



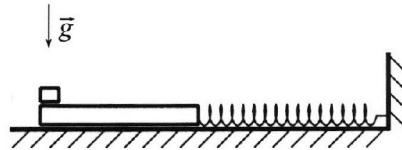
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ 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 $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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 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.

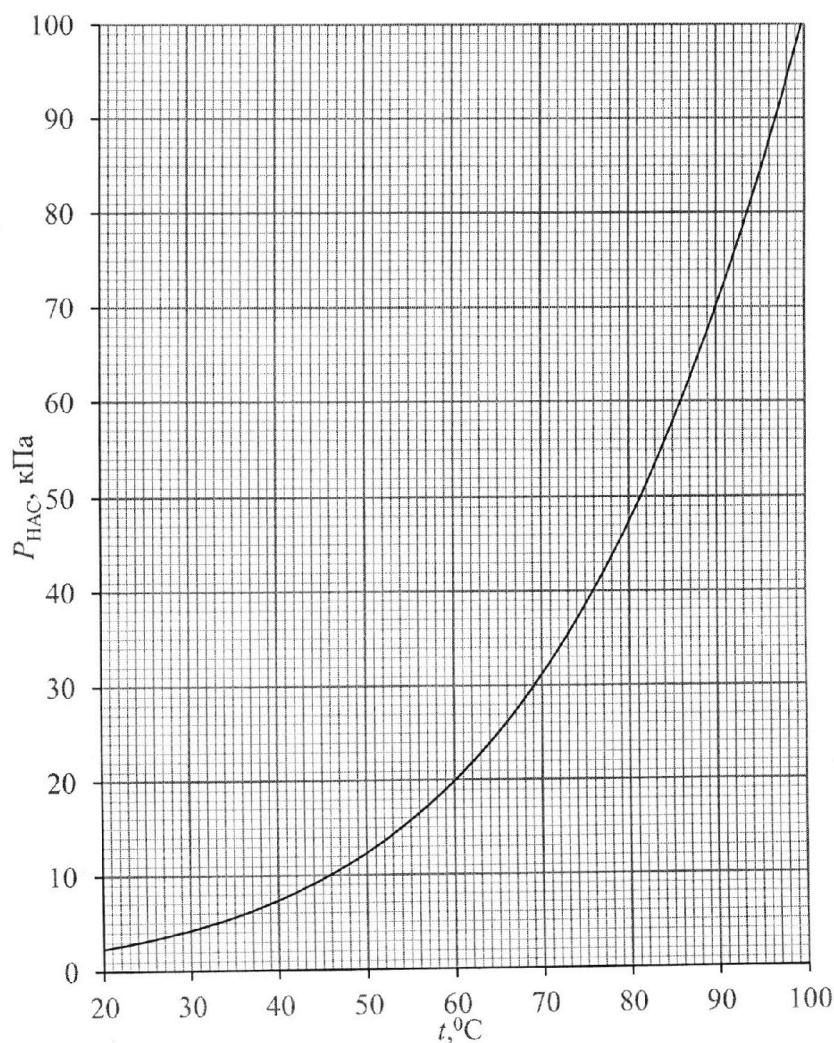


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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.





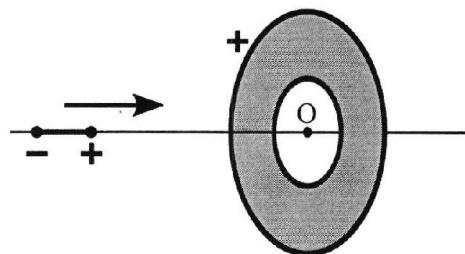
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

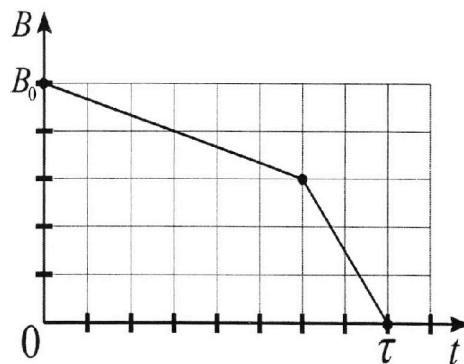
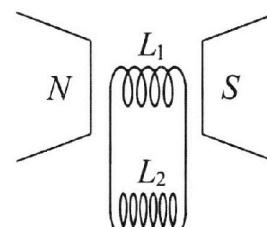
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

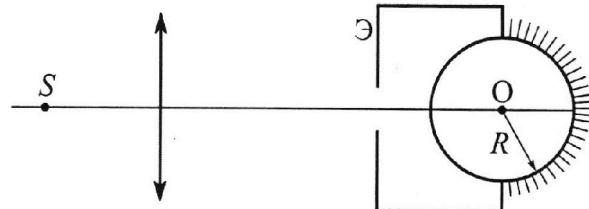
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удалённый от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, 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.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

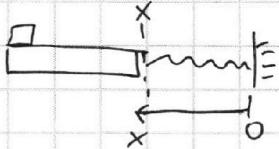
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



2) $F_y = k\delta l = k(x_0 - x)$ где x_0 - это координата конца пружины.

