T^*)

Вернёмся к начальной ситуации, т.к. влажный воздух и вода находились в равновесии, то пар был насыщенным и его давление при темп. t_1 равно $p_1 = 3,5 \text{ кПа}$ (из графика)

Получаем: $p_1 V = \nu_0 R T_0 \Rightarrow \frac{\nu_0 R}{V} = \frac{p_1}{T_0}$

Подставим во вторую ситуацию

$$p_2 = 12 p_1 \cdot \frac{T^*}{T_0} \Rightarrow \frac{p_2}{T^*} = \frac{12 p_1}{T_0} = \frac{12 \cdot 3,5}{300} = \frac{42}{300} = \frac{7}{50} = 0,14 \text{ кПа/К}$$

$$T^* = t^* + 273$$

число в град

$$\Rightarrow \frac{p_2}{t^* + 273} = 0,14 \text{ кПа/К}$$

Продолжение задачи на стр. 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!

Чистовик

Подберём комбинации точек, ~~которые~~ ^{которые} удовлетвор

$$\frac{p}{t+273} = 0,14 \text{ кПа/К} \quad (\text{где } t - \text{числовое значение темп. в Кельвинах})$$

Например: $p = 42 \text{ кПа}$, $t = 27^\circ\text{C}$; $p = 49 \text{ кПа}$, $t = 77^\circ\text{C}$

По этим точкам проведём прямую на графике (т.к. на условиях писать нельзя, то просто приложим линейку к этим двум точкам и посмотрим, где она пересечёт изобрах. график) $\rightarrow$ получаем точку

$$p_2 = 51 \text{ кПа}, t^* = 81^\circ\text{C} \Rightarrow 2) t^* = 81^\circ\text{C}$$

3) В конце температура $t = 97^\circ\text{C}$, давление насыщенных паров при этой температуре $p_n = 91 \text{ кПа}$
Давление влажного воздуха в конце найдём из УМК:

$$p_k V = 12 \nu_0 R T_k \quad (T_k = 97 + 273 = 370 \text{ K})$$

$$p_k = 12 \frac{\nu_0 R}{V} T_k = 12 \cdot \frac{p_1}{T_0} T_k = 12 \cdot 3,5 \cdot \frac{370}{300} = 42 \cdot \frac{37}{30} = 37 \cdot 1,4 = 51,8 \text{ кПа}$$

$$\text{Тогда } \varphi = \frac{p_k}{p_n} \cdot 100\% = \frac{51,8}{91} \cdot 100\% \approx 57\%$$

Ответ: 1) 12, 2) 81°C , 3) 57%



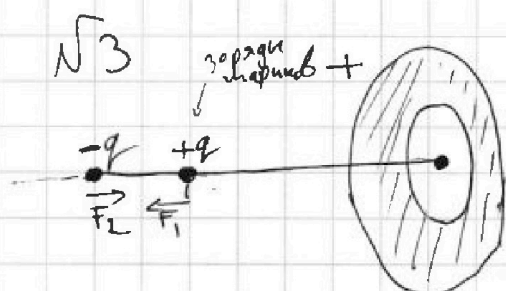
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Чистовик



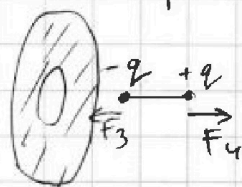
По въезда в отверстие
положит. заряд. заряд отталкивает
от диска, а отрицат. - притягивается

Т.к. положит. заряд находится ближе, то сила F_1 (влево) действует на него больше, чем F_2 (вправо) со стороны диска

при подезде к диску диполь тормозит

Когда диполь заехал частично, он разгоняется, т.к. сила отталкивания между $+q$ и диском напр-на вправо и сила притяжения между $-q$ и диском тоже направлена вправо. ~~но сила притяжения больше~~

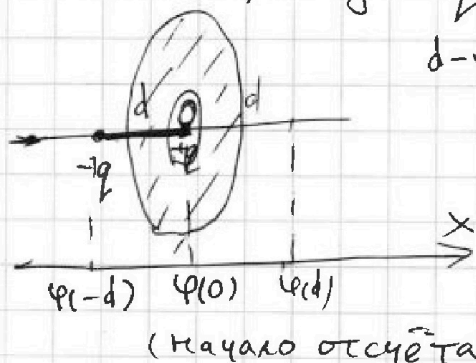
При вылете из диска он снова начинает тормозить, т.к. теперь сила притяжения больше силы отталкивания и она направлена влево: (больше, т.к. $-q$ ближе)



$$F_3 > F_4$$

Тогда, чтобы диполь пролетел через диск, он должен иметь скорость больше 0 в момент, когда $+q$ входит в диск

d - длина диполя



(начало отсчёта в центре диска)

В силу симметрии диска, слева и справа от него на одинак. расстоянии он создаёт равные потенциалы: $\varphi(x) = \varphi(-x)$

Продолжение на стр. 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!

