



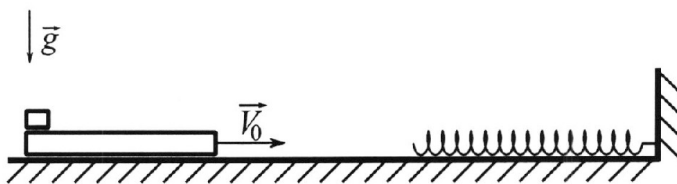
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

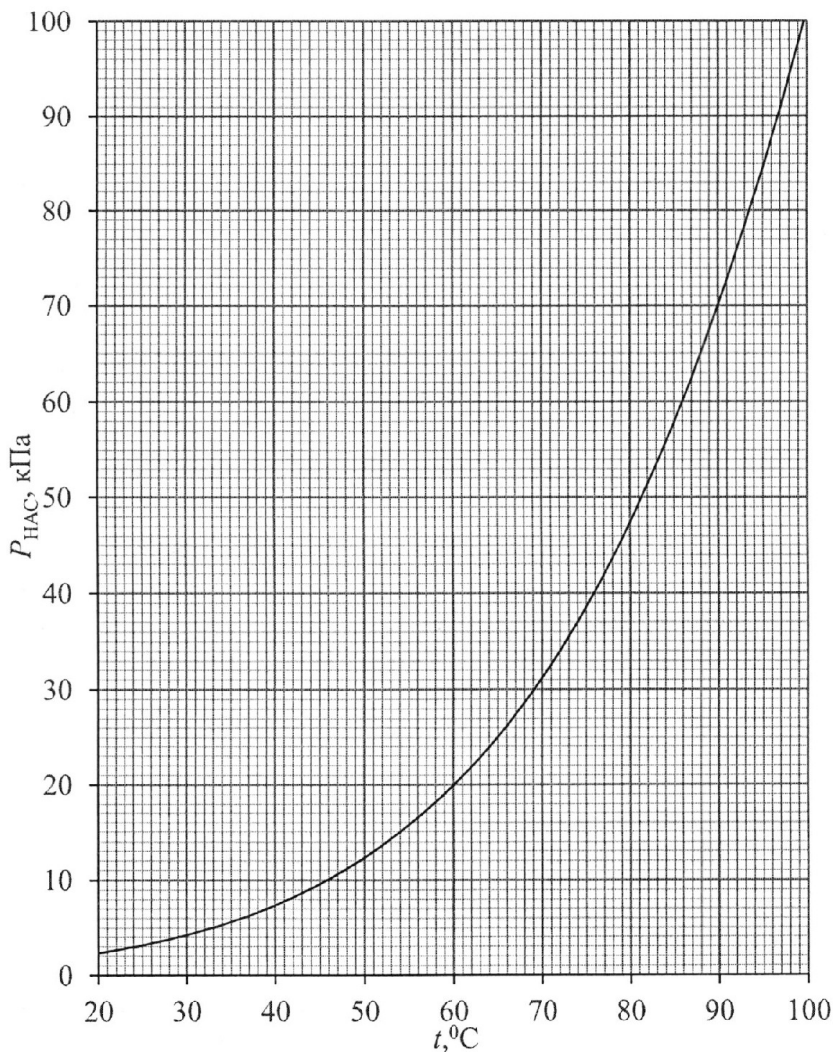


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

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

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





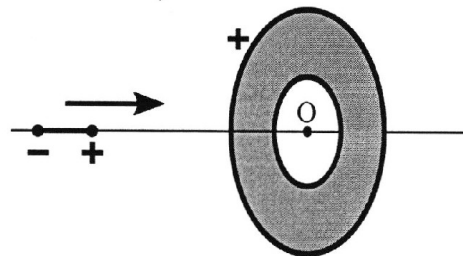
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



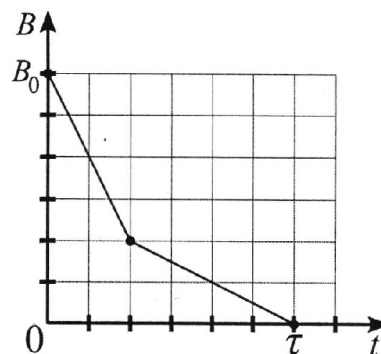
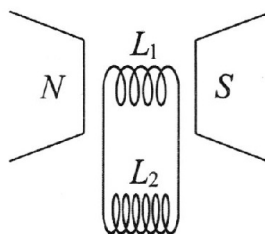
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