пружина

$$\Rightarrow a_{Mx} = \frac{k\delta l}{M} - \frac{\mu mg}{M} = \frac{k(x_0 - x)}{M} - \frac{\mu mg}{M}$$



$$a_{Mx} = \frac{k\delta l}{M} - \frac{\mu mg}{M} = \frac{k(x_0 - x)}{M} - \frac{\mu mg}{M}$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{M}x + \frac{kx_0 - \mu mg}{M}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = \frac{k}{M}(x_0 - \underbrace{\frac{\mu mg}{k}}_{A_0}) \rightarrow \text{то ур-е буда } \ddot{x} + \omega^2 x = \omega^2 x_0$$

$$\Rightarrow x(t) = x_0 + A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$\Rightarrow x(t) = A_0 + A \sin \omega t + B \cos \omega t \quad (\text{так } \omega^2 = \frac{k}{M})$$

$$\begin{cases} \dot{x}(0) = \dot{y}(0) = 0 \\ x(0) = x_0 - \Delta l_0 \end{cases}; \quad \begin{cases} A = 0 \\ A_0 + B = x_0 - \Delta l_0; \quad x_0 - \frac{\mu mg}{k} + B = x_0 - \Delta l_0 \Rightarrow B = \frac{\mu mg}{k} - \Delta l_0 \end{cases}$$

Пусть начальное сжатие пружины $\Delta l_0 \Rightarrow x(0) = x_0 - \Delta l_0$

$$\Rightarrow x(t) = A_0 + B \cos \omega t \quad (\text{так } A_0 = x_0 - \frac{\mu mg}{k})$$

$$B = \frac{\mu mg}{k} - \Delta l_0$$

$$\Rightarrow \Delta l(t) = x_0 - x(t) = x_0 - \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k}\right) - B \cos \omega t = \frac{\mu mg}{k} - B \cos \omega t$$

3) Когда ускорение горки достигает нуля: $a_{Mx} = \frac{k\delta l}{M} - \frac{\mu mg}{M} = 0$

$$\Rightarrow \cancel{\Delta l = \frac{\mu mg}{k}} \quad \cancel{x_0 - l(t) = \frac{\mu mg}{k} - B \cos \omega t}$$

$$\Rightarrow B \cos \omega t = 0$$

т.к. это первый раз, то $\omega t = \frac{\pi}{2}$

$$a_{Mx} = -\omega^2 B \cos \omega t_x = 0$$

$$\Rightarrow \omega t_x = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_x = \frac{\pi}{2\omega}$$



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

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

СТРАНИЦА
3 из 4

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

Но также известно, что в этот момент $\dot{v}_{\text{отн.}} = 0$

Найдём $v_{\text{отн.}}(t)$:

$$a_{\text{отн.}} = a_{Mx} - \ddot{a}_{mx} = -w^2 B \cos(wt) - \mu g = -\frac{k}{m} B \cos(wt) - \mu g$$

$$\Rightarrow v_{\text{отн.}} = 0 + \int a_{\text{отн.}} dt = \cancel{-wB \sin(wt)} - \mu gt$$

$v_{\text{отн.}}(0)$

$$v_{\text{отн.}}(0) = 0$$

$\frac{\pi}{2}$

$\frac{\mu mg}{k} - \mu b_0$

$\frac{\pi}{2w}$

$$\text{известно, что } v_{\text{отн.}}(t_x) = -wB \cdot \sin(wt_x) - \mu gt_x = -wB - \mu g t_x = 0$$

$$\Rightarrow -w \left(\frac{\mu mg}{k} - \mu b_0 \right) - \mu g \cdot \frac{\pi}{2w} = 0$$

$$\Rightarrow \mu b_0 = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu g \pi}{2w^2} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 10 \frac{N}{c^2}}{100 \frac{N}{m}} + \frac{0,4 \cdot 10 \frac{N}{c^2} \cdot 3}{2 \cdot \frac{100 N}{4 \pi m}} = +0,04 m + 0,24 m = 0,28 m$$

Теперь ответим на вопросы:

4) Когда относ. уск. $a_{\text{отн.}} = 0$ (первые):

$$a_{\text{отн.}} = -\frac{k}{m} B \cos(wt_1) - \mu g = 0 \Rightarrow B \cos(wt_1) = -\frac{\mu Mg}{k}$$

$$\text{Тогда } \Delta l_1 = \frac{\mu mg}{k} - B \cos w t_1 = \frac{\mu mg}{k} - \left(-\frac{\mu Mg}{k} \right) = \frac{\mu(m+M)g}{k} = \frac{0,4(1+4)m \cdot 10 m/c^2}{100 N/m} = 0,2 m$$

$0,2 m$

5) Сразу после начала движущий:

$$a_{M0} = -w^2 B \cos(w \cdot 0) = -w^2 B = -\frac{k}{m} \cdot \left(\frac{\mu mg}{k} - \mu b_0 \right) = \frac{k \mu b_0 - \mu mg}{m} = \frac{100 \frac{N}{m} \cdot 0,28 m - 0,4 \cdot 10 \frac{N}{c^2} \cdot 10 \frac{m}{c^2}}{4 \cdot 10 \frac{kg}{m}} = 6 \frac{m}{c^2}$$

