

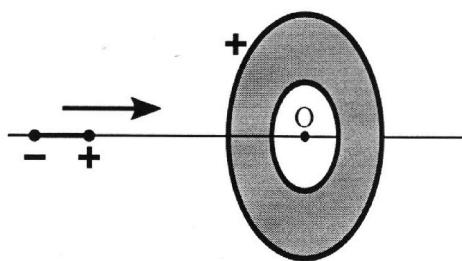


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-01



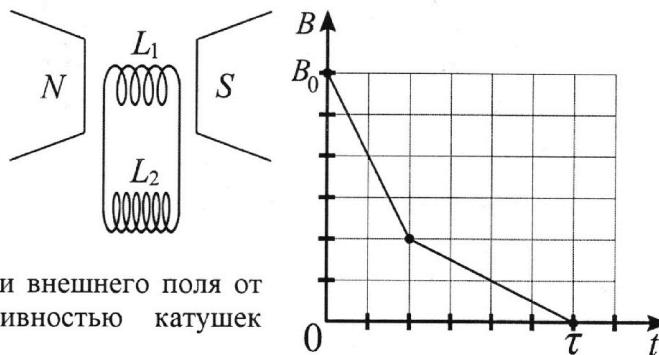
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



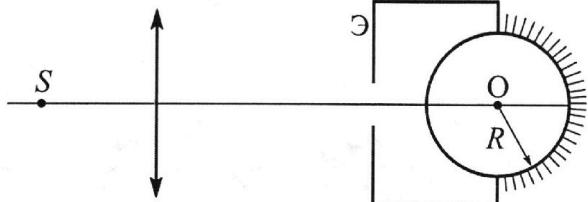
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



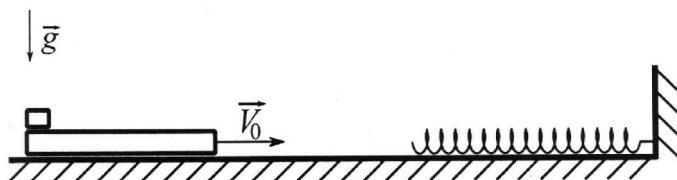
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

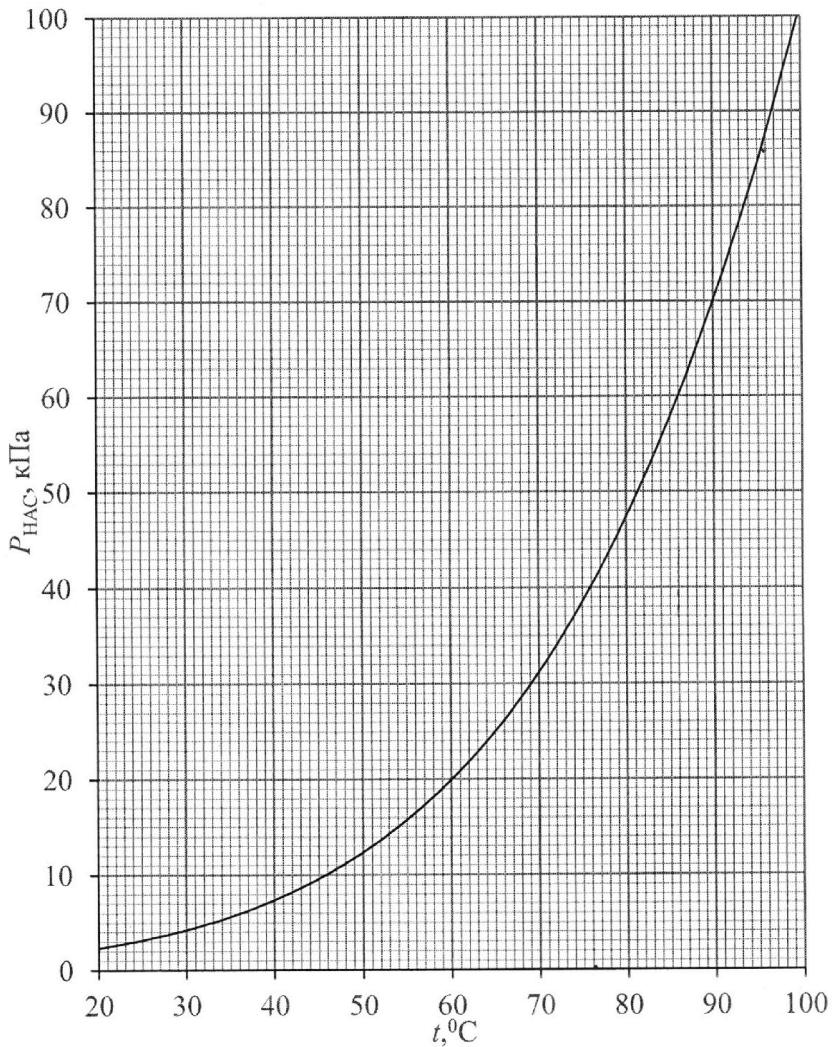


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объём жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.



