



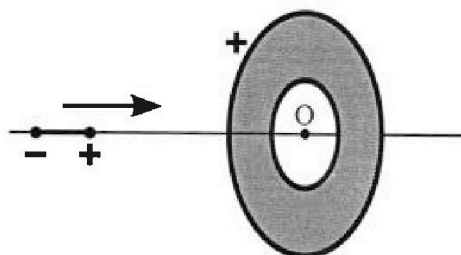
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



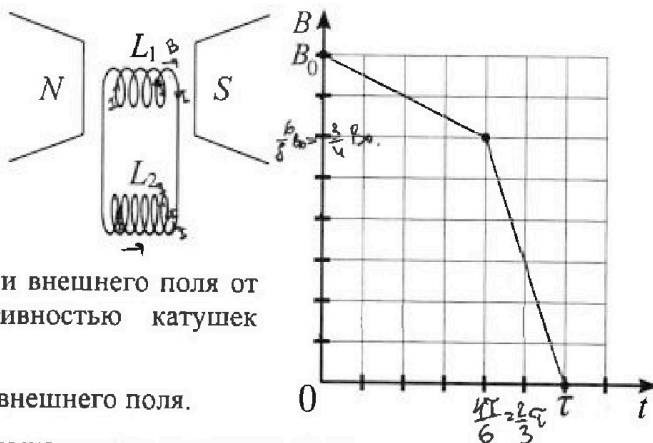
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

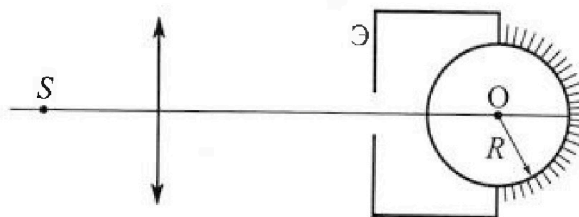
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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.

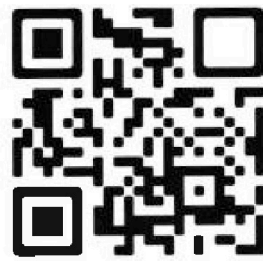
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



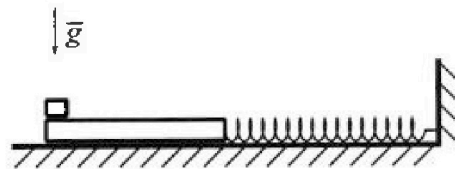
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