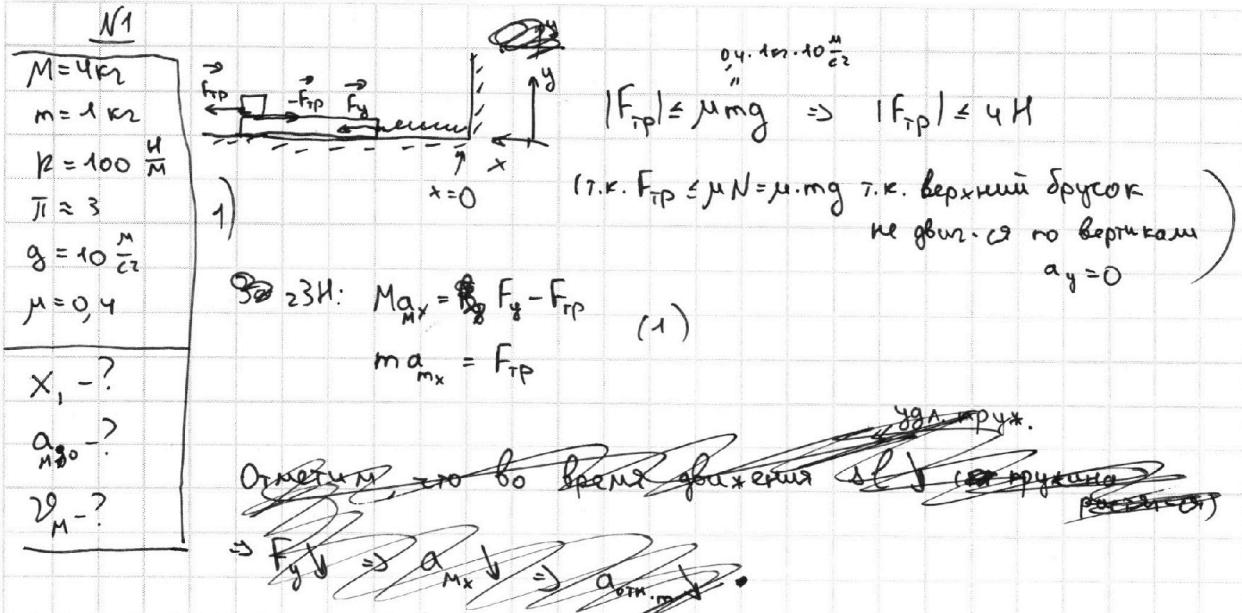
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 из 4

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



т.к. в условии сказано, что брускок скользил по доске, то он могал это сделать сразу (т.к. в начале у доски макс. ускорение т.к. $\Delta l - \text{max}$ для пружины)

\Rightarrow и разница (относ.) ускорений максимальна)

\Rightarrow Если уж когда-то она скользила (это и значит наличие проскальзывания), то в начале уж только

\Rightarrow y -е изогола чёт проск-е и тоньше до остановки

$$F_{\text{tp}} = F_{\text{tp max}} = 4 \text{ Н}$$

$$\Rightarrow (1) \quad \begin{cases} M a_{Mx} = F_y - F_{\text{tp max}} \\ m a_{Mx} = F_{\text{tp max}} \end{cases}; \quad \begin{cases} a_{Mx} = 4 \left[\frac{m}{c^2} \right] = \frac{F_{\text{tp max}}}{m} = \mu g \\ a_{Mx} = \frac{F_y}{4} - 1 = \frac{k \Delta l}{M} - \frac{\mu mg}{M} \end{cases}$$

$$\Rightarrow a_{\text{отн.}} = a_{Mx} - a_{Mx} = \frac{F_y}{4} - 1 - \frac{\mu mg}{M}$$

Брусков сд. доски

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
4 ИЗ 4

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

$$\begin{aligned}
 6) & \quad \text{Решение: } x(t) = A_0 + B \cos(\omega t) = -\omega B \sin(\omega t) \quad B = \frac{\mu mg}{k} - \Delta l_0 = \\
 & \quad = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{200} - 0,28 = \\
 & \quad = -0,24 \\
 & \quad \text{Когда } a_{\text{отн.}} = 0 : \quad B \cos(\omega t_1) = -\frac{\mu mg}{k} \quad (\text{n.4}) \\
 & \quad \text{Когда } a_{\text{отн.}} = 0 : \quad B \cos \omega t_1 = -\frac{\mu mg}{k} \quad (\text{n.4}) \\
 & \quad \sin \omega t_1 = \pm \sqrt{1 - \left(\frac{\mu mg}{kB} \right)^2} \quad (+, \text{т.к. впервые}) \\
 & \quad \Rightarrow v(t_1) = \dot{x}(t_1) = -\omega B \sin \omega t_1 = -\frac{-\omega B}{\sqrt{k/m}} \sqrt{1 - \left(\frac{\mu mg}{kB} \right)^2} = \\
 & \quad = +0,24 \cdot \sqrt{\frac{100}{4}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{0,4 \cdot 10}{100 \cdot 0,24} \right)^2} = 0,24 \cdot 5 \cdot \sqrt{\frac{5}{3}} = 0,24 \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,4 \frac{\sqrt{5}}{3} = \\
 & \quad = \cancel{\frac{2\sqrt{5}}{15} \frac{m}{s}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } \Delta l_1 = 0,2 \text{ м} ; \quad a_{M_0} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} ; \quad v_1 = \cancel{\frac{2\sqrt{5}}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

! Отмету, что оп-лы $x(t)$, $a_{\text{отн.}}(t)$... работают только когда бруск скользит по доске. Но все пункты вопросов как раз происходят в такие моменты, поэтому я пользовалась данными формулами



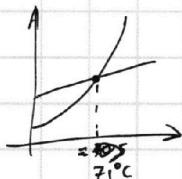
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

 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!

