



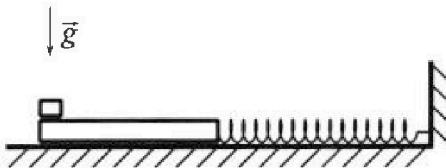
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого 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.

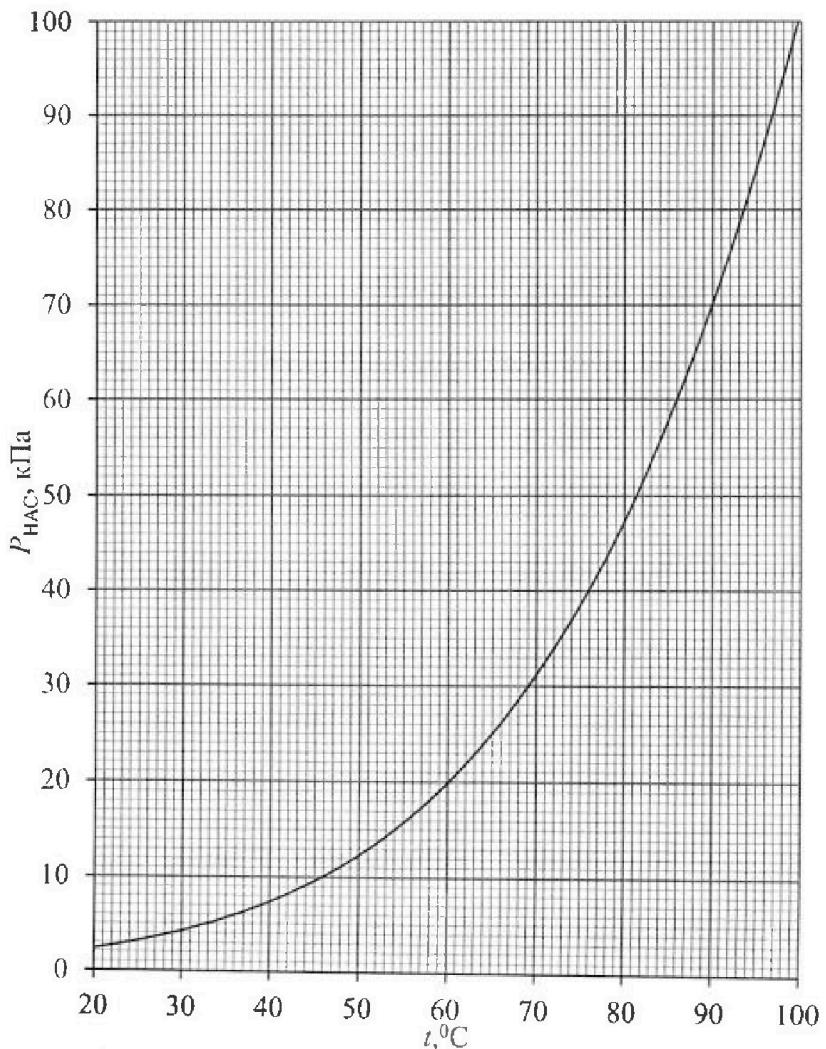


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. 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.



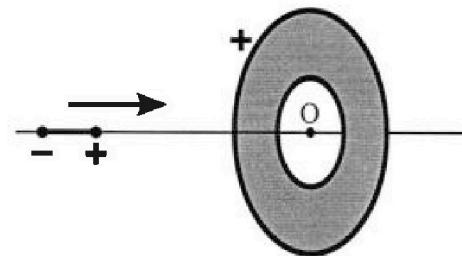
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-02



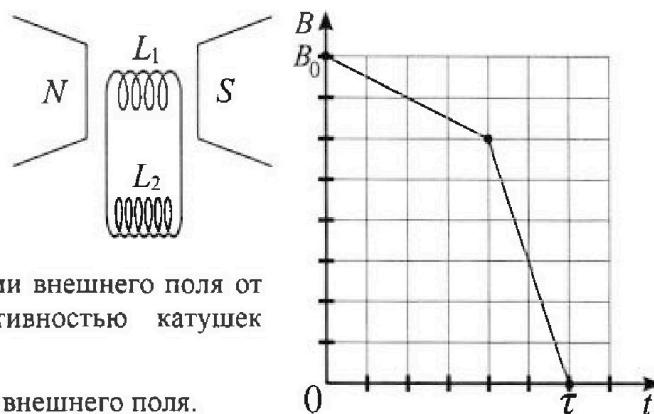
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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 .