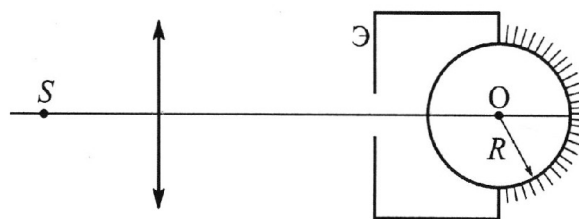
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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!

$\sqrt{1}$

- 1) Пока ускорения бруска и доски меньше, чем μg , относительное движение бруска относительно доски не начнется, т.к. силы трения достаточно, чтобы обеспечить ускорение.

Значит, сила, которая будет действовать со стороны пружины, когда начнется относительное движение, должна достигла $F_1 = (M+m)a = (M+m)\mu g = \mu M g + \mu m g$.

С другой стороны, $F_1 = F_{\text{спр. пружины}} = K \Delta x$.

Тогда, $(M+m)\mu g = K \Delta x$, где Δx - статическая пружины в этот момент

$$\Delta x = \frac{(M+m)\mu g}{K} = \frac{(2\text{ кг} + 1\text{ кг}) \cdot 0.3 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{27 \text{ Н/м}} = \frac{9 \text{ Н}}{27 \text{ Н/м}} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

- 2) Уравнение движения до момента начала движения соответствует уравнению в случае целого бруска и доски (будто бы брусок и доска одно тело). В этом случае, когда доска и брусок полностью останавливаются, энергия статической пружины должна быть равна ~~к~~ изначальной кинетической энергии шара, т.е.:

$$\frac{K \Delta x_{\text{max}}^2}{2} = \frac{(M+m) v_0^2}{2}$$

$$\Delta x_{\text{max}} = \sqrt{\frac{(M+m) v_0^2}{K}} = \sqrt{\frac{(2\text{ кг} + 1\text{ кг}) (2\text{ м/с})^2}{27 \text{ Н/м}}} = \sqrt{\frac{4}{9}} \text{ м} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

Тогда, амплитуда гармонических колебаний движения бруска и доски как одного тела будет равна $A = \Delta x_{\text{max}} = \frac{2}{3} \text{ м}$.

В начальный момент времени ~~там~~ (когда ~~доска~~ доска только начала пружинить), координата x доски равна нулю, значит, уравнение колебаний таково:

$$x = A \sin(\omega_0 + \varphi_0 t) = \Delta x_{\text{max}} \sin\left(\sqrt{\frac{K}{m_1}} t\right), \text{ где } m_1 - \text{масса "целого бруска и доски", т.е. } m_1 = m_1 + m_2$$

$(\omega = \sqrt{\frac{K}{m_1}})$, т.к. это колебание совершается на пружине с линейной зависимостью силы упругости от деформации.

Тогда, $\Delta x = \Delta x_{\text{max}} \sin\left(\sqrt{\frac{K}{m_1}} t\right)$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{K}{m_1}} t\right) = \frac{\Delta x}{\Delta x_{\text{max}}}$$

$$\sqrt{\frac{K}{m_1}} t = \arcsin\left(\frac{\Delta x}{\Delta x_{\text{max}}}\right) \quad (\text{т.к. } \omega t < \frac{\pi}{2})$$

$$t = \sqrt{\frac{m_1}{K}} \arcsin\left(\frac{\Delta x}{\Delta x_{\text{max}}}\right) = \sqrt{\frac{M+m}{K}} \arcsin\left(\frac{\frac{1}{3} \text{ м}}{\frac{2}{3} \text{ м}}\right) = \sqrt{\frac{3\text{ кг}}{27 \text{ Н/м}}} \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) =$$

$$= \sqrt{9 \text{ с}^2} \cdot \frac{\pi}{6} = 3 \text{ с} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} \text{ с} \approx \frac{3}{2} \text{ с}$$



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
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!

