



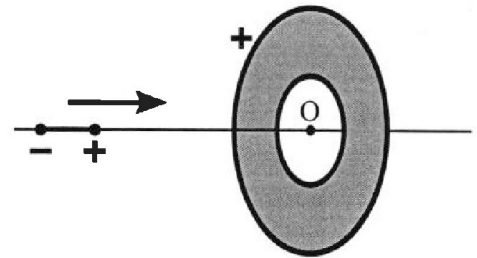
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

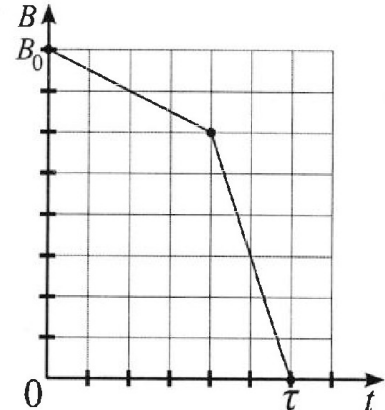
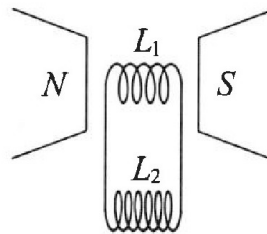


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



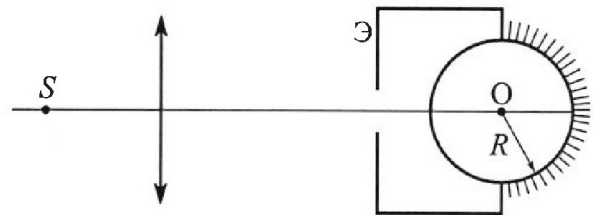
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



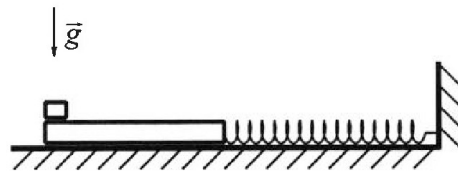
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

