



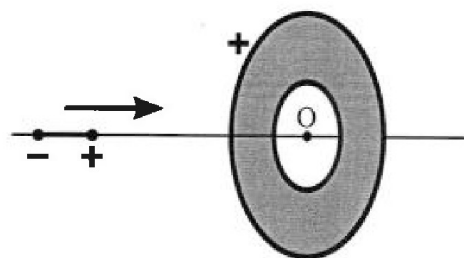
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

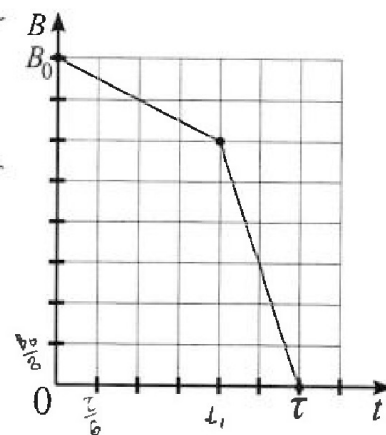
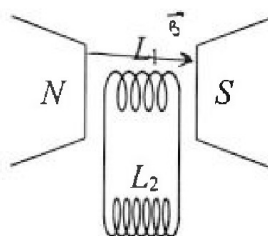


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



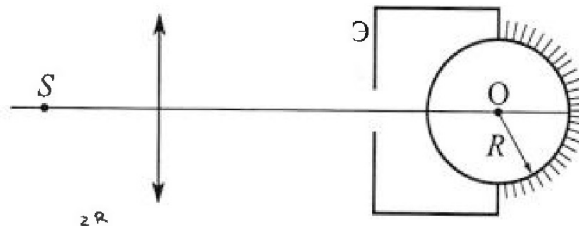
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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, протекавший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



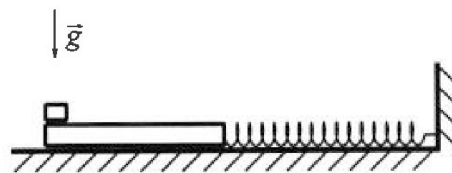
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

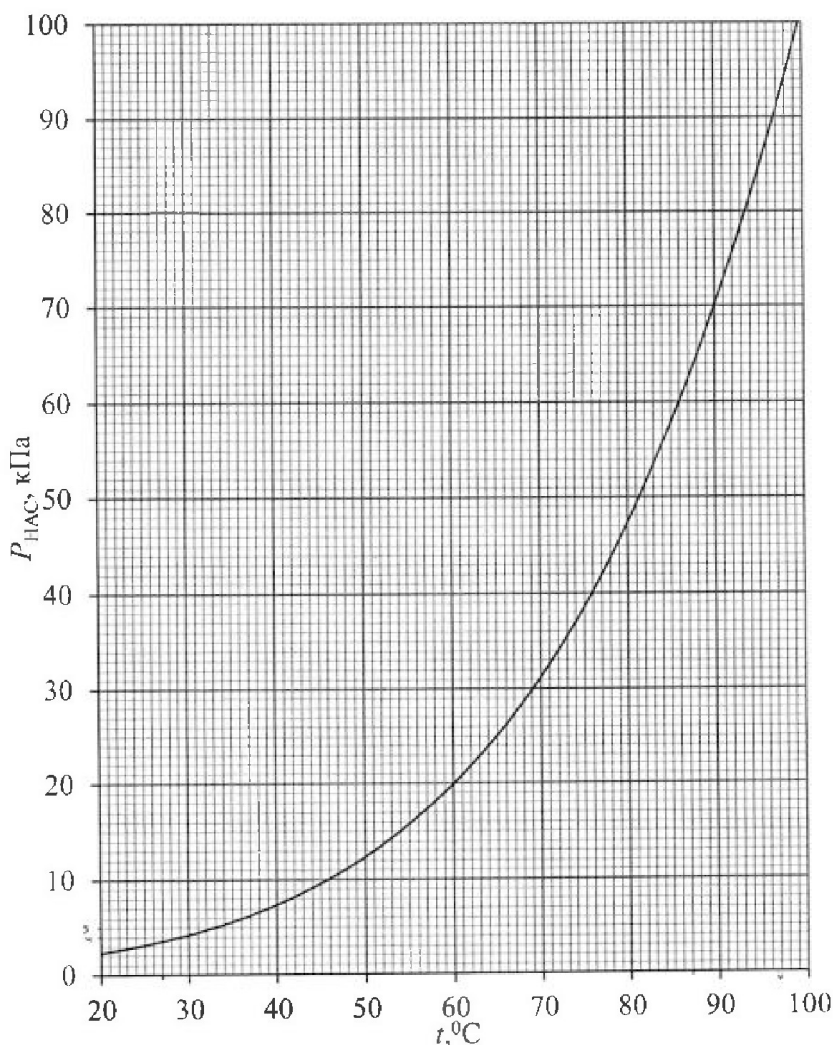


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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

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

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





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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Дано:
 $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 $\mu = 0.3$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

1) x_1 - ?
 2) a_0 - ?
 3) v_1 - ?

