



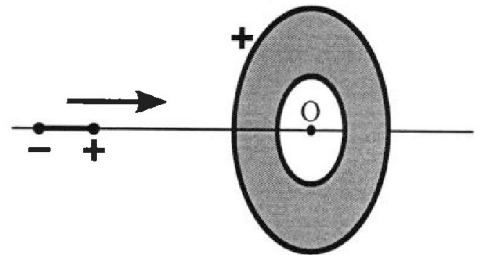
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

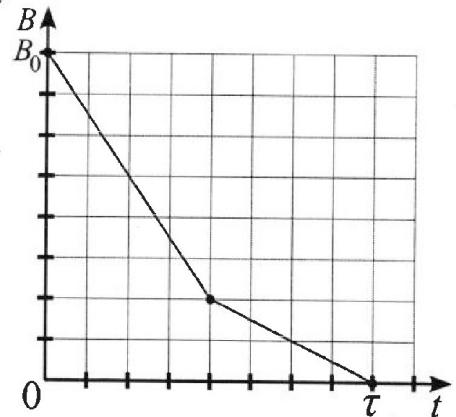
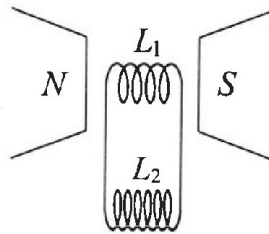


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



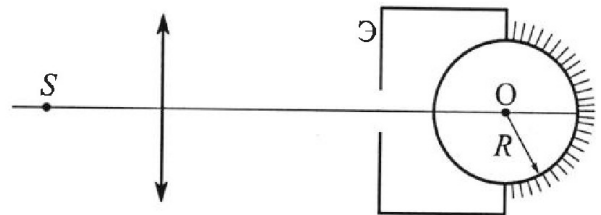
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 3L$ 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 $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, 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 $\Delta = 5,5F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



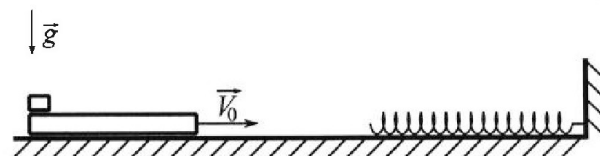
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



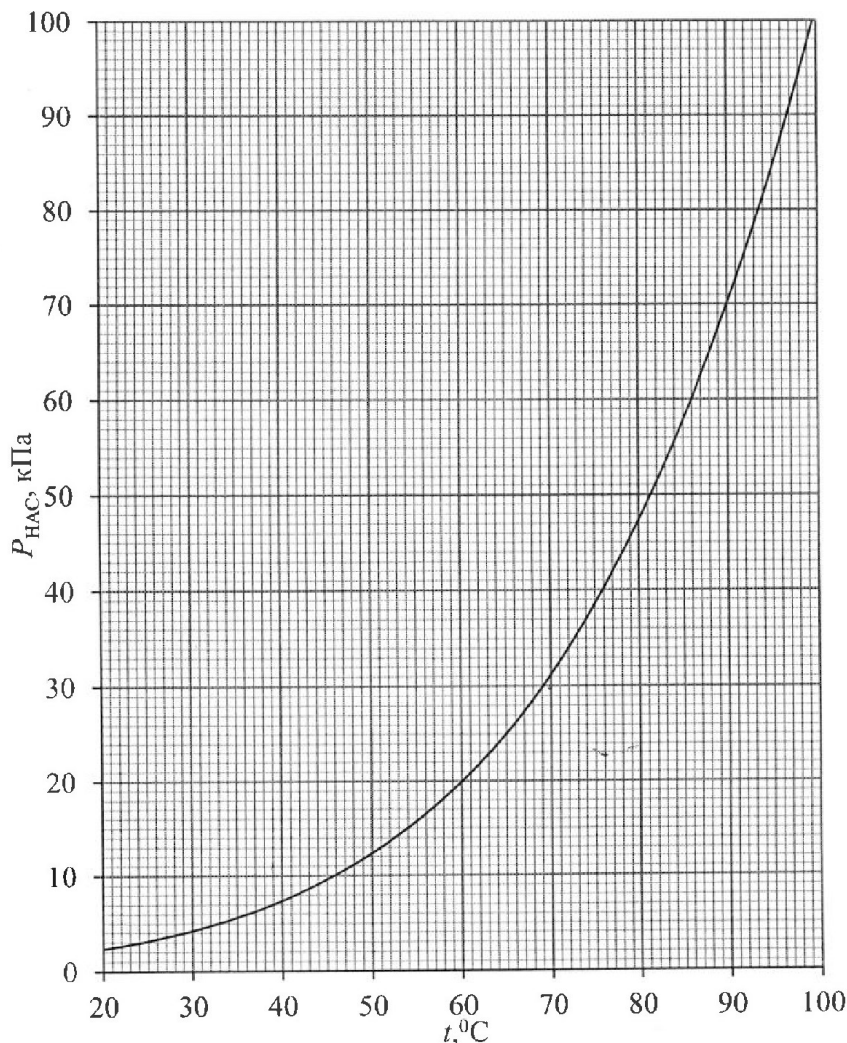
1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ 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 $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °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.