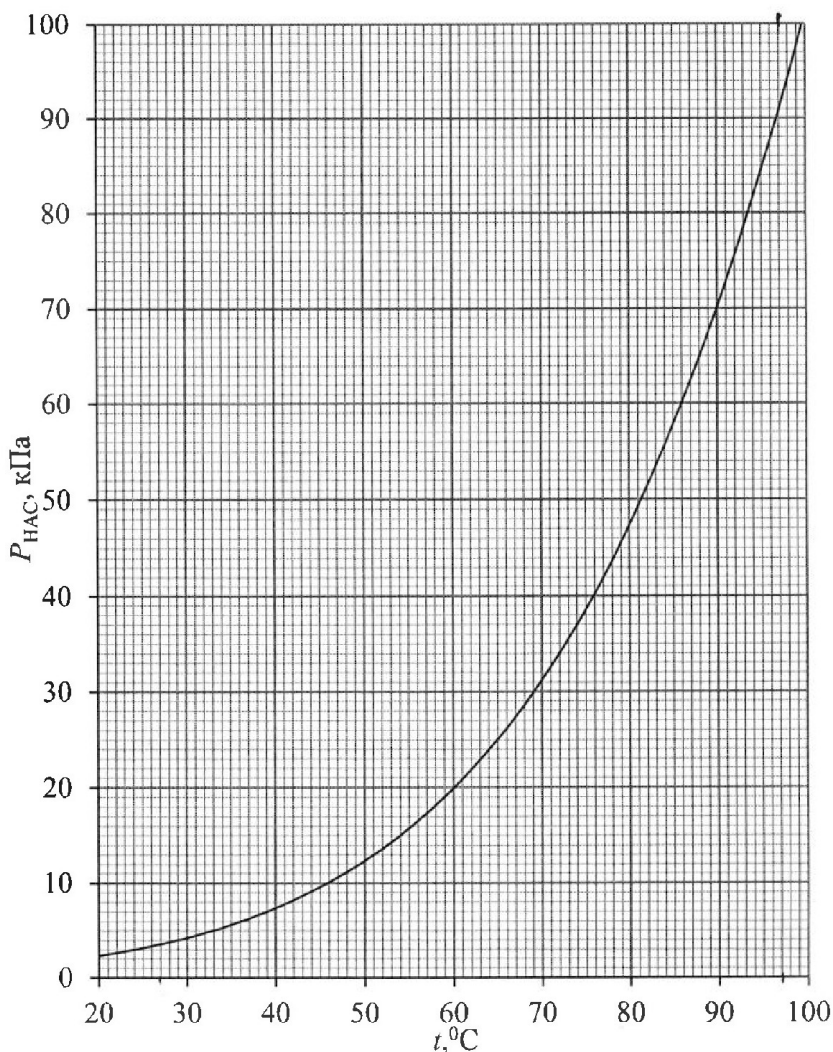


1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

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.

1 2 3 4 5 6 7

☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

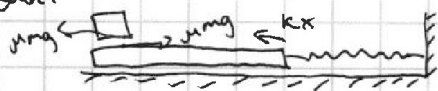
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

№1. 1) Т.к. ускорение системы доска + брусок равно нулю, то по второму закону Ньютона равнодействующая сил на систему = 0. А т.к. на систему по горизонтальной оси действует только пружина, то ее значение нулевое.

2) движение доски ~~представляет~~ до момента, когда относительное ускорение станет равно нулю - гармонические колебания с частотой $\omega_0 = \sqrt{\frac{k \cdot 2}{M+m}}$. Тогда рассматриваемый кусок движения - ~~представляет~~ период колебаний $\Rightarrow T = \frac{1}{\omega_0} \cdot 2\pi = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{\pi}{\omega_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$, где T - время до момента, когда ускорение нулевое.

Так как



одинаковые скорости.

Так как в рассматр. момент брусок не едет относительно доски, у бруска и доски

$$\Rightarrow \underbrace{v_g \cdot T}_{\text{скорость бруска}} = \underbrace{A \cdot \sin(\omega_0 T)}_{\text{↑}} \cdot \omega_0 = \underbrace{v_g}_{\text{скорость доски}} \cdot \underbrace{\frac{2\pi}{\omega_0}}_{\text{период колебаний}}$$



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!

$$\Rightarrow \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = x_0 \quad \underbrace{\sin\left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}\right)}_{=1} \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{M+m}{k} = x_0$, где x_0 - статическое удлинение в начальный момент.

Тогда, записав второй закон Ньютона для доски в момент начала движения получим:

$$\frac{k x_0 - \mu m g}{M} = a_0, \text{ где } a_0 - \text{ускорение в начальный момент}$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{M+m}{k} - \mu g \frac{m}{M} = \mu g (1,5 - 0,5) = \mu g = 7 \text{ м/с}^2$$

3) по пункту 2), ускорение доски как и ускорение друга в рассматриваемый момент будет равно $v_1 = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{k}{M}} = 22,5 \text{ м/с}$

Ответ: 1) 0 м
2) 7 м/с²
3) 22,5 м/с

$$a = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{M+m}{k} - \mu g \frac{m}{M} = \frac{7}{4} \mu g = 10,5 \text{ м/с}^2$$

3) по 2 пункту скорость доски как и скорости друга в рассматриваемый момент будет равна



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!

$$V_1 = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{50}} \text{ м/с} = \frac{9}{2} \cdot \frac{1}{5} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} =$$
$$= \frac{9}{10} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ м/с}$$

Ответ:

- 1) 0
- 2) $\frac{21}{4} \text{ м/с}^2$
- 3) $\frac{9}{10} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ м/с}$



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 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!

№2. 1) Т.к. масса воды больше массы водяного пара в 11 раз, то и в конце вся вода испарилась, то масса пара в конце в $\frac{1+11}{1} = 12$ раз больше.

