



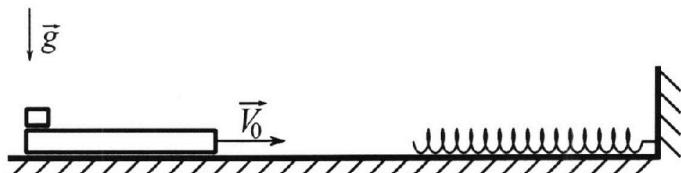
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



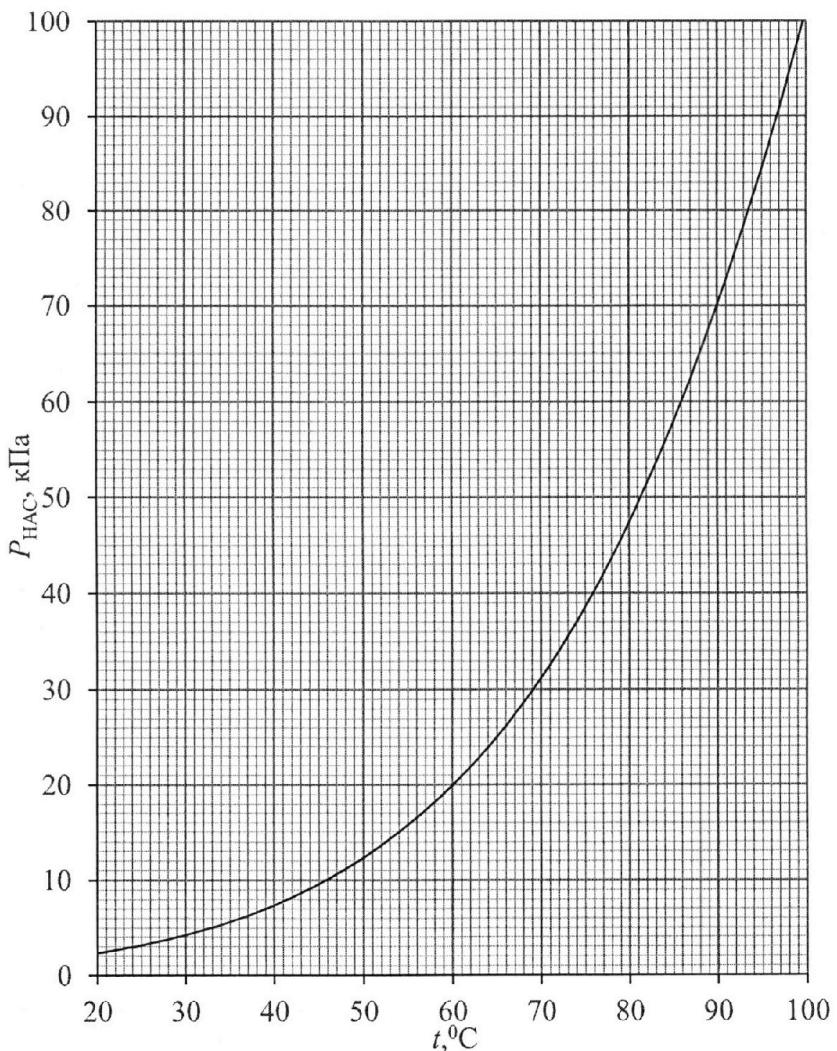
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок 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.



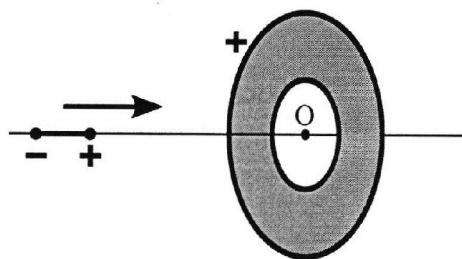
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

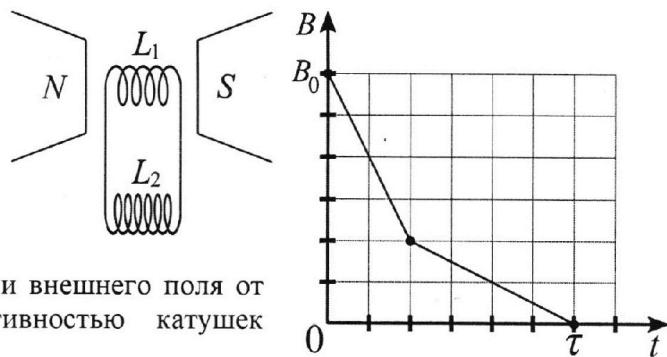
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



