



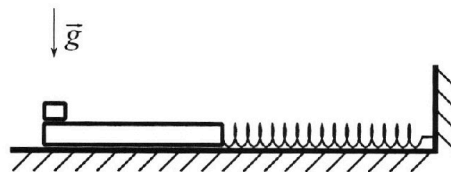
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

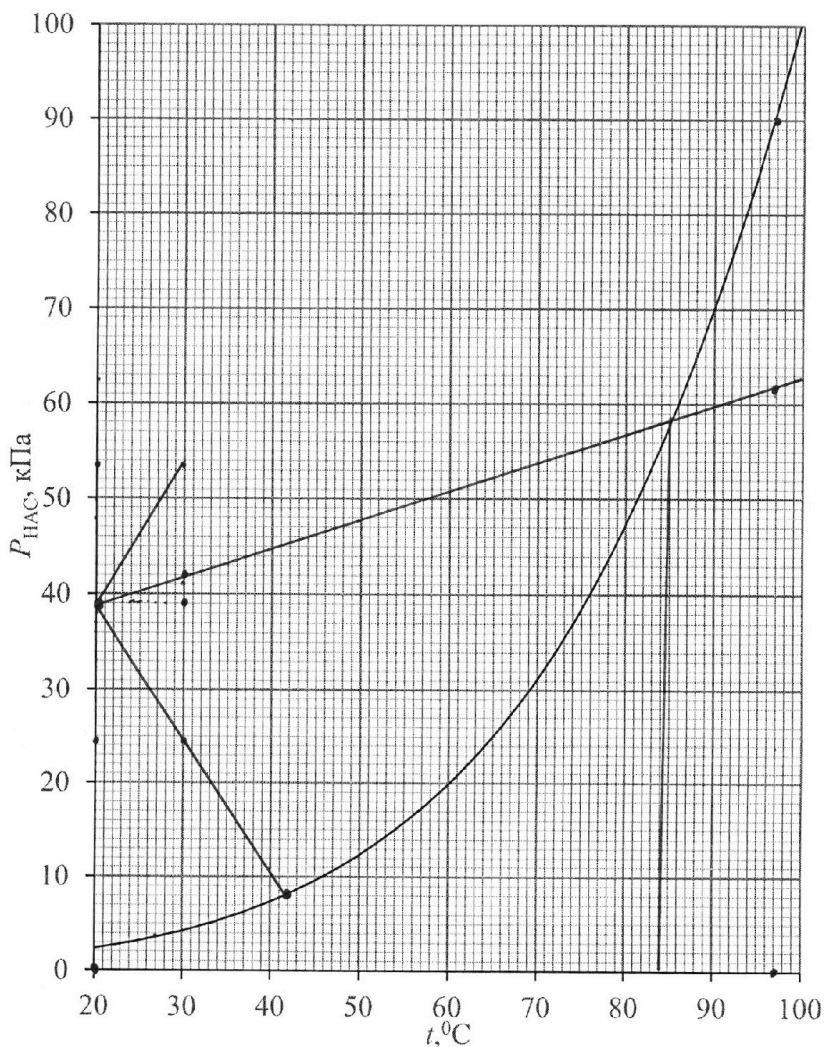


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

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





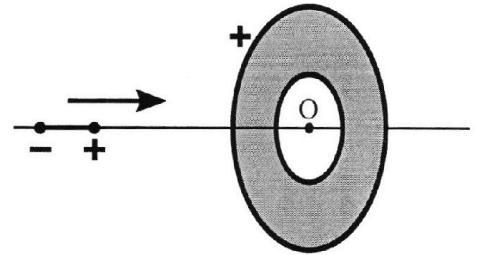
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

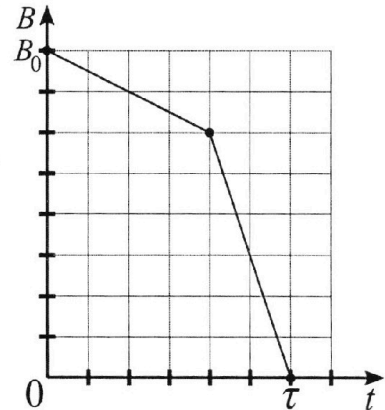
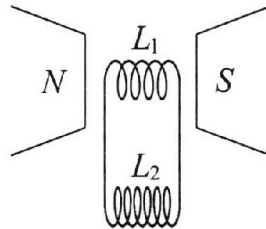


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



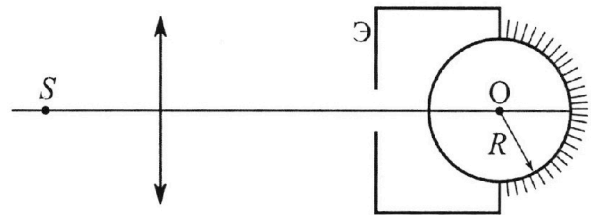
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени 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 на ружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