Чистовик

Тогда запишем ЗЭ для мин. скорости v_0

$$1) \frac{2mv_0^2}{2} = 0 + q \cdot \varphi(0) - q \cdot \varphi(-d) = mv_0^2$$

(m - масса одного заряда)

Теперь рассмотрим ситуацию с уменьш. вдвое зарядами:

ЗЭ:

$$2) \frac{2mv_0^2}{2} = \frac{q}{2} \varphi\left(\frac{d}{2}\right) - \frac{q}{2} \varphi\left(-\frac{d}{2}\right) + \frac{2m\mu^2}{2} \quad (\mu - \text{скорость диска при пролёте центра}$$

$$\text{диска через центр отверстия})$$

$$v_0^2 = \mu^2 \Rightarrow \mu = v_0$$

2) Минимальная скорость при начале вхождения в диск: $v_{\min}$.

ЗЭ:

$$3) \frac{2mv_0^2}{2} = \frac{q}{2} \varphi(0) - \frac{q}{2} \varphi(d) + \frac{2mv_{\min}^2}{2}$$

$$mv_0^2 = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot mv_0^2}_{\text{из зр-я (1)}} + mv_{\min}^2 \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = v_{\min}^2$$

$$v_{\min} = \frac{v_0 \sqrt{2}}{2}$$

сразу

Максимальная скорость сразу после полного выхода из диска: ЗЭ:

$$4) mv_0^2 = \frac{q}{2} \varphi(-d) - \frac{q}{2} \varphi(0) + mv_{\max}^2 \quad \leftarrow \text{макс. скорость}$$

$$mv_0^2 = \frac{1}{2} \left(q \varphi(0) - q \varphi(-d) \right) + mv_{\max}^2$$

$$= \frac{\sqrt{6}}{2} v_0^2 \Rightarrow \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{\sqrt{6} v_0}{\frac{v_0 \sqrt{2}}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{3}$$

Ответ: 1) v_0 , 2) $\sqrt{3}$.



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 ☐

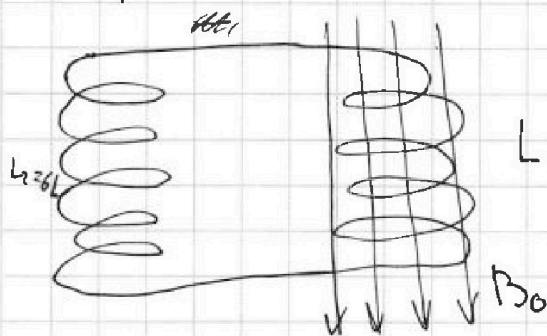
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

№4

Числовик

$$L_1 = L, L_2 = 6L, n, B_0, S_1, \tau$$



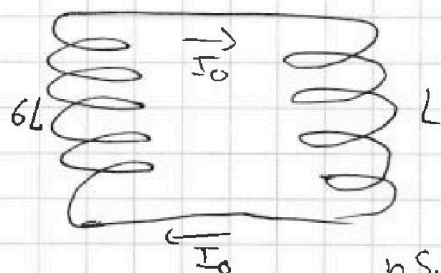
$$L_1 = L$$

1) Т.к. в начале тока в катушках нет, то ~~поток~~ суммарный поток

равен потоку внешнего поля через катушку с L_1 :

$$\Phi_0 = B_0 n S_1. \text{ Т.к. суммарный поток сохраняется, а в конце}$$

магнитного поля нет, то поток складывается через собственные потоки в катушках, в которых течёт ток I_0



$$\Phi_1 = L I_0 + 6L I_0$$

$$\Phi_1 = \Phi_0$$

$$B_0 n S_1 = 7L I_0$$

$$n S_1 B_0 = 7L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{7L}$$

2) Для нахождения заряда нужно разбить выключение поле на два участка (их граница - излом на графике)