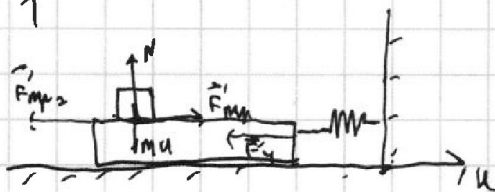
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 15

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



пусть в какой-то момент времени пружина стала на Δl и блок ещё

скользит по доске. Сразу заметим, что равнодействующая сил, действующих как на блок, так и на доску направлена ^{||} вдоль горизонтальной оси x . На доску действуют силы $\vec{F}_y$ и $\vec{F}_{ср}$ со стороны пружины и доски, а на блок действует сила $\vec{F}_{ср} = -\vec{F}_{ср}$ по третьему закону Ньютона. Ускорение доски =

$$= \vec{a}_d; a_{dx} = \frac{F_{yx} + F_{срx}}{M} \leq \frac{-k\Delta l + N\mu}{M} = \frac{-k\Delta l + \mu mg}{M} =$$

$$= \frac{\mu mg - k\Delta l}{M}; \text{ ускорение блока } = \vec{a}_b; a_{bx} = \frac{F_{срx}}{m} \geq$$

$$= \frac{-N\mu}{m} = \frac{-\mu mg}{m} = -g\mu. \text{ Пока блок не отор-$$

$$\text{ваня, } \vec{a}_d = \vec{a}_b \Rightarrow a_{dx} = a_{bx} \text{ (т.к. и } \vec{a}_d \text{ и } \vec{a}_b \text{ лежат || } \vec{x} \Rightarrow$$

$$\vec{a}_d = \vec{a}_b \Rightarrow a_{dx} = a_{bx}. \text{ Заметим, что пока блок не оторван } \vec{a}_d = \vec{a}_b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{dx} = a_{bx} \text{ и наоборот.}$$

Угнетет вперед от доски. $F_{ср}$ именно тормозит блок, т.к. он стремится





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 15

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!

$$q_{gn} = a_{gn} \Rightarrow \frac{mg_m - k|\Delta l|}{m} \geq -g_m \Rightarrow mg_m - k|\Delta l| \geq mg_m \Rightarrow$$

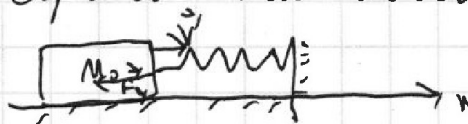
$$\Leftrightarrow k|\Delta l| \leq (M+m)g_m \Rightarrow \Delta l \leq \frac{(M+m)g_m}{k} = \frac{(1+2) \cdot 10 \cdot 0.3}{36} =$$

$$= \frac{1}{4} m \Rightarrow \text{так как } \Delta l \leq 2,5 \text{ м пружина не разрывается}$$

звенья ≤ 4 ~~бук~~ $\geq$ звенья вместе =, м.к. $F_{\text{упр}} \leq mg$.

до момента разрыва можно рассматривать пружину и грузы как единое тело массой

$$M_0 = M + m = 3 \text{ кг}$$



пусть в какой-то момент времени статическое

упругое Δl , тогда пружина движется со скоростью

равно v направлено $[\vec{v}; v = |v_x|; v_x > 0]$. Числа пружины

действуют сила $\vec{F}_y$: $F_y = |F_{yx}| = k|\Delta l|$; $F_{yx} \leq 0$.

$$\text{Получим } \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = a_x = \frac{F_{yx}}{M_0} = \frac{F_y}{M_0} = -k|\Delta l| / M_0.$$

выберем за $x=0$ положение пружины, в котором $\Delta l=0$.

$$\text{тогда } \frac{d^2 x}{dt^2} = -\left(\frac{kM}{M_0}\right) x = -\omega^2 x. \text{ Имеем такое дифференциальное}$$

уравнение в общем случае имеет вид $x = C \cos(\omega(t-t_0))$.

в нашем случае при $t=0$ $x=0 \Rightarrow t_0=0$; $\omega = \sqrt{\frac{k}{M_0}}$.

$$x = C \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M_0}} t\right) |x_0| \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -\sqrt{\frac{k}{M_0}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M_0}} t\right) |x_0| \text{ Пусть}$$



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 15

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!