ω_1^2

3) В момент отрыва бруска от дна можно считать, что колебания совершаются с этой частотой с другой амплитудой и другой начальной фазой!

зависимость силы от расстояния не линейная, поэтому можно считать, что начальная точка этих колебаний равна Mg , что в кВ или пружинки равны Mg .

тогда, $\frac{K \Delta X_{max2}}{2} = \frac{M v_0^2}{2}$

$$\Delta X_{max2} = \sqrt{\frac{M v_0^2}{K}}$$

тогда, $A_1 = \Delta X_{max2}$. (A_1 - амплитуда этих колебаний, ΔX_{max2} - макс. отклонение от равновесия, второй или фазовый сдвиг или тупеция)

$$X_1(t) = A_1 \sin(\varphi_0 + \omega_1 t)$$

$$a_1(t) = -\omega_1^2 A_1 \sin(\varphi_0 + \omega_1 t) \quad (\text{где } a_1 - \text{искомое ускорение})$$

$$\text{тогда, } |a_{1max}| = \omega_1^2 A_1 = \sqrt{\frac{K}{M}} \cdot \sqrt{\frac{M v_0^2}{K}} = \sqrt{\frac{K^2 M v_0^2}{M^2 K}} = \sqrt{\frac{K v_0^2}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 10^4 \text{ Н/м} \cdot (2 \text{ м/с})^2}{2 \times 1}} = \sqrt{54 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 3\sqrt{6} \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) $\Delta x = \frac{1}{3} \text{ м}$; 2) $t = \frac{3}{2} \text{ с}$; 3) $a_{1max} = 3\sqrt{6} \text{ м/с}^2$



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 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!

$$\sqrt{\frac{p_0}{2}}$$

1) Парциальное давление пара P_1 при температуре $t_0 = 88^\circ\text{C}$ равно $P_1 = \varphi_0 P_{\text{нас}}(t_0)$, где $P_{\text{нас}}(t)$ — давление насыщ. паров при температуре t , значения берём с графика. Тогда, $P_1 = \varphi_0 P_{\text{нас}}(t_0) \approx \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$

2) Конденсация пара начнётся при той температуре, когда парциальное давление пара P_1 станет равно давлению насыщенного пара при этой температуре $P_{\text{нас}}(t^*)$. Тогда, $P_{\text{нас}}(t^*) = P_1 = 40 \text{ кПа}$. Тогда $t^* = 76^\circ\text{C}$, значения берём с графика функции $P_{\text{нас}}(t)$

3) При отливании общее давление газов не меняется, т.е. $p_0 = p_1$, где p_1 — общее давление газов над поршнем при $t = 46$, т.к. $p_0 S = mg$ и $p_1 S = mg$, где S — площадь поршня и площадь сечения цилиндра, m — масса поршня, g — ускорение свободного падения, S и m не меняются, изменился g можно тоже пренебречь.

Пусть J_0 — количество вещества в цилиндре (в газе, включая пар). Тогда, $J_1 = J_0 - J_{\text{водн}} + J_{\text{водп}}$, где J_1 — кол-во вещества в газе в цилиндре, включая пар, $J_{\text{водн}}$ — изначальное кол-во в-ва в воде, $J_{\text{водп}}$ — кол-во в-ва в паре, количество испарившейся воды в J_1 не учитывали, т.к. её объём пренебрежительно мал и жидкость — не газ. Парци. $V = J_{\text{газ}} RT$, значит, $\frac{J_{\text{водп}}}{J_0} = \frac{P_1}{p_0} = \frac{40 \text{ кПа}}{150 \text{ кПа}} = \frac{4}{15}$, т.е. $J_{\text{водп}} = \frac{4}{15} J_0$

$$\frac{J_{\text{водп}}}{J_0} = \frac{\frac{P_{\text{нас}}(t)V}{Rt}}{\frac{p_0 V_0}{Rt_0}} = \frac{P_{\text{нас}}(t)Rt_0}{p_0 R t} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{100 \text{ кПа} \cdot 46^\circ\text{C}}{150 \text{ кПа} \cdot 88^\circ\text{C}} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{23V}{645V_0} \Rightarrow J_{\text{водп}} = \frac{23V}{645V_0} J_0$$