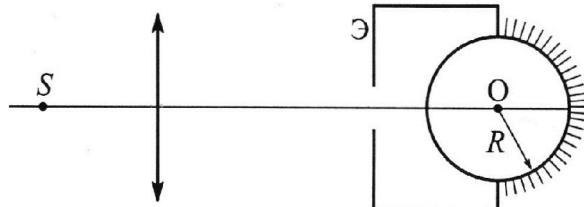
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 , удалённый 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**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 ускорение бруска и доски меньше, чем mg , относительное движение бруска относительно доски не настолько, т.к. сила трения достаточна, чтобы обеспечить ускорение.

Затем, когда, когда будет действовать со стороны пружинка, когда начнется относительное движение, доска достичь $F_1 = (M+m)a = (M+m)g = Mg + m \cancel{g}$.

С другой стороны, $F_1 = F_{\text{стационарной пружинки}} = K \Delta X$.

Но же, $(M+m)g = K \Delta X$, где ΔX - сжатие пружинки в этот момент

$$\Delta X = \frac{(M+m)g}{K} = \frac{(2m+1m) \cdot 10 \text{ м}/\text{s}^2}{27 \text{ Н}/\text{м}} = \frac{9 \text{ Н}}{27 \text{ Н}/\text{м}} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

2) Уравнение движения до момента начала движения соответствует уравнению в случае чистого бруска и доски (будто бы бруск и доска одно тело). В этом случае, когда доска и бруск постоянно сцеплены, энергия стационарной пружинки должна быть равна изначальной кинетической энергии системы, т.е.:

$$\frac{K \Delta X_{\max}^2}{2} = \frac{(M+m) \cancel{g}^2}{2}$$

$$\Delta X_{\max} = \sqrt{\frac{(M+m) \cancel{g}^2}{K}} = \sqrt{\frac{(2m+1m)(2 \text{ м})^2}{27 \text{ Н}/\text{м}}} = \sqrt{\frac{4}{9} \text{ м}^2} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

Но же, для этого гармонического колебания движения бруска и доски как отдельных будет равен $A = \Delta X_{\max} = \frac{2}{3} \text{ м}$.

В начальный момент времени $t=0$ (когда доска только начала колебаться пружиной), координата X доски равна нулю, значит, уравнение колебаний плоско:

$$X = A \sin(\omega_0 t + \phi) = \Delta X_{\max} \sin\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right), \text{ где } m - \text{масса, чистого бруска и доски, т.е. } m_1 + m_2$$

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

Но же, $\Delta X = \Delta X_{\max} \sin\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right)$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{K}{m}} t\right) = \frac{\Delta X}{\Delta X_{\max}}$$

$$\sqrt{\frac{K}{m}} t = \arcsin\left(\frac{\Delta X}{\Delta X_{\max}}\right) \quad (\text{т.к. } 0 < t < \frac{\pi}{2})$$

$$t = \sqrt{\frac{m}{K}} \arcsin\left(\frac{\Delta X}{\Delta X_{\max}}\right) = \sqrt{\frac{m}{K}} \arcsin\left(\frac{\frac{1}{3} \text{ м}}{\frac{2}{3} \text{ м}}\right) = \sqrt{\frac{m}{K}} \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\frac{9 \text{ кг}^2 \cdot \frac{\pi}{6}}{27 \text{ Н}/\text{м}}} = 3 \text{ кг} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} \text{ кг} \approx \frac{3}{2} \text{ кг}$$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 маятнике отрыва бруска от диска можно считать, что колебания

начинаются с этого момента с другой амплитудой и другой частотой и
после отрыва и падения диска - маятника, (зависимость ω_1 от расстояния x колебания, изменилась только massa, $\omega_1 = \sqrt{\frac{K}{M}}$ но можно считать, что начальная massa этого колебания маятника, что в конечном итоге набрала массу M_{kg})

$$\text{Прическа}, \frac{K \Delta X_{\max_1}}{2} = \frac{M V_0^2}{2}$$

$$\Delta X_{\max_1} = \sqrt{\frac{M V_0^2}{K}}$$

тогда, $A_1 = \Delta X_{\max_1}$. (A_1 - амплитуда этого колебания ΔX_{\max_1} - макс. сокращение длины маятника, в котором маятник колебался