Поиск параметрического уравнения доски:

$$M \cdot \ddot{X}_{g0} = -K X_{g0} + \mu mg$$

$$\ddot{X}_{g0} = -\frac{K X_{g0}}{M} + \frac{\mu mg}{M}$$

$$\ddot{X}_{g0} = -\frac{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{2 \text{ кг}} \cdot \frac{9\sqrt{6}}{10000} + \frac{0,3 \cdot 1 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \text{ кг}} = \frac{1,5 \text{ м}}{2} + 9,5 \sqrt{6} \text{ м} =$$

$$1,5(1+3\sqrt{6}) \text{ м} = \frac{3}{2}(1+3\sqrt{6}) \text{ м} = 0,75 + 4,5\sqrt{6} \text{ м}$$

Т.к. мы знаем начальное расстояние, то можем найти амплитуду колебаний доски.

$$M \cdot X_g$$

Можем найти, что $X_g(t=0) = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{(M+m)}{K}}$

$$K \cdot \mu g \pi \sqrt{\frac{(M+m)}{K}} - \mu mg = A \cdot \cos(0)$$

$$\mu g \pi \cdot K \sqrt{\frac{(M+m)}{K}} - \mu mg = A \Rightarrow A = \mu g (\pi \cdot \sqrt{K(M+m)} - m)$$

Поиск решения момента поворота уравнения вращающейся доски относительно центра равен 0:

$$\ddot{X}_g = -\frac{A}{K} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

$$\varphi = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0), \text{ где } \varphi_0 - \text{нач. фаза, а } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

Используем нач. условия для времени $t=0$:

$$k \cdot x_g - mg = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) - \text{продифференцируем:}$$

$$k \cdot \dot{x}_g = -A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ в нач. мом } \dot{x}_g = 0$$

$$0 = -A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

Используем условие из условия задачи, когда $\ddot{x}_g \approx 0$:

$$k \cdot \ddot{x}_g = -A \cdot \omega^2 \cdot \overset{\cos(\omega t)}{\sin(\omega t)} = 0 \text{ по условию задачи:}$$

$$\text{значит } \omega \cdot t = \pi \Rightarrow t = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

По условию дано, что в момент времени

$$t \quad v_5 = v_g. \quad v_5 = -\mu \cdot g \cdot t = -\mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}. \text{ Так же}$$

в этой задаче внешние силы не совершают

работу поэтому можно использовать ЗСЭ.

$$\frac{k x_{g0}^2}{2} = \frac{(m+M)}{2} \cdot v_5^2, \text{ где } x_{g0} - \text{начальное расстояние}$$

$$\text{пружинки. } x_{g0} = \sqrt{\frac{(m+M) \cdot v_5^2}{k}} = v_5 \sqrt{\frac{(m+M)}{k}}$$

$$x_{g0} = 0,3 \cdot \frac{10 \text{ м}}{2} \cdot \frac{1}{\text{с}^2} \cdot 3 \sqrt{\frac{2 \text{ кг}}{50 \text{ Н}}} \cdot \sqrt{\frac{3 \text{ кг}}{50 \text{ Н}}} = \frac{9}{2 \cdot 50} \cdot \sqrt{6} \cdot \text{м} =$$

$$= 0,18 \sqrt{6} \text{ м} \quad \frac{9 \sqrt{6}}{50 \text{ м}} \quad \frac{9 \sqrt{6}}{100 \text{ м}}$$



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 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!

они станут равны, поэтому найдем расстояние в этот момент из условия равенства ускорений:

$$\ddot{X}_g = -\frac{k \cdot X_g}{M} + \frac{\mu g m}{M} \quad \text{и т.п. в этот момент}$$

$$a = -\frac{\mu g m}{m}$$

$$\ddot{X}_g = a, \text{ то:}$$

$$-\frac{\mu g m}{m} = -\frac{k X_g}{M} + \mu g \frac{m}{M}$$

$$\frac{k X_g}{M} = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \Rightarrow X_g = \frac{\mu g M}{k} \left(1 + \frac{m}{M}\right)$$

$$1) X_g = \frac{0,3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ кг}}{50 \text{ Н/м}} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ кг}}{100 \text{ Н/м}} \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{50} \text{ м} = 0,18 \text{ м}$$

~~Закон движения груза по оси ОХ выглядит~~

$$M \cdot \ddot{X}_g = -k X_g + \mu g m$$

Пусть $\psi = k X_g - \mu g m$, тогда $\ddot{\psi} = k \ddot{X}_g$, тогда обозначим порядок производной по времени. Тогда через ψ наше уравнение имеет вид:

$$\frac{M}{k} \ddot{\psi} = \frac{M}{k} \cdot \ddot{\psi} + \psi = 0 \Rightarrow \ddot{\psi} + \frac{k}{M} \psi = 0 - \text{уравнение}$$

гармонических колебаний.

Тогда решение имеет вид:

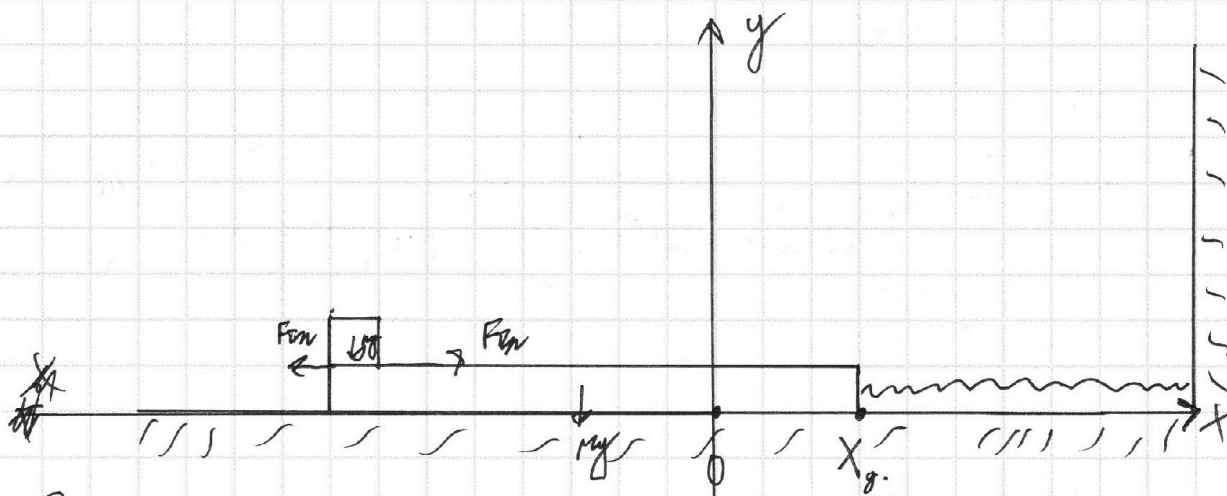


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



СТРАНИЦА
1 из 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!



Сила трения действующая на брусок разгоняет его, а сила ~~то~~ действующая на доску со стороны бруска равна по модулю силе трения действующей на брусок и противоположна по направлению. (по закону Ньютона). Запишем проекции сил действующих на доску:

$$Ox: m \cdot \ddot{x}_g = -Kx_g + \mu mg$$

и на брусок:

$$Oy: 0 = -mg + N$$

$$Ox: ma = -\mu mg$$

За начало мы ~~вз~~ координат мы взяли точку, в которой пружина будет недеформирована.

Можно начать

Можно начать движение упорение доски будет уменьшаться по модулю и, когда противоположные упорения бруска и доски будут равны 0, то



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



СТРАНИЦА
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!

скорости у них равна:

$$\dot{x}_y = \frac{-A \cdot \sin(\omega t)}{\kappa}$$

$$\dot{x}_y = \frac{-\mu g \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+M)} - m \right)}{\kappa} \cdot \sin \left(\arccos \left(\frac{M}{\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+M)} - m} \right) \right)$$

Ответ: 1) $\frac{\mu g m}{\kappa} \left(1 + \frac{m}{M} \right) = 0,18 \text{ м}$ 2) $x_{y0} =$

$$= \mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{\kappa}} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{\kappa}} = \frac{9\sqrt{6}}{100} \text{ м}$$

$$3) v = \frac{-\mu g \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+M)} - m \right)}{\kappa} \cdot \sin \left(\arccos \left(\frac{M}{\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+M)} - m} \right) \right)$$



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

Произведение ответа на 3-й вопрос:

$$\ddot{x}_y K = -A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x}_y = -\frac{A}{K} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

Т.к. ~~ускорения~~ ~~станция~~ ~~равны~~

относительное ускорения станции равны 0,

то можно записать:

$$+\frac{A}{K} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t) = -\mu g$$

Найдем амплитуду колебаний груза в начальных условиях Т.к. мы нашли начально расстояние пружины:

$$x_{г0} \cdot K - \mu m g = A \cos(0)$$

$$A = \left(\mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sqrt{\frac{m+m}{K}} - \mu m g \right) \cdot \left(\frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{M(m+m)} - \mu m g \right)$$

Вектор найдем момент времени когда

относительное ускорения станции нулевыми:

$$\frac{\mu g}{K} \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+m)} - m \right) \cdot \frac{K}{M} \cdot \cos(\omega t) = -\mu g$$

$$\cos(\omega t) \omega t = \arccos \left(\frac{M}{\frac{\pi}{2} \sqrt{M(m+m)} - m} \right)$$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 9

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 уравнение Менделеева-Клапейрона

для воздуха в начале:

$p_{по} \cdot V = \nu_0 \cdot R \cdot t_0$, где $p_{по}$ — начальное давление воздуха в начале. По условию воздуха

$$p_{по} \approx 3,5 \text{ кПа}.$$

Из соотношений для масс газа видно, что начальная масса газа относится к массе воздуха:

$$\frac{m_{по}}{m_{в}} = \frac{1}{11}, \text{ а масса газа в конце } m_{к} = m_{по} + m_{в}, \text{ тогда}$$

$$\frac{m_{к}}{m_{по}} = \frac{11m_{по} + m_{по}}{m_{по}} = \frac{12}{1} = 12$$

Уравнение состояния воздуха, когда будет выполняться такое соотношение:

$$p_{к} \cdot V = \frac{12 \cdot m_{по}}{M_{в}} \cdot R \cdot t, \text{ где } t - \text{температура при } p_{к} \text{ и } V$$

Когда вся вода испарится газ будет насыщен.

$$\frac{p_{к}}{p_{по}} = \frac{12 \nu_0 \cdot R}{\nu} = 12 \frac{p_{по}}{t_0} = 12 \cdot \frac{3500 \text{ Па}}{300 \text{ К}} = 12 \cdot \frac{3500 \text{ Па}}{300 \text{ К}} \approx$$

$$140, \text{ построим график } p = 140 \cdot t, \text{ и найдем}$$

по точке пересечения с кривой насыщения и найдем точку где вся вода испарится.