2) обозначим ρ_n - молярное количество водяного пара в начале процесса. Т.к. в начале пар и вода находятся в равновесии, то значит пар насыщенным. Также, сразу после того как вся вода испарилась, пар тоже будет насыщенным. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для начала процесса и момента, когда вся вода испарилась:

$$\begin{cases} \rho_n R T_{300} = p_{300}^{u.n.} \cdot V \\ 12 \rho_n R t^* = p_{t^*}^{u.n.} \cdot V \end{cases} \Rightarrow \text{где } V - \text{объем сосуда}$$

$$\Rightarrow \frac{p_{t^*}^{u.n.}}{t^*} = 12 \cdot \frac{p_{300}^{u.n.}}{T_{300}}$$

$$\left\{ \begin{aligned} &\text{из графика найдем } \frac{p_{300}^{u.n.}}{T_{300}} = \frac{7,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \\ &= \frac{25}{3} \frac{\text{Па}}{\text{К}} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{p_{t^*}^{u.n.}}{t^*} = 12 \cdot \frac{25}{3} \frac{\text{Па}}{\text{К}} = 140 \frac{\text{Па}}{\text{К}}$$

По графику найдем точку, где для температур и давления насыщенного пара будет выполняться такое требование: $t^* \approx 81^\circ \text{C}$ $\left(\begin{matrix} p^* \approx 49500 \\ t = 354 \text{ К} \end{matrix} \right)$



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
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) найти давление газа в конце нагрева:

$$\cancel{120 \text{ н} \cdot \text{Р} \cdot 354 \text{ К}} \Rightarrow \begin{cases} 120 \text{ н} \cdot \text{Р} \cdot t^* = p_{t^*}^{\text{н.н.}} V \\ 120 \text{ н} \cdot \text{Р} \cdot t = p_1 V \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{T} = \frac{p_{t^*}^{\text{н.н.}}}{t^*} = 140 \frac{\text{н} \cdot \text{а}}{\text{К}} \Rightarrow p_1 = 140 \frac{\text{н} \cdot \text{а}}{\text{К}} \cdot 370 \text{ К}$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{p_{t^*}^{\text{н.н.}}}{t^*} \cdot t \quad \varphi = \frac{p_1}{p_{t^*}^{\text{н.н.}}} \quad \text{где } p_{t^*}^{\text{н.н.}} \text{ найти из графика } \approx 91 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{p_{t^*}^{\text{н.н.}} \cdot t}{t^* \cdot p_{t^*}^{\text{н.н.}}} = 140 \frac{\text{н} \cdot \text{а}}{\text{К}} \cdot \frac{370 \text{ К}}{91 \text{ кПа}} \approx 0,57$$

Ответ: 1) 12
2) 81°C
3) 0,57



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
☐

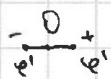
6
☐

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!

№3. 1)



Т.к. система симметричная, то

при пролете центра диполя через

центр отверстия заряды $-$ и $+$ будут находиться в точках с одинаковым потенциалом. $\Rightarrow$ их потенциалы энергии будут равны по модулю и противоположны по знаку $\Rightarrow$ ~~по закону сохранения энергии~~ в сумме они дадут 0 $\Rightarrow$ по закону сохранения энергии вся кинетическая энергия сохранится $\Rightarrow$ скорость будет такой же, как и в начале, т.е. v_0 .

№2) Обозначим потенциал в центре отверстия $-\varphi_0$, а по обеим сторонам от центра на расстоянии, равном длине диполя $-\varphi_1$.

$\varphi_1, \varphi_0, \varphi_1$

Тогда по ЗСЭ: $m \frac{v_0^2}{2} = q(\varphi_0 - \varphi_1)$

И Максимальная

где m — масса диполя
 q — каждый из зарядов диполя

Мин. скорость будет в момент, когда положительный заряд находится в центре отверстия, т.к. Так потенциальная энергия диполя максимальна в этот момент. Максимальная скорость $\ll$ в момент, когда отрицательный



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!

заряд будет в центре отверстия. Также известно
т.к. потенциальная энергия будет минимальна в этот
момент. Это все так, т.к. на минимальном расстоянии
от кольца разность потенциалов точек, находящихся на
заданной длине дуги от дуги будет максимальной

Тогда:

$$\begin{cases} m \frac{v_0^2}{2} = \frac{q}{2}(\varphi_0 - \varphi_1) + m \frac{v_{\min}^2}{2} \\ m \frac{v_0^2}{2} = \frac{q}{2}(\varphi_1 - \varphi_0) + m \frac{v_{\max}^2}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