Построим в той же коор. прямой (в условии задачи) график $p_n^*(t_n^*)$
и получим тогда пересечение: $t^* \approx 71^\circ C$



3) В конце процесса ($t = 90^\circ C = 363K$): найдём давление пара:

$$\text{M-K: } p_n V = \frac{m_{n1}}{M} R t \quad | : \Rightarrow \frac{p_n}{p_{n0}} = \frac{\frac{m_{n1}}{M} t}{m_{n0} t_0} = \frac{8 t}{300 K} = \frac{8 \cdot 363 K}{300 K} = 9,68$$

$$p_{n0} V = \frac{m_{n0}}{M} R t_0 \quad | (1)$$

~~8x2x2x2~~ $\Rightarrow p_n = p_{n0} \cdot 9,68 = 3,5 \text{ кПа} \cdot 9,68$

Влажность в конце: $\varphi = \frac{p_n}{p_{\text{нас.}}(t)} = \frac{3,5 \text{ кПа} \cdot 9,68}{20 \text{ кПа}} = 48,4\%$

Ответ: $\frac{m_{n1}}{m_{n0}} = 8$; $t^* = 71^\circ C$; $\varphi = 48,4\% \approx 48\%$



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!

N_2
 $t_0 = 27^\circ C = 300 K$
 $m_{B_0} = 7m_{no}$
 $t = 90^\circ C$
 $\frac{m_{n1}}{m_{no}} - ?$
 $t^* - ?$
 $\varphi - ?$

1) Т.к. по ус. в конце вся вода ~~превратилась~~, то
 $m_{n1} = m_{B_0} + m_{no} = 7m_{no} + m_{no} = 8m_{no}$
 $\Rightarrow \frac{m_{n1}}{m_{no}} = 8$

2) Испарение воды прекратится, когда она все сможет превратиться в пар $\Rightarrow t^*$ - температура, при кот. вся вода превратится в пар
 Менг.-кл.: (для пара в t_0 и момента t^*)
 $P_{no} V = \frac{m_{no}}{M} R t_0 \quad (t_0 = 300 K) \quad (1)$

$V, t_0 \dots$ \rightarrow $V, t^* \dots$

При этом в момент t^* (когда вода только-только превратится в пар)
 пар будет насыщенным $\Rightarrow P_n^* = P_{\text{нас.}}(t^*)$
 M-K: $P_n^* \cdot V = \frac{m_n^*}{M} R t^* \quad (2)$

$(2) : (1) \quad \frac{P_n^*}{P_{no}} = \frac{\frac{m_n^*}{m_{no}} t^*}{\frac{m_{no}}{M} R t_0} = \frac{8m_{no} \cdot t^*}{m_{no} \cdot t_0} = \frac{8t^*}{t_0}$

$\Rightarrow P_n^* = \frac{8P_{no}}{t_0} t^* = \frac{8 \cdot 35 \text{ Па}}{300 K} \cdot t^* [K] = \frac{7}{75} t^* [K] = \frac{7}{75} \cdot (t^{\circ C} + 273) \approx \frac{7}{75} t^{\circ C} + 25,5$

при этом $P_{no} = P_{\text{нас.}}(t_0) = 3,5 \text{ Па}$ (т.к. в начале пар находился в равновесии с водой)
 \Rightarrow он был насыщ.

Но $(P_n^*; t^*)$ лежит на данном графике насыщ. пара (т.к. в мом-т t^* пар насыщ.)

\Rightarrow точка пересч. данного графика с $P_n^*(t^*) = \frac{7}{75} t^* + 25,5$ и есть точка $(P_n^*; t^*)$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
Ч 5 ИЗ 54

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!

$$\text{Найдём } V_{\max} : \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{mV_0^2}{6} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_{\max}^2}{2} = \frac{2mV_0^2}{3} \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{\frac{4}{3}}V_0$$

$$6) \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}}V_0}{\sqrt{\frac{2}{3}}V_0} = \boxed{\sqrt{2}}$$

$$\text{Ответ: } V_8 = V_0 ; \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{2}$$

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 34

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!

$$\Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = v_0$$

3) ~~Решение~~

Вспоминаем Величина величина к изм. диска. Для того чтобы он пролетел через диск, его скорость вдоль направления движения $v_{||} \geq 0$

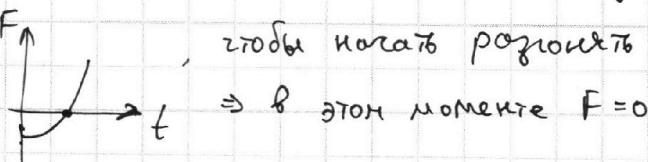
В "самом" худшем случае (при миним. нач. ск-ти) он остановится в каком-то месте, но затем продолжит движение:

Напишем ЗСД для такого момента:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m \cdot 0^2}{2} + W_{\text{тр}} \Rightarrow W_{\text{тр}} = \frac{m v_0^2}{2}$$