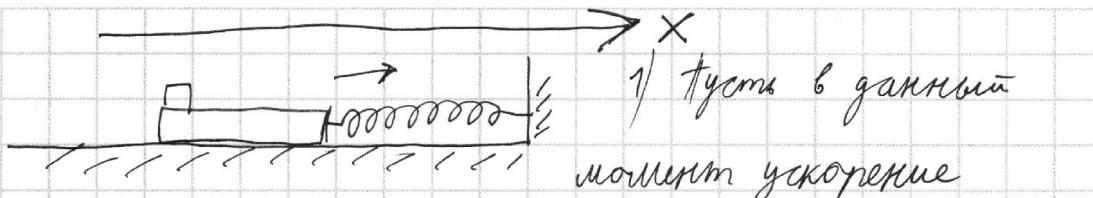
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.



- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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!

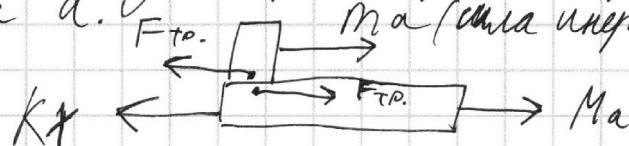


1) тут же в данных

максимум ускорение

у доски **a**. Прогоняя гравитацию только на доске, мы знаем ускорения у бруска и доски еще не успели поменяться, а сила трения доски достигла максимального значения.

Рассмотрим систему (инерциальную), движущуюся с ускорением **a**.



Запишем 2-й закон Ньютона:

$$\begin{cases} ma = F_{tr.} \\ Ma = Kx - F_{tr.} \end{cases} \rightarrow \frac{M}{m} = \frac{Kx - F_{tr.}}{F_{tr.}} = \frac{Kx}{F_{tr.}} - 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Kx = \left(\frac{M}{m} + 1 \right) F_{tr.}$$

$$\text{Ответ 1: } X = \left(\frac{M}{m} + 1 \right) \frac{F_{tr.}}{K} = \left(\frac{M}{m} + 1 \right) \frac{Mg}{K} = \left(\frac{M+m}{m} \right) \frac{Mg}{K} = \\ = \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{27} = \frac{9}{27} = \boxed{\frac{1}{3} \text{ м}} - 1 \text{ и ответ}$$

2) Когда груз и доска соприкоснулись с пружиной, они начнут совершать колебания до момента, пока пружина их не вытолкнет.

$$\text{Частота колебаний} = \omega = \sqrt{\frac{K}{M+m}} - \text{до момента}$$

запишем выражение для координаты **X** от времени

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
2 из 3

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

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

$$\dot{x}(0) = v_0 = \omega A \cos \omega t - \omega B \sin \omega t$$

" " " "

$$v_0 = \omega A \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{x(t) = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t}$$

Относ. движение начинается, когда $x = \frac{(M+m)mg}{K}$

$$\frac{(M+m)mg}{K} = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{K}} \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} \cdot t\right)$$

$$Mg \sqrt{\frac{M+m}{K}} = v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M+m}} \cdot t\right)$$

Поставим числа

$$0,3 \cdot 10 \cdot \sqrt{\frac{2+1}{27}} = 2 \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{27}{3}} t\right)$$

$$3 \cdot \frac{1}{3} = 2 \sin(3t) \Rightarrow \frac{1}{2} = \sin 3t$$

$$3t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \boxed{t = \frac{\pi}{18} c} \approx \boxed{\frac{1}{6} c} - \text{Омбум 2}$$

3) Взьмём производную от функции $x(t)$ два раза, чтобы получить ускорение системы.

$$\ddot{x}(t) = -\omega^2 \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t = -\omega v_0 \sin \omega t$$



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
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!

При этом заметим, что максимальное сокращение произойдёт через время $\frac{T}{4}$ где

T -период, тогда $n T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

$$\ddot{x}(t) = a_x = -\sqrt{\frac{K}{M+m}} v_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4}\right)$$

$$a_x = -\sqrt{\frac{K}{M+m}} v_0 \sin\frac{\pi}{2}$$

$$\boxed{a_x = -\sqrt{\frac{K}{M+m}} v_0}, \text{ тогда } |a_x| = a = v_0 \sqrt{\frac{K}{M+m}}$$

$$\boxed{a = 2 \cdot \sqrt{\frac{27}{2+1}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

Ответ 3 (формульно)
(численно)



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 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!