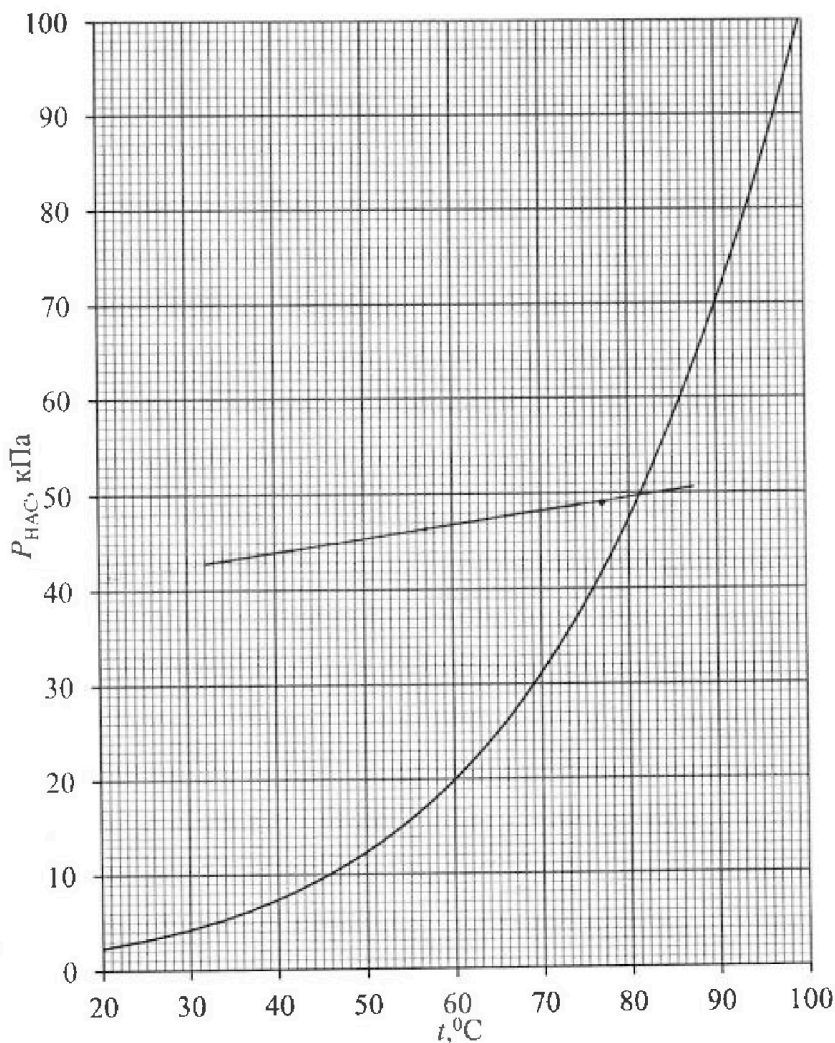


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





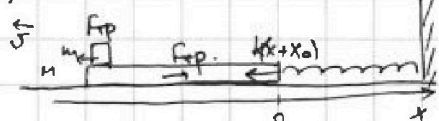
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№2
15, 14, 13



$$a_y = 0 \text{ (по условию)} \quad a_{\text{отн}} = 0.$$

$$1) \Delta x = ?$$

$$a_{\text{отн}} = 0.$$

x_0 - нач. смещение пружины

ускор. бруска относ. доски.

$$M a_{gx} = F_{гр} - k(x+x_0) \quad a_{\text{отн}x} = a_{gx} - a_{dx}.$$

$$m a_{dx} = -F_{гр}$$

Когда ускор. доски почти 0 в первый раз относ. движение прекращается (по условию)

Когда $a_{\text{отн}} = 0$. ~~$(M+m) a_{gx} = -k(x+x_0)$~~

$$F_{гр} \leq \mu N = \mu mg = 0,3 \cdot 1 \cdot 10 \text{ Н} = 3 \text{ Н}.$$

Если $F_{гр} > k(x+x_0)$ то движение не прекратится.

$F_{гр} = \mu N$ - во время движения бруска по доске.

Пока движение есть: $M a_x = \mu mg - k(x+x_0) \quad m a_{dx} = -\mu mg$

$$M \ddot{x} + kx = \mu mg - kx_0 \quad \ddot{x} + x \frac{k}{M} = \frac{\mu mg - kx_0}{M} \quad x = \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x = \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) (1 - \cos(\omega t))$$

$$\dot{x} = \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \sin(\omega t)$$

$$x(0) = 0 \Rightarrow A = -\left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow B = 0.$$

Относ. движ. прекратилось $\Rightarrow v_{\text{отн}x} = v_{\text{д}x} = v_{\text{б}x} = -\mu g t$

и в этот момент $a_g = 0$. $\mu mg = k(x+x_0) \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k} - x_0$

$$\left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) = \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) (1 - \cos(\omega t)) \Rightarrow \cos(\omega t) = 1 \Rightarrow \omega t = 2\pi n \quad t = T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$



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!

$t_0 = 27^\circ\text{C} \rightarrow t = 37^\circ\text{C} \rightarrow$ все вода стала паром.

В начале при t_0 равнение $p_0 V = \mu n_0 R T_0$ пар и вода в равновесии. $p_0 \approx 3,5 \text{ кПа}$.