Решение:

1) $F_{\text{упр}} = F_{\text{упр}}' \mid \text{ по III з-му Ньют.}$
 $M = P_1$

2) Для бруска: $0.3 N_1 - mg = 0$
 $N_1 = mg$
 $F_{\text{тр}} = \mu N_1 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg$

3) если $\text{отн. ускорение } 0 \Rightarrow \text{брусок}$
 движется с равным ускорением
 в этот момент. ($= a$)

Ох:

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{тр}} &= ma \\ F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} &= Ma \\ F_{\text{упр}} &= kx_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{kx_1}{\mu mg} - 1$$

$$x_1 = \frac{(M+m)\mu g}{k}; x_1 = 18 \text{ см.}$$

4) скорость v - для нахождения скорости доски в момент, когда $\text{отн. уск} = 0$, воспользуемся законом изменения энергии:

$$\frac{kx_1^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + F_{\text{тр}} \cdot x_2; \quad \frac{kx_1^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + \mu mgx_2$$

5) в самый первый момент времени данное движение будет явл. гармон. колеб.

Ответ: 1) 18 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
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!

- N2
- Дано: $t_0 = 27^\circ\text{C}$ $T_0 = 300\text{K}$ $t = 99^\circ\text{C}$ $T = 370\text{K}$ $m_{\text{н}} = 11m_{\text{п}}$ $\frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{н}}} = ?$ $t^* = ?$ $\varphi = ?$
- 1) $m_{\text{н}}$ - масса воды вначале
 $m_{\text{п}}$ - масса воды в конце пара вначале.
 $m_{\text{п1}}$ - масса пара в конце.
 Из графика, давл. нас. паров:
 $t_0 : p_{\text{н0}} \approx 3,5 \text{ кПа}$ $t : p_{\text{н1}} \approx 91 \text{ кПа}$
- 2) Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева для начального и конечного сост.:
 Т.к. вся вода испарилась, то она
 $p_{\text{н0}} V = \frac{m_{\text{н}}}{M_B} R T_0$ $p_{\text{н1}} V = \frac{m_{\text{п1}}}{M_B} R T$
 Вся стала паром $\Rightarrow m_{\text{п1}} = m_{\text{н}} + 11m_{\text{п}} = 12m_{\text{п}}$
 $\Rightarrow \frac{m_{\text{п1}}}{m_{\text{п}}} = \frac{12}{1} = 12$
- 3) Т.к. изначально пар находится в равновесии с водой, то $\varphi_0 = 100\% \Rightarrow$ нач. движение насыщ.
 $\Rightarrow p_{\text{н0}} V = \frac{m_{\text{п}}}{M_B} R T_0$ (1)
 В конце процесса ~~пар~~ влажность не достиг. 100%
 $\Rightarrow \varphi = \frac{p_1}{p_{\text{н1}}} \Rightarrow p_1 = \varphi p_{\text{н1}}$ $p_1 V = \frac{12m_{\text{п}}}{M_B} R T$ (2) $\varphi p_{\text{н1}} V = \frac{12m_{\text{п}}}{M_B} R T$
- 4) Разделим (2) на (1):
 $\frac{\varphi p_{\text{н1}}}{p_{\text{н0}}} = \frac{12T_1}{T_0} \Rightarrow \varphi = \frac{12T_1}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{н0}}}{p_{\text{н1}}}$; $\varphi = \frac{37}{65}$
- 5) Пусть $v_{\text{в}}$ вода испарилось при давл. p^* . Т.к. за счит. время до пар был насыщ., то в этот момент его давл. тоже уже будет насыщ. т.е. $\varphi^* = 100\%$.
 $\Rightarrow p^* V = \frac{12m_{\text{п}}}{M_B} R (t^* + 273)$ (3) (273 К - число для пересч. в К)
 Разделим (2) на (1): $p^* = \frac{12p_{\text{н0}}}{T_0} (t^* + 273)$
 из графика $t^* \approx 81^\circ\text{C}$.
- Ответ: 1) 12; 2) 81°C ; 3) $\varphi = \frac{37}{65}$

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

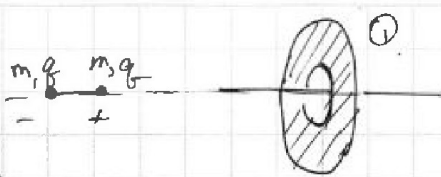
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

Дано:

v_0

$v = ?$



k - конст, r - радиус отверстия
Запишем 3-й закон сохранения энергии

для первого пролета: $\frac{2mv_0^2}{2} = 2q \cdot \frac{kQ}{r}$

для второго прол.