При этом в этом "худшем" месте $F_{\text{надиске}} = 0$

(то есть диски останавливаются, а в этом моменте $F_{\text{диска}}$)
изменить направление F



$$но F = E_+ \cdot q + E_- \cdot (-q) = 0 \Rightarrow E_+ = -E_-$$

\Rightarrow Независимо от зарядов концов диска в этом месте

$F_{\text{надиске}} = 0 \Rightarrow$ ~~последнее~~ это будет "худшим" местом

для всех дисков. Т.е. именно в этом месте у проходящего диска (когда заряда) будет миним. скорость

(хотя понятно она должна быть ≥ 0 , иначе диски не пролетят)

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
3 из 4

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

4) Поняв очень важный факт из п.3 мы можем найти

миним. скорость

$$-q_1 + q_1 = \frac{q_0}{3}$$

$$\text{ЗС} \Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = W_{\text{худж.}} + \frac{m v_{\min}^2}{2}$$

В том же месте это и $W_{\text{худж.}}$ (здесь $-q_0 + q_0$)

$$\Leftrightarrow W_x = \varphi_+ \cdot q_0 + \varphi_- \cdot (-q_0)$$

$$W_x = \varphi_+ \cdot \frac{q_0}{3} + \varphi_- \cdot \left(-\frac{q_0}{3}\right) \Rightarrow W_x = \frac{W_0}{3}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{W}{3} + \frac{v_{\min}^2}{2} \quad (\text{но } W = \frac{m v_0^2}{2} \text{ из п.3})$$

$$\Rightarrow \frac{m v_{\min}^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_0^2}{3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{3} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$$

5) Где же будет макс. скорость?

$$\frac{m v_0^2}{2} = W_{\text{худж.}} + \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

"const"

Если $v_{\max} - \min \Rightarrow W_{\text{худж.}} - \min$

Но мы знаем, что $W_{\max} = W_{\text{худж.}}$ (т.к. в нем $v_{\min} \Rightarrow W_{\max}$)

тогда $W_{\min} = -W_{\max}$! (Мы ведь помним из п.1, что в симметричных положениях $W' = -W$. Тогда если есть макс W)
то есть и минимальная $W_{\min} = -W_{\max}$

$$\Rightarrow W_{\text{худж.}} = -W_{\text{худж.}} = -\frac{W}{3} = -\frac{m v_0^2}{6} \quad (\text{и получается, что } v_{\max})$$

в симметричном положении есть v_{\min}

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**.

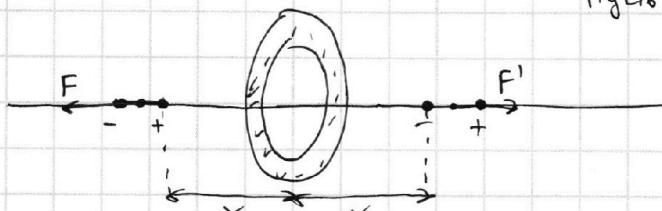
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 54

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!

$$\begin{array}{l} \text{№3} \\ \frac{V_0}{}, q_1 = \frac{q_0}{3} \\ \hline V_{\infty} - ? \\ V_{\max} - ? \\ V_{\min} - ? \end{array}$$

1)



Пусть $\varphi_\infty = 0$
(от поля диска)

Для начала отметим, что в $2x$ симметричных ситуациях, обознач.

на рисунке, силы F_1 -я на диске от диска равны и противоположны

$$\left. \begin{aligned} F_0 &= E_+ q + E_- (-q) = q(E_+ - E_-) \\ F'_0 &= E'_+ q + E'_- (-q) = -q(E'_+ - E'_-) \end{aligned} \right| \Rightarrow \vec{F} = -\vec{F}'$$

Так же и потенц. энергии одинак.

$$\text{слева} \rightarrow W = \varphi_+ q + \varphi_- (-q) = (\varphi_+ - \varphi_-) q \quad \left| \Rightarrow W' = W \right.$$

\nearrow

справа

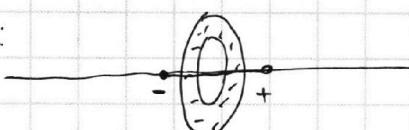
$$W' = \varphi'_+ q + \varphi'_- (-q) = -(\varphi'_+ - \varphi'_-) q$$

Т.е. для симметрич. ситуаций $W' = -W$

$$\vec{F}' = -\vec{F}$$

2) ~~Базарная~~, на пункт забудем об н.1 и ответим на 1й вопрос

задачи:



из-за симметрии

$\varphi_- = \varphi_+$ (потенц., создаваемые полем диска в точке находящейся \oplus и \ominus)

\Rightarrow в центре потенц. энергия должна $W = \varphi_+ q + \varphi_- (-q) = 0$

$$3(\exists): \frac{mV_0^2}{2} + W_\infty = \frac{mV_\infty^2}{2} + W_0$$

(m -масса всего гуара)

но $W_\infty = 0$ (т.к. $\varphi_\infty = 0$ погружал под диска на ∞ работя 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**.