$$\begin{cases} p_0 V_0 = J_0 R t_0 \\ p_1 V = J_1 R t \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\frac{J_1 R t}{p_1}}{\frac{J_0 R t_0}{p_0}} = \frac{J_1 R t p_0}{J_0 R t_0 p_1}$$

$$p_1 = p_0, J_1 = J_0 - J_{\text{водн}} + J_{\text{водп}} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{(J_0 - \frac{4}{15}J_0 + \frac{23V}{645V_0}J_0)t}{J_0 R t_0 p_1} = \frac{(1 - \frac{4}{15} + \frac{23V}{645V_0})46}{88}$$

$$\frac{43V}{43V_0} = 23 - \frac{92}{15} + \frac{529V}{645V_0} \Rightarrow \frac{(43^2 - 15 \cdot 23)V}{(43 \cdot 15)V_0} = \frac{23 \cdot (15 - 4)}{15} \Rightarrow \frac{43^2 - 15 \cdot 23}{43 \cdot 15} \cdot \frac{V}{V_0} = 23 \cdot 11$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{10879}{27206}$$

Ответ: 1) $P_1 = 40 \text{ кПа}$; 2) $t^* = 76^\circ\text{C}$; 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{10879}{27206}$



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!

$\sqrt{3}$

- 1) При прелёте центра диска через центр отверстия потенциал электрического взаимодействия диска с обшивкой зарядов равен по модулю и противоположен по знаку, значит, суммарный потенциал взаимодействия равен нулю, как и на бесконечности, значит, скорость диска при прелёте центра центра диска должна быть такой же, т.е. сумма кин. энергии и потен. энергии ~~диска~~ ^{системы} постоянна, а потен. энергия ~~диска~~ ^{системы} равна в это время (когда диск своим центром пролетел центр диска) $K_{d1} + K_{d2}$, где K - некоторая (одинаковая в силу симметрии ~~диска~~ ^{системы} в этот момент времени) величина, q_1 - заряд 1 диска, q_2 - заряд 2 диска, тогда $K_{q1} + K_{q2} = K(q_1 + q_2) = 0$, следовательно $\frac{m \cdot (2V_0)^2}{2} = \frac{m \cdot V_1^2}{2}$, где m - масса диска, V_1 - скорость во время прелёта центра, по 3. С. 9.

$$V_1 = 2V_0$$

- 2) Система симметрична, но заряды противоположны, значит, в точке с минимальной потенциальной энергией кин. энергия больше ~~равна~~ ^{насыщен} на столько, насколько максимальная потен. энергия больше нулевой, значит, ~~в точке минимальной потен. энергии кин. энергия равна нулю~~ $\Delta E_{кин}$ равен в обе стороны, как и $\Delta E_{потен}$, где $\Delta E_{кин}$ - ~~разность~~ ^{разность} минимальной и максимальной/минимальной кин. энергии, $\Delta E_{потен}$ - ~~разность~~ ^{разность} минимальной и максимальной потен. энергии.

$$\Delta E_{кин} = \frac{mV_0^2}{2} - 0 \quad (\text{т.к. } V_0 - \text{минимальная скорость и скорость в точке с максимальной потен. энергией равна нулю.})$$

$$\text{Тогда, } \frac{mV_{min}^2}{2} = \frac{m(2V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (= \frac{m(2V_0)^2}{2} - \Delta E_{кин.}) \quad (V_{min} - \text{минимальная скорость})$$

$$V_{min} = \sqrt{4V_0^2 - V_0^2} = \sqrt{3}V_0$$

$$\frac{mV_{max}^2}{2} = \frac{m(2V_0)^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} \quad (= \frac{m(2V_0)^2}{2} + \Delta E_{кин.}) \quad (V_{max} - \text{максимальная скорость})$$

$$V_{max} = \sqrt{4V_0^2 + V_0^2} = \sqrt{5}V_0$$

$$\text{Тогда, } \Delta V_{min,max} = V_{max} - V_{min} = \sqrt{5}V_0 - \sqrt{3}V_0 = (\sqrt{5} - \sqrt{3})V_0 \quad (\Delta V_{min,max} - \text{разность между макс. и мин. скоростями})$$

$$\text{Ответ: 1) } V_1 = 2V_0; 2) \Delta V_{min,max} = (\sqrt{5} - \sqrt{3})V_0$$



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 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!