1) Из графика найдём, что давл. $H.P. = 60 \text{ кПа}$
Тогда парциальное давление $= P_0 \cdot H.P. = 40 \text{ кПа}$

Ответ 1

2) Давление воздуха будет постоянным пока весь пар не сконденсируется. Тогда t^* — температура, при которой 40 кПа — давление насыщенного пара. Из графика $t^* = 76^\circ\text{C}$

Ответ 2

3) После того как весь пар сконденсируется, давление воздуха станет равным давлению парника P_0 (така пар конденсируется смесь не охлаждается). Запишем ур-ие Менг. Капелюна для воздуха в моменты нагрева ($t = 86^\circ\text{C}$) и конца ($t = 46^\circ\text{C}$)

$$\begin{aligned} (P_0 - P_{H.P.} \cdot \varphi_0) V_0 &= V R T_0 \\ P_0 V &= V R T \end{aligned}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T(P_0 - P_{H.P.} \varphi_0)}{T_0 P_0} = \frac{T \left(1 - \frac{P_{H.P.} \varphi_0}{P_0} \right)}{T_0} \approx \frac{2}{3}$$

$$= \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 15} = \frac{3509}{5385} \approx \boxed{\frac{2}{3}}$$

Ответ 3

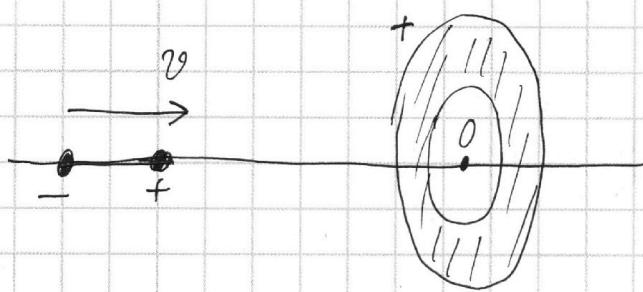


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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



1) Мин. скорость для пролёта означает, что диски остановятся в центре диска. Пусть работа, которую совершило поле $= A$. Тогда $A = \frac{m v_0^2}{2}$

$$\text{Если нач. кин. энергия} = m \underbrace{(2v_0)^2}_{2} = 2mv_0^2.$$

то при пролёте дисков к центру, работы в поле также будет A . Тогда зашлым законом сохранения энергии:

$$2mv_0^2 = A + \frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_c^2}{2}, \text{ где}$$

v_c - скорость в центре диска

$$\Rightarrow 3v_0^2 = v_c^2 \Rightarrow \boxed{v_c = v_0\sqrt{3}} - \text{Ответ 1.}$$

2) На оба заряда действует Эл. поле, оно разное. Рассмотрим, куда будет направлено суммарное поле:



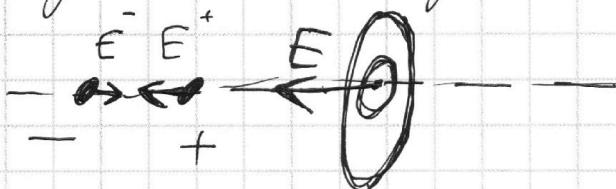
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 3

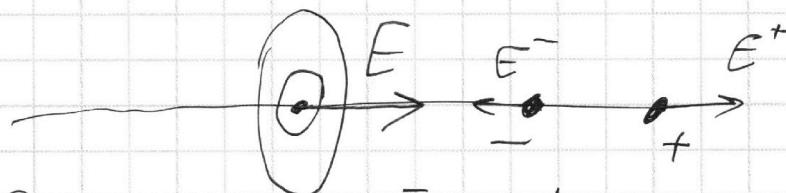
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

a) когда диполь слева от диска



Чем ближе заряд к диску, тем ~~менее~~ более сильное поле на него действует. Тогда в первом случае суммарное поле направлено влево, а значит и ускорение влево.

b) когда диполь справа от диска



Теперь наоборот, поле $E^- > E^+$, значит сумм. поле вправо влево, также как ускорение.

Привём в силу того, что диск симметрично создаёт поле и влево и вправо, можно утверждать, что при подъёме диполя ~~из~~ ^{с какой-то начальной} в центр и ~~в~~ уйдёт из центра ~~на~~ совершаются единаковая работа $= A$ ~~(затраты)~~

Тогда суммарная работа будет $[2A \text{ или } m v_0^2]$

$$\text{ЗС: } 2m v_0^2 = m v_0^2 + \frac{m v_\infty^2}{2} \Rightarrow \cancel{v_0^2} = v_0^2$$

$\Rightarrow v_\infty = v_0 \sqrt{2}$ - скорость на бесконечности

~~Итого~~



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

3 из 3

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

Приём, так как ускорение всегда
~~было~~ направлено влево, то максимальная
скорость равна начальной, а минимальная
конечно, то есть V_∞

тогда разность = $2V_0 - V_\infty = \Delta V$

$$\Delta V = V_0(2 - \sqrt{2})$$

- Ответ на 2й вопрос



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!

