



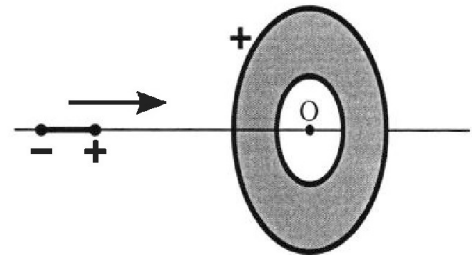
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

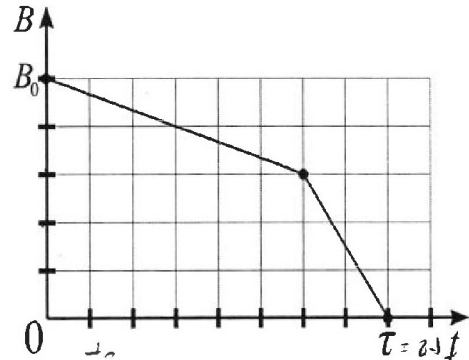
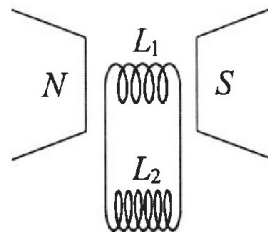


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



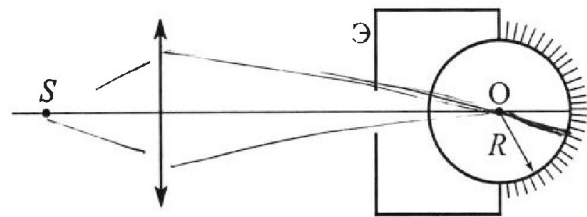
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удаленный 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.

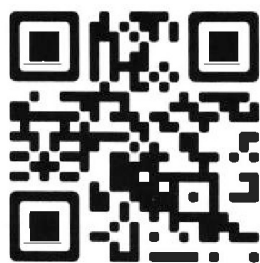


- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



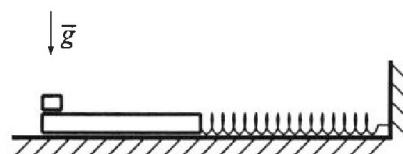
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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.

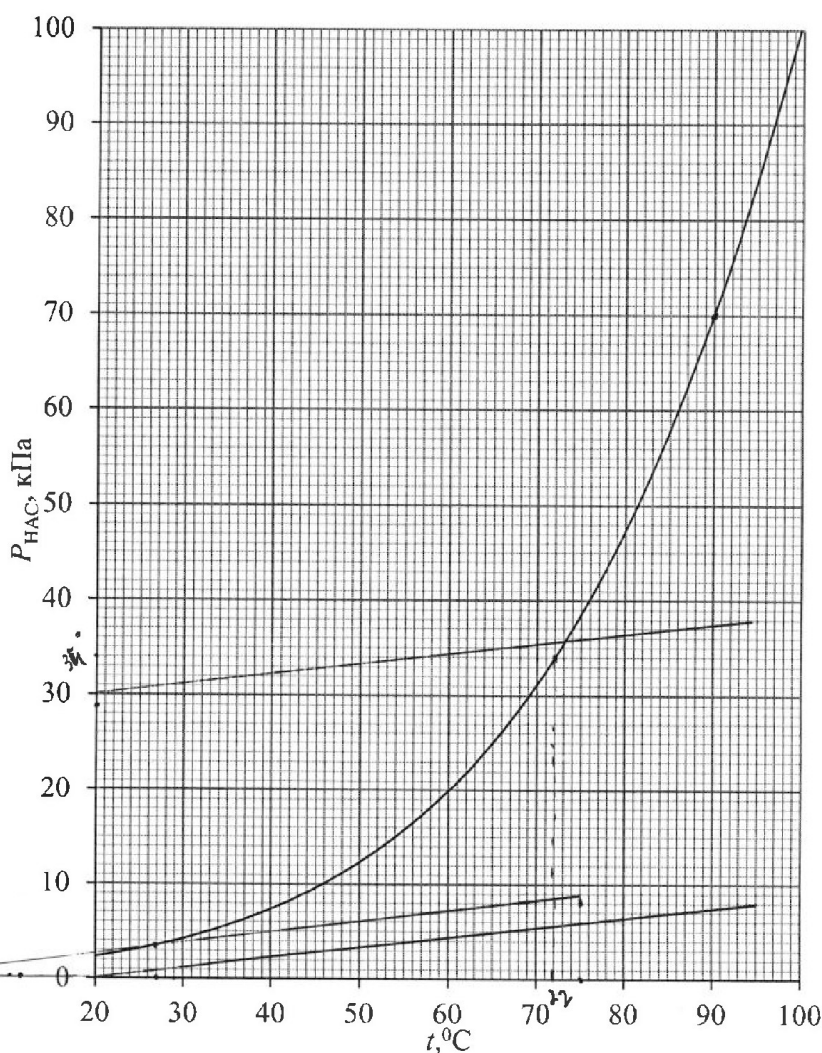


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

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

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





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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