заряды шарика $\rightarrow \frac{q}{2}$

$\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + 2 \cdot \frac{q}{2} \cdot \frac{kQ}{r}$

$\Rightarrow v_1^2 = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$

Ответ: $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$



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.



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!

AB N 4

Дано: 1) Наблюдим $\mathcal{E}$ индукции в 1ой катушке, разделив на два периода: от 0 до $\frac{4}{6}\tau$ и от $\frac{4}{6}\tau$ до τ .

$L_1 = L$ Запишем $\mathcal{E}_1 = -nS_1 \cdot \frac{2}{6} \frac{B_0}{\tau} = -\frac{3}{8} nS_1 \frac{B_0}{\tau}$

S_1, B_0, τ

1) $\pm$

2) Δq_2 ?

$$\mathcal{E}_2 = -nS_1 \cdot \frac{8}{6} \frac{B_0}{\tau} = -\frac{9}{4} nS_1 \frac{B_0}{\tau}$$

Распишем $\mathcal{E}_s$ самоиндукции для каждой катушки:

$$\mathcal{E}_{s1} = -L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} \quad \mathcal{E}_{s1}' = -L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} \quad \text{для каждого периода}$$

$$\mathcal{E}_{s2} = -6L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} \quad \mathcal{E}_{s2}' = -6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_{s1} + \mathcal{E}_{s2} = 0 \\ \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_{s2}' + \mathcal{E}_{s1}' = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} -\frac{3}{8} nS_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3}\tau} = 0 \\ -\frac{9}{4} nS_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3}\tau} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta I_1 = -\frac{3}{28} \frac{nS_1 B_0}{\tau} \\ \Delta I_2 = -\frac{3}{28} \frac{nS_1 B_0}{\tau} \end{cases}$$

$$I_0 = \Delta I_1 + \Delta I_2 \neq 0 = -\frac{6}{28} \frac{nS_1 B_0}{\tau} = -\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau}$$

$$\Rightarrow |I_0| = \frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau}$$

$$2) \Delta q_2 = \frac{\Delta |I_0|}{\tau} = \frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau L}$$

Ответ: 1) $-\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau}$; 2) $\frac{3}{14} \frac{nS_1 B_0}{\tau L}$



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 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!

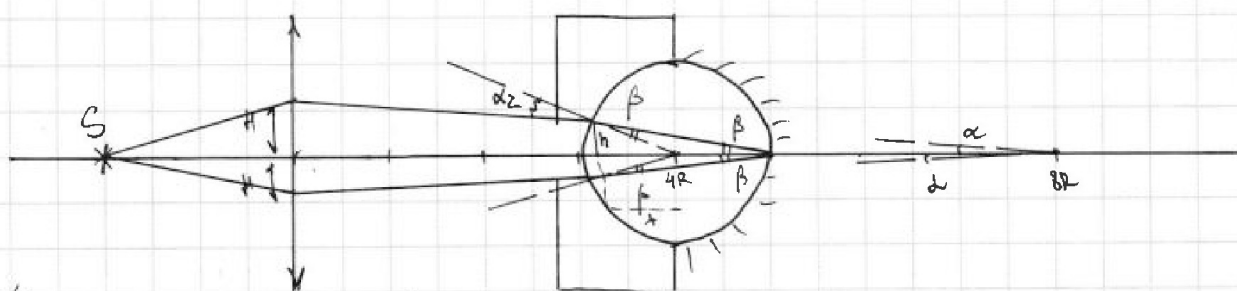
N 5

Дано:
 $a = 2R$
 $b = 7R$
 $\Delta = 4R$

$f = ?$
 $n = ?$

Если изображение совпадает с источником
 независимо от оптич. пок. Прямой сферой
 то это означает, что луч проходит в центре
 под углом $0^\circ \Rightarrow$ (например крайний)
 проходит через центр сферы, отраж. под углом
 и возврац. как пришел
 т.е. луч перес. прямой линией пересек
 ось в на расст. $b+R$ от ее центра.
 Тогда по ф-ле тонкой линзы
 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{f}; \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{5}{8}R$

2) Если сферу подвинули, а изобр. находится
 там, где источник, то лучи в сфере
 идут так:



Распишем, что известно про углы:

$\tan \alpha = \frac{h}{8R}$, $\tan \beta = \frac{h}{4R}$. Величины малы, то углы: $\alpha \approx \frac{h}{8R}$, $\beta \approx \frac{h}{4R}$.