$m_{\text{по}} = \mu n_{\text{по}} \quad m_{\text{н}} = \mu n_{\text{н}}$

$m_{\text{по}} = 11 \text{ г}$ $m_{\text{н}} = 11 \text{ г}$

Все вода стала паром $n_{\text{н}}' = n_{\text{по}} + n_{\text{н}} = 12 n_{\text{по}}$

В конце пар уже ненасыщен. $p' V = n_{\text{н}}' R T$

В процессе: $p V = n R T$ K конце $n_{\text{н}} = n_{\text{н}}'$

$p_0 = \frac{\mu n_{\text{по}} R T_0}{V}$ $p' = \frac{12 \mu n_{\text{по}} R T}{V}$

Уравнение воды прекратится когда $n_{\text{н}} = 12 n_{\text{по}}$ и $p' = p_{\text{нас}}$ при данной T .

$\frac{p'}{p_0} = \frac{12 n_{\text{по}} R T}{\mu n_{\text{по}} R T_0} \Rightarrow p' = \frac{12 T}{T_0} p_0$ — график зависимости пересечения

каждого с графиком зависимости $p_{\text{нас}}$ от температуры

дана. нуацию точку. $\frac{12 p_0}{T_0} = \frac{3,5 \text{ кПа} \cdot 12}{300 \text{ К}} = \frac{42 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$

Возьмем $t = 74^\circ\text{C}$, тогда $T = 300 \text{ К}$ тогда $p' = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{35}{30} \approx 49 \text{ кПа}$.

Возьмем $t = 57^\circ\text{C}$ $T = 330 \text{ К}$ $p' = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{330}{300} \approx 46,2 \text{ кПа}$.

Покажем пересечение по этим двум точкам ее пересечение в 81°C .

$t^* = 81^\circ\text{C}$ $p_{\text{нас}}(81^\circ\text{C}) = 91 \text{ кПа}$

$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}}$ $p' = \frac{12 n_{\text{по}} R T}{V}$ $p_0 = \frac{\mu n_{\text{по}} R T_0}{V} \Rightarrow p' = \frac{12 T}{T_0} p_0$

при 32°C $\varphi = \frac{12 T}{T_0} \frac{p_0}{p_{\text{нас}}} = \frac{12 \cdot (37 + 273)}{300} \cdot \frac{3,5}{91} = \frac{42 \cdot 37}{30 \cdot 91} = \frac{1554}{2730} \approx 0,57$

$\varphi = 0,57$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

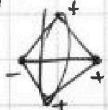
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



(энергия взаимодействия $q_1 \cdot q_2 / (4\pi\epsilon_0 r)$)
положительный заряд
Если диполь проходит центр, то расстояние от центра
вылетает Δx сила $F = k \cdot q \cdot p / r^3$
т.к. пока левый шар не вылетит
из центра диска
Эта сила со стороны диска
на диполь будет $\propto x$ и
диполь пролетит.

Изменение кин. энергии: $0 - \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_{вз} = 0$.
(т.к. $v_0 \rightarrow \min$, то в центре
в центре, $v = 0$, скорость 0).
Заряды уменьшили в 2 раз $W_{вз} = \frac{W_{вз0}}{2}$ т.к. $W_{вз} \propto kQq$, где Q -
геом.коэф. q - заряд диска
9-заряд шара в центре.

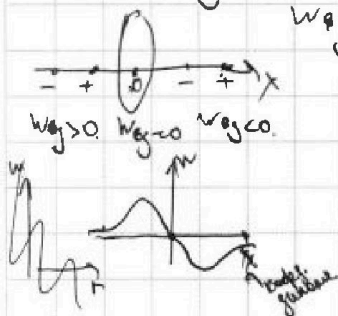
Когда центр. диполь в центре обвернется.



Энергия взаим. диска и диполя равна 0. (т.к.
одинак. расстояния как по разному заряженным шарам).