4) Записать уравнение (1) в виде:

$$-4m\ddot{x} = kx - \mu mg \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{4m}x = \frac{\mu g}{4} \text{ — упр-е гармонических колебаний. } x - \text{ деформация. } \omega = \sqrt{\frac{k}{4m}}$$

$\tilde{x} = x - \frac{\mu mg}{k}$, $\ddot{\tilde{x}} = \ddot{x}$ $\Rightarrow x = \tilde{x} + \frac{\mu mg}{k}$

$$\ddot{\tilde{x}} + \frac{k}{4m}\tilde{x} = 0$$

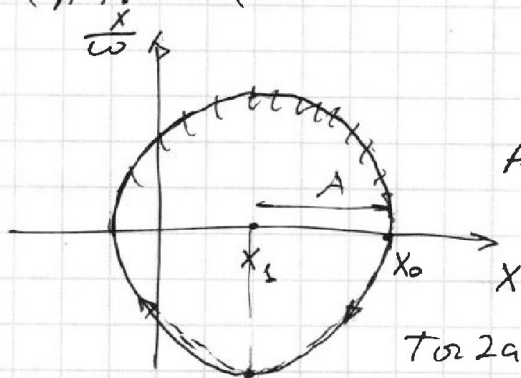
$$\tilde{x} = x - \frac{\mu mg}{k} = x - x_1 \Rightarrow \ddot{\tilde{x}} = \ddot{x}; \quad \dot{\tilde{x}} = \dot{x}$$

$$\tilde{x} = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \text{и} \quad \dot{\tilde{x}} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$A \cos^2(\omega t + \varphi_0) + \sin^2(\omega t + \varphi_0) = 1$$

$$\left(\frac{\tilde{x}}{A}\right)^2 + \left(\frac{\dot{\tilde{x}}}{A\omega}\right)^2 = 1 \Rightarrow A^2 = (x - x_1)^2 + \left(\frac{\dot{x}}{\omega}\right)^2$$

упр-е о кругливости



$$A = x_0 - x_1 = x_0 - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\text{Также } A = x^* - x_0$$

$$\text{То есть: } x^* - x_0 = x_0 - \frac{\mu mg}{k}$$

$$2x_0 = \frac{5\mu mg}{k} + \frac{\mu mg}{k} = \frac{6\mu mg}{k}$$

$$x_0 = \frac{3\mu mg}{k}$$

5) Ускорение груза:

$$4ma_0 = kx_0 - \mu mg = 3\mu mg - \mu mg =$$

$$= 2\mu mg \Rightarrow a_0 = \frac{\mu g}{2} = \frac{0,4 \cdot 10 \text{ м}}{2 \cdot 0,2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



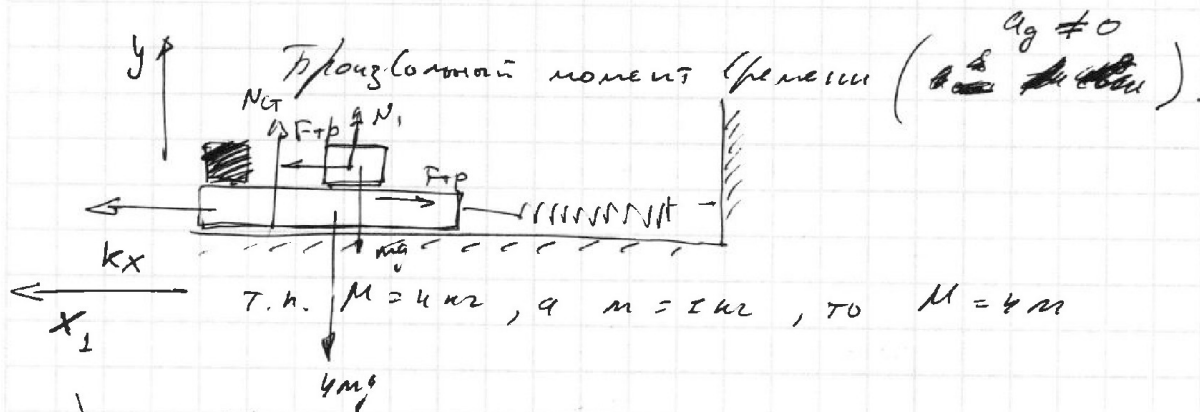
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Задача №5