1) Сопротивления у катушек нет, значит суммарный поток должен сохраняться.

$$\text{Начальный поток } \Phi_0 = B_0 n S_1$$

В конде $B(\text{внешнее}) = 0$, а поток равен Φ_0 ,

он распределён в катушках, которые включены последовательно. Тогда $B_0 n S_1 = (L_1 + L_2) I_0$

$$\boxed{I_0 = \frac{B_0 n S_1}{5L}} - \text{Ответ на 1-й вопрос}$$

2) Изменение внешнего поля приведет к возникновению тока, а значит поля в катушках.

Изображая:

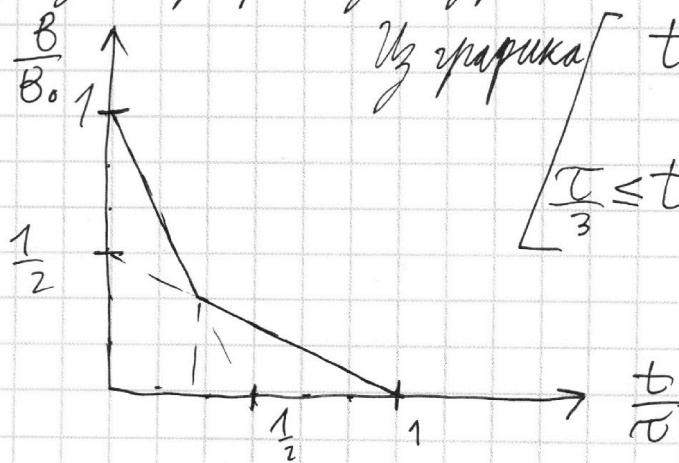
$$-\frac{d\Phi}{dt} = 5L \frac{dI}{dt}$$

$$\text{или } -\frac{dB}{dt} n S_1 = 5L \frac{dI}{dt}, \text{ значит } \frac{dB}{dt} \text{ можно}$$

найти, как козр. наклона прямой на графике.

$$\int dI = - \int dB \frac{n S_1}{5L}, \text{ тогда } \cancel{J = B n} \boxed{J = (B_0 - \frac{B}{5L}) S_1}$$

Перерисуем график для удобства



$$\text{Из графика } t \leq \frac{T}{3}: B = B_0 \left(1 - \frac{2t}{T}\right)$$

$$\boxed{\frac{T}{3} \leq t \leq T: B = B_0 \left(1 - \frac{t}{2T}\right)}$$

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!

заряд, прошедший через катушку $dq = I dt$

$$\text{мо-емк. } dq = \left(\frac{B_0 n S_1}{5L} - \frac{B n S_1}{5L} \right) dt = \cancel{\left(B_0 - B_0 + B_0 \right)} \cdot$$

Отрезок времени $t \leq \frac{\tau}{3}$, $dq = \left(B_0 - B_0 + \frac{2t B_0}{\tau} \right) n S_1 dt / 5L$

$$dq = \frac{2t}{\tau} \frac{B_0 n S_1}{5L} dt \quad \text{Проинтегрируем это выражение.}$$

$$q_I = \frac{2 B_0 n S_1}{5L\tau} \int_0^{\frac{\tau}{3}} \frac{t^2}{2} dt = \frac{2 B_0 n S_1}{5L\tau} \cdot \frac{\tau^2}{9} = \boxed{\frac{2 B_0 n S_1 \tau}{45 L}}$$

Отрезок $\frac{\tau}{3} \leq t \leq \frac{2\tau}{3}$

$$dq = \frac{B_0 n S_1}{5L} dt \quad \int_0^{\frac{2\tau}{3}} dt \cdot \frac{B_0 n S_1}{5L} dt$$

$$q_{II} = \frac{B_0 n S_1}{10\tau L} \cdot \frac{4\tau^2}{9 \cdot 2} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{L} \cdot \frac{1}{45}$$

тогда суммарный заряд, протекший через катушки, а значит и через катушку 1 =

$$= q_{\Sigma} = q_I + q_{II} = \frac{3}{45} \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}$$

$$\boxed{q_{\Sigma} = \frac{1}{15} \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}} - \text{Ответ на 2й вопрос}$$



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
4 ИЗ 5

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!

$$\text{Поставим } x_1 \text{ и } R: \frac{n-1}{F/3} = \frac{1}{5F/3} + \frac{n}{x_2}$$

$$\frac{x_2}{n} = \frac{\frac{5}{3}F \cdot \frac{F}{3(n-1)}}{\frac{5F}{3} - \frac{F}{3(n-1)}} \Rightarrow x_2 = \frac{5Fn}{3(n-1) \left[5F - \frac{1}{n-1} \right]} = \\ = \frac{5Fn}{3(5(n-1)-1)} = \boxed{\frac{5Fn}{3(5n-6)}}$$