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 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!

$$\frac{p_{\text{нас}}}{f} = 12 \frac{p_{\text{по}}}{f_0} = 12 \frac{3500}{24^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C}} \approx 199$$

$$p_{\text{нас}} = 199 \cdot f = 199 \cdot 273^\circ\text{C} + 199 \cdot f$$

$$p_{\text{нас}} = 199 \cdot f + 39312/24$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 199 \\ \hline 2380 \end{array}$$

Построим данный график в том же масштабе вместе с кривой насыщения пара и найдем их точку пересечения, она и будет соответствовать f^* , из графика видно, что $f^* \approx 89^\circ\text{C}$

Давление при нагревании пар будет расти следом за идеальным газом:

$p_{\text{пар}} = \frac{12 p_0 \cdot R}{V} \cdot f$, но так как это давление будет линейно зависеть от температуры. Также

$$\frac{p_0 R}{V} = \frac{p_{\text{по}}}{f_0} \approx 12$$

В точке с температурой $t = 97^\circ\text{C}$, давление пара по формуле равно $p_{\text{г}} \approx 62000 \text{ Па}$, а давление насыщенного пара равно: $p_{\text{в}} \approx 90000 \text{ Па}$, а



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
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!

Относительная влажность $\varphi = \frac{p_a}{p_A} = \frac{62000 \text{ Па}}{80000 \text{ Па}} = \frac{62}{80} = \frac{31}{40} \approx 0,775$

$$\begin{array}{r} 31 \overline{) 0,95} \\ 310 \\ - 40 \\ \hline 400 \end{array}$$

Ответы: 1) 12 2) 89°C 3) 0,68



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 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!

Препятствия испарение в манометре, когда испарения попутная точка воздуха над все еще будет найден.

Уравнение Менделеева-Клайперона для этого процесса:

$$p_{\text{нас}} \cdot V = 12 \cdot V_0 \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{p_{\text{нас}}}{T} = \frac{12 V_0 \cdot R}{V}, \text{ для начального}$$
$$\text{манометра } p_{\text{нас}} \cdot V = V_0 \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow \frac{p_{\text{нас}}}{T_0} = \frac{V_0 R}{V}, \text{ у нас}$$

изотермический процесс манометра:

$$\frac{p_{\text{нас}}}{T} = 12 \frac{p_{\text{нас}}}{T_0} \Rightarrow 12 \frac{3500 \text{ Па}}{300 \text{ К}} \approx 144$$

$$p_{\text{нас}} = 144 \cdot T$$

$$p_{\text{нас}} = +144 \cdot 273 \text{ К} - \frac{1}{T_0} \cdot 144$$

$$p_{\text{нас}} = +39312 - 144 T_0$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 273 \\ \hline 432 \\ + 1008 \\ \hline 288 \\ \hline 39312 \end{array}$$

Построим этот график в зависимости от температуры из условия и найдем их точку пересечения. На графике видно, что в манометре температура $T^* = 42^\circ \text{C}$. Когда вся вода испарится, водяной пар при нагреве будет влиять на показания манометра.