1) Т.к. брусок скользит, то $F_{тр} = \mu N_1$; Второй закон Ньютона для бруска: y : $N_1 = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu mg$

2) Второй закон Ньютона для бруска и оси: x_1 :

$$\begin{cases} 4m a_g = kx - F_{тр} = kx - \mu mg & (1) \\ \mu mg = F_{тр} = \mu mg & (2) \end{cases}$$

3) В момент исти относительное движение происходит $a_g = a_y$:

Тогда заменим (1) на (2)

$$\frac{4m a_g}{m a_g} = \frac{kx^* - \mu mg}{\mu mg} \Rightarrow 4\mu mg = kx^* - \mu mg$$

$$x^* = \frac{5\mu mg}{k}$$

$$x^* = \frac{5 \cdot 0,4 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{20}{100} \text{ м} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$$



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

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!

в) когда относительное ускорение замедлится ускорение доски почти замедлится, значит это случается через $\frac{T}{4}$ после начала движения.

Скорость в этот момент времени - это максимальная скорость. $v = \omega A = \sqrt{\frac{k}{4m}} (x^* - x_0) =$
 $= \sqrt{\frac{k}{4m}} \cdot \left(\frac{50 \text{ мс}}{k} - \frac{30 \text{ мс}}{k} \right) = \frac{20 \text{ мс}}{k} \sqrt{\frac{k}{4m}} =$
 $= 10 \text{ г} \sqrt{\frac{m}{k}} = 0,4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{\frac{10}{100}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ. 1) 2 см; 2) $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 3) $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Задача №2

1) Запишем ур-е состояния пара (считаем пар идеальным газом) при $t_0 = 22^\circ\text{C}$ и $t = 90^\circ\text{C}$.

$$\begin{cases} p_{\text{ип}}(t_0) V = \frac{m_0}{\nu_0} R T_0 & (1) \\ p_{\text{ип}}(t) V = \frac{m_0 + m_B}{\nu_0} R T & (2) \end{cases} \quad \begin{array}{l} m_B = 7 m_0 \text{ (по условию)} \\ m_0 - \text{масса пара при } t_0 \\ m_B - \text{масса воды вначале.} \end{array}$$

Поэтому $\frac{m_B}{m_0} = \frac{7 m_0 + m_0}{m_0} = 8$

$$\boxed{\frac{m_B}{m_0} = 8}$$

2) Поделим (2) на (1):

$$\frac{p_{\text{ип}}(t)}{p_{\text{ип}}(t_0)} = \frac{8 m_0}{m_0} \frac{T}{T_0} = 8 \frac{T}{T_0}$$

$$p = 8 \frac{T}{T_0} \frac{p_{\text{ип}}(t_0)}{p_{\text{ип}}(t)}$$

Из задачи, дано в условии: $p_{\text{ип}}(t_0) \approx 35 \text{ кПа}$

$$p_{\text{ип}}(t) = 20 \text{ кПа}$$

$$p = 8 \frac{353 \text{ К} \cdot 35 \text{ кПа}}{300 \text{ К} \cdot 20 \text{ кПа}} \cdot 100\% = 0,4121 \cdot 100\% = 41,21\%$$

$$\boxed{p = 41,21\%}$$



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!

3) Найдем t^* : $\rho_{\text{лп}} = 8 \text{ мПа}$ и $\varphi^* = 100\%$.

$$\begin{cases} \rho_{\text{лп}}(t^*) V = \frac{8 \text{ мПа}}{\rho_0} \rho T^* \\ \rho_{\text{лп}}(t_0) V = \frac{\rho_0}{\rho_0} \rho T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\rho_{\text{лп}}(t^*)}{\rho_{\text{лп}}(t_0)} = 8 \frac{T^*}{T_0}$$

Считаем $\rho_{\text{лп}}(t_0) = 4 \text{ кПа}$

$$\frac{\rho_{\text{лп}}(t^*)}{T^*} = \frac{8 - 4 \text{ кПа}}{\frac{300 \text{ К}}{25}} = \frac{8}{75} \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{лп}}(t^*) &= \frac{8}{75} \cdot (273 + t^*) = 8 \cdot 3,65 + \frac{8}{75} t^* = \\ &= 29,2 + \frac{8}{75} t^* \end{aligned}$$

4) На ~~графике~~ ^{координатной плоскости} ланной по условию построим

ланную прямую. Точка пересечения прямой с φ -
фиком — точка преращения испарения тожд. $t^* = 34^\circ$

Ответ. 1) $\frac{\mu_{\text{лп}}}{\mu_{\text{и}}} = 8$; 2) $\varphi = 48,4\%$; 3) $t^* = 34^\circ$