Измен. кин. энергии $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_{вз} = 0$. $\Delta W_{вз} < 0$ т.к.
на диске $q < 0$ и
в центре
энерг. в. равна 0.

$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W = 0 \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - W_{вз}$. $v_{\max}$ когда $W_{вз} \rightarrow \min$.
 $W_{вз} \rightarrow \min$ когда в центре $-q$ $\Rightarrow W_{вз \max} = \frac{W_{вз0}}{2}$
 $W_{вз \min} = -\frac{W_{вз0}}{2}$



$$\begin{aligned} \frac{mv_{\max}^2}{2} &= \frac{mv_0^2}{2} + \frac{W_{вз0}}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{4} = \frac{3mv_0^2}{4} \\ \frac{mv_{\min}^2}{2} &= \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{4} = \frac{mv_0^2}{4} \\ v_{\max} &= \sqrt{\frac{3}{2}} v_0 \\ v_{\min} &= \sqrt{\frac{1}{2}} v_0 \\ v_{\max} - v_{\min} &= \frac{v_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1) \end{aligned}$$

056



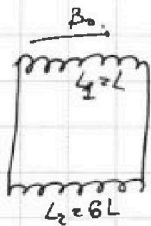
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№4.



$\Phi_0 = B_0 S_2 n$ — магнитный поток

т.к. сопротивление всех проводов и катушек мало, то он сохраняется.

В катушке ток I одинаков, т.к. они соединены последовательно.

Когда внешнее поле выключим.

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{d(B_0 S_1 n)}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -\frac{d(B_0 S_2 n)}{dt}$$

$$\Phi_1 = 4L I_0, \quad \Phi_2 = 6L I_0$$

т.к. обмотки в разное время

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$$

$$B_0 S_2 n = 5L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_2 n}{5L}$$

отв.

$$I \cdot dq = I dt$$

$$\mathcal{E}_1 = -5L \dot{I} + L \dot{I} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$5L \dot{I} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$5L dI = -S_2 n dB$$

$$dI = -\frac{S_2 n}{5L} dB$$

$$I = \frac{S_2 n}{5L} (B_0 - B)$$

$$I = \frac{S_2 n}{5L} (B_0 - B)$$

$$q = \int_0^T I dt = \int_0^T \frac{S_2 n}{5L} (B_0 - B) dt$$

$$q = \frac{S_2 n B_0 T}{5L} - \frac{S_2 n}{5L} \int_0^T B dt$$

площадь под графиком.

$$\int_0^T B dt = \frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{2}{3} T + \frac{1}{4} B_0 \cdot \frac{2}{3} T \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{3} T \cdot \frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{12} (6B_0 T + B_0 T + \frac{3}{2} B_0 T)$$

$$\int_0^T B dt = \frac{1}{12} \cdot \frac{12 + 2 + 3}{2} B_0 T = \frac{17}{24} B_0 T$$

$$q = \frac{S_2 n B_0 T}{5L} \left(1 - \frac{17}{24}\right) = \frac{S_2 n B_0 T}{5L} \cdot \frac{7}{24} \quad \left| q = \frac{7 S_2 n B_0 T}{120} \right| \text{ отв.}$$



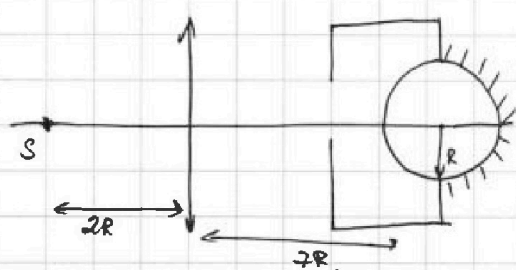
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

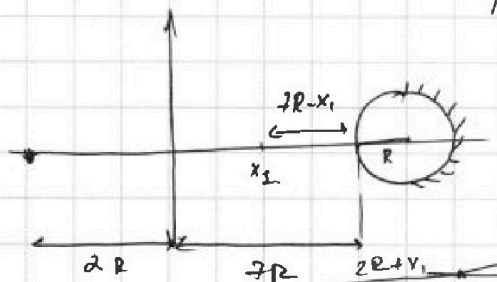
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



F-?