по закону
сохран.
ЭК-ин

$$\Rightarrow \begin{cases} \mu \frac{v_0^2}{2} = \mu \frac{v_0^2}{4} + \mu \frac{v_{\min}^2}{2} \Rightarrow v_{\min}^2 = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \\ \mu \frac{v_0^2}{2} = -\mu \frac{v_0^2}{4} + \mu \frac{v_{\max}^2}{2} \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{3}{2} v_0^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_{\max} - v_{\min} = v_0 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\Rightarrow v_{\max} - v_{\min} = v_0 \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{v_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$

Ответ:

- 1) v_0
- 2) $\frac{v_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$



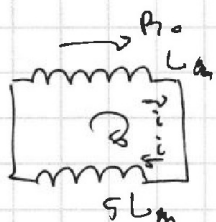
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№4. 1)



применяем закон сохранения энергии
в цепи: наводим

Запишем правило Кирхгофа на ЦЭН:

$$\oint \vec{E}_{\text{ind}} + \vec{E}_{\text{сн1}} + \vec{E}_{\text{сн2}} = 0$$

$$\frac{\partial \Phi_{\text{внешн}}}{\partial t} - L \frac{dI}{dt} - 6L \frac{dI}{dt} = 0 \quad | \cdot n t$$

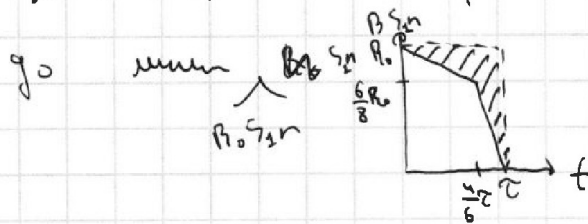
$$\Rightarrow \partial \Phi_{\text{внешн}} = 7L dI \quad | \int \dots \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_0 S_1 \cdot n = 7L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{7L}$$

где $\vec{E}_{\text{ind}}$ - ЭДС наводимая в L из-за внешнего B_0
 $\vec{E}_{\text{сн1,2}}$ - ЭДС самоиндукции в $L, 6L$ соответственно

2) $\partial \Phi_{\text{внешн}} = 7L dI$ - допишем это выражение на nt и проинтегрируем по времени легко

замечим, что $7L \cdot q =$ площадь под графиком $I(t)$



где q - заряд протекший через катушку за все время

$$\Rightarrow 7L \cdot q = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} B_0 S_1 n \tau + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} B_0 S_1 n \tau + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} B_0 S_1 n \tau =$$

$$\Rightarrow 7L \cdot q = \frac{7}{24} B_0 S_1 n \tau \Rightarrow$$

$$q = \frac{B_0 S_1 n \tau}{24 \cdot L}$$

Ответ: 1) $\frac{B_0 S_1 n}{7L}$
2) $\frac{B_0 S_1 n \tau}{24L}$



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!

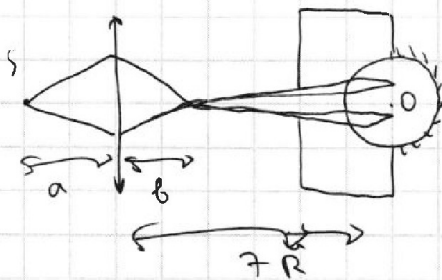
№5. Оптическая сила шара: $D_{ш} = (n-1) \frac{2}{R}$, где

n - показатель преломления стекла.

Оптическая сила сферического зеркала: $D_z = \frac{2}{R}$

Тогда оптическая сила системы шар + зеркало + шар -

$$\rightarrow 2 \cdot D_{ш} + D_z = \frac{4n-4}{R} + \frac{2}{R} = \frac{4n-2}{R}$$



Число изображений

источника было там

же, где источник,

лучи прошедшие через шар

должны собраться там же,

где они соберутся после первого прохождения через шар $\Rightarrow$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{7R-b} + \frac{1}{7R-b} = \frac{4n-2}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2R} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow b = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{2R} \right)^{-1} = \frac{F \cdot 2R}{2R-F}$$