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 4

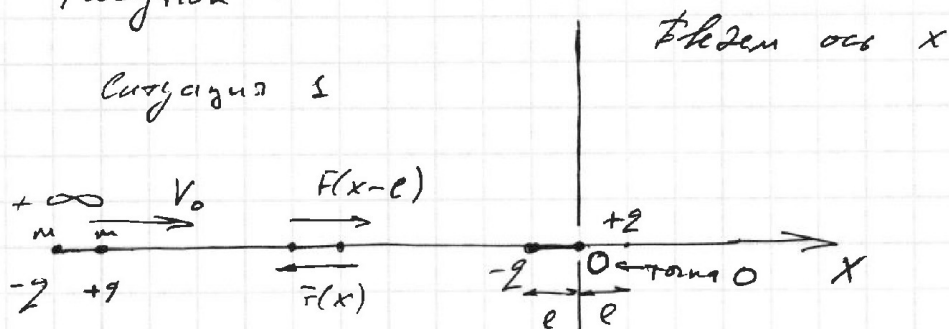
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №3

1) т.к. на диполь не действуют внешние непотенциальные силы, то для диполя ~~закон~~ можно записать закон сохранения энергии.

2) Пусть q и $-q$ заряды диполя в уменьшения заряда. φ_0 - потенциал, создаваемый диском в его центре. φ_1 - потенциал, создаваемый диском на расстоянии x по оси симметрии от центра диска. l - расстояние между зарядами диполя.

3) Рисунок:



4) Рассмотрим диполь до удара:

$$\text{Второй закон Ньютона: } m \cdot \ddot{x} = F^{(1)}(x-l) - F^{(2)}(x) = 2mq \frac{d\varphi}{dx}$$

$$(m - \text{масса заряда.}) \text{ Тогда: } -dF_x = 2mq \frac{d\varphi}{dx}$$

$$\ddot{x}^{(1)} < 0 \Rightarrow \text{диполь тормозится.}$$



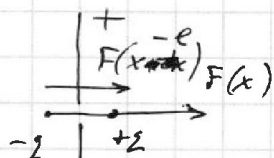
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

5) Рассмотрим ионик при пролете через диск.

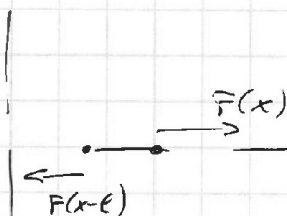


Второй закон Ньютона:

$$x: F(x) + F(x-l) = 2ma_x^{(2)}$$

$a_x^{(2)} > 0 \Rightarrow$ при пролете ионик разгоняется

6) рассмотрим ионик после пролета.

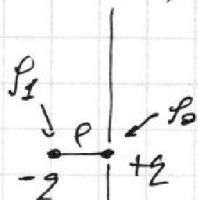


Второй закон Ньютона:

$$x: -F(x-l) + F(x) = 2ma_x^{(3)}$$

$F(x-l) > F(x) \Rightarrow a_x^{(3)} < 0 \Rightarrow$ торможение

7) Тогда минимальная скорость ионика будет при пролете положительного заряда, а максимальная при пролете отрицательного. Тогда ионик мог пролететь через центр, пролететь должен положительный заряд.



Закон сохранения энергии от начального состояния и до пролета +l.

$$\frac{2mV_0^2}{2} = q(\varphi_0 - \varphi_l) + K$$

$$K = \frac{2mV^2}{2} = 0 \text{ т.к. это равнозначная ситуация.}$$

$$\text{Тогда: } \varphi_0 - \varphi_l = \frac{mV_0^2}{q}$$



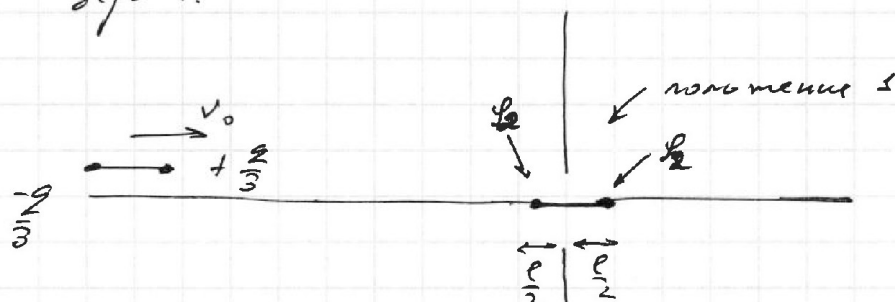
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

8) Рассмотрим движение электрона после ускорения его зарядом.