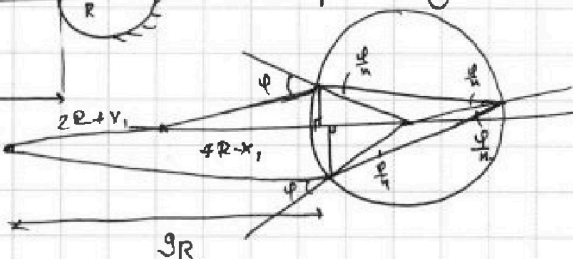
Экран нужен только для малых n
лучей, потому можем сделать его, считая
лучи малыми.



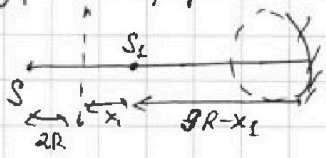
При прохождении луча: $\frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F}$ (по линзе)
луча $\rightarrow$ изображение действительное.

У шара показатель n .

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{2R - F}$$



Если при любом показателе преломления изображение совпадает с источником то при $n=0$ тоже. Тогда будет просто зеркало сферическое и линза всегда.



У сферического зеркала $f_0 = \frac{R}{2}$

$$\frac{1}{2R - x_1} + \frac{1}{11R} = \frac{2}{R}$$

не этом расстоянии α зеркала изображение

$$\frac{11R + 2R - x_1}{11R(2R - x_1)} = \frac{2}{R}$$

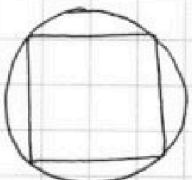
$$\frac{20R - x_1}{11(2R - x_1)} = 2 \Rightarrow 2(20R - 11x_1) = 22R$$

$$198R - 22x_1 = 22R \Rightarrow x_1 = \frac{176R}{22} = 8R$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{21}{178R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{21 + 89}{178R} \Rightarrow F = \frac{178R}{110} = \frac{89}{55} R$$



Разделим шар на две тонкие линзы и пласт. пар.

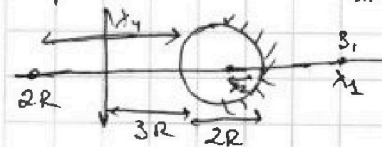
$$F_{\text{шар}} = \frac{R}{n-1} \Rightarrow F_1 = \frac{R}{n-1}$$

линз.

считает на расстояние $d = 2R/(n-1)$

У второй линзы такое же фокусное.

Перенесем:



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F}$$

от S_1 лучи проходят зеркало сфер.

$$\frac{1}{x_2} = \frac{1}{x_1 - 5R} + \frac{2}{R} = \frac{1}{178R - 5R} + \frac{2}{R} = \frac{21}{173R} + \frac{2}{R} = \frac{167}{73R}$$

$$\frac{1}{x_1 - 5R} - \frac{1}{x_2} = -\frac{2}{R}$$

т.к. зеркало выпуклое

$$\frac{1}{x_1 - 5R} = \frac{1}{x_2} - \frac{2}{R} = \frac{167}{73R} - \frac{2}{R} = \frac{167 - 146}{73R} = \frac{21}{73R}$$

$$x_2 = \frac{73}{167} R$$



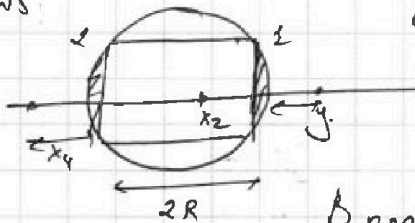
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№5