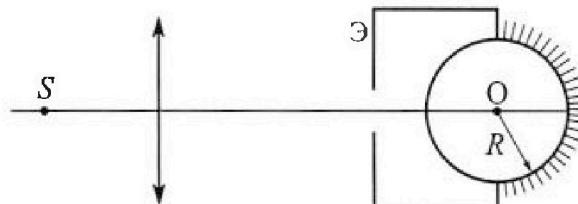
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 t . 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 50 \text{ Н/м}$$

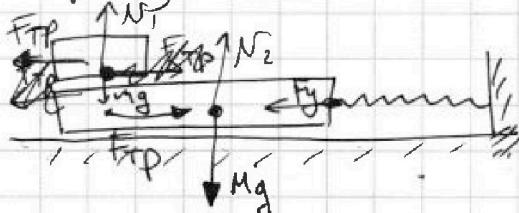
$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\pi \approx 3$$

Чертёжник

Пройдёт вольный момент времени:



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

$$\Rightarrow F_{tr} = F_{tr\max} = \mu N_1 = \mu mg$$

Брусков относительно доски движется равнозамедленно

$$a_{\text{бр}} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

Ускорение доски достигает 0, когда $F_{tr} = F_y$

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

В этот момент пружина 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 земли

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

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

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

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.

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

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 происходит колебание с ^{частотой} ~~составляющей~~ положением равновесия ~~из-за силы трения~~

Период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$. Когда доска становится равной 0, она достигает макс.

скорости \Rightarrow т. е. проходит четверть периода

$T = \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$ За это время бруск приобрел скорость $v = \omega \delta t = \omega \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$, скорость доски такая же

Теорема об изменении кин. энергии:

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

работа силы
упругости

(т. к. сила трения - внутр. сила)

x_0 - начальное сжатие

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

$$Ma_0 = kx_0 - \mu mg$$

$$T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{50}} = 1,5 \cdot \frac{1}{5} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ с}$$

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

$$= \frac{2,43}{2}; x_0^2 = 0,18^2 + \frac{2,43}{50} = 0,0324 + 0,0483 =$$

$$= 0,0801 \Rightarrow x_0^2 \approx 801 \text{ см}^2 \Rightarrow x_0 \approx 28 \text{ см}$$

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

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.

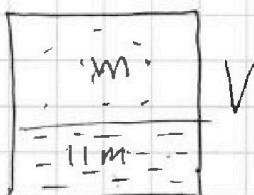
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

N2

Чистовик



Для начальной ситуации:

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

УМК:

$$P_1 V = \bar{V}_0 R T_0 \quad (P_1 - \text{давление в сосуде при нагревании})$$

Т.к. вода и влажный воздух обозначим m -массой пара в начале, а $11m$ - массой воды в начале, тогда $\bar{V}_0 = \frac{m}{M}$

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

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

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

$$P_2 V = \bar{V}_1 R T^* \quad (T^* - \text{искомая температура в Кельвинах},$$

$$P_2 V = 12 \bar{V}_0 R T^* \quad \bar{V}_1 = 12 \bar{V}_0 \quad (\text{т.к. } k=12), P_2 - \text{давление}$$

вернувшись к начальной \bar{V}_0 (насыщ. пара при темп. T^*)

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)

$$\text{Получаем: } P_1 V = \bar{V}_0 R T_0 \Rightarrow \frac{\bar{V}_0 R}{V} = \frac{P_1}{T_0}$$

Подставим во вторую ситуацию

$$P_2 = 12 P_1 \cdot \frac{T^*}{T_0} \Rightarrow \frac{P_2}{T^*} = \frac{12 P_1}{T_0} = \frac{12 \cdot 3,5}{300} = \frac{42}{300} = \frac{7}{50} = 0,14 \text{ кПа/К}$$

$$T^* = t^* + 273 \quad \text{число в град} \Rightarrow \frac{P_2}{t^* + 273} = 0,14 \text{ кПа/К}$$

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

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!



Подберём комбинации точек, в которых удовлетворяется

$$\frac{P}{T+273} = 0,14 \text{ kPa/K} \quad (\text{где } t\text{-числоэзтакие темп. в Кельвинах})$$

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

По этим точкам проведём прямую на графике (т.к. на условиях писать нельзя), то просто ирчло~~ж~~им линейку к этим двум точкам и посмотрим, где она пересечёт изображ. график) \rightarrow получаем точку

$$P_2 = 51 \text{ kPa}, t^* = 81^\circ\text{C} \Rightarrow 2) t^* = 81^\circ\text{C}$$