Теперь можем подсчитать зеркало; запишем формулу сфер. зеркала:

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R-x_2} + \frac{1}{d'} \rightarrow d' = \frac{\frac{R}{2}(2R-x_2)}{\frac{3}{2}R-x_2}$$

Это новый источник для линзы, который находится на расстоянии $\frac{8}{3}F + 2F + 2R - d'$ и сила (из обратности хода лучей) равна $3F$

$$\text{тогда } 3F = \frac{8}{3}F + 2F + 2R - d'$$

$$d' = \frac{5}{3}F + \frac{2}{3}F = \frac{7}{3}F$$

$$\frac{R(R - \frac{x_2}{2})}{\frac{3}{2}R - x_2} = \frac{R(2R - x_2)}{3R - 2x_2} = \frac{2}{3}F$$



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.

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

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

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!

$$6R^2 - 3RX_2 = 21RF - 19FX_2$$

$$6 \cdot \frac{F^2}{9} - FX_2 = 7F^2 - 19FX_2$$

$$\frac{2}{3}F - X_2 = 7F - 19X_2$$

$$13X_2 = \left(7 - \frac{2}{3}\right)F = \frac{19}{3}F$$

$$X_2 = \frac{19}{39}F, \text{ теперь поставим } X_2$$

$$\frac{19}{39}F = \frac{5Fn}{15n-18} \rightarrow 19 \cdot 15n - 18 \cdot 19 = 5 \cdot 39n$$

$$n = \frac{18 \cdot 19}{19 \cdot 15 - 5 \cdot 39} = \frac{6 \cdot 19}{5 \cdot 19 - 5 \cdot 13} = \frac{114}{65} =$$

$$= \frac{114}{30} = \frac{38}{10}$$

$$\boxed{n = 3,8} - \text{Ответ на 2\pi вопрос}$$



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.

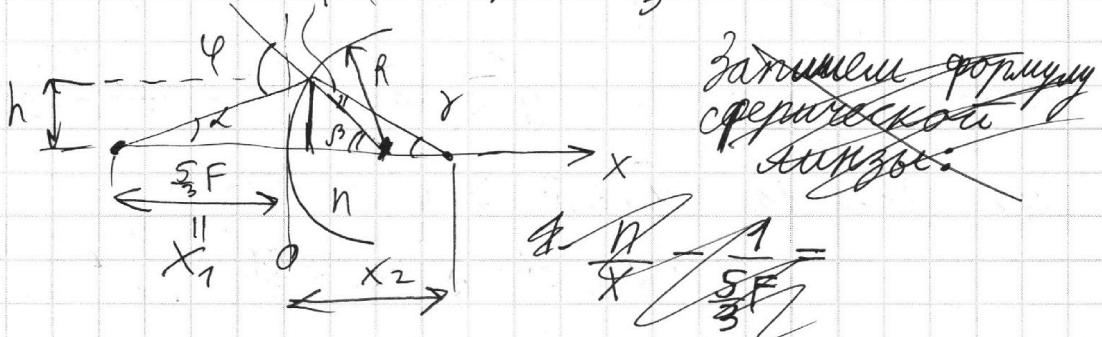
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
3 из 5

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) После перемещения шара лучи уже не пойдут к его центру, а будут испытывать преломление.

Расстояние от изобр. в мизге (нового источника) до шара теперь $\psi \left(\frac{14}{3} - 3 \right) F = \frac{5}{3} F = x_1$



$$\begin{cases} x_1 \alpha = h \\ x_2 \gamma = h \end{cases} \quad R\beta = h \quad \varphi = \alpha + \beta$$

$$\alpha = \frac{h}{x_1}$$

$$(\beta - \varphi) = \frac{h}{x_2} \rightarrow \beta = \frac{h}{x_2} + \varphi \rightarrow \varphi = \frac{h}{x_1} + \frac{h}{x_2} + \varphi = n \varphi$$

~~$$\frac{h}{x_1} + \frac{h}{x_2} = \varphi(n-1)$$~~

~~$$\beta = \frac{h}{R} \Rightarrow \frac{h}{x_2} + \varphi = \frac{h}{R} \rightarrow \alpha + \beta = \frac{h}{R} + \frac{h}{x_1} = n \left(\frac{h}{R} - \frac{h}{x_2} \right)$$~~

$$\Rightarrow \boxed{\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}} - \text{формула сфер. линзы}$$

I



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

СТРАНИЦА
1 из 5

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!

Известно, что после прохождения линзы изображение будет совпадать с источником.