В 1 мизе. преопишем:

$$\frac{1}{x_2} + \frac{1}{y} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{y} = -\frac{1}{x_2} + \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{-167}{73R} + \frac{n-1}{R} = \frac{-167+73(n-1)}{73R}$$

$$y = \frac{73R}{-167+73(n-1)}$$

В пластине

отсекается $d = 2R \left(\frac{n-1}{n} \right)$

т.е. $x_3 = y + 2R - d$

$$x_3 = \frac{73R}{-167+73(n-1)} + 2R - 2R + \frac{2R}{n}$$

$$x_3 = R \left(\frac{2}{n} + \frac{73}{-167+73(n-1)} \right)$$

2 мизе.

$$\frac{1}{x_3} + \frac{1}{x_4} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{x_4} = \frac{n-1}{R} - \frac{1}{x_3} = \frac{n-1}{R} - \frac{1}{R \left(\frac{2}{n} + \frac{73}{73(n-1)-167} \right)}$$

Снова работаем с источником звука.

$$x_4 = 5R$$

$$\frac{1}{5R} = \frac{n-1}{R} - \frac{1}{R \left(\frac{2}{n} + \frac{73}{73(n-1)-167} \right)}$$

$$\frac{1}{5} = n-1 - \frac{(73(n-1)-167)n}{4(73(n-1)-167) + 73n}$$

$$\frac{1}{5} = n-1 - \frac{n(73n-240)}{2(73n-240) + 73n}$$

$$\frac{1}{5} = n-1 - \frac{73n^2 - 240n}{219n - 480}$$

$$219n - 480 = 5(219n - 480)(n-1) - 5(73n^2 - 240n)$$

$$219n - 480 = 1095n^2 - 1085n - 2400n + 2400 - 365n^2 + 1200n$$

$$730n^2 - 2514n + 2880 = 0$$

$$365n^2 - 1257n + 1440 = 0$$

$$n \leq 1,4$$

[illegible]



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!

$$\begin{array}{r} 4 \times 12 \\ \times 3,5 \\ \hline 160 \\ 360 \\ \hline 420 \end{array}$$

$$p = \frac{420}{300} \cdot 300 = 420$$

$$p = 420 \cdot 300$$

$$420 \cdot 350$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ + 21 \\ \hline 254 \end{array}$$

$$37 + 273 = 370$$

$$420$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 30 \\ \hline 2730 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13650 \\ 18900 \\ 16380 \\ \hline 25200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 126 \\ \times 32 \\ \hline 252 \\ 2520 \\ \hline 4032 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ \times 2730 \\ \hline 110 \end{array}$$

$$50 = \frac{420}{300} \cdot 354$$

$$\begin{array}{r} 2356 \\ \times 42 \\ \hline 708 \end{array}$$

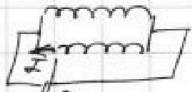
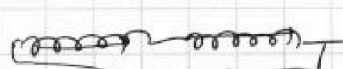
$$1416$$

$$\begin{array}{r} 1486,8 \\ - 12200 \\ \hline 2838 \\ - 2700 \\ \hline 138 \end{array}$$

$$p = q \cdot l$$

$$H = [M \times B]$$

$$p = q \cdot l$$



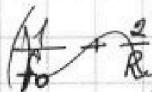
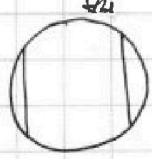
$$\mathcal{E}_i = L \dot{I}$$