отрыв произойдет в момент времени t_1 . Тогда.

$$\frac{1}{4} = \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m_0}} t_1\right) \cdot A_0. \quad \text{Числитель } A_0 - \text{амплитуду ко-}$$

лебаний пружины $m_0 = 3 \text{ кг}$. пружина функционирует
закон сохранения энергии. Значит (все силы
консервативны, потерь в тепло нет). В перво-

$$\text{начальном положении } E_{\text{м}} = E_{\text{п}} = E_{\text{к}} = \frac{m_0 v_0^2}{2}, \text{ а}$$

$$\text{при максимальном } \Delta l \quad (V=0): E_{\text{м}} = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} =$$

$$= \frac{k x_0^2}{2} \Rightarrow \frac{m_0 v_0^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m_0}{k}} v_0 = \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \frac{k}{m_0} = 12$$

$$\sin\left(\sqrt{12} t_1\right) \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \sin\left(\sqrt{12} t_1\right) = \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}. \quad \text{при } t=t_1$$

$$\sin\left(\sqrt{12} t\right) \text{ принимаем значение } \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ впервые} \Rightarrow \sqrt{12} t = \arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) =$$

$$= \frac{\pi}{3} \approx 1 \Rightarrow t = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ сек.} \quad \text{А теперь начавшим сти-}$$

миз и отрывом $= t_1 - t_0 = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ сек.}$. в момент $t = t_1$

$$\sin\left(\sqrt{12} t\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v = \frac{dx}{dt} = \sqrt{12} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{m}{c} \text{ далее}$$

прошлет отрыв, и на грузы действуют сила

$$F_y = kx \text{ (тормозящая)} \text{ и } F_{\text{упр}} = mg = 0.3 \text{ Н (разво-}$$

$$\text{няющая. Далее имеем } \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F_x}{m} = \frac{3-36x}{2}$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 75

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

$$\frac{dy}{dt} = \frac{3-36x}{2} \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{3}{2} |1-12x| = -\frac{36}{2} |x - \frac{1}{12}| = -\frac{18}{1} |x - \frac{1}{12}|$$

$$\frac{d^2 (x - \frac{1}{12})}{dt^2} = -\frac{18}{1} |x - \frac{1}{12}| \Rightarrow \text{нормальная форма}$$

нормальная форма

$\Rightarrow$ нормальная форма $x - \frac{1}{12} = x_2 \sin(\sqrt{\frac{18}{1}} |t - t_2|)$, где x_2 - амплитуда а t_2 - момент времени.

$$V = x_2 \sqrt{\frac{18}{1}} \cos(\sqrt{\frac{18}{1}} |t - t_2|). \text{ при } t = t_1 \quad V = \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= x_2 \sqrt{\frac{18}{1}} \cos(0) = \frac{1}{\sqrt{6}} \Rightarrow x_2 = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{1}{\sqrt{18}} = \frac{1}{\sqrt{6}} \cdot \frac{1}{3\sqrt{2}} = \frac{1}{6\sqrt{2}}$$

отсюда $\frac{1}{12} + \sqrt{6} \Rightarrow x_{\max} = \frac{1}{12} + \sqrt{6}$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{18}} = \frac{1}{2\sqrt{6}} \Rightarrow \max(x - \frac{1}{12}) = x_2 \sin \frac{\pi}{2} =$$

$$= x_2 = \frac{\sqrt{6}}{12} \Rightarrow \max |u| = \frac{1}{12} + \frac{\sqrt{6}}{12} = \frac{1+\sqrt{6}}{12} \text{ м}$$

Отв.: $\frac{1}{4} \text{ м}; \frac{\sqrt{12}}{12} \text{ сек}; \frac{1+\sqrt{6}}{12} \text{ м}$



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
5 ИЗ 15

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

⊗ - считаем

~~$p_{н.н.}$ при 97° (давл.)~~ $p_{н.н.}(97^\circ)$ (давление насыщ. пара при

$T = 97^\circ\text{C}$ | = 90 кПа из таблицы

$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.н.}}$ где p_n - давление пар.

$$p_{н.н.} = A/p_{н.н.} = \frac{1}{3} \varphi \cdot p_{н.н.}(97^\circ) = 90 \text{ кПа} \cdot \frac{1}{3} = 30 \text{ кПа}$$

⊗ процесс изобарный, пар не имеет конденсироваться $\Rightarrow p_n = \text{const}$
конденсация прекратится при t^* : $\varphi(t^*) = 1 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow p_n = p_{н.н.}(t^*)$. $p_n = 30 \text{ кПа}$, из таблицы

выясно, что $p_{н.н.} = 30 \text{ кПа}$ при $t = 69^\circ \Leftrightarrow$

$\Rightarrow t^* = 69^\circ\text{C}$, при дальнейшем повышении

t относительная влажность φ будет со-

храняться = 1, т.е. в конце охлаждения $p_2 =$

$= p_{н.н.}(33^\circ) = 5 \text{ кПа}$. Изначально при $t_1 = 77^\circ$

$p_{n1