 $\sqrt{\frac{2}{4}}$

- 1) Напряжение в катушке индуктивности L_1 , равно $\mathcal{E}(t) = -\frac{d\Phi}{dt}(t) = -\frac{dB}{dt}(t) \cdot nS_1 = -B'(t) \cdot nS_1$, где $B'(t)$ — производная магнитного потока от времени, и оно равно ЭДС самоиндукции обеих катушек в сумме, $\mathcal{E}S_1 + \mathcal{E}S_2 = (L_1 + L_2)I'$.

Тогда, $(L_1 + L_2)I(t) = -B'(t) \cdot nS_1$

$$I(t) = -B'(t) \frac{nS_1}{L_1 + L_2}$$

$$\int_0^t I(t) dt = \int_0^t -B'(t) \frac{nS_1}{L_1 + L_2} dt$$

$$I(t) = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(t))$$

Тогда $I_0 = I(\tau) = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(\tau)) = \frac{nS_1 B_0}{5L}$

- 2) $q(t) = \int_0^t I(t) dt$ (q — заряд, протекающий через катушку за время t)

$$q(\tau) = \int_0^{\tau} I(t) dt = \int_0^{\frac{\tau}{3}} I(t) dt + \int_{\frac{\tau}{3}}^{\tau} I(t) dt = \frac{\tau}{3} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{nS_1 B_0}{5L} + 0 \right) + \frac{2\tau}{3} \cdot \left(\frac{nS_1 B_0}{5L} + \frac{2}{3} \cdot \frac{nS_1 B_0}{5L} \right) =$$

$$= \frac{nS_1 B_0 \tau}{45L} + \frac{5nS_1 B_0 \tau}{45L} = \frac{6nS_1 B_0 \tau}{45L} = \frac{2nS_1 B_0 \tau}{15L} \quad (\text{но отрез. } I(t) = q'(t) \Rightarrow q(t) = \int I(t) dt)$$

(интеграл каждой как площадь под графиком)

Ответ: 1) $I_0 = \frac{nS_1 B_0}{5L}$; 2) $q = \frac{2nS_1 B_0 \tau}{15L}$



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!

 $\sqrt{5}$

1) Найти расстояние от линзы до изображения источника в кей:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \text{ где } F - \text{фокусное расстояние, } a - \text{расстояние от линзы до источника,}$$

b - расстояние от линзы до изображения.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1.5F} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{F} \left(1 - \frac{2}{3}\right) = \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{3F} = \frac{1}{b}$$

$$b = 3F.$$

Чтобы получить изображение в системе линза-зеркало при любой показателе не изменило положение и совпадало с источником, нужно, чтобы лучи падали на поверхность шара перпендикулярно, отражались перпендикулярно и снова падали в ту же точку (тоже перпендикулярно, следовательно, проходя через центр, т.к. при независимости положения изображения от показателя преломления лучи должны идти, не преломляясь. Значит, $O = S'$, и значит:

$$d = R + b$$

$$\Downarrow$$

$$R = d - b = 3F - \frac{2F}{3} = \frac{F}{3}$$

2) расст. от т. пересечения лучей до нук. шара стало равно $2F - \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$,

а шара $= 2F$. Луч сошелся в центре шара (т.к. наклон. лучи не изменило положение),