$$\frac{dq}{dt} = I$$

$$L \frac{dI}{dt} + 6L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}$$

$$q = I \cdot t$$

$$B \cdot S \cdot n + 4L \cdot I = B_0 S \cdot h$$



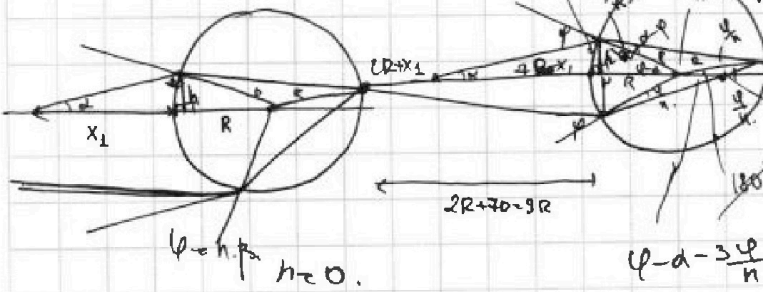
$$90^\circ - \alpha$$

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f_0}$$

$$\alpha = \frac{h_2}{7R - x_1}$$

$$\varphi - \alpha = \frac{h}{R}$$

$$\alpha = \frac{R(\varphi - \alpha)}{7R - x_1}$$



$$180 - \frac{2\varphi}{n} + \varphi - \alpha - \frac{\varphi}{n}$$

$$180 - (180 - \frac{2\varphi}{n}) - (\varphi - \alpha) = \frac{2\varphi}{n} - \varphi + \alpha$$

$$h_2$$

$$\varphi - \alpha = \frac{3\varphi}{n}$$



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
☐

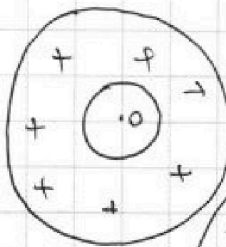
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

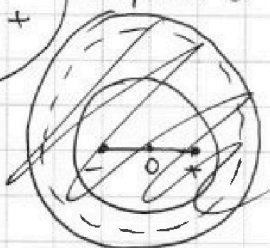


Умн. кин. $0 - \frac{m\dot{U}_0^2}{2} + 4W_{B3} \geq 0$
Энергия: 2

ката. $\dot{U}$ т.к. скорость минимальна, то в центре скорость равна 0.

$$\Delta W_{B3} = \frac{m\dot{U}_0^2}{2}$$
$$W_{B3} = \frac{m\dot{U}_0^2}{4}$$

W_0 — энергия взаимодействия диска и диска в центре.



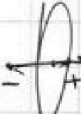
Диск заряжен положительно.



т.к. если для каждого шара $W = kqQ$, то $W_{B30} = \frac{W_{B30}}{2}$

Энергия взаимодействия диска и диска $W_{B3} \sim Q^2$ заряды пропорциональны, т.е. при увеличении заряда в два раза W_{B3} увеличивается в четыре раза.

Умн. кин. $\rightarrow$ энергия: $-\frac{m\dot{U}_0^2}{2} + \frac{mU^2}{2} + 4W_{B3} = 0$

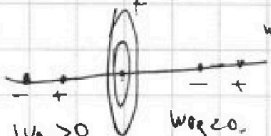


$$\frac{mU^2}{2} = \frac{m\dot{U}_0^2}{2} - \frac{W_{B30}}{2} = 0 \rightarrow \frac{mU^2}{2} = \frac{W_{B30}}{2} - \frac{m\dot{U}_0^2}{2}$$
$$\frac{mU^2}{2} = \frac{m\dot{U}_0^2}{2} - \frac{W_{B30}}{2} = \frac{m\dot{U}_0^2}{2} - \frac{m\dot{U}_0^2}{4} = \frac{m\dot{U}_0^2}{4}$$
$$U^2 = \frac{\dot{U}_0^2}{2} \quad \boxed{U = \frac{\dot{U}_0}{\sqrt{2}}}$$

$$\frac{m\dot{U}_0^2}{2} - \frac{m\dot{U}_0^2}{2} + 4W = 0$$

$\frac{m\dot{U}_0^2}{2} = \frac{m\dot{U}_0^2}{2} - W_{B3}$ ~~max~~ кин. энергия max, если W_{B3} min

$0 = W_{B3}$ $W_{B3} = 0$



т.к. $W_{B3} \propto r^2$ расстояние между шаром и диском.



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!