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

$$P_k \cdot V = 12 \cdot 10^{-3} R T_k \quad (T_k = 97 + 273 = 370 \text{ K})$$

$$P_k = 12 \cdot \frac{R}{V} T_k = 12 \cdot \frac{P_1}{T_0} T_k = 12 \cdot 3,15 \cdot \frac{370}{300} = 42 \cdot \frac{37}{30} = 37 \cdot 1,4 = 51,8 \text{ kPa}$$

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

Ответ: 1) 12, 2) 81°C , 3) 57%

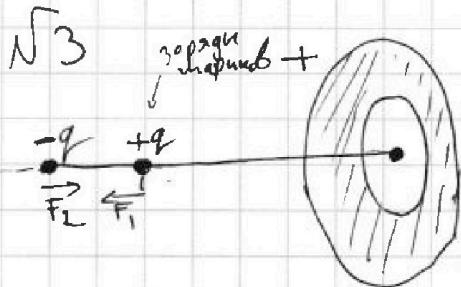
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 из 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

До звезды в отверстия

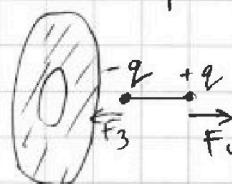
Положит заряд. Заряд отталкивается от диска, а отрицает - притягивается

Т.к. положит заряд. находится ближе, то сила F_1 (вправо) действует на него больше, чем F_2 на отрицат. \Rightarrow (с стороны диска)

При подъезде к диску диполь тормозит

Когда диполь заехал частично, он разгоняется, т.к. сила отталк. между $+q$ и диском направлена вправо и сила притяж-я между $-q$ и диском тоже направлена вправо. ~~Но это временно~~

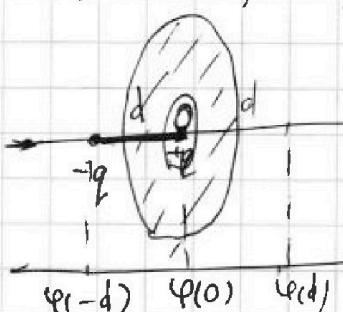
При вылете из диска он сковывается тормозит, т.к. теперь сила притяжения больше силы отталкивания и она направлена влево: (больше, т.к. $-q$ ближе)



Тогда, чтобы диполь прошел через диск, он должен иметь скорость большую

В момент, когда $+q$ входит в диск

д-рз диполя



В силу симметрии диска, слева и справа от него одинак. расстояния от центра создаёт равны потенциалы: $\Phi(x) = \Phi(-x)$

(начало отсчёта в центре диска)

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.

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

Тогда в запишем ЗСЭ 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 четырьмя - вдвое зарядами:

ЗСЭ:

$$2) \frac{2mV_0^2}{2} = \frac{q}{2} \varphi\left(\frac{d}{2}\right) - \frac{q}{2} \varphi\left(-\frac{d}{2}\right) + \frac{2mu^2}{2} \quad (u - \text{скорость диска при пролёте центра})$$

$$\cancel{mv_0^2} = \frac{q}{2} \varphi\left(\frac{d}{2}\right) - \frac{q}{2} \varphi\left(-\frac{d}{2}\right) + u_{42}^2 \quad (\text{диска через центр отверстия})$$

$$v_0^2 = u^2 = \cancel{u} = v_0^2$$

2) Минимальная скорость при начале вхождения

в диск: v_{min} .

ЗСЭ:

$$3) \frac{2mV_0^2}{2} = \frac{q}{2} \varphi(0) - \frac{q}{2} \varphi(d) + \frac{2mU_{min}^2}{2}$$

$$mv_0^2 = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot mv_0^2}_{\text{из уп-я (1)}} + mu_{min}^2 \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = u_{min}^2$$

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

сразу

Максимальная скорость ~~после~~ после полного выхода

из диска: ЗСЭ:

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

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

$$= \frac{\sqrt{6}}{2} v_0^2 + mu_{max}^2 \Rightarrow U_{max}^2 = \frac{3}{2} v_0^2 \Rightarrow U_{max} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} v_0 =$$

$$\frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{\sqrt{6} v_0}{2} \cdot \frac{2}{v_0 \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{2}} = \sqrt{3}$$

Ответ: 1) v_0 , 2) $\sqrt{3}$.