Свяжем α_2 и β : $\sin \alpha_2 = n \sin \beta \Rightarrow \alpha_2 = n \beta \Rightarrow n = \frac{\alpha_2}{\beta}$

Из геометрии найдем α_2 :
 $\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{h}{x+4R} \approx \frac{h}{x+4R}$
 $\tan \beta = \frac{h}{4R} \approx \beta$
 $\tan(\alpha_2 + \alpha) \approx \frac{h}{x} \approx \alpha_2 + \alpha$
 $\alpha \approx R$
 $n \approx \frac{8}{5}$

Ответ: 1) $\frac{5}{8}R$ 2) $n = \frac{8}{5}$

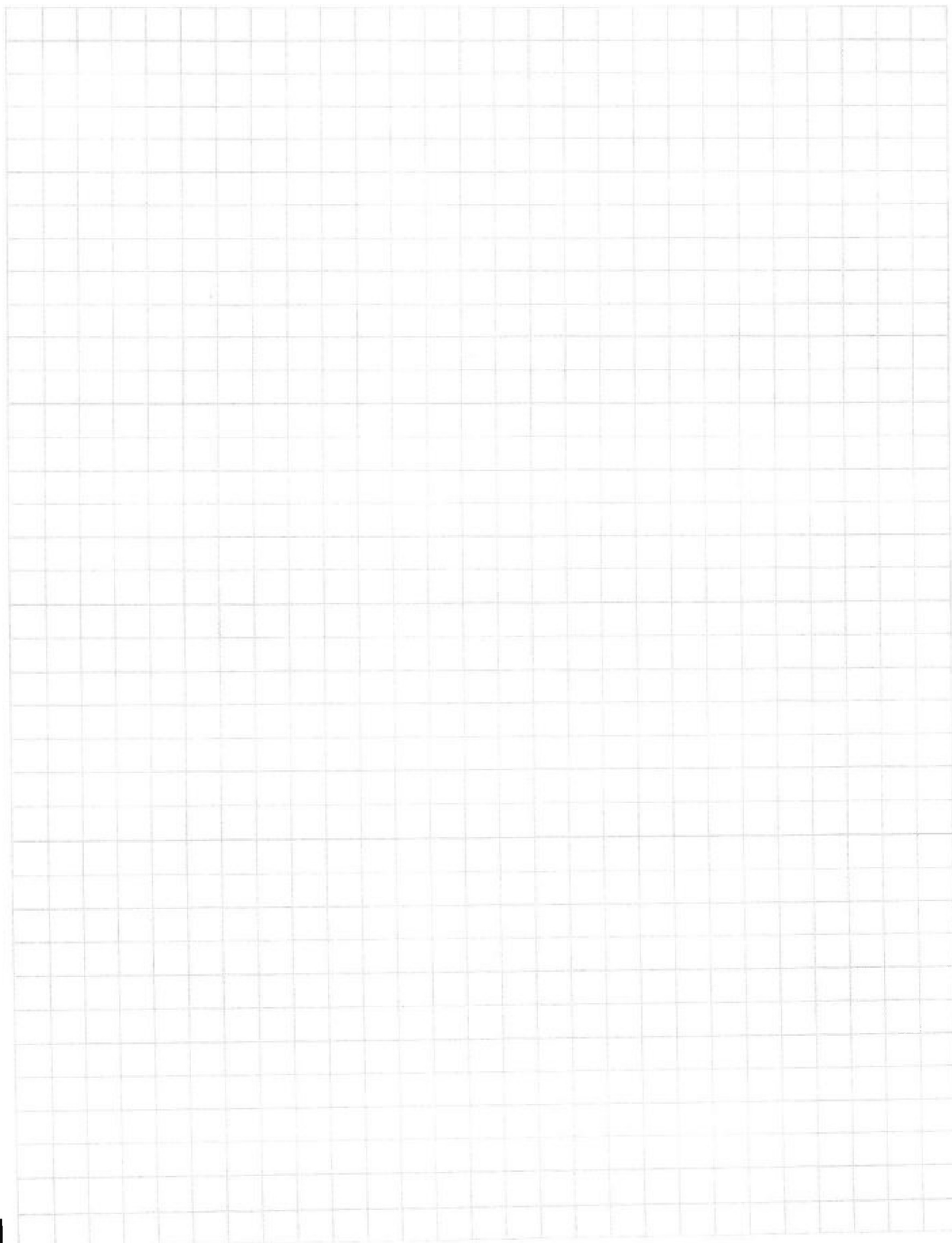


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$\alpha + \alpha_2 + \alpha + \alpha_2 = 2\alpha$
 $\alpha = \alpha_2$
 $2\alpha_2 = \alpha + \alpha_2$
 $\alpha_2 = \alpha$
 $\frac{1}{2}(\alpha + \alpha_2 - x) = \alpha$
 $\frac{1}{2}\alpha + \frac{1}{2}\alpha_2 - \frac{1}{2}x = \alpha$
 $\frac{1}{2}\alpha_2 = \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}\alpha$
 $\frac{1}{2}x = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_2)$
 $x = \alpha + \alpha_2$
 $\alpha = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha_2 - x)$
 $2\alpha = \alpha + \alpha_2 - x$
 $x = \alpha + \alpha_2 - 2\alpha$
 $x = \alpha_2 - \alpha$
 $\alpha + \alpha_2 + \alpha_2 - \alpha = 2\alpha_2$
 $\sin \alpha = n \sin \beta$
 $\alpha_2 = n \beta$
 $n = \frac{\alpha_2}{\beta} = \frac{\frac{H}{8R}}{\frac{H}{5R}} = \frac{5}{8}$
 $\sin \alpha + \lg(\alpha + \alpha_2) = \frac{h}{x}$
 $\lg \alpha = \frac{h}{2R+x}$
 $\alpha + \alpha_2 = \frac{h}{x}$
 $\alpha = \frac{h}{2R+x}$
 $\alpha_2 = \frac{h}{x} - \frac{h}{2R+x}$
 $\frac{h}{2R+x} = \frac{H}{8R}$
 $h \cdot 8R = H \cdot 2R + Hx$



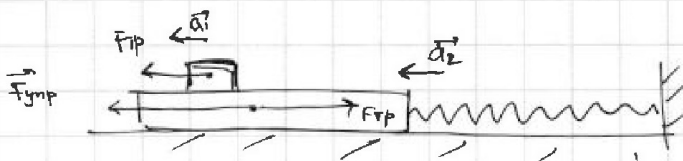
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$3) \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{тр}}$$