Запишем формулу толстой линзы.

$$\frac{1}{b''} + \frac{1}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{F}$$

$$\boxed{b''} = \frac{\frac{3}{2}F \cdot F}{\frac{3}{2}F - F} = \boxed{3F} = \frac{8F + 2R - R(6R - F)}{9R - 2F}$$

Учитывая все на $3(9R - 2F)$

$$9F(9R - 2F) = 8F(9R - 2F) + 6R(9R - 2F) - 3R(6R - F)$$

$$81FR - 18F^2 = 72FR - 16F^2 + 54R^2 - 12FR - 18R^2 + 3FR$$

После преобразований получим: $F^2 - 9FR + 18R^2 = 0$

Решая относительно R получим $R_{1,2} = \frac{9F \pm 3F}{36}$

$$R_1 = \frac{1}{3}F, R_2 = \frac{1}{6}F$$

Известно, что лучи ℓ при прохождении траектории в воздух-шар не проходят только в

точках шара, если они направлены

к центру. В нашем случае расст. ~~от центра~~

шара до его узла от изображения в линзе

до точки шара, ближайшей к линзе

$$\text{равно } 9F - \frac{8}{3}F = \frac{F}{3}, \text{ поэтому } \boxed{R = \frac{F}{3}} \text{ Ответ: } 1$$



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

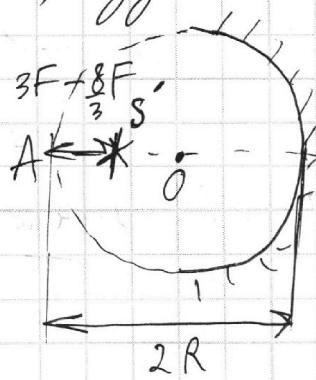
СТРАНИЦА
2 из 5

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!

Запишем формулу тонкой линзы: $\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$$f = \frac{F \cdot \frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F - F} = [3F] - \text{расстояние от линзы}$$

до ~~до~~ изображения. Если в системе параметры изображения не зависят от f , то это значит, что можно не учитывать преломлений на поверхности шара и "смещение" изображения от этих преломлений. Тогда будем записывать формулу сферического зеркала так, будто оно находится в воздухе.



$$AS' = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{F}{3}$$

тогда расст. а до полюса зеркала равно $2R - \frac{F}{3}$

Запишем формулу сфер. зеркала,

читая что источник теперь

находится f'

$$\frac{1}{2R - \frac{F}{3}} + \frac{1}{f'} = \frac{2}{R} \quad (\text{фокус находится на расст. } \frac{R}{2} \text{ от полюса})$$

$$\Rightarrow f' = \frac{\frac{R}{2} \cdot \left(2R - \frac{F}{3}\right)}{2R - \frac{R}{2} - \frac{F}{3}} = \frac{R(6R - F)}{9R - 2F} - \text{теперь}$$

Это новый источник для линзы.

Расстояние от него до линзы равно:

$$\frac{8}{3}F + 2R - f'' = f''' = \frac{8}{3}F + 2R - \frac{R(6R - F)}{9R - 2F}$$

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

$$X_2 = \frac{7 - 6}{13} F = \frac{63 - 6}{9 \cdot 13} F = \frac{57}{9 \cdot 13} F =$$

$$= \frac{19}{39} F \quad \text{теперь подставим } X_2$$

$$\frac{5F}{15n-18} = \frac{19}{39} F \rightarrow 39 \cdot 5 = 19 \cdot 15n - 19 \cdot 18$$

$$n = \frac{39 \cdot 5 + 19 \cdot 18}{19 \cdot 15} =$$

~~$$= \frac{195 + 342}{285} = \frac{13 \cdot 5 + 19 \cdot 6}{19 \cdot 5} =$$~~

$$= \frac{13}{19} + \frac{6}{5} = \frac{179}{95} \approx \boxed{2,1}$$

$$\frac{n-1}{F/3} = \frac{1}{5F/3} + \frac{1}{X_2}$$

$$\frac{3(n-1)}{F} = \frac{3}{5F} + \frac{1}{X_2}$$

$$\frac{n-1}{F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{3X_2} \quad 3X_2 = \frac{5F \cdot F}{n-1} =$$

$$= \frac{5F}{5(n-1) - 1} = \frac{5F}{3(5n-6)}$$

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 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input checked="" type="checkbox"/> | 5 <input checked="" type="checkbox"/> | 6 <input type="checkbox"/> | 7 <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!

Поставим x_2 и R : $\frac{n-1}{F/3} = \frac{1}{\frac{5F}{3}} + \frac{1}{x_2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{5F}{3[5n-6]} \text{. Для зеркала:}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R-x_2} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d' = \frac{\frac{R}{2}(2R-x_2)}{2R-\frac{R}{2}-x_2} = \frac{19}{14} F$$

$$= \frac{R\left(R - \frac{x_2}{2}\right)}{\frac{3}{2}R - x_2} = \frac{R(2R-x_2)}{3R-2x_2} - \text{расстояние}$$

от полюса зеркала до изобр. от зеркала.