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
☐

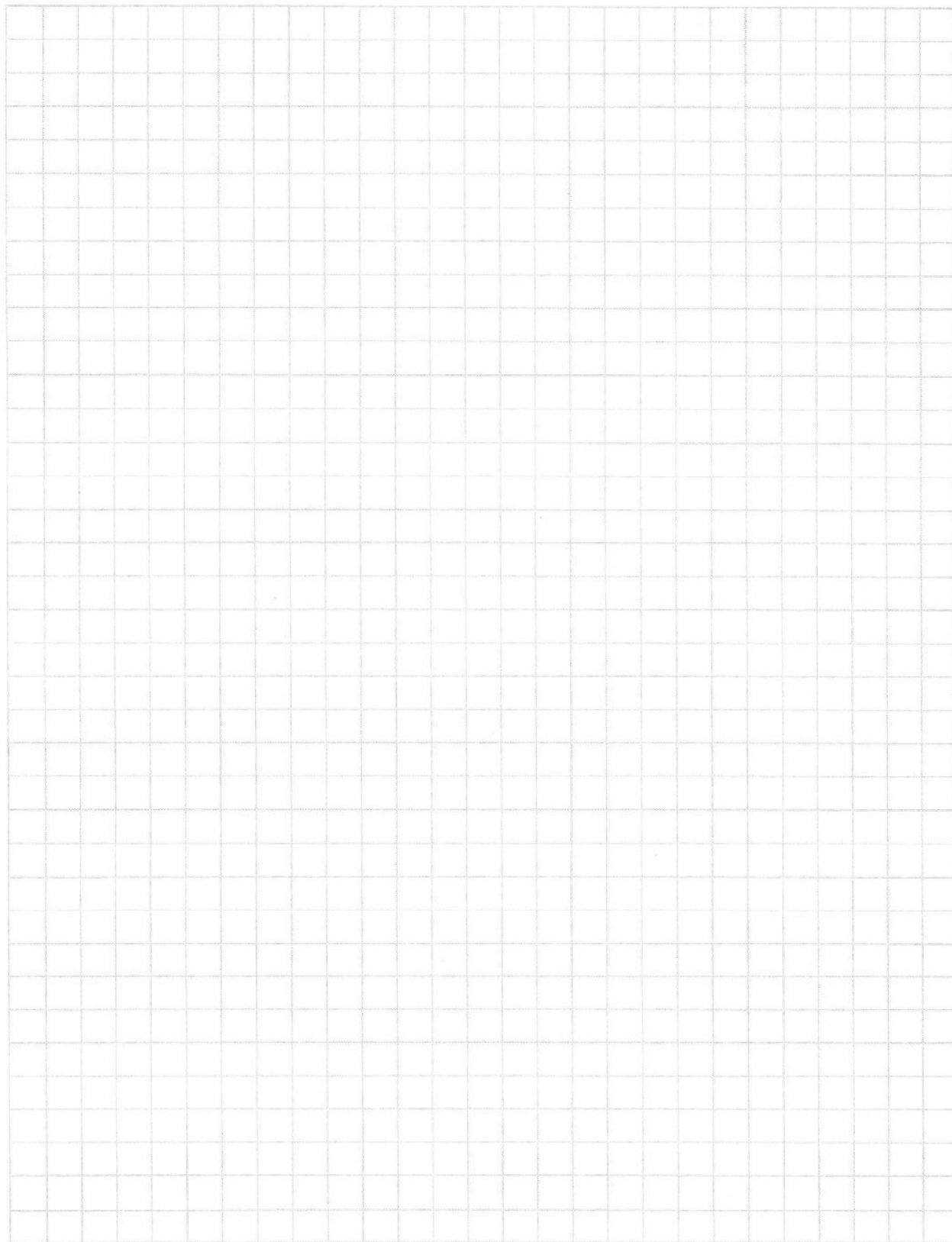
5
☐

6
☐

7
☐

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!