$$\begin{cases} ma_1 = F_{\text{тр}} \\ Ma_2 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \end{cases}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{kx_1 - \mu mg}{\mu mg}$$

Можно:

$$a_1 = a_2 = a$$

$$ma = \mu mg$$

$$Ma = kx_1 - \mu mg$$

$$\frac{kx_1}{\mu mg} = \frac{M}{m} + 1$$

$$x = \frac{M+m}{m} \cdot \frac{\mu mg}{k} = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{3 \cdot 0,3}{5} = \frac{0,9}{5} = 0,18$$

$$= \frac{9}{50} = \frac{18}{100} = 0,18 \text{ м} \Rightarrow \boxed{18 \text{ см}}$$

$$3) \frac{kx_1^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} + A_{\text{тр}}$$

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot x_1$$

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} - \mu mg \cdot x_1$$

$$v = \sqrt{\frac{kx_1^2 - 2\mu mgx_1}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{50 \cdot 0,18^2 - 2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,18}{2}} = \sqrt{\frac{1,52 - 1,08}{2}} = \sqrt{\frac{0,44}{2}} = \sqrt{0,22}$$

$$2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 0,18 = 2 \cdot 3 \cdot 0,18 = 6 \cdot 0,18 = 1,08$$

$$\sqrt{\frac{22}{10}} = \sqrt{\frac{11}{5}} \text{ м/с} = \frac{1,52}{44} = \frac{1,52}{44}$$

$$v = \sqrt{\frac{11}{5}} \text{ м/с}$$

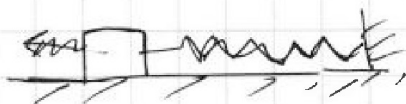
$$2) v = v_m \cos \omega t \quad a_m = x_m \cdot \omega^2$$

$$a = a_m \sin \omega t$$

колебания

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{M}}$$



$$M \cdot a_m = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$$M \cdot x_m \omega^2 = kx_m - \mu mg$$

$$x_m (M\omega^2 - k) = -\mu mg$$

$$x_m = \frac{\mu mg}{k - M\omega^2}$$

$$M a_m = kx_m$$

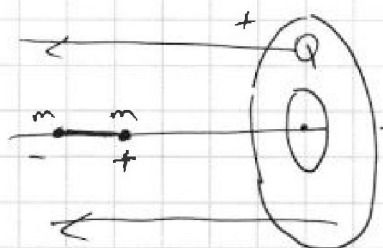
$$M x_m \omega^2 = kx_m$$



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!