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

$$a_1(t) = -\omega_1^2 A \sin(\varphi_0 + \omega_1 t)$$

$$\text{Прическа}, |a_{1\max}| = \omega_1^2 A = \sqrt{\frac{x_1^2}{M} \cdot \frac{M V_0^2}{K}} = \sqrt{\frac{K^2 \cdot M V_0^2}{M^2 K}} = \sqrt{\frac{K V_0^2}{M}} =$$

$$= \sqrt{\frac{24 M \pi \cdot (2 \pi / c)^2}{2 K}} = \sqrt{54 \pi^2} = 3 \sqrt{6} \pi / c$$

$$\text{Ответ: 1)} \Delta x = \frac{1}{3} a; 2) \text{неизвестно} t = \frac{3}{2} L; 3) a_{1\max} = 3 \sqrt{6} \pi / c$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$\sqrt{2}$

1) Парциальное давление пара P_1 при температуре $t_0 = 86^\circ\text{C}$ равно $P_1 = \varphi_0 P_{\text{рас}}(t_0)$, где $P_{\text{рас}}(t)$ — давление насыщ. паров при температуре t , значение берёт с графика.
Прич., $P_1 = \varphi_0 P_{\text{рас}}(t_0) \approx \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$

2) Конденсация пара наступает при той температуре, когда парциальное давление пара P_1 станет равно давлению насыщенного пара при этой температуре $P_{\text{рас}}(t^*)$.
Прич., $P_{\text{рас}}(t^*) = P_1 = 40 \text{ кПа}$.

Прич., $t^* = 76^\circ\text{C}$, значение берёт с графика функции $P_{\text{рас}}(t)$

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

Пусть \mathcal{J}_0 — количество теплоты в цилиндре (в начале, вакуумный пар).

Прич., $\mathcal{J}_1 = \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_{\text{воды}} + \mathcal{J}_{\text{газ}}$, где \mathcal{J} — кол-во теплоты в газе в цилиндре, вакуумный пар, $\mathcal{J}_{\text{воды}}$ — излучение ~~и~~ излучение в вак. в паре, $\mathcal{J}_{\text{газ}}$ — кол-во в вак. в паре, количество конденсируемой воды в \mathcal{J}_0 не учитывается, т.к. её обём пренебрежимо и энтропия $\rightarrow \infty$.

$$\text{Прич. } V = \mathcal{J}_{\text{газ}} RT, \text{ значит, } \frac{\mathcal{J}_{\text{газ}}}{\mathcal{J}_0} = \frac{P_1}{P_0} = \frac{40 \text{ кПа}}{150 \text{ кПа}} = \frac{4}{15}, \text{ т.е. } \mathcal{J}_{\text{газ}} = \frac{4}{15} \mathcal{J}_0$$

$$\frac{\mathcal{J}_{\text{воды}}}{\mathcal{J}_0} = \frac{\cancel{P_{\text{рас}}(t)V}}{Rt} = \frac{P_{\text{рас}}(t)Rt_0}{P_0 V_0} = \frac{P_{\text{рас}}(t)Rt_0}{P_0 R t_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{10 \text{ кПа} \cdot 86^\circ\text{C}}{150 \text{ кПа} \cdot 86^\circ\text{C}} \cdot \frac{V}{V_0} =$$

$$= \frac{23V}{645V_0} \Rightarrow \mathcal{J}_{\text{воды}} = \frac{23V}{645V_0} \mathcal{J}_0.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 V_0 = \mathcal{J}_0 R t_0 \\ P_1 V = \mathcal{J}_1 R t \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\frac{\mathcal{J}_1 R t}{P_1}}{\frac{\mathcal{J}_0 R t_0}{P_0}} = \frac{\mathcal{J}_1 R t P_0}{\mathcal{J}_0 R t_0 P_1}.$$

$$P_1 = P_0, \mathcal{J}_0 = \mathcal{J}_0 - \mathcal{J}_{\text{воды}} + \mathcal{J}_{\text{газ}}, \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{(\mathcal{J}_0 - \frac{4}{15}\mathcal{J}_0 + \frac{23V}{645V_0}\mathcal{J}_0)t}{\mathcal{J}_0 t_0} = \frac{(1 - \frac{4}{15} + \frac{23V}{645V_0})46}{86}$$

$$\frac{V}{V_0} = 23 - \frac{92}{15} + \frac{529V}{645V_0} \Rightarrow \frac{(43 \cdot 15 - 23)46}{(43 \cdot 15)46} = \frac{23 \cdot (15 - 4)}{15} \Rightarrow \frac{43^2 \cdot 15 - 23^2}{43} \cdot \frac{V}{V_0} = 23 \cdot 11$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{23 \cdot 11 \cdot 46}{43^2 \cdot 15 - 23^2} = \frac{10879}{29206}$$