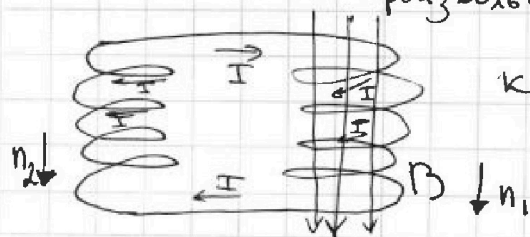
1) от 0 до $\frac{2}{3}\tau$:

$$k_1 = -\frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{2}{3}\tau} = -\frac{3}{8}\frac{B_0}{\tau}$$

2) от $\frac{2}{3}\tau$ до τ :

$$k_2 = -\frac{\frac{6}{8}B_0}{\frac{\tau}{3}} = -\frac{9}{4}\frac{B_0}{\tau}$$

Система в произвольный момент:



По току определяем нормаль к катушкам

Продолжение задачи на стр. 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!

Чистовик

Продолжение задачи 2

Тогда поток внешнего поля + собств. поток катушек:

$$\Phi_0 = B n S_1 + 7L I$$

В контуре возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$, по Второму правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = \sum I R \quad \Rightarrow \quad \mathcal{E}_i = 0 \Rightarrow -\frac{dB}{dt} n S_1 + 7L \frac{dI}{dt} = 0$$

↑
сумма падений напряжений

Для участка от 0 до $\frac{2}{3}\tau$:

$$-dB n S_1 - 7L dI = 0$$

$$7L dI = -dB n S_1$$

$$dI = -\frac{dB n S_1}{7L} \Rightarrow \int dI \cdot \tau = -\frac{n S_1}{7L} \int dB \tau$$

$$q_1 = \frac{n S_1}{7L} \cdot \left(\frac{B_0 + \frac{2}{3}B_0}{2} \cdot \frac{2}{3}\tau \right) = \frac{n S_1}{7L} \cdot \frac{7B_0}{12} \tau = \frac{B_0 n S_1 \tau}{12L}$$

↑
от 0 до $\frac{2}{3}\tau$

↑
протект. заряд

↑
пропорц. площади под графиком

Аналогично для участка от $\frac{2}{3}\tau$ до τ :

$$q_2 = \frac{n S_1}{7L} \left(\frac{2}{4} B_0 \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{n S_1}{7L} \cdot \frac{B_0 \tau}{8} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{56L}$$

↑
от $\frac{2}{3}\tau$ до τ

$$q = q_1 + q_2 = \frac{B_0 n S_1 \tau}{L} \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{56} \right) = \frac{17 B_0 n S_1 \tau}{168 L}$$

↑
за всё время

Ответ: 1) $\frac{B_0 n S_1}{7L}$, 2) $\frac{17 B_0 n S_1 \tau}{168 L}$.



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.

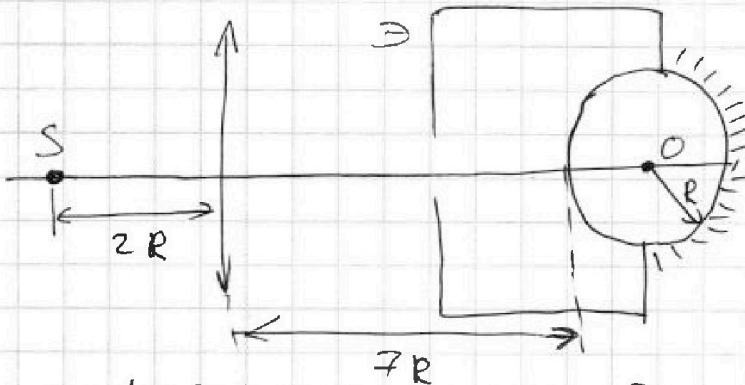
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

№5

Черновик

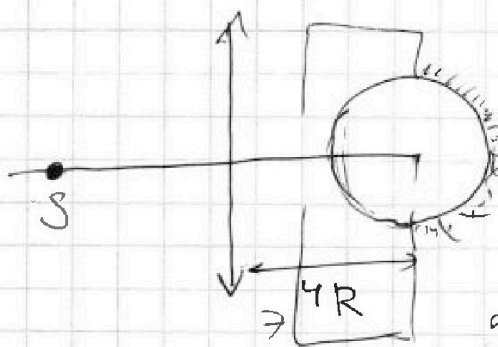


- 1) Чтобы положение изображения источника совпадало с положением источника вне зависимости от показателя преломления, изображение источника в линзе должно попасть в центр шара (т.к. при падении лучей на зеркало из т.О они вернутся в нее обратно, т.к. угол падения 0)