$$\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E = k\sigma$$

$$U = \frac{A}{q} \Rightarrow A = Uq = qEd$$

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow A = q \cdot \frac{kQ}{r^2} \cdot d = \frac{kqQd}{r^2}$$

$$\frac{2mv_0^2}{2} = 2q \cdot \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{r}$$

$$mv_0^2 - mv_1^2 = mv_1^2$$

$$v_1 = \frac{3}{4}v_0 \quad v_1^2 = \frac{9}{16}v_0^2$$

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$Q_m = \omega^2 \chi_m$$

$$h = \frac{d_2}{\beta}$$

$$\alpha \text{ малый} \Rightarrow h \ll$$

$$d_2 = \frac{h \cdot 4R}{(x+4R)x} = \frac{4Rh}{5R^2}$$

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

$$Ma = F_{\text{гип}}$$

$$Ma = F_{\text{гип}}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{x+4R} \approx \alpha$$

$$\alpha = \frac{h}{x+4R}$$

$$\frac{h}{x+4R} + \alpha_2 = \frac{h}{x}$$

$$\tan \beta = \frac{h}{x+R}$$

$$\beta = \frac{h}{x+R}$$

$$d_2 = \frac{h}{x} - \frac{h}{x+4R} = \frac{h(x+4R-x)}{(x+4R)x}$$

$$\frac{d_2}{\beta} = \frac{4R \cdot (x+R)}{x+4R}$$

$$\tan(\alpha + \alpha_2) = \frac{h}{x}$$

$$\alpha + \alpha_2 = \frac{h}{x}$$

$$\text{т.к. } \alpha \text{ малый} \rightarrow x \ll R$$

$$\frac{4R \cdot 2R}{5R} = \frac{8}{5}$$

$$\frac{d_2}{\beta} = \frac{4R \cdot 2R}{5R}$$

$$\frac{d_2}{\beta} = \frac{4R \cdot 2R}{5R \cdot R} = \frac{8}{5}$$



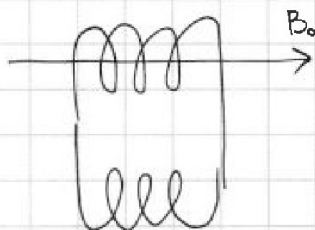
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N¹¹



$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta(BS)}{\Delta t} = - n S_{\text{ср}} \cdot S =$$

$$\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{4}$$

$$S_{\text{ср}} = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{8}{8} \cdot \frac{4}{6} + \frac{1}{8} \cdot \frac{4}{6} + \frac{1}{8} \cdot \frac{2}{6} \right) B_0 \tau = \frac{1}{2} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8} = \frac{7}{12} + \frac{1}{8} = \frac{14}{24} + \frac{3}{24} = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$$(2) I \rightarrow I_1 \rightarrow I_0$$

$$kn: 24 + 4 + 3 + 3 = 34 \quad S_{\text{ср}} = 34 \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{6} = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$$\mathcal{E}_1 = - n S_1 \cdot \frac{17}{24} B_0 \tau \quad \mathcal{E}_1 = n S_1 \cdot \frac{2}{3} B_0 \cdot \frac{1}{6} \tau = \frac{3}{8} n S_1 \frac{B_0}{\tau}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{9}{4} n S_1 \cdot \frac{B_0}{\tau}$$

$$\mathcal{E} = n B_0 S_1 \tau$$

$$\tau - \mathcal{E} - L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} - \frac{3}{8} n S_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{(\Delta I_1 - I)}{\frac{2}{3} \tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_1}{\frac{2}{3} \tau} = 0$$

$$- \frac{9}{4} n S_1 \frac{B_0}{\tau} - L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3} \tau} - 6L \cdot \frac{\Delta I_2}{\frac{1}{3} \tau} = 0$$

$$\frac{3}{8} n S_1 \frac{B_0}{\tau} + 7 \cdot \frac{3}{2} L \frac{\Delta I_1}{\tau} = 0 \quad I_1 = - \frac{\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{3}}{7 \cdot 3} \cdot \frac{n S_1 B_0}{L} = - \frac{3}{28} \frac{n S_1 B_0}{L}$$