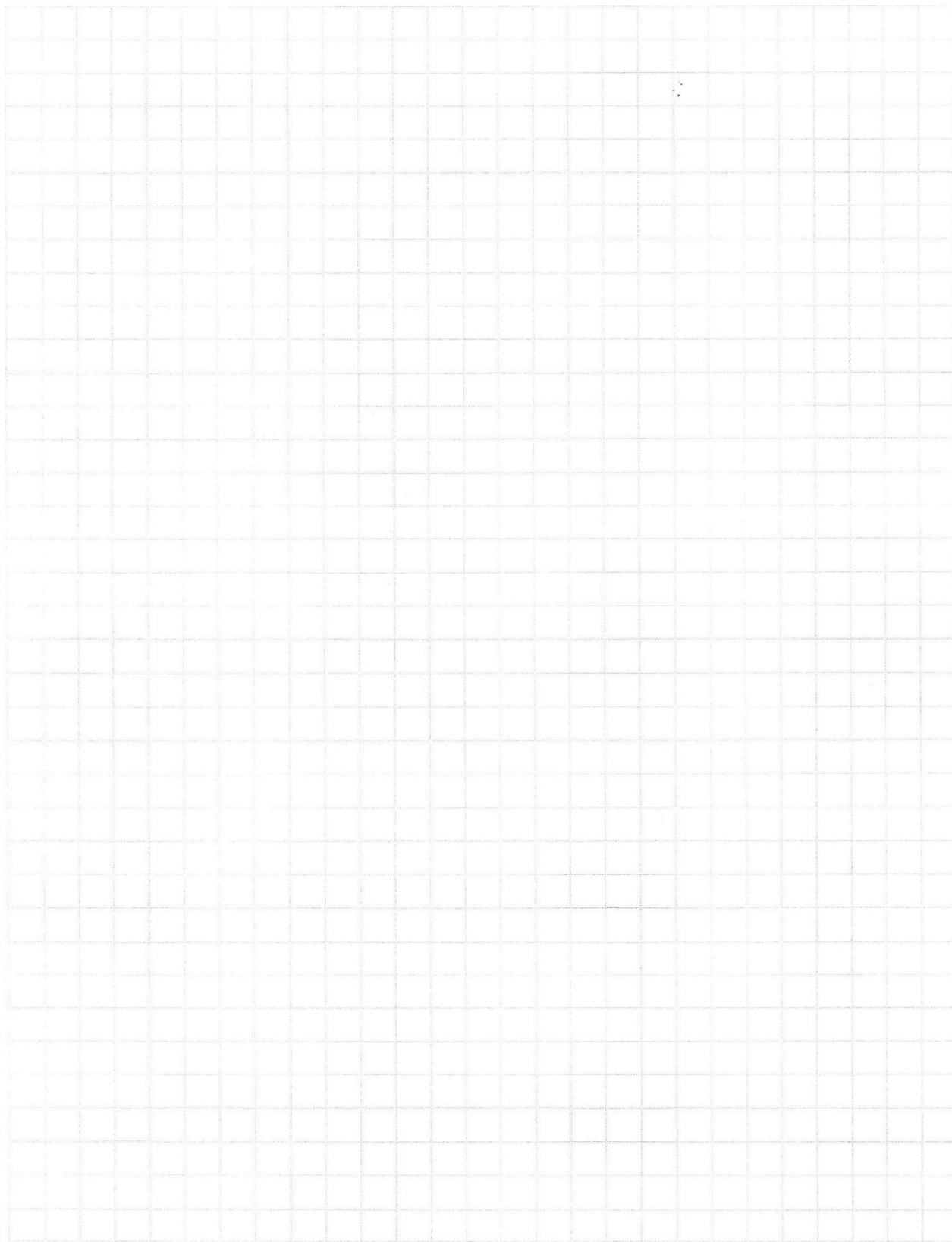


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$mV_0^2 = \frac{mV_0^2}{2} + mV_1^2$$

$$V_1^2 = \frac{V_0^2}{2}$$

$$V_1 = \frac{2}{4} \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$$

V_1 - это максимальная скорость при увеличении зарядов.

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{2}}{2} V_0$

Заметим 2) максимальная скорость будет у электрона
если заряды электронов будут минимальны,



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.

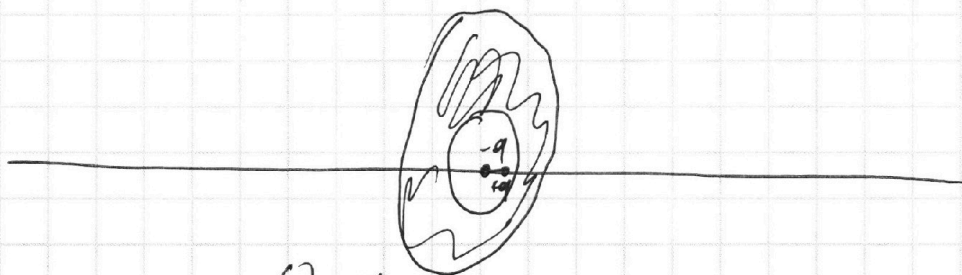
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Т.к. минимальная скорость для протона равно V_0 , то в поле q зарядов данная будет нулевой скоростью.

Найдем Потенциальную энергию взаимодействия между диполь только протона и отрицательный заряд данной неполярной в поле 0



$$W_{\text{пот}q} = \frac{-kQ \cdot q}{r_1} ; W_{\text{пот}q} = \frac{kQ \cdot q}{r_2} , \text{ где } Q, r_1, r_2 \text{ какие-то}$$

параметрические величины. Считая что на бесконечности потенциал создаваемый диполем $\varphi=0$, то закон ЗЭ

$$2 \cdot \frac{m}{2} \cdot V_0^2 = kQ \cdot q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) , m - \text{масса полого заряда.}$$

Полого заряды упомянуты в 2 раз:

$$mV_0^2 = \frac{kQ \cdot q}{2} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) + m \cdot V_1^2 , \text{ подставим } \frac{kQ \cdot q}{2} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

из первого ЗЭ:



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 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!

$$j \frac{dB}{dt} = - \frac{\frac{2}{8} B_0}{\frac{4}{6} \tau_0} = - \frac{2 \cdot 6}{4 \cdot 8} \frac{B_0}{\tau_0} = - \frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau_0} \quad - \text{для первого участка}$$

$$\text{тогда:} \quad - \frac{dI_1}{dt} \cdot 7L = - \frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau_0} \cdot S_1 \cdot n$$

$$I_1^* = \int_0^+ \frac{3}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot \tau_0} \cdot dt$$

$$I_1^* = \frac{3}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot \tau_0} \cdot t$$

Для второго участка:

$$\frac{dB}{dt} - \frac{dI_2}{dt} \cdot 7L = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$

$$\frac{dB}{dt} = - \frac{\frac{6}{8} B_0}{\frac{2}{6} \tau_0} = - \frac{36}{18} \frac{B_0}{\tau_0} = - 2 \frac{B_0}{\tau_0}$$

$$\int_{I_1}^{I_2} dI_2 = \int_{\frac{4}{6} \tau_0}^{\frac{7}{6} \tau_0} \frac{2 B_0 \cdot S_1 \cdot n}{7 L \tau_0} \cdot dt$$

$$I_2^* - \frac{3}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L} = \frac{2}{7} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot \tau_0} \cdot \left(t - \frac{4}{6} \tau_0 \right)$$