Ответ: 1) $R = \frac{F}{3}$; $n = \frac{5}{2}$



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
☐

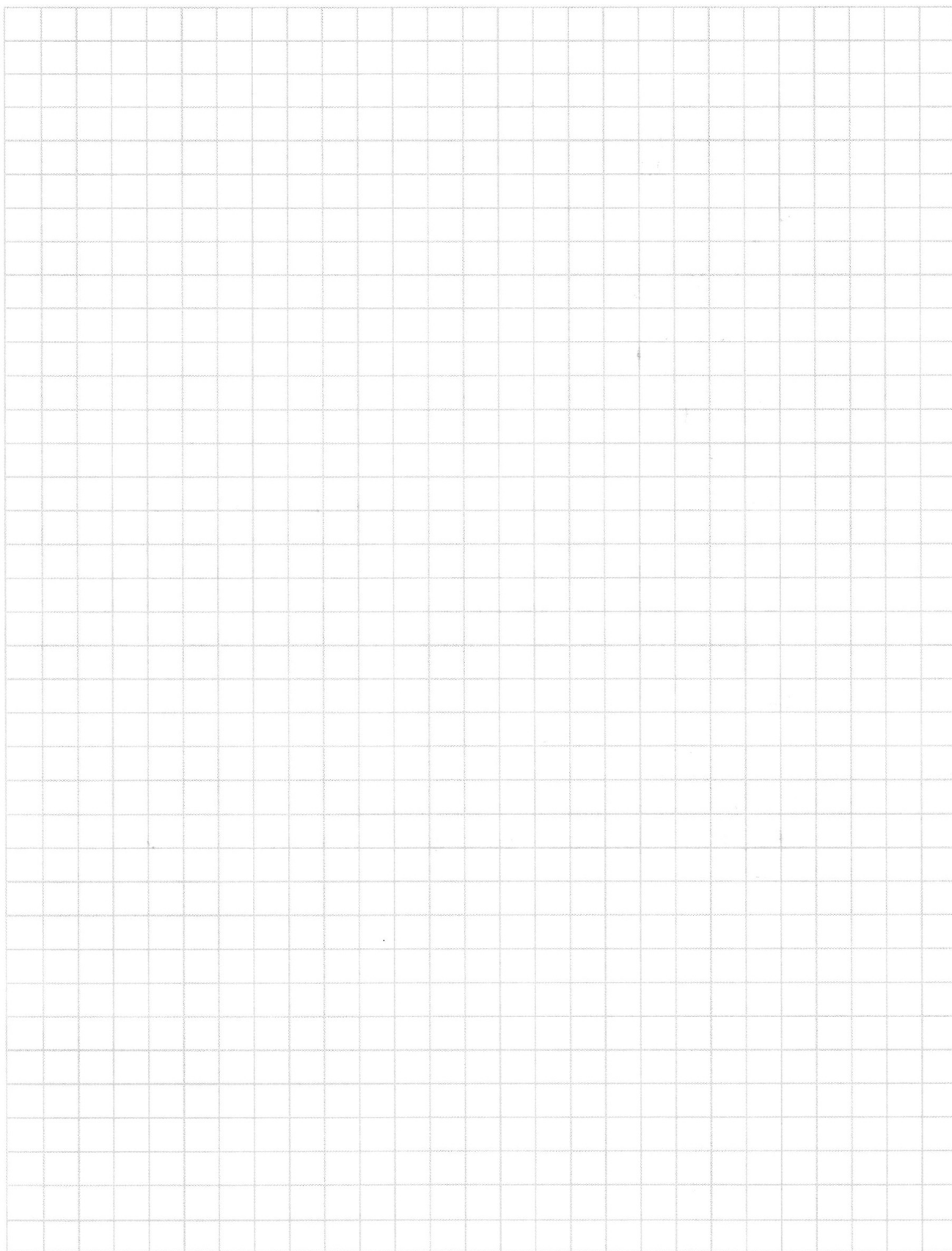
5
☐

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!





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!

Черновик

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m}{K} = \frac{m}{\frac{m}{a}} = \frac{m \cdot a}{m} = \frac{a}{\frac{m}{K} \cdot a/c^2} = c^2 \\ \frac{m}{K} = \frac{m}{\frac{m}{a}} = \frac{m \cdot a}{m} = \frac{a}{\frac{m}{K} \cdot a/c^2} = c^2 \end{array} \right.$$

$$P_1 = \varphi_0 \quad P_{\text{мех}}(t)$$

11
2
3

11
602110

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

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

$$v = A \omega \cos(\varphi_0 + \omega t) (=x')$$

$$a = -A \omega^2 \sin(\varphi_0 + \omega t) (=x'')$$

$$\varphi_0 = 0, \text{ т.к. при } t=0 \quad x=0$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 43 \\ \hline 45 \\ + 60 \\ \hline 645 \end{array}$$