$$\frac{9}{4} n S_1 \frac{B_0}{\tau} + 7 \cdot 3 L \frac{\Delta I_2}{\tau} = 0 \quad I_2 = - \frac{\frac{9}{4}}{7 \cdot 3} \cdot \frac{n S_1 B_0}{L} = - \frac{3}{28} \frac{n S_1 B_0}{L}$$

$$I_0 = 0 + \Delta I_1 + \Delta I_2 = - \frac{6}{28} \frac{n S_1 B_0}{L} = \boxed{- \frac{3}{14} \frac{n S_1 B_0}{L}}$$

$$a) q_5 = I_0' = \boxed{- \frac{3 n S_1 B_0}{14 L \tau}}$$



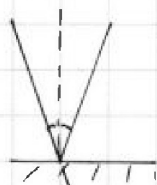
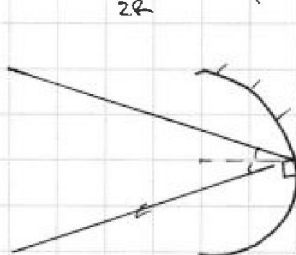
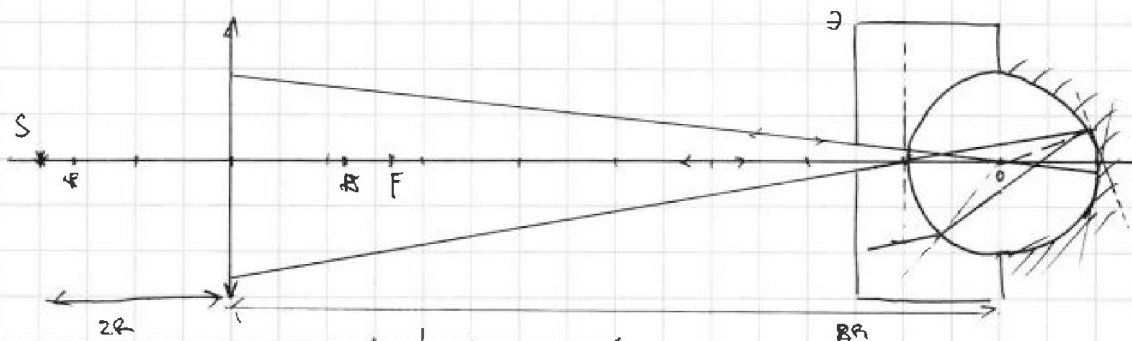
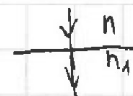
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

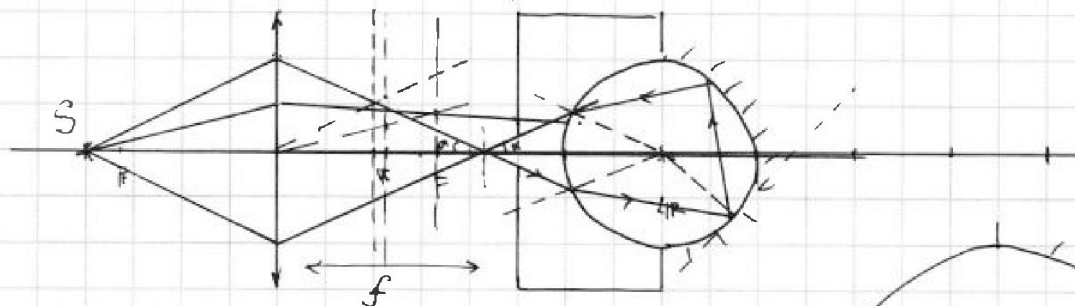
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Q5
 $2R = 2R$

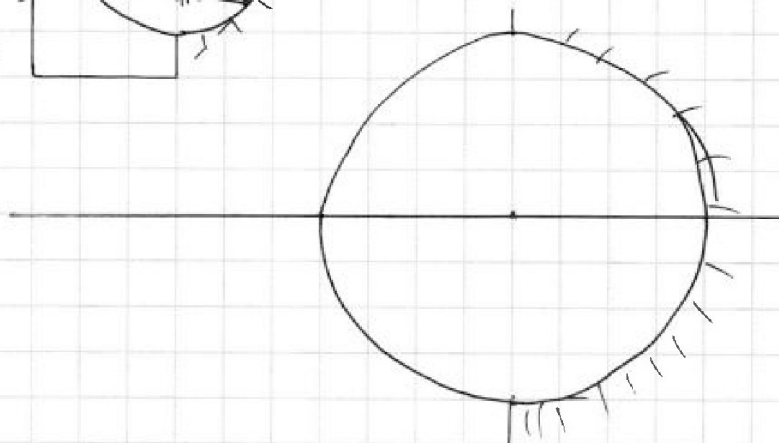


$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{5}{8R} = \frac{1}{F}; F = \frac{8R^2}{5} = 1.6R.$$