70:

$$\frac{9}{k} \cdot \frac{1}{5} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\begin{array}{r} 17720 = 344 \\ \times 140 \\ \hline 17720 \\ + 3440 \\ \hline 48020 \end{array}$$

80:

0,3

$$\frac{7}{4} \cdot \frac{3}{10} = \frac{21}{40} g$$

$$120_n \cdot R \cdot T_{270} = P_1 V$$

$$120_n \cdot R \cdot T_{254} = P_1 V$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ \times 140 \\ \hline 9180 \\ + 270 \\ \hline 51800 \end{array}$$

$$\frac{51800}{910}$$

$$mg \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} - mg \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{4} - \frac{3}{4} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{7}{4} \cdot \frac{3}{10} \cdot 10 = 21$$

$$mg \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} - mg \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{8}{4}$$

$$v_1 \cdot v_0 \cdot v_1$$

$$(m+M) \cdot \frac{v_1^2}{4} \cdot \frac{M}{m} = k \cdot \frac{v_1^2}{4} \cdot \frac{M^2}{k^2}$$

ММ

$$\frac{9}{4} - \frac{1}{2} = \frac{7}{4}$$

$$77: 777+77=350$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ \times 140 \\ \hline 140 \\ + 350 \\ \hline 49000 \end{array}$$

$$Mx'' = -kx + \mu mg$$

$$Mx'' + kx = \mu mg$$

81°

$$\begin{array}{r} 450 \\ + 180 \\ \hline 630 \end{array}$$

$$120_n \cdot R \cdot 270K = P_1 V$$

$$120_n \cdot R \cdot 454K = 49560 V$$

$$\Rightarrow \frac{270K}{454K} = \frac{P_1}{49560}$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{270}{454} \cdot 49560 =$$

$$= 270 \cdot 140 =$$

$$\frac{51800}{910} = 57\%$$

$$\frac{v_1^2}{4} = \frac{v_2^2}{4}$$

$$1) m \frac{v_1^2}{2} = p v_0 - p v_1$$

$$2) m \frac{v_1^2}{2} = \frac{9}{2} (v_0 - v_1) + m \frac{v_1^2}{2}$$

$$\frac{51800}{91000}$$

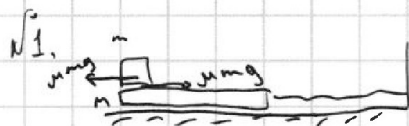
$$4,5 \cdot \sqrt{\frac{50}{2}} \cdot 5 =$$

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!



$$\varphi = \frac{\varphi_n}{\varphi_{n.m.}}$$

$$1) \text{ ускорение } = 0 \Rightarrow F = 0 \Rightarrow \text{сила } 0$$

$$\text{или}$$

$$(M.m) \frac{v^2}{2} = k \frac{x^2}{2} \Rightarrow v^2 = kx^2$$

или

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\mu g \cdot x = A \sin \omega t \cdot \omega$$

$$\frac{T}{2} = 1$$

$$T = \frac{T}{4}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \Rightarrow T = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$M x'' = -kx + \mu mg$$

$$\mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} = x_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \Rightarrow x_0 = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{M}{k} \Rightarrow a_0 = \frac{x_0 k - \mu mg}{M}$$

$$273 + 27 = 300$$

$$273 + 97 = 370$$

$$N^2. \text{ } m_1 = 11 m_2$$

$$\text{или } 12$$

$$140 \quad 000$$

$$J_{c.v.} R \cdot T_1 = pV$$

$$J_n R T_{300} = p_{300} V$$

$$12 J_n R T_{370} = p_{370} V$$

$$J_n \cdot R \cdot T_{370} = 3,5 \cdot V$$

$$12 J_n \cdot R \cdot t^* = p^* V$$

$$\frac{p^*}{t^*} = \frac{12 J_n R}{V} = 12 \cdot \frac{p_{370}}{t_{370}} = \frac{3500}{300} \cdot 12 =$$

$$27^\circ - 3,5 \text{ кПа}$$

$$97^\circ - 9,1 \text{ кПа}$$

Влажность воздуха = сух. воздух + влаг. пар
равновесие $\rightarrow$ влаг. пар насыщен.

$$90: \text{ } t_{370} = 367 \text{ K} \quad \frac{70000}{163}$$

$$p = 70000$$

$$= 35 \cdot 4 = 140 \quad \frac{n}{k} \quad V_0$$

$$87$$

$$p^*$$

$$370$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 263 \\ \times 140 \\ \hline 10520 \\ 26300 \\ \hline 36820 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ 263 \\ \times 140 \\ \hline 10520 \\ 26300 \\ \hline 36820 \end{array}$$



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
☐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!

№ 2.