Тогда расстояние до линзы будет

~~$$2F + \frac{8F}{3} + 2R - d'$$~~

а. учитывая, что этот источник создаст изображение на расстоянии $\frac{3}{2}F$ от линзы, то оно равно $3F$

$$\Rightarrow 3F = 2F + \frac{8F}{3} + 2R - d' \Rightarrow d' = \underbrace{\frac{7}{3}F}_{\text{}}$$

Поставим d' : $\frac{R(2R-x_2)}{3R-2x_2} = \frac{7}{3}F$

$$6R^2 - 3Rx_2 = 21RF - 14Fx_2$$

$$\frac{6}{9}F^2 - x_2F = 7F^2 - 14Fx_2$$

19.12.2022



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**.

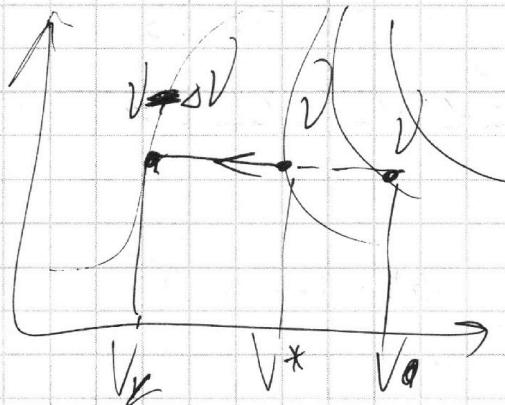
| | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked=""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

СТРАНИЦА
— ИЗ —

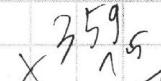
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~С момента когда температура 37°
превысит~~

~~Чтобы облегчить образование водяного пара можно преодолеть, то можно записать~~



$$\frac{\sqrt{*}}{\sqrt{V}} = \frac{\sqrt{V}}{\sqrt{V-5V}}$$


 ~~$\sqrt{V-5V}$~~
 ~~$\sqrt{V-5V}$~~
 ~~$\sqrt{V-5V}$~~
 ~~$\sqrt{V-5V}$~~

$$V_B R T_0 = \left(P_0 - P_{Kn} \right) V_0$$

$$\frac{V_8}{V_1} = \frac{P_0 V_K}{\frac{273 + 46}{273 + 86}} \left(1 - \frac{46}{150} \right) =$$

$$\begin{array}{r}
 359 \quad | \quad 11 \\
 -33 \\
 \hline
 29 \quad | \quad 3
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 273+86 \quad | \quad 11 \\
 273+86 \quad | \quad 15 \\
 \hline
 319 \cdot 11 \\
 \hline
 359 \cdot 15
 \end{array}$$





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

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

1) Из урафика давление насыщ. пара равно 60кПа
тогда пар. давление пара равно $P_0 \cdot 60 =$
 $= 40 \text{ кПа}$ - Ответ на 1^ю вопрос = P_{n1}

2) Если началась конденсация, значит пар стал насыщенным.

~~Приём давление воздуха остаётся постоянным, т.к. оно определяется давлением горшка и равно $150 - 90 = 1$.~~

~~Давление смеси остаётся постоянным, т.к. оно определяется давлением горшка.~~

~~Ур-я Менг. Капелюхта: $V_0 R T_0 = (P_0 - P_{n1}) V_0$~~

$$V_0 R T^* = (P_0 - P_{\text{нр}}(t^*)) V$$

~~Приём давление воздуха остаётся постоянным, т.к. определяется давлением горшка. Значит нужно найти на урафике такую температуру T^* , при которой давление пара 40 кПа - давление насыщенного пара.~~

Это 76°C

$$t^* = 76^\circ\text{C} - \text{Ответ на 2^ю вопрос}$$

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!

1) $\frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа} = P_{1\pi}$

2) $P_{\text{возд}} = 110 \text{ кПа}$

$V_0 T = P_{H\pi} V - \text{нагр}$

$3R - E_m = 4.18$

$V_0 R T = P_0 V$

$V_0 R T_0 = P_{00} V$

$(V + V_0) R T = P_0 V \frac{M_A}{8.314}$

$V_0 R T_0 = P_{1\pi} V_1$

$V_0 R T^* = P_{H\pi} V_2$

$V_0 R T_0 = (P_0 - P_{1\pi}) V_1$

$V_0 R T^* = (P_0 - P_{H\pi}) V_2$

$\frac{V_1 + V_0}{R T_0} = P_0 V_1$

$\frac{V_1 + V_0}{R T^*} = P_0 V_2$

$m \ddot{x} = -q(E_1 - E_2)$

момент $\frac{m v^2}{2} = A$

$m \frac{4v^2}{2} = A + m \frac{v^2}{2}$

$2m v^2 - m v^2 = m \frac{v^2}{2} \rightarrow \frac{3v^2}{2} = \frac{v^{*2}}{2}$

$v^* = v \sqrt{3}$

$E = \frac{d}{x}$

$E_1 = \frac{d}{2x}$

$E_2 = \frac{d}{x+l}$

Пусть A - радиус
эл. поля
и остановка диска

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!