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

$$-\frac{dB}{dt} nS_1 - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \quad | \cdot (-dt)$$

$$dB nS_1 + L_1 dI + L_2 dI = 0$$

1) просуммируем выражение и получим: $\delta B nS_1 + (L_1 + L_2) \delta I = 0$

Тогда для нач. и конеч. момента: $(0 - B_0) nS_1 + (L_1 + L_2) \cdot (I_0 - 0) = 0$

$$I_0 = \frac{B_0 nS_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 nS_1}{13L}$$

2) из n.1: $\delta B nS_1 + (L_1 + L_2) \delta I = 0$

Для начала и окончания момента: $(B(t) - B_0) nS_1 + (L_1 + L_2) (I(t) - 0) = 0$

$$\Rightarrow I(t) = \frac{B_0 nS_1}{L_1 + L_2} - \frac{nS_1}{L_1 + L_2} B(t)$$

3) Заметим, что $I = I_0$ (n.1)

$$q_2 = \int_0^T I(t) dt = \int_0^T \left(\frac{B_0 nS_1}{L_1 + L_2} - \frac{nS_1}{L_1 + L_2} B(t) \right) dt = \frac{B_0 nS_1 T}{L_1 + L_2} - \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \cdot \int_0^T B(t) dt$$

При этом $\int_0^T B(t) dt$ есть неизв. под графиком $B(t)$ от $t=0$ до $t=T$

$$\text{Тогда } \int_0^T B(t) dt \stackrel{\text{неч.}}{=} \frac{B_0 + \frac{3B_0}{5}}{2} \cdot \frac{6}{8} T + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} B_0 \cdot \frac{3}{8} T = \frac{27}{40} B_0 T$$

$$\text{Тогда } q_2 = \frac{B_0 nS_1 T}{L_1 + L_2} - \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{27}{40} B_0 T = \frac{13 B_0 nS_1 T}{40 (L_1 + L_2)} = \frac{13 B_0 nS_1 T}{40 \cdot (8L + 5L)} = \frac{B_0 nS_1 T}{40L}$$

Обрат: $I_0 = \frac{B_0 nS_1}{L_1 + L_2} \frac{B_0 nS_1}{13L}$

$$q_2 = \frac{\cancel{13 B_0 nS_1 T}}{\cancel{40 (L_1 + L_2)}} \frac{B_0 nS_1 T}{40L}$$

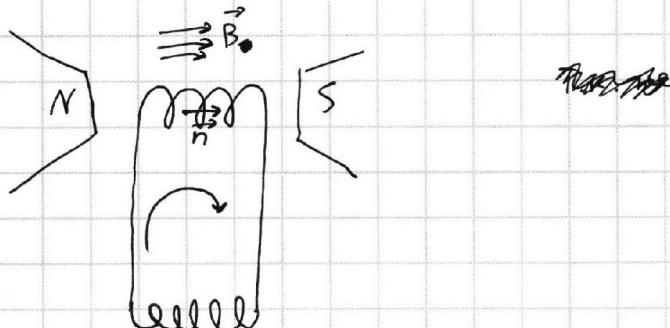
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$\begin{aligned} N_4 \\ L_1 = 5L \\ L_2 = 8L \\ n, S_1, B_0 \\ B(t), I \\ I_0 - ? \\ q_2 - ? \end{aligned}$$



1) Выберем направление обхода контура, тогда по пр-ку правой руки в катушке 1 нормаль будет направлена вправо

(Выг со стороны N магнита вдоль катушки):



Тогда магнит. поток \vec{B} в катушке 1: $\Phi_1 = +B \cdot S_0 = B \cdot n S_1$

(в катушке 2 $B=0 \Rightarrow \Phi=0$)

2) При изменении \vec{B} в кат. 1 будет $\Phi_1 = -(B \cdot n S_1) = -B \cdot n S_1$

В рез-те этого в цепи появится ток, и будут образовываться самоиндукции

$$\mathcal{E}_{ci_1} = -L_1 \dot{I}_1$$

При этом по 1 пр-ку Кирхгофса

$$\mathcal{E}_{ci_2} = -L_2 \dot{I}_2$$

по 1-й и 2-й катушке одинак. ток

$$I_1 = I_2 = I$$



$$\Rightarrow \mathcal{E}_{ci_1} = -L_1 \dot{I}_1$$

$$\mathcal{E}_{ci_2} = -L_2 \dot{I}_2$$

2) Т.к. сопротивления всех элементов 0, заменим 2-й Кирхгофра для упр-я:

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{ci_1} + \mathcal{E}_{ci_2} = 0$$

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**.

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

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!

N5

$$a = 4,5R$$

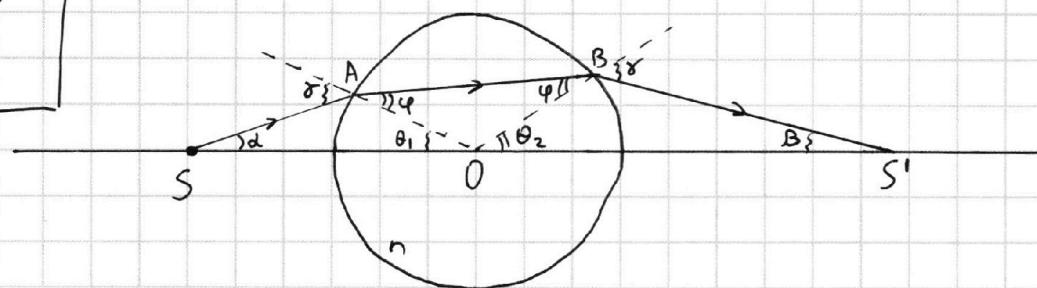
$$b = 8R$$

$$\Delta = 3R$$

$$F - ?$$

$$n^* - ?$$

1) На самом деле, прозрачный шар работает как линза (при малых падающих лучах). Докажем это:



Пусть есть источник S. Посмотрим, где будет его изображение. ($d = OS$, $f = OS' - ?$)

$$1 \quad \frac{d}{\gamma} \cdot \sin \gamma = h \cdot \sin \varphi \quad | \Rightarrow \quad \gamma = h \varphi \Rightarrow \cancel{\text{выходит}}$$

$$\frac{h}{\gamma} \cdot \sin \varphi = h \cdot \sin \varphi \quad (\text{чуть мал})$$

(выходит тоже под условием γ
для т.в: $n \cdot \varphi = 1 \cdot \gamma \Rightarrow \gamma = n \varphi = \varphi$)

$$\angle OAB = \angle OBA = \varphi \quad (\Delta AOB - p/\delta)$$

$$\text{Заметим, что } \theta_1 + \theta_2 = 180^\circ - \angle AOB = 180^\circ - (180^\circ - 2\varphi) = 2\varphi$$

$$\begin{aligned} & \text{в } \triangle AOS \quad \gamma = \alpha + \theta_1, \\ & \text{в } \triangle OS' \\ & \quad \gamma = \beta + \theta_2 \quad | \Rightarrow \quad \alpha + \beta = 2\varphi - (\theta_1 + \theta_2) = 2\varphi - 2\varphi = 2(1\varphi - \varphi) \end{aligned}$$

$$\text{Т.сineусов: } \frac{OA}{\sin \alpha} = \frac{OS}{\sin \angle SAO} \Rightarrow \frac{R}{d} = \frac{d}{\sin(180^\circ - \gamma)} = \frac{d}{\sin \gamma} = \frac{d}{\gamma} \quad | \Rightarrow$$

$$\text{анал. } \frac{OB}{\sin \beta} = \frac{OS'}{\sin(180^\circ - \gamma)} \Rightarrow \frac{R}{B} = \frac{f}{\gamma} \quad | \quad - \quad - \quad - \quad - \quad -$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{R} = \frac{\gamma}{d} \quad (\text{перевернули}) \\ \frac{B}{R} = \frac{\gamma}{f} \end{array} \right. \quad | \quad \Rightarrow \quad \frac{\alpha + \beta}{R} = \gamma \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \right)$$

$$\frac{2(\varphi - \varphi)}{R} = \gamma \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \right) : \frac{2(n\varphi - \varphi)}{R} = n\varphi \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \right) \quad | : \varphi$$

$$\underbrace{\frac{2(n-1)}{R}}_{\text{Fшиара}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{\text{шиара}}}$$

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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

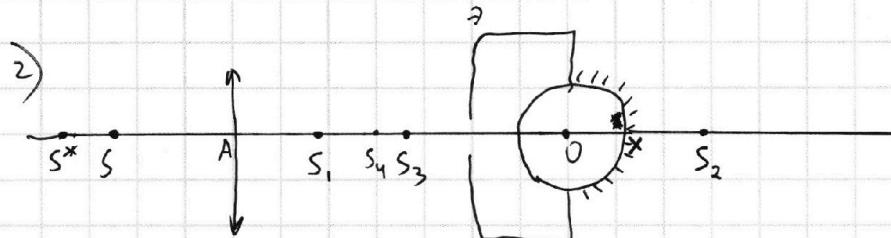
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Т.е. шар и правда работает как линза с фокусом. рассл.

$$F_{\text{шара}} = \frac{nR}{2(n-1)}$$

(мы получили тут же ~~из~~ формулу)
линзы $\frac{1}{F_w} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$



S_1 - изобр. S после преломления в линзе

для шара S_1 - изобр. S , т.е. он будет воспринимать S , как источник

и построит на основе S_1 изобр. S_2

Но S_2 будет миним. источником для выпуклого зеркала (с центром $B(0)$)

и уже ~~выпуклое~~ зеркало ~~аксиметрично~~ воспринимает ~~источник~~ шар построит изобр. S_3 , которое ~~уже~~

ещё раз перестроит в S_4 - ~~изображение~~ ~~однородное~~, кот. линза

(т.к. после этого линзы чуеть влево сторону от линзы и уже не преломляется)

По условию $SA = 4,5R = \text{const}$

$$AO_1 = b + R = 8R + R = 9R \quad (\text{в I эксперименте}), \text{ тогда } S^* \equiv S \quad (\text{по усл.})$$

$$AO_2 = AO_1 - \Delta = 6R$$

Найдём ~~изображение~~ AS^* при $AO_1 = 9R$

$$1. \text{ находим } S_*: \frac{1}{4,5R} + \frac{1}{AS_*} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{AS_*} = \frac{1}{F} - \frac{1}{4,5R}$$

$$AS_* = \frac{4,5R \cdot F}{4,5R - F}$$

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

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!