Намем заряд прошедший в первую катушку

тогда:

$$\int_0^{q_1} dq_1 = \int_0^{\frac{4}{6} \tau_0} I_1^* \cdot dt = \int_0^{\frac{4}{6} \tau_0} \frac{3}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot \tau_0} \cdot t \cdot dt = \frac{3}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot \tau_0} \left(\frac{\left(\frac{4}{6} \cdot \tau_0 \right)^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{3}{56} \cdot \frac{8}{64} \cdot \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot \tau_0}{L} = \frac{3}{448} \cdot \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot \tau_0}{L}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

Запишем правило нирлофа для первого
ушка на уорине:

$$-\frac{d\vec{I}_1}{dt} \cdot (L_1 + L_2) = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$
$$-d\vec{I}_1 \cdot 7 \cdot L = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$

$$\vec{I}_1 = \frac{S_1 \cdot n}{7L} \cdot \frac{2}{8} B_0$$

для второго ушка уорина:

$$-\frac{d\vec{I}_2}{dt} \cdot 7L = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$

$$(\vec{I}_2 - \vec{I}_1) = \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{S_1 \cdot n}{7L}$$

$$\vec{I}_2 - \frac{2}{56} \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0}{L} = \frac{6}{56} \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L}$$

$$\vec{I}_2 = \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0}{7L} \quad \text{— ответ на 1-й вопрос}$$

Найдем зависимость тока от времени, и проинтегрируем,
чтобы найти протекающий заряд:

Запишем правило нирлофа:

$$\frac{d\vec{I}_1}{dt} \cdot 7 \cdot L = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n \quad \text{— для первого ушка на}$$

уорине $\frac{dB}{dt}$ можно найти из уорина в условии.



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!

$$q_2 = \int_{\frac{1}{6}l_0}^{l_0} \vec{I}_2^* \cdot d\vec{A} = \int_{\frac{1}{6}l_0}^{l_0} \frac{2}{56} \cdot \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0}{L} \cdot dA + \int_{\frac{1}{6}l_0}^{l_0} \frac{2}{4} \cdot \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot l_0} \left(+ \frac{1}{6}l_0 \right) dA =$$

$$= \frac{2}{56} \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0}{L} \cdot \frac{2}{6} l_0 + \frac{2}{4} \cdot \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L \cdot l_0} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{2}{6} l_0 \right)^2 =$$

$$= \frac{1}{84} \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0 \cdot l_0}{L} + \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{63 L} \cdot l_0 = \left(\frac{1}{84} + \frac{1}{63} \right) \frac{S_1 \cdot B_0 \cdot n \cdot l_0}{L}$$

$$Q_{\text{наши}} = q_1 + q_2 = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot l_0}{L} \left(\frac{3}{448} + \frac{1}{84} + \frac{1}{63} \right)$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{S_1 \cdot n \cdot B_0}{2L} \quad 2) \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot l_0}{L} \left(\frac{3}{448} + \frac{1}{84} + \frac{1}{63} \right)$$