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

$$270206 \overline{) 43}$$

$$Kx_{\text{max}}^2 = (M+m)v^2$$

$$x_{\text{max}} = \sqrt{\frac{(M+m)v^2}{K}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 12 \cdot (24/c)^2}{27 \cdot 4/m}} = \frac{2}{3} m$$

$$\sin_{\text{max}} = 1$$

$$A = x_{\text{max}} = \frac{2}{3} m$$

$$\Delta x = A \sin(\omega t) = A \sin\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right)$$

$$\Delta x = x_{\text{max}} \sin(\omega t)$$

$$\begin{array}{r} 27206 \overline{) 11} \\ -22 \\ \hline 52 \\ -52 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$27206 \overline{) 43}$$

$$\frac{v}{v_0} = \left(1 - \frac{4}{15} + \frac{23v}{645v_0}\right) \cdot 46$$

$$\frac{43(v)}{v_0} = 23 - \frac{32}{15} + \frac{52v}{645v_0}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 2 \\ \hline 92 \\ + 23 \\ \hline 69 \\ + 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\frac{v}{v_0} = 23 - \frac{23 \cdot 4}{15} + \frac{23 \cdot v}{43 \cdot 15 v_0}$$

$$\frac{43^2 \cdot 15 + 23^2 v}{43 \cdot 15 v_0} = \frac{23 \cdot (15 - 4)}{15}$$

$$\begin{array}{r} 43^2 \\ \times 43 \\ \hline 129 \\ + 172 \\ \hline 1849 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 15 \\ \hline 2120 \\ + 9245 \\ \hline 18495 \end{array}$$

$$27206 \overline{) 43}$$

$$\begin{array}{r} 27206 \overline{) 43} \\ -22 \\ \hline 52 \\ -52 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27206 \overline{) 11} \\ -22 \\ \hline 52 \\ -52 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \end{array}$$



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
☐

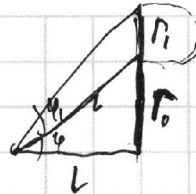
6
☐

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!

Черновик



$$\mathcal{E}(t) = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dB \cdot S_1}{dt} = n B(t) S_1$$

$$\boxed{\mathcal{E}_{si} = LI'} \Rightarrow I' = \frac{\mathcal{E}_{si}}{L} = \frac{\mathcal{E}(t)}{L}$$



$$\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} = \ln(\sqrt{1+x^2} + x) - \ln(\sqrt{1+x^2})$$

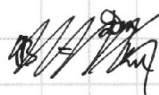
$$\frac{LI^2}{2} = E = UI t$$

$$LI = Ut$$

$$LI =$$

$$L \frac{q}{t} = Ut$$

$$I' = \frac{n S_1 B(t)}{L}$$
$$\int_0^t \frac{dI}{dt} dt = \int_0^t \frac{n S_1 dB}{L dt} = \frac{n S_1}{L} \int_0^t dB$$



$$I(t) = \frac{n S_1}{L} (B_0 - B(t))$$

$$\int \frac{E}{L} dt = \int \frac{E}{L} dt = \frac{2}{18}$$

$$LI^2 = \mathcal{E} m$$

$$L \cdot \frac{K R^2}{L^2} = \mathcal{E} m$$

$$L > = \frac{2 m c \cdot c^2}{K R^2}$$

$$\frac{1}{1000} \cdot \frac{9 \cdot 10^2}{1000} = \frac{1}{1000}$$

$$\frac{9}{1} = \frac{1}{1} \cdot \frac{3}{1}$$

$$\frac{9}{1} + \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{9}{1} + \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

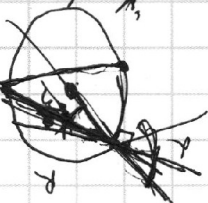
$$\frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{1}{1} = 1$$

$$a = 1.5 F$$

$$\frac{24}{36} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{3}{15} = \frac{1}{5}$$

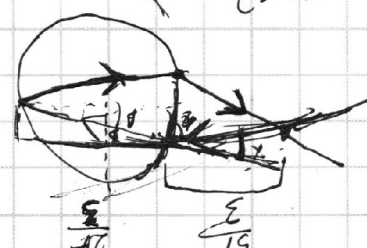


$$L = \frac{\varphi}{I}$$

$$LI = \varphi$$

$$\mathcal{E} = LI' = \varphi'$$

$$\mathcal{E} = LI'$$





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!