5) v_0 ~~$\frac{v_0^2}{2}$~~

$$\begin{matrix} \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ & \cdot & \\ & \cdot & \\ & \cdot & \end{matrix}$$

$$t_{\text{н}} \quad m \frac{v_0^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_0) - \text{нормально}$$

$$\xrightarrow{+} \rightarrow \text{нормально } v = \min \rightarrow m \frac{v_0^2}{2} = \frac{q}{2}(\varphi_1 - \varphi_0) + m \frac{v_1^2}{2}$$

$$\xrightarrow{-} \rightarrow v = \max \rightarrow m \frac{v_0^2}{2} = \frac{q}{2}(\varphi_0 - \varphi_1) + m \frac{v_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow I: \quad m \frac{v_0^2}{4} = m \frac{v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow II: \quad m \frac{v_0^2}{2} + m \frac{v_1^2}{4} = m \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{4} v_0^2 = \frac{1}{2} v_2^2$$

$$\frac{3}{2} v_0^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$

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

$$\frac{2}{7R - b}$$



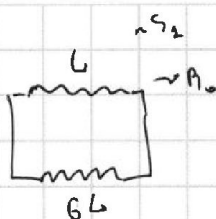
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

№4.



$$1) \Phi_1 = \Phi_2$$

$$\Rightarrow \Phi_{\text{ext}} + L \frac{di}{dt} = 6L \frac{di}{dt} \quad | \cdot$$

$$\mathcal{E} = L \frac{di}{dt} = \frac{n \Phi}{dt}$$

$$\Rightarrow L \frac{di}{dt} = n \Phi$$

$$6L \frac{di}{dt}$$

~~6L~~

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{B}$$

$$-B_0 S_1 n + L i = -6L i$$

$$\Phi_{\text{ext}} + L \frac{di}{dt} = 6L \frac{di}{dt} \quad | \cdot$$

$$\Rightarrow -B_0 S_1 n + L i = 6L i$$

$$\Rightarrow -B_0 S_1 n - L i = -6L i$$

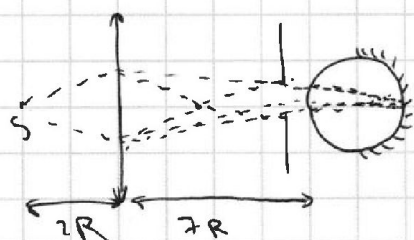
$$\Rightarrow B_0 S_1 n = 5L i$$

$$\Rightarrow i = \frac{B_0 S_1 n}{5L}$$

$$B_0 S_1 n = 5L \frac{di}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$B_0 S_1 n dt = 5L di \quad | \int$$

№5.



$$\frac{1}{4} B \cdot \frac{\pi R^2}{2} C$$

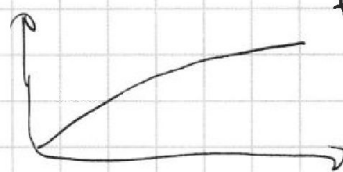
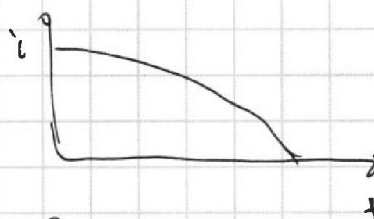
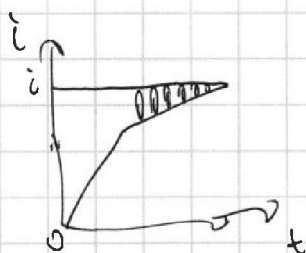
$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{B} = \frac{1}{2R} - \frac{1}{F} = \frac{F - 2R}{2RF} \Rightarrow B = \frac{2RF}{F - 2R}$$

$$\frac{1}{7R - B} + \frac{1}{7R - B} = 2(n-1)^2 \frac{1}{R} + \frac{2}{R} =$$

$$= \frac{4n - 4 + 2}{R} = \frac{4n - 2}{R}$$

$$\frac{1}{7R - B}$$

$$\frac{2}{7R - B} = \frac{4n - 2}{R}$$



$$\Phi_{\text{ext}} +$$

$$\frac{2}{24}$$

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{8} +$$

$$+ \frac{1}{12} =$$

$$= \frac{4+3}{24} = \frac{7}{24}$$