Ответ: ~~1) $P_1 = 40 \text{ кПа}$; 2) $t^* = 76^\circ\text{C}$; 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{10879}{29206}$~~



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

ω₃

1) При проёте центра диска через центр отверстия потенциал электрического однородного диска с единичными зарядами равен по модулю и противоположен по знаку, знаям, суммарный потенциал однородного диска нуль, так и на бесконечности, знаям, скорость диска при проёте центра диска должна быть такой же, т.к. сумма кин. энергии и потенц. энергии ~~изменяется~~ неизменяется, а потенц. энергия ~~изменяется~~ равна 0 это время (когда диска своим центром пролетел центр диска) $Kq_1 + Kq_2$, где K - некоторое (одинаковое в силу симметрии ~~изменяется~~ неизменяется в этом случае) выражение, q_1 - заряд 1 диска, q_2 - заряд 2 диска, тогда $Kq_1 + Kq_2 = K(q_1 + q_2) = 0$, следовательно $\frac{m \cdot (2V_0)^2}{2} = \frac{m \cdot V_1^2}{2}$, где m - масса диска, V_1 - скорость во время проёта центра, но З. С. З. \downarrow
 $V_1 = 2V_0$.

2)

(считана симметрична, то заряды противоположны, знаям, в торце с минимальной потенциальной энергией имеется большее ~~меньшее~~ максимальное радиуса на стальную, настолько максимальная потенция. энергия больше из-за малой массы) знаям,

~~заряды одинаковые~~ $\Delta E_{\text{кин}}$ одинаков в обоих случаях, как и в $E_{\text{потенц}}$, где $\Delta E_{\text{кин}} = \frac{mV_0^2}{2} - \theta$ (н.к. V_0 - начальная скорость и скорость в торце с

максимальной потенциальной энергией) радиус нуль.

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

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

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

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

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

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



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\sqrt{\frac{S}{4}}$$

1) Напряжение в катушке индуктивности L_1 , равно $E(t) = -\frac{d\Phi}{dt}(t) = -\frac{dB}{dt}(t) \cdot n S_1 = B'(t) \cdot n S_1$, где $B'(t)$ — производная магнитного потока от времени, и это явно ГДС самоиндукции обеих катушек в сумме, $E_{S1} + E_{S2} = (L_1 + L_2)I'$.

$$\text{Тогда, } (L_1 + L_2)I' = -B'(t) \cdot n S_1,$$

$$I' = -B'(t) \frac{n S_1}{L_1 + L_2}$$

$$\int_0^t I'(t) dt = \int_0^t -B''(t) \frac{n S_1}{L_1 + L_2} dt$$

$$I(t) = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(t))$$

$$\text{Тогда, } I(T) = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(T)) = \frac{n S_1 B_0}{5L}$$

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

$$q(T) = \int_0^T I(t) dt = \int_0^{\frac{T}{3}} I(t) dt + \int_{\frac{T}{3}}^T I(t) dt = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{n S_1 B_0}{5L} + 0 \right) + \frac{2T}{3} \cdot \left(\frac{n S_1 B_0}{5L} + \frac{2}{3} \cdot \frac{n S_1 B_0}{5L} \right) =$$

$$= \frac{n S_1 B_0 T}{45L} + \frac{5n S_1 B_0 T}{45L} = \frac{6n S_1 B_0 T}{45L} = \frac{2n S_1 B_0 T}{15L}$$

(но опис. $I(t) = q'(t) \Rightarrow q(t) = \int I(t) dt$)

(Изменение заряда как производная заряда)

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{n S_1 B_0}{5L}; 2) q = \frac{2n S_1 B_0 T}{15L}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\sqrt{\frac{3}{5}}$$

1) Найдите расстояние от линзы до изображения источника в линз:

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

~~d~~ - расстояние от линзы до изображения.

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

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

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

$$d = 3F.$$

Чтобы коничное изображение в системе линза-шар при любом расположении не изменило положение и совпадало с источником, нужно, чтобы лучи падали на поверхность шара перпендикулярно, отражались перпендикулярно и снова падали в ту же точку (поток перпендикулярен, следовательно, проходит через центр, т.к. нормаль к поверхности изображения от показателя преломления луча зависит, то преломляется). Значит, $O = S'$, и значит:

~~$d = R + b$~~

$$R = d - b = 3F - \frac{8F}{3} = \frac{F}{3}$$

2) расст. от т. пересечения лучей до центра шара равен $2F - \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$, а шар $= 2F$. Тогда сдвинуть вспомогательную (т.к. наложил изобр не сдвинул положения)

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 |
| <input type="checkbox"/> |

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!