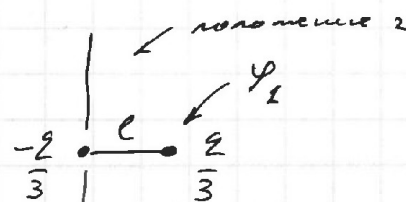


Закон сохранения энергии от начала до положения 1:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_1^2}{2} + \varphi_2 \frac{q}{3} - \varphi_1 \frac{q}{3}$$

Тогда $V_1 = V_0$

9) Максимальная скорость

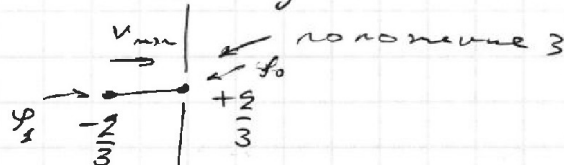


Закон сохранения энергии до положения 2:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_{\max}^2}{2} - \frac{q}{3} (\varphi_0 - \varphi_1) = \frac{2mV_{\max}^2}{2} - \frac{q}{3} \frac{mV_0^2}{2}$$

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

10) Минимальная скорость:



Закон сохранения энергии до положения 3:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_{\min}^2}{2} + \frac{q}{3} (\varphi_0 - \varphi_1) = mV_{\min}^2 + \frac{mV_0^2}{3}$$

$$V_{\min}^2 = \frac{2}{3} V_0^2$$



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
☐

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!

$$10) \quad \frac{V_{\max}^2}{V_{\min}^2} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{2}{3}} = 2 \Rightarrow \boxed{\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{2}}$$

Ответ. 1) $V_1 = V_0$; 2) $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{2}$



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 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$5) \varphi_1 = \dot{\varphi}_1(0) \frac{6\tau}{8} + \frac{\ddot{\varphi}_1 \left(\frac{6\tau}{8}\right)^2}{2} = \frac{\dot{\varphi}_1^2 - 0}{2 \ddot{\varphi}_1} = 7,4.$$

$\ddot{\varphi} = \text{const}$ на каждом из участков

$$\ddot{\varphi}_1 = -\frac{\mu S_1}{13L} \cdot \left(-\frac{2}{5} B_0\right) = \frac{\mu S_1}{13L} \frac{8B_0}{15\tau}$$

$$\ddot{\varphi}_2 = -\frac{\mu S_1}{13L} \cdot \left(-\frac{3}{2} \frac{1}{5} B_0\right) = \frac{\mu S_1}{13L} \frac{24}{10} \frac{B_0}{\tau} = \frac{\mu S_1}{13L} \frac{12 B_0}{5\tau}$$

$$6) \varphi_1 = \frac{\left(\frac{2\mu S_1}{13 \cdot 4L} \frac{2B_0}{5}\right)^2}{2 \frac{\mu S_1}{13L} \frac{8B_0}{15\tau}} = \frac{\frac{1S_1}{13L} \frac{2B_0^2}{25\tau}}{\frac{18B_0}{15\tau}} = \frac{\frac{\mu S_1}{13L} \cdot 3TB_0}{20} =$$

$$= \frac{3\mu S_1 B_0 T}{260L}$$

$$7) \varphi_2 = \frac{I_0^2 - \dot{\varphi}_1^2}{2 \ddot{\varphi}_2} = \frac{\left(\frac{\mu S_1 B_0}{13L}\right)^2 \left(B_0^2 - \left(\frac{2}{5} B_0\right)^2\right)}{2 \cdot \frac{\mu S_1}{13L} \frac{12 B_0}{5\tau}} = \frac{\frac{\mu S_1}{13L} \frac{21}{25} B_0^2}{\frac{24 B_0}{5\tau}} =$$

$$= \frac{\frac{\mu S_1}{13L} \frac{B_0 T \cdot 7}{40}}{\frac{7\mu S_1 B_0 T}{520L}} = \frac{1S_1 B_0 T}{40L}$$

$$8) \text{ Тогда за все время } \tau: \varphi_2 = \varphi_1 + \varphi_2 =$$

$$= \frac{6\mu S_1 B_0 T}{520L} + \frac{7\mu S_1 B_0 T}{520L} = \frac{13\mu S_1 B_0 T}{520L} =$$

$$= \frac{1S_1 B_0 T}{40L} \Rightarrow \boxed{\varphi_2 = \frac{1S_1 B_0 T}{40L}}$$

$$\text{Отлет. } I_0 = \frac{\mu S_1 B_0}{13L}; \varphi_2 = \frac{1S_1 B_0 T}{40L}$$