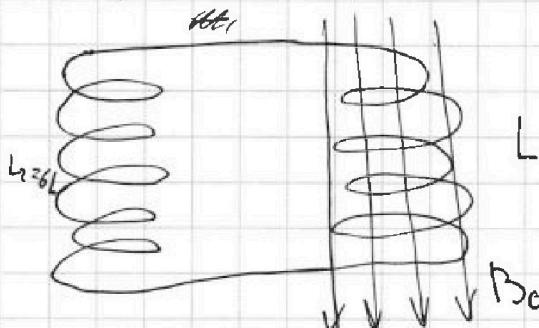
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

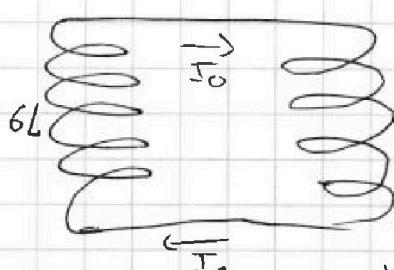


$$L_1 = L, L_2 = 6L, n_1, B_0, S_1, T$$

1) Т. к. в начале тока в катушках нет, то ~~поток~~ суммарный поток равен потоку внешнего поля через катушку с L_1 :

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

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



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

~~(потоки в катушках)~~

$$\Phi_1 = \Phi_0$$

$$B_0 n S_1 = 7L I_0$$

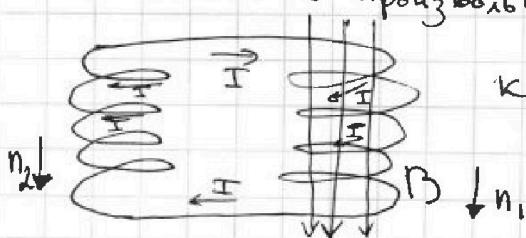
$$n S_1 B_0 = 7L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{7L}$$

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

1) от 0 до $\frac{2}{3}T$: 2) от $\frac{2}{3}T$ до T :

$$k_1 = -\frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{2}{3}T} = -\frac{3}{8} \frac{B_0}{T} \quad k_2 = -\frac{\frac{6}{3}B_0}{\frac{T}{3}} = -\frac{9}{4} \frac{B_0}{T}$$

Система в произвольный момент:



По току определяет 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.

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

$$\Phi_0 = B n S_1 + 7L\mathbb{I}$$

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

правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i = \sum \text{ИР} \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0 \Rightarrow -\frac{dB}{dt} n S_1 + 7L \frac{d\mathbb{I}}{dt} = 0$$

сумма падение напряжений

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

$$-\frac{dB}{dt} n S_1 - 7L d\mathbb{I} = 0$$

$$7L d\mathbb{I} = -\frac{dB}{dt} n S_1$$

$$d\mathbb{I} = -\frac{dB n S_1}{7L} \Rightarrow \underbrace{\sum d\mathbb{I} \cdot t}_{\substack{\text{протекший врем} \\ \text{протекший врем}}} = -\frac{n S_1}{7L} \underbrace{\sum dB t}_{\substack{\text{пропорц.} \\ \text{площадь под} \\ \text{графиком}}}$$

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

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

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

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

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.

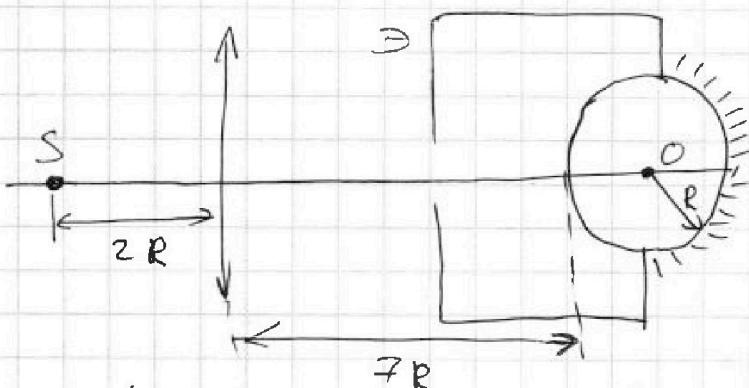
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

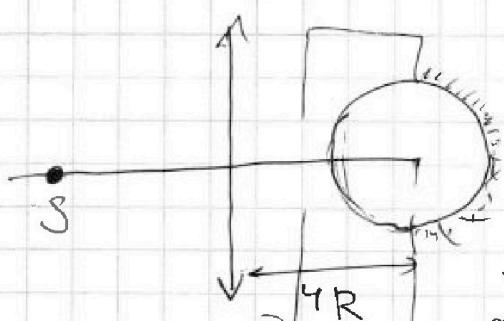


1) Чтобы положение изображения источника совпадало с положением источника вне зависимости от показателя преломления, изображение источника в линзе должно попасть в центр шара (т.к. при падении лучей на зеркало из т. О они возвращаются в неё обратно, т.к. угол падения = 0)

Формула тонкой линзы:

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

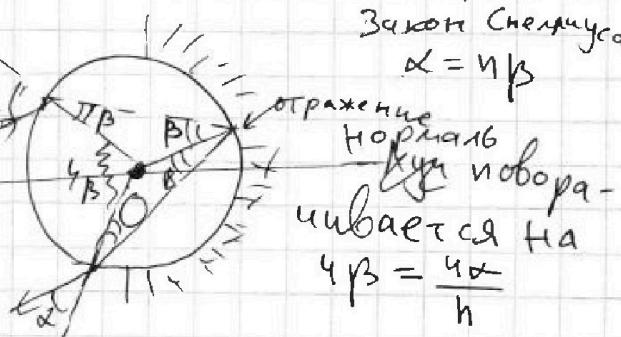
2) Рассмотрим смещение центра шара:



(изображение в линзе
остаётся тем же на
8R)

Рассмотрим преломление
и отражение в шаре

Закон Снеллиуса:
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$



отражение
нормаль
куда повер-
чивается на
 $4\beta = \frac{4\alpha}{n}$



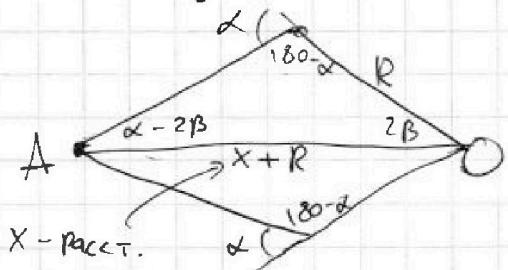
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

чертёж
Нам нужно получить возвращение в исходную точку:



X - расст.

от центра изображения
гомо

Th sin:

$$\frac{R}{\alpha - 2\beta} = \frac{x+R}{\alpha}$$

$$\frac{R}{1 - \frac{2}{n}} = x+R$$

$$1 - \frac{2}{n} = \frac{R}{x+R}$$

$$\frac{2}{n} = 1 - \frac{R}{x+R} \Rightarrow n = \frac{2}{1 - \frac{R}{x+R}}, \quad x = 3R$$

$$n = \frac{2}{1 - \frac{R}{4R}} = \frac{2}{1 - \frac{1}{4}} = 2 \cdot \frac{4}{3} = \frac{8}{3}$$

Ответ: 1) $F = \frac{8}{3}R$; 2) $n = \frac{8}{3}$.



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

183

Черновик

изображение у под-ти шара

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{9}{14R} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{14}{9}R$$

28

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

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

$\alpha = n\beta$

надо доказать

4β

5

изобр-е

$(3n-1)^2 = 900 - 60 = 840$

$\frac{2\pi}{2\pi} = \frac{0}{2\pi}$

$\frac{2\pi}{2\pi} = \frac{0}{2\pi}$

$\frac{R}{x - \frac{2\pi}{n}} = \frac{4R}{\alpha}$

$\frac{R}{x - \frac{2\pi}{n}} = \frac{4R}{\alpha} \quad \text{или} \quad \frac{R}{x - \frac{2\pi}{n}} = \frac{4R}{\alpha} \quad \text{или} \quad \frac{R}{x - \frac{2\pi}{n}} = \frac{4R}{\alpha}$

$4f(1 - \frac{2}{n}) = 1$

$1 - \frac{2}{n} = \frac{1}{4}$

$\frac{2}{n} = \frac{3}{4}$

$n = \frac{2 \cdot 4}{3} = \frac{8}{3}$



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Черновик

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

$$\begin{array}{r} 300 | 6 \\ -30 \quad | 50 \\ \hline 60 \\ 60 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,57 \\ \times 1,4 \\ \hline 140 \\ 35 \\ \hline 49,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ -177 \\ \hline 77 \\ 25 \\ \hline 177 \\ -177 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$P_2 = 350 \cdot 1,14 = 49 \text{ кПа}$$

$$50 \text{ кПа}$$

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

$$\frac{50}{354} = \frac{25}{172} \approx 0,14$$

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 51,8 \\ -518 \\ \hline 0,56 \\ -4550 \\ \hline 6300 \\ -5460 \\ \hline 8400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ \times 52 \\ \hline 4550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ -6829 \\ \hline 227 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 56 | 4 \\ -4 \quad | 14 \\ \hline 16 \end{array}$$

— притяг
+ отталк

$\frac{\Delta m v^2}{2} = q \cdot \varphi(0) - q \cdot \varphi(d)$
 $m v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot m v_0^2 + \frac{\Delta m v^2}{2}$
 $\frac{v_0}{2} = u^2$
 $u = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$
 $k(x_0 - x_1)^2 / 2 = k(x_0^2 - x_1^2)$