2. находим S_2 (шар - как зеркало с фок. расст. $F_{\text{ш}} = \frac{nR}{2(n-1)}$ из п.1)

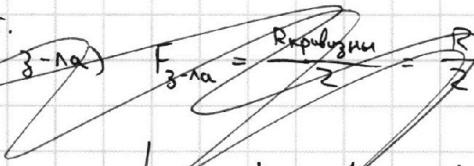
$$\Rightarrow \frac{1}{OS_1} + \frac{1}{OS_2} = \frac{1}{F_{\text{ш}}} \quad (OS_1 = AD - AS_1) = 9R - \frac{4,5RF}{4,5R-F} = \frac{81R^2 - 18RF}{9R-F}$$

$$\Rightarrow OS_2 = \frac{OS_1 \cdot F_{\text{ш}}}{OS_1 - F_{\text{ш}}}$$

3. находим S_3 (здесь ~~второе зеркало~~ ^{вторич.})

~~т.к. S_2 - макс. исток.~~
 ~~S_3 - действ. зерн.~~
~~(мы так предполагаем~~
~~если это - просто повернется зерн.)~~

$$xS_2 = OS_2 - R$$



$$\begin{aligned} \Rightarrow + \frac{1}{F_3} &= - \frac{1}{xS_2} + \frac{1}{xS_3} \\ \frac{2}{R} &= - \frac{1}{xS_2} + \frac{1}{xS_3} \\ \Rightarrow \frac{1}{S_3} &= \frac{2}{R} + \frac{1}{xS_2} \end{aligned}$$

✗ Систему „шар + зеркало“: к ней „подается“ источник

б) т. S_1 и она должна выдать изображение в этой же

Torre (т.к. ~~если~~ когда зеркало перестраивает

$$S_4 \text{ и } S^* \text{ и } S^* \equiv S_4, \text{ то } S_1 \equiv S_4^*$$

Но тогда S_2 должна попасть ~~на~~ прямо на зеркало

(тогда ~~все~~ ^{они} всё так же отразят, и мы вернемся обратно в

$$S_1) \Rightarrow S_2 \equiv X \Rightarrow xS_2 = 0 \Rightarrow OS_2 = R \Rightarrow \frac{OS_1 \cdot F_{\text{ш}}}{OS_1 - F_{\text{ш}}} = R$$

$$OS_1 \cdot RF_{\text{ш}} = OS_1 F_{\text{ш}} - F_{\text{ш}} \cdot R$$

~~$\Rightarrow \frac{9R^2 - 18RF}{9R-F} F_{\text{ш}} = \frac{81R^2 - 18RF}{9R-F} F_{\text{ш}} - F_{\text{ш}}$~~

$$\frac{81R^2 - 18RF}{9R-F} = 81R - 18F - 9(9R-F)$$

$$81R^2 - 18RF - 72R + 9F = 0$$

$$F = \frac{81R^2 - 72R}{18R + 9}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

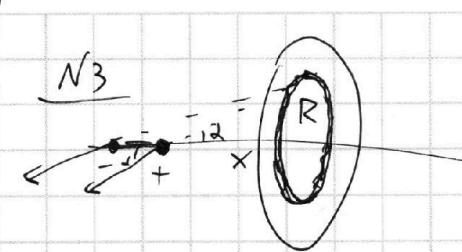
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{OS_1} + \frac{1}{OS_2} = \frac{1}{F_{\text{in}}}$$

$$-\frac{1}{OS_2} + \frac{1}{XS_3} = \frac{1}{F_3}$$

$$\frac{32}{3,5} \cdot 8 = 8 \cdot \frac{344}{300}$$

$$\begin{array}{r} 9600 \\ \times 344 \\ \hline 384 \\ 288 \\ \hline 9600 \\ - 9600 \\ \hline 0 \end{array}$$



$$y = x + l$$

$$\tan \alpha = \frac{R}{x}$$

$$\tan \beta = \frac{R}{y}$$

$$F = kQ, \quad F(x) = \frac{kQ}{x^2 + R^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\frac{m \omega^2}{2} = q \varphi$$

$$M_x = kx - F_{\text{tp}}$$

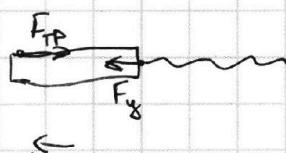
$$m a_m = F_{\text{tp}}$$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{s} = -\frac{1}{f}$$

$$w_d l_0 =$$

$$gR - \frac{gRF}{gR-F} = \frac{81R^2 - 9RF - 3RF}{gR-F} = \frac{81R^2 - 18RF}{gR-F}$$

$$0,04 - \frac{2 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 100}$$



$$M_{ax} = F_y - F_{\text{tp}}$$

$$M_{ax} = F_y - 4$$

$$m_{ax} = F_{\text{tp}}$$

$$a_{ix} = 4$$

$$\begin{aligned} 1 - \frac{16}{24} &= \\ &= 1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \\ &= \frac{55}{3} \end{aligned}$$

$$|\alpha_{\text{отн.}}| = \alpha_y - \alpha_{ix} = \frac{F_y}{4} - 5$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{5} + \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{8} = \frac{9}{8} \cdot \frac{3}{5}$$

$$\frac{6 \cdot 4}{100} = 0,24$$

ANSWER

$$1,21 \cdot 80 =$$

$$\frac{9,68}{20} \cdot 100\% = 9,68 \cdot 5 =$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 9,68 \\ \hline 4840 \end{array}$$

$$8 \cdot 3,5 = 28$$

$$\frac{52}{273} \cdot \frac{2}{273} =$$

$$= 25,5 + \frac{7}{75} + \frac{411}{375} - \frac{375}{375} = 25,5 + \frac{7,28}{75} \approx 27,4$$

$$0,08$$

$$npu + 75 = 32,5$$

$$P =$$