Чертёжник

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



$$P_1 = \varphi_0 P_{\text{рас}}(t)$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ 3 \\ + 60 \pi t \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ 70 \cdot 76 \\ - 150 \cdot 86 \\ \hline 43 \end{array}$$

$$\frac{m}{K} = \frac{M}{\frac{H}{\pi}} = \frac{K \cdot m}{H} = \frac{K \cdot m}{m \cdot M / C^2} = C^2 \approx 1/\pi$$

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 15 \\ 43 \\ + 95 \\ \hline 60 \\ \hline 645 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 270 \\ 206 \\ + 43 \\ \hline 43 \end{array}$$

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

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{(M+m)v^2}{K}} = \sqrt{\frac{3\pi K \cdot (2\pi/C)^2}{274/\pi}} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

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

$$\begin{array}{r} 27206 \\ - 22 \\ \hline 52 \\ - 44 \\ \hline 80 \\ - 76 \\ \hline 4 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 27735 \\ - 529 \\ \hline 22206 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 27735 \\ - 27206 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\frac{V}{V_0} = 23 - \frac{23 \cdot 4}{15} + \frac{23^2}{43 \cdot 15 V_0}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ 529 \\ - 529 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{43^2 \cdot 15 + 23^2 V}{43 \cdot 15 V_0} = \frac{23 \cdot (15-4)}{15}$$

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

$$\begin{array}{r} 43^2 \\ \times 15 \\ \hline 1845 \\ + 9245 \\ \hline 27435 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 43 \\ \hline 92 \\ + 989 \\ \hline 10879 \end{array}$$



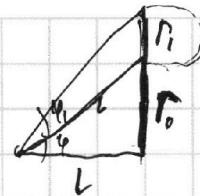
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

Чертёж



$$E = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB_n S_1}{dt} = n B(t) S_1$$

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

~~Все верно~~

$$\int \frac{1}{\sqrt{L^2 + t^2}} =$$

$$= l_n (\sqrt{l^2 + t^2}) - \ln(\sqrt{l^2 + t^2})$$

$$\frac{LI^2}{2} = E = UIt$$

$$LI =$$

$$LI = Ut$$

$$I' = \frac{nS_1 B(t)}{L}$$

$$\int_0^t \frac{dI}{dt} dt = \int_0^t \frac{nS_1 dB}{L dt} = \frac{nS_1}{L} \int_0^t \frac{dB}{dt}$$

$$LI' = \frac{nS_1}{L} (B_0 - B(t))$$

$$\frac{E}{I} = \frac{E}{I} = \frac{2}{18}$$



$$LI^2 = \Phi_m$$

$$\frac{q_1 q_2}{(4\pi\epsilon_0) R^2}$$

$$J_3 = 6$$

$$C = \frac{\Phi_m \cdot C}{Kd^2}$$

$$\frac{q}{T} + \frac{1}{T} = \frac{F}{T}$$

$$\frac{q}{T} + \frac{1}{T} = \frac{F}{T}$$

$$C = \frac{\Phi_m \cdot C}{Kd^2}$$

$$\frac{q}{T} + \frac{1}{T} = \frac{F}{T}$$

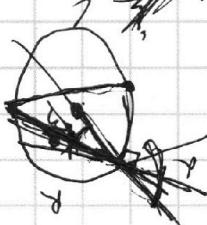
$$\frac{24}{36} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \quad \frac{1}{T} = 8$$

$$\frac{E}{I} = \gamma$$

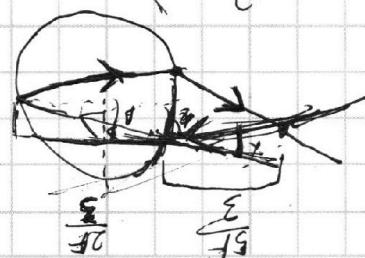
$$L = \frac{q}{I}$$

$$LI = q$$

$$\frac{q}{T} + \frac{1}{T} = \frac{F}{T} = 0$$



$$E = LI'$$



$$F = 1.5$$



$$\frac{3}{25} = \frac{3}{25}$$



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!