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{f} = \frac{5}{8R}$$



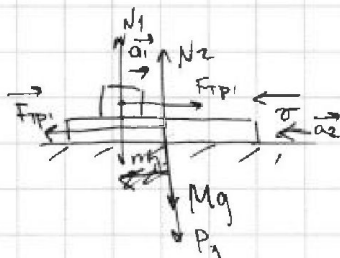
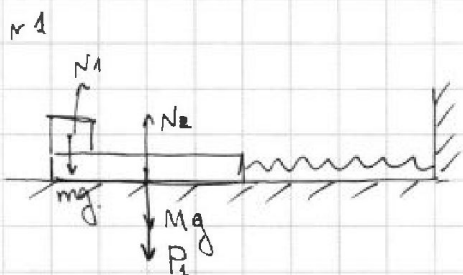


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



Дано:

$m = 1 \text{ кг}$
 $M = 2 \text{ кг}$
 $k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 $\mu = 0,3$

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu mg$$

N_2

Дано:

$$t_0 = 27^\circ\text{C}; T_0 = 300\text{K}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 12 \text{ моль}$$

$$t = 97^\circ\text{C}; T_1 = 370\text{K}$$

вода $\rightarrow$ пар

$$\frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{12}{11} = 11$$

$$t^* = ?; T^* = ?$$

$$\varphi(t)^?$$

$$\frac{p_1}{p_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{12 T_1}{T_0}$$

$$p_1 = \frac{12 T_1}{T_0} p_{\text{H}_2\text{O}}$$

вода испарилась:

$$p^* = \frac{12}{1} \cdot \frac{T^*}{T_0}$$

$$\frac{p^*}{p_1} = \frac{T^*}{T_1}; \quad p^* = \frac{T^*}{T_1} \cdot \frac{12 T_1}{T_0} p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{12 T^*}{T_0} p_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$p^* = \frac{12 p_{\text{H}_2\text{O}}}{T_0} (t^* + 273) = \frac{12 \cdot 3,5}{300} \cdot \frac{12 \cdot 35}{25} (t^* + 273) = \frac{7}{50} (t^* + 273) = 0,14 (t^* + 273)$$

$$p^* = 0,14 t^* + 0,14 \cdot 273 = 0,14 t^* + 38,22$$

$$1) t^* = 80^\circ\text{C} \quad 2) t^* = 70^\circ\text{C}$$

$$p^* = 47,5 \text{ кПа} \quad p^* = 31 \text{ кПа}$$

$$p^* = 48,42 \quad p^* = 48,02 \text{ кПа}$$

$$3) t^* = 75^\circ\text{C} \quad t = 81^\circ\text{C}$$

$$p^* = 39 \text{ кПа} \quad p^* = 49 \text{ кПа}$$

$$t \approx 81^\circ\text{C} \quad p^* \approx 49 \text{ кПа}$$

$$1) \text{ вода + пар} \Rightarrow p_{\text{H}_2\text{O}} = p_{\text{H}_2\text{O}} \text{ из опыта}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} \approx 91 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} V = \frac{12 m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} R T_1$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} V = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} R T_0$$

$$\varphi \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{12 T_1}{T_0}$$

$$\varphi = \frac{12 T_1}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{12 \cdot 370}{300} \cdot \frac{3,5}{91} = \frac{12 \cdot 37 \cdot 35}{300 \cdot 91} = \frac{37}{65}$$

$p_{\text{H}_2\text{O}}$ в конце

$$p_{\text{H}_2\text{O}} V = \frac{12 m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} R T_1 \text{ в конце}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}} V = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} R T_0 \text{ начало}$$

p^* — давление насыщ. пара при T^*

$$\begin{array}{r} 273 \\ 27 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97 \\ + 273 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 300 \mid 12 \quad 91 \mid 2 \\ 27 \mid 125 \quad 2 \mid 13 \\ \hline 60 \quad 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ \times 0,14 \\ \hline 1082 \\ 273 \\ \hline 3822 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ \times 0,14 \\ \hline 1416 \\ 384 \\ \hline 4956 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ \times 0,14 \\ \hline 1416 \\ 1372 \\ \hline 343 \\ 4802 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 273 \\ \hline 546 \\ \times 0,14 \\ \hline 1416 \\ 1412 \\ \hline 353 \end{array}$$

$$49,42$$