Подставим значения x_1 и R

$$d' = \frac{5}{3}F + 2R$$

$$\frac{n-1}{\frac{1}{3}F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{x_2} \rightarrow x_2 = \frac{F}{3(n-1)} \cdot \frac{5}{3}F \quad d' = \frac{5}{3}F + 2 \cdot \frac{F}{3} =$$

Непр. в этой точке находится источник звука мизог, который даёт изображение там, где был начальный источник.

Расстояние до мизог равно $x_2 + 2F + \frac{8}{3}F =$

$$= \frac{14}{3}F + x_2. \text{ Запишем формулу тонкой}$$

$$\text{мизог. } \frac{1}{\frac{14}{3}F + x_2} + \frac{1}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{F}$$

мизога

$$x_2 = \frac{F}{\frac{1}{3}(n-1)} \cdot \frac{5}{3}F = \frac{F \cdot 5}{3(n-1) \left[5 - \frac{1}{n-1} \right]} =$$

Для зеркала:

$$\frac{5}{3}F - \frac{F}{\frac{1}{3}(n-1)}$$

$$= \frac{5F}{3(5(n-1)-1)} = \boxed{\frac{5F}{3(5n-6)}}$$

$$\frac{1}{2R-x_2} + \frac{1}{d'} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{\frac{2}{3}F - \frac{5}{3}F} + \frac{1}{d'} = \frac{6}{F}$$

539 | 285

$$d' = \frac{F}{6} \cdot \left[\frac{2}{3}F - \frac{5F}{3(5n-6)} \right]$$

$$\frac{2}{3}F - \frac{5F}{3(5n-6)} - \frac{F}{6}$$

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!



1

1

$$J = \left(\beta_0 - \beta\right) \frac{n S_1}{5L} = \cancel{\beta_0 n S_1} - \frac{\beta n S_1}{5L} = I_o - \frac{\beta n S_1}{5L}$$

$$\frac{1}{2R - \frac{F}{3}} \cancel{\beta} = \cancel{\beta_0} \cancel{\beta_0 2t} \quad \beta = \beta_0 \frac{\beta_0}{\beta_0} \quad + \frac{273}{359}$$

$$1 \frac{I}{3}: \quad \frac{\beta}{\beta_0} = 1 - \frac{t}{2t} \cdot \cancel{2} \quad + \frac{t}{t}$$

$$2 \frac{I}{3}: \quad \frac{\beta}{\beta_0} = 1 - \frac{t}{2t} \quad \beta_1 = \beta_0 \left(1 - \frac{2t}{2t}\right) \quad + \frac{273}{319} \quad R \frac{(6R - F)}{9R - 2F}$$

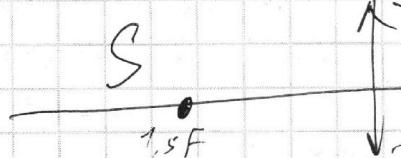
1/2.

$$1) \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{возд}} = 110 \text{ kPa}$$

конденсация \Rightarrow пар насосимый

$$P_H = P_0 - P_B$$



$$\frac{1}{2} \frac{3}{2} F + \frac{1}{8} = \frac{1}{F} \quad 6 = \frac{F \cdot \frac{3}{2} F}{\frac{F}{2}} = 3F$$

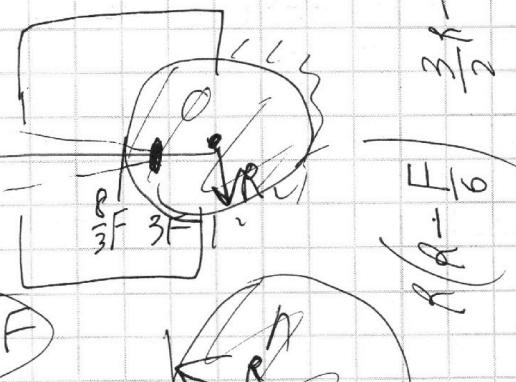
$$\frac{1}{\left(3 - \frac{8}{3}\right)F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{3}{F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{R}$$



$$\text{действует изн} \quad \beta_2 = \beta_0 \left(1 - \frac{t}{2t}\right) \quad + \frac{3542}{3542}$$

$$\frac{273 + 86}{273 + 46} = \frac{9R - 2F}{6}$$



1-