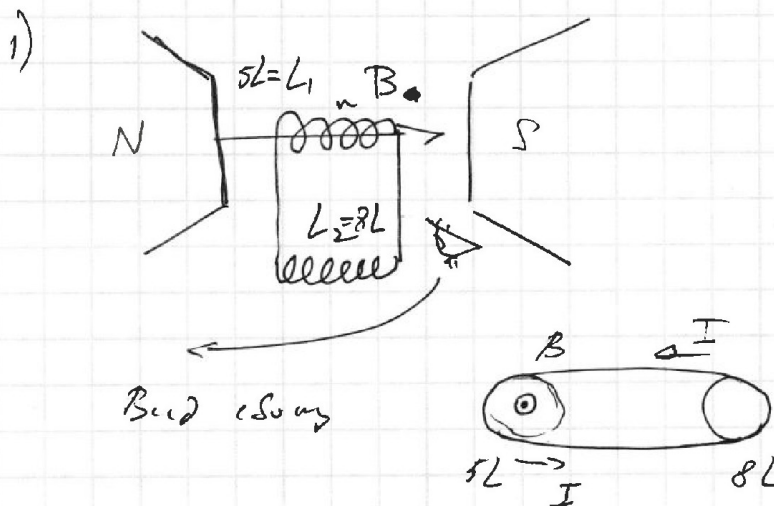
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 54



Закон Фарадея для контура, состоящего из двух

катушек. Т.к. сопротивление пренебрежимо отсутствует,

то в замкнутом контуре считаем $\mathcal{E}_i = 0$ и $\frac{d\Phi}{dt} = 0$

$$N_1 S \frac{dB}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$- \frac{N_1 S_1}{L_1 + L_2} \frac{dB}{dt} = \frac{dI}{dt} \Rightarrow - \frac{N_1 S_1}{L_1 + L_2} \frac{dB}{dt} = \frac{dI}{dt}$$

на левом участке 0

2)

$$- \frac{N_1 S_1}{L_1 + L_2} \int_{B_0}^0 dB = \int_0^{I_0} dI \Rightarrow \frac{N_1 S_1 B_0}{L_1 + L_2} = I_0$$

$$I_0 = \frac{N_1 S_1 B_0}{L_1 + L_2} = \frac{N_1 S_1 B_0}{13L}$$

3)

$$- \frac{N_1 S_1}{L_1 + L_2} \dot{B} = \frac{dI}{dt} = \ddot{\varphi} \Rightarrow d(\ddot{\varphi}) = - \frac{N_1 S_1}{L_1 + L_2} dB$$

4) на левом участке

$$\int_0^{\frac{3}{8} B_0} \ddot{\varphi} d\varphi = - \frac{N_1 S_1}{13L} \int_{B_0}^{\frac{3}{8} B_0} dB = \frac{2 N_1 S_1}{65L} B_0$$



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.

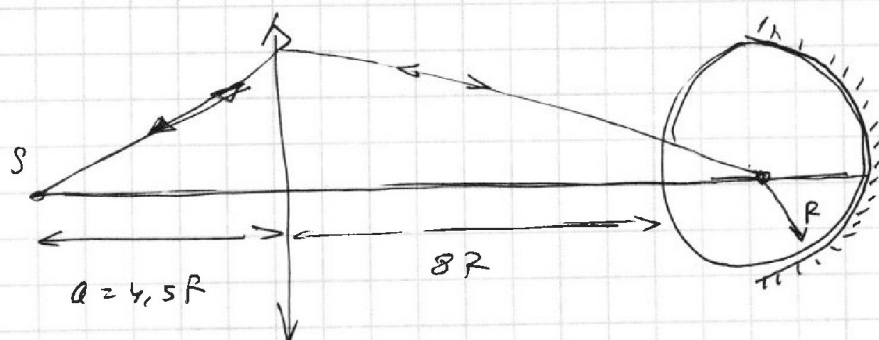
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача №5

1) Рисунок (ситуация 1):



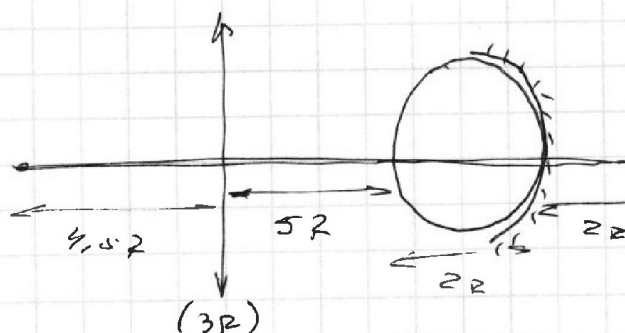
В данной ситуации свет падает на шар радиально, поэтому не преломляется и отражается от зеркала и идет по такому же пути. Значит изображение, получаемое с помощью линзы находится в центре шара. Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{4.5R} + \frac{1}{8R+R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{9R} + \frac{1}{9R} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{3}{9R} = \frac{1}{F} \Rightarrow \boxed{F = 3R}$$