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{5}{8R} \Rightarrow F = \frac{8R}{5}$$

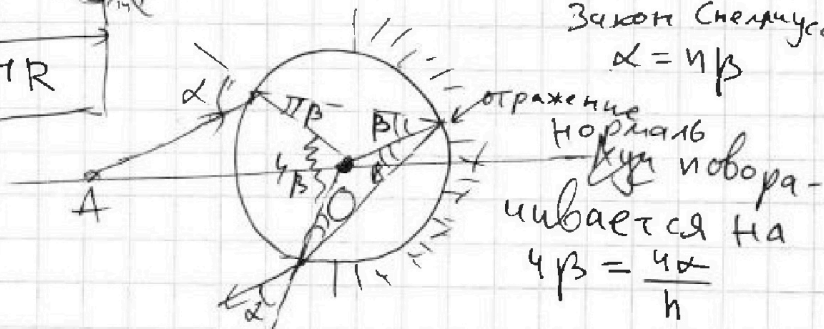
- 2) Рассмотрим смещение центра шара:



(изображение в линзе остается там же на $8R$)

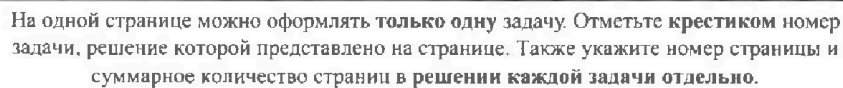
Рассмотрим преломление и отражение в шаре

Закон Снеллиуса:
 $\alpha = \pi/2$



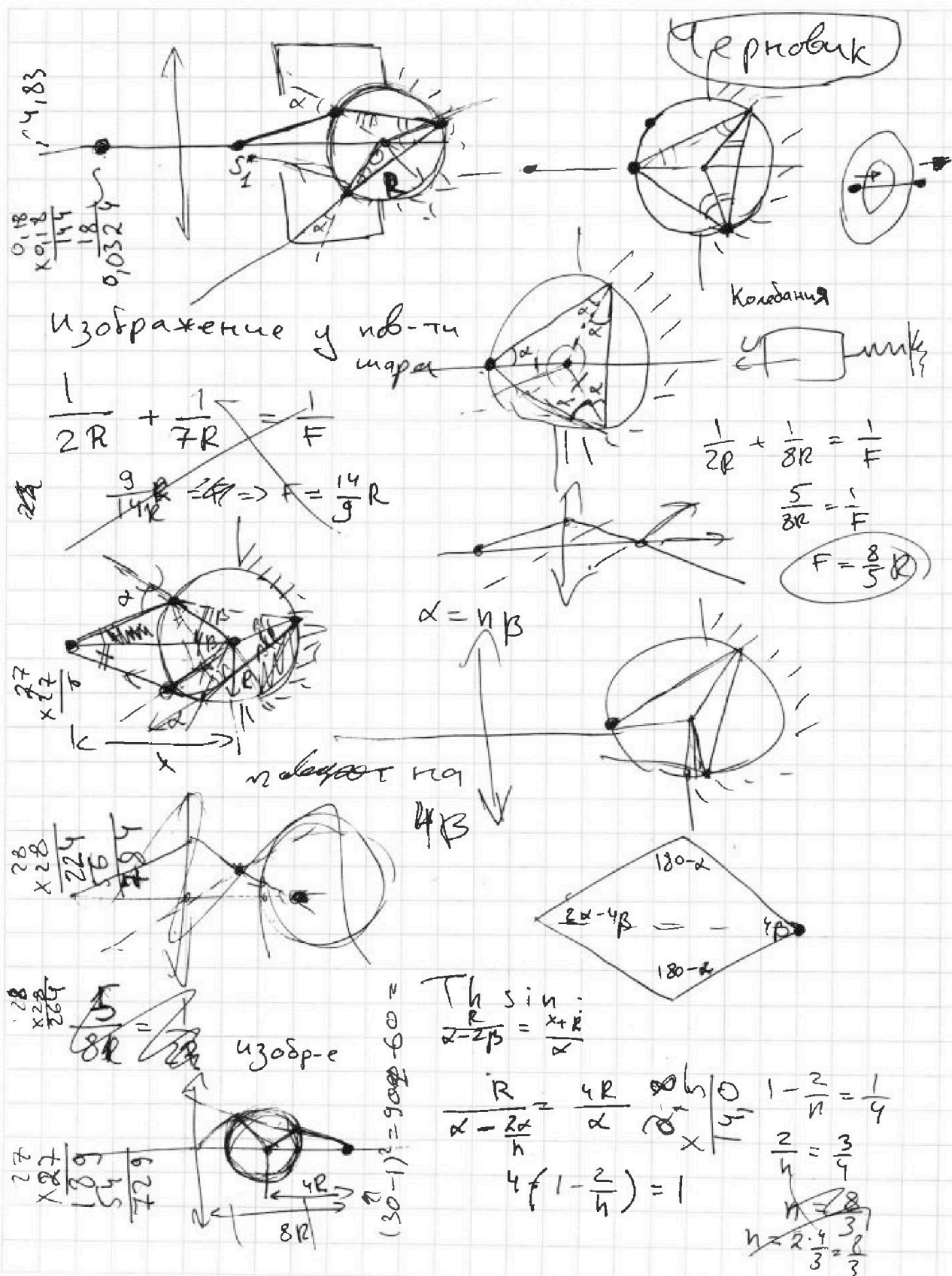
отражение
нормаль
поворачивается на
 $4\beta = \frac{4\alpha}{n}$