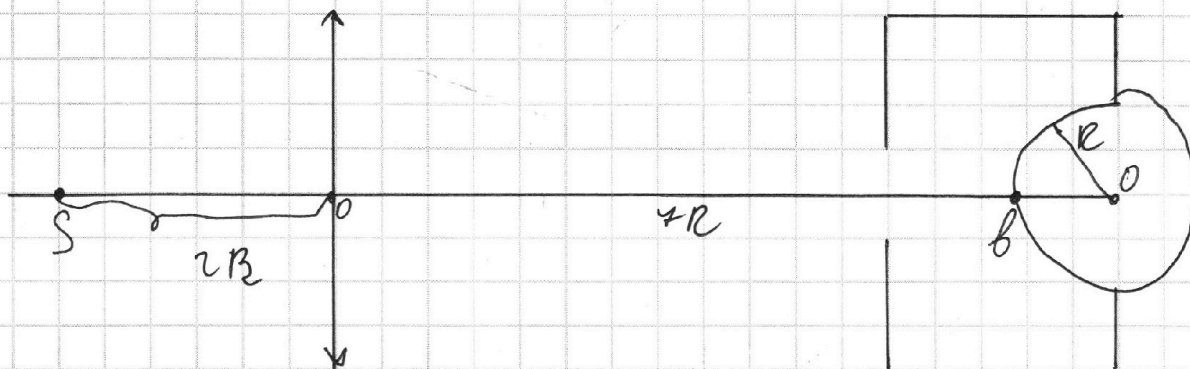


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



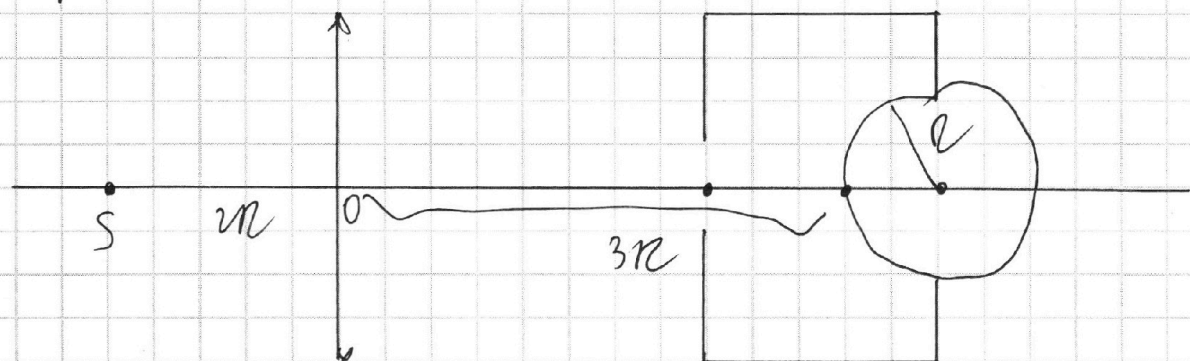
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



Если при пропускании через данную оптическую систему изображение совпадает с объектом, то это значит, что линза фокусирует лучи от предмета в центре глаза, а потом сходящиеся эти лучи собираются в источнике. Радиус найдем фокусное расстояние линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R} \Rightarrow F = \frac{4}{3}R = 1,33R$$





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!

Answer: $F = 1,6R, n = 1,6$.



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
☐

2
☒

3
☒

4
☒

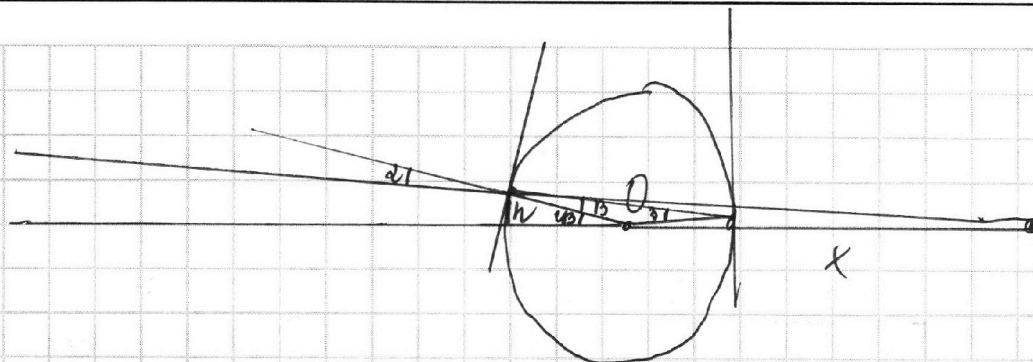
5
☒

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!



$$\frac{S_{\triangle h a}}{S_{\triangle h B}} = h$$

$$\frac{h}{R} = 2\beta$$

$$\frac{h}{2R} = \beta$$



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

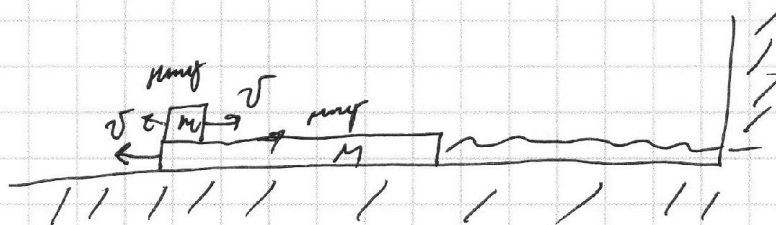


СТРАНИЦА

4 ИЗ 7

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



$$mA = -kx + \mu mg$$

$$ma = -\mu mg$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{(m+M) \cdot v^2}{2}$$

~5

$$1) \quad A = a \Rightarrow \mu mg = \mu mg + kx$$

$$\mu g = \mu g \frac{m}{M} + \frac{kx}{M} \Rightarrow v_s =$$

$$x = \frac{M}{k} \cdot \mu g \left(1 - \frac{m}{M}\right)$$

$$\dot{x} = 0 = -A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \phi_0)$$

$$\phi_0 = 0$$

$$2) \quad v_s = \mu g \cdot t$$

$$A = \frac{kx}{M} + \mu g \frac{m}{M}$$

$$v_s = \mu g \cdot \frac{M}{k} \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\ddot{x} = \frac{kx}{M} + \mu g \frac{m}{M}$$

$$\ddot{x} = -A \omega^2 \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$\ddot{x} + \frac{kx}{M} + \mu g \frac{m}{M} = 0 \quad 0 = -A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

$$\frac{M}{k} \cdot \ddot{x} + x + \frac{\mu g m}{k} = 0$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2} = \frac{k}{M} \cdot t$$

$$t = \frac{M}{k} \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$\psi = x + \frac{\mu g m}{k}$$

$$\ddot{\psi} + \frac{k}{M} \cdot \psi = 0$$

$$\ddot{\psi} = \ddot{x}$$

$$x + \frac{\mu g m}{k} = A \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$$



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**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