2) Рисунок ситуация 2:

Найдем изображение в



линзы (S*):

$$\frac{2}{9R} + \frac{1}{f} = \frac{3}{9R}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{9R} \Rightarrow f = 9R$$



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
☒

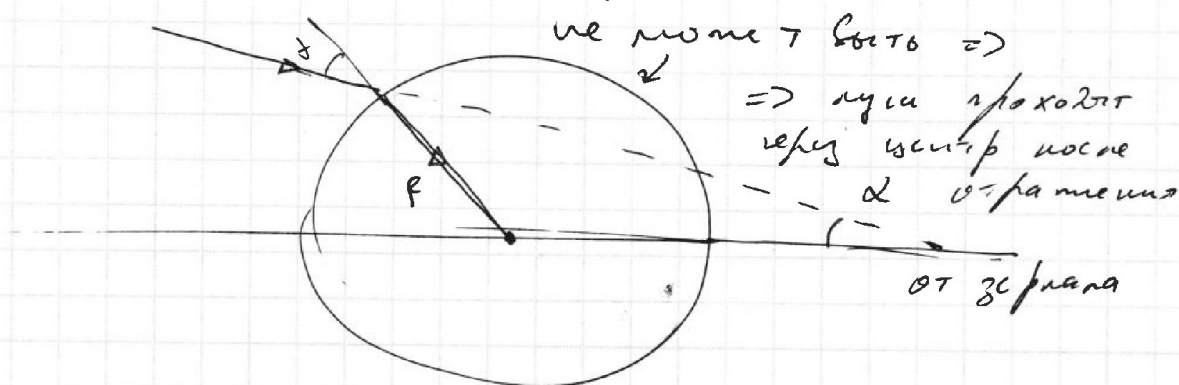
6
☐

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!

3) т.к. изображение совпадает с ^{источником} изображением,
то изображение ~~мнимого предмета~~ S^* должно
быть шаром, который пересечет лучи ~~после~~ ^{после} отражения от зеркала
и пройдет через его центр.



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!



4) Найдем ускорение буси сразу после начала движения.
Для этого найдем начальное расстояние.

~~Закон сохранения механической энергии:~~

~~$$A_{\text{сп}} = \Delta K + \Delta E_{\text{пот}} + \Delta E_{\text{вн}}$$~~

~~$$\delta A_{\text{сп}} = (\vec{N} \vec{v}_g) \delta t + \vec{N} \vec{v}_g \delta t$$~~

Перепишем уравнение движения для буси в виде:

$$- \frac{1}{2} m \ddot{x} = kx - \mu mg; \quad x - \text{деформация пружины}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{\frac{1}{2}m} x = \frac{\mu mg}{\frac{1}{2}}$$

коэффициент. $\omega = \sqrt{\frac{k}{\frac{1}{2}m}}$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\dot{x} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

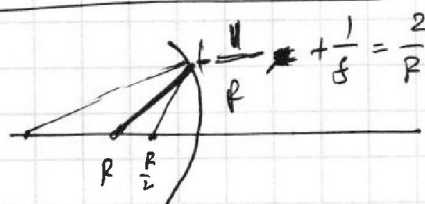
при $t = \frac{T}{4} \quad x = x^* \Rightarrow x^* = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \frac{T}{4} + \varphi_0\right)$

при $t = 0 \quad \dot{x} = 0 \Rightarrow 0 = -A\omega \sin \varphi_0$

(ускорение буси обращается в ноль через четверть периода.)

$$\Rightarrow \sin \varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$x^* = A \cos \frac{\pi}{2}$$





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

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!

$$\frac{p_{\text{нп}}(t^*)}{p_{\text{нп}}(t_0)} = 8 \frac{273 + t^*}{273 + t_0}$$

$$p_{\text{нп}}(t^*) = \frac{8}{25} (273 + t^*)$$

$$\begin{array}{r} 3,65 \\ \times 8 \\ \hline 29,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \overline{) 75} \\ - 225 \quad 3,65 \\ \hline 480 \\ - 450 \\ \hline 300 \end{array}$$