X - расст. от центра изображения до шара



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.

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!

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 3,5 \\ \hline 60 \\ 36 \\ \hline 42,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 300 \overline{) 6} \\ -30 \overline{) 50} \\ \hline 20 \end{array}$$
$$t^* = 27 \rightarrow T = 300$$
$$P_2 = 42$$

$$t_1 = 77 \rightarrow T = 350$$

$$P_2 = 350 \cdot 0,14 = 49 \text{ кПа}$$

$$50 \text{ кПа}$$
$$81^\circ \text{C}$$

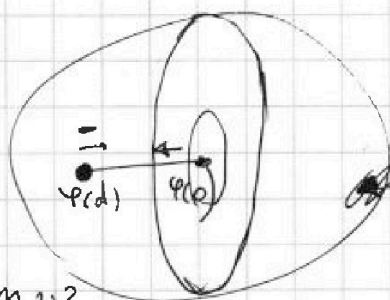
$$\frac{50}{354} = \frac{25}{177}$$

$$\frac{49}{350} = \frac{7}{50} = 0,14$$

$$\frac{42}{30} = \frac{14}{10} = 1,4$$

$$\frac{1}{4} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{14} \right) = \frac{1}{4} \cdot \frac{17}{42} = \frac{17}{168}$$

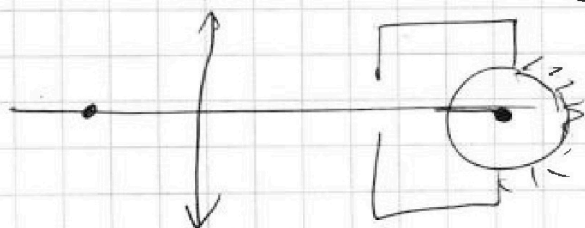
$$\begin{array}{r} 56 \overline{) 4} \\ -4 \overline{) 14} \\ \hline 16 \end{array}$$



— притяг
+ отталки

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = q \cdot \varphi(0) - q \cdot \varphi(d)$$

$$m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} m v_1^2$$



$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 1,4 \\ \hline 140 \\ 35 \\ \hline 49,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 81 \\ \hline 354 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 354 \\ - 25 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 1,4 \\ \hline 148 \\ 37 \\ \hline 51,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51,8 \overline{) 910} \\ - 5180 \\ \hline 6300 \\ - 5460 \\ \hline 8400 \end{array}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 25 \overline{) 177} \\ - 250 \\ \hline 177 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 730 \\ - 708 \\ \hline 220 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 220 \\ - 177 \\ \hline 43 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 4 \\ \hline 172 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 5,5 \\ \hline 4550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 5,5 \\ \hline 4550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 6 \\ \hline 5460 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 6 \\ \hline 5460 \end{array}$$

$$\frac{v_0}{2} = u_2$$

$$u = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\begin{array}{r} Kx_0 \\ Kx_1 \\ \hline x_1 \quad x_0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 12 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$\frac{k(x_1 + x_0)(x_0 - x_1)}{2} = \frac{k}{2}(x_0^2 - x_1^2)$$