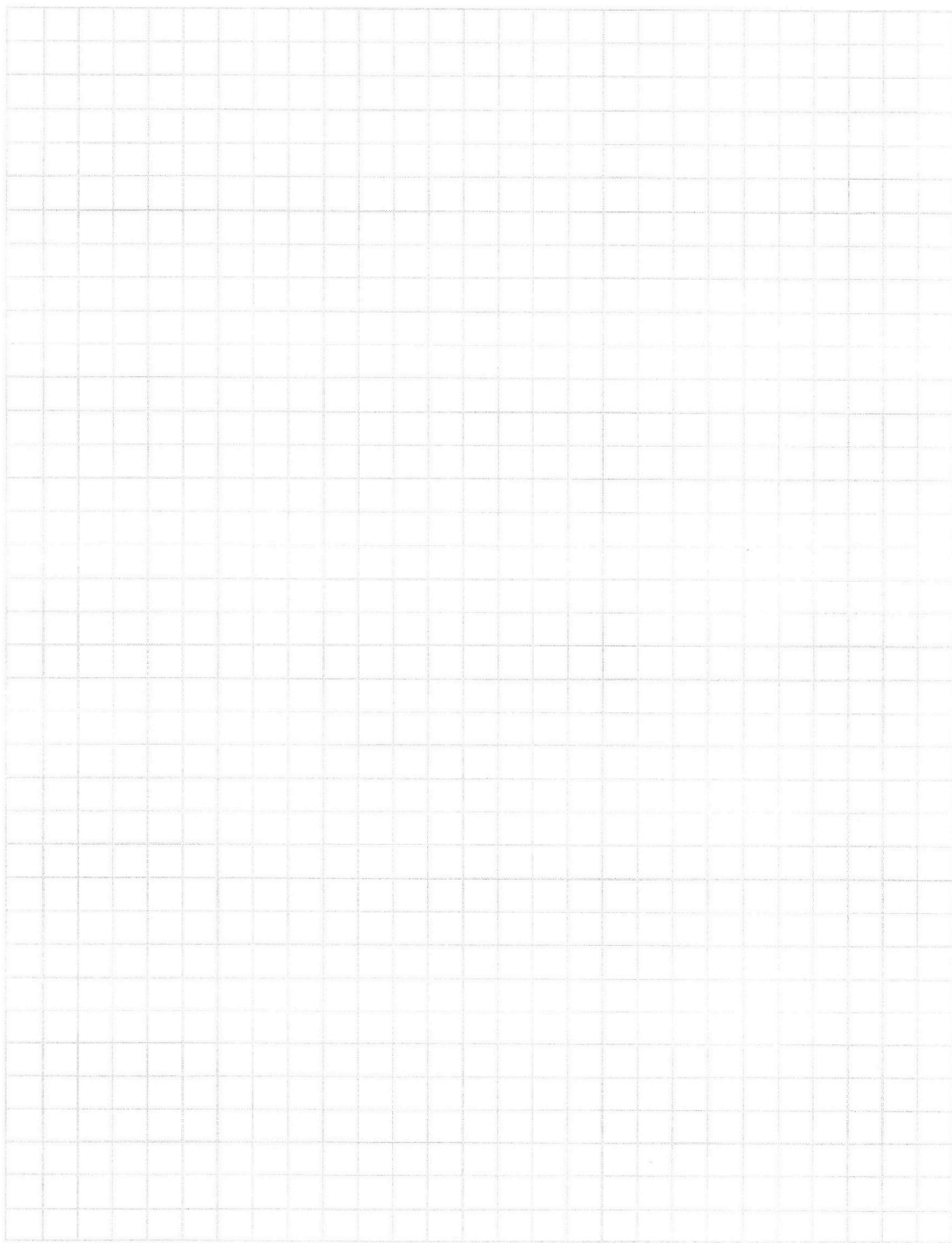
5
☐

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!





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!

Запишем правило циркуля для контура:

$$\dot{I}L_1 - \dot{I}L_1 - \dot{I}L_2 = \mathcal{E}_{\text{внут}}, \quad \dot{I} - \text{ток в контуре}$$

$$-\dot{I}(L+6L) = \dot{B}_2 \cdot n \cdot S_1, \quad \text{найдем } \dot{B}_2 \text{ в конце вычисления}$$

пока из графика. Для второго участка из графика

$$\text{видно, что } \dot{B}_2 = -\frac{\frac{8}{10} B_0}{\frac{2}{6} \tau} = -\frac{8}{10} \cdot \frac{6}{2} \cdot \frac{B_0}{\tau} = -\frac{4 \cdot 3}{5} \frac{B_0}{\tau} = -2,4 \frac{B_0}{\tau}$$

$$\text{Для первого участка найдем } \dot{B}_1 = -\frac{\frac{2}{8} B_0}{\frac{1}{6} \tau} =$$

$$= -\frac{12}{32} \frac{B_0}{\tau} = -\frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau}$$

Запишем правило циркуля для первого участка увеличивая длину:

$$-\dot{I}_1(7L) = \dot{B}_1 \cdot n \cdot S_1$$

Найдем ток в конце первого участка



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!

Получили нам будет вычислен урона сам

т в день:

$$\rho = 12.3500 / \text{км} \\ 27^\circ\text{C} + 243^\circ\text{C}$$

$$\rho = 144 \cdot t_c + 144 \cdot 273$$

$$\rho = 144 t_c + 39,3 \text{ км/ч}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 273 \\ \hline 432 \\ + 1008 \\ \hline 288 \\ \hline 39312 \end{array}$$

$t_c =$

$$0^\circ\text{C} = -273^\circ\text{K}$$

$$-273^\circ\text{C} = 0\text{K}$$

$$24 = 273 + 24$$