$$a_1 = \frac{F_{\text{сп}}}{m}$$

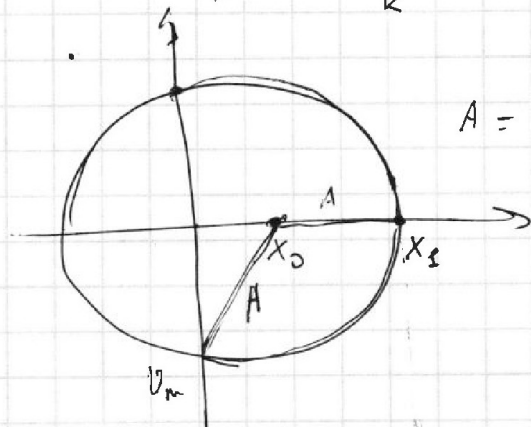
$$\tilde{x} = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a_2 = kx - \frac{F_{\text{сп}}}{m} \quad \ddot{\tilde{x}} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \frac{2\pi}{T} t$$

$$\omega t + \varphi_0 = \frac{2\pi}{T} \frac{T}{4}$$

$$x^* = \frac{N \cdot \omega}{k}$$



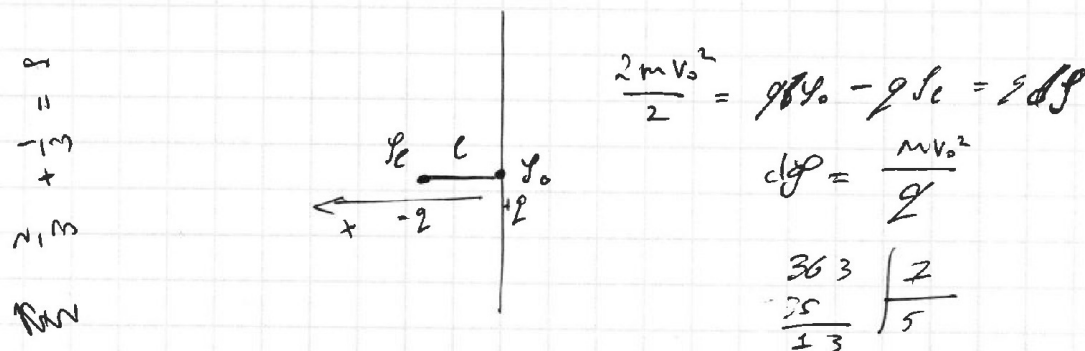
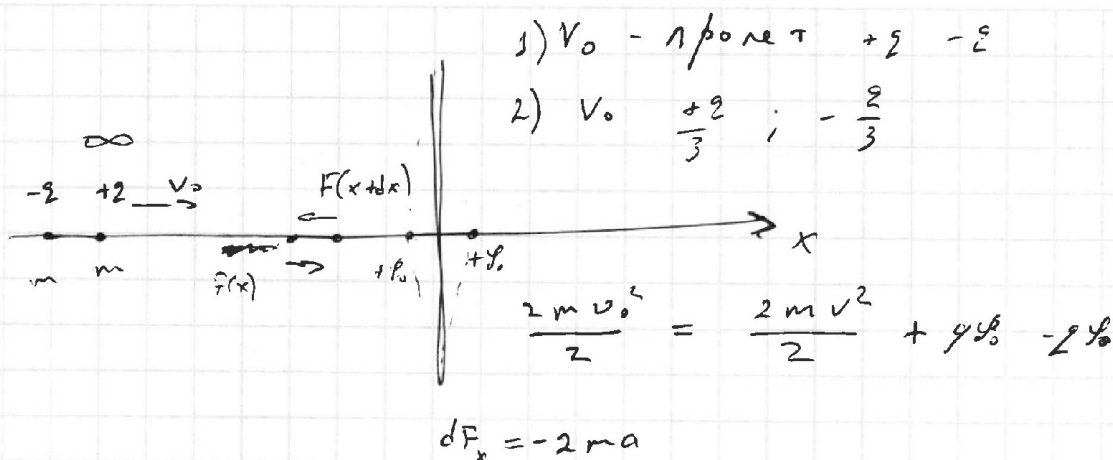


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

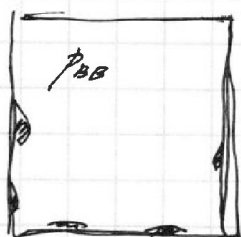
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$k_0 = k_{max} - 1W$$



$$m_b = \frac{m_{max}}{2} \cdot m_{min}$$

$$t_0 = 27^\circ\text{C} \rightarrow t = 30^\circ\text{C}$$

$$p_{0, \text{max}} = p_{min} + p_{b, \text{max}}$$

$$p_{0, \text{max}} = p_{min} + p_{b, \text{max}} \frac{T}{T_0}$$

$$p_{min}^{(1)} V = \frac{m_0}{\mu} RT_0$$

$$p_{min}^{(2)} V = \frac{7m_0}{12} RT$$

$$p(t_0) = 4 \text{ кПа} \quad T = 273 + 50 = 323$$

$$p(t) = 20 \text{ кПа} \quad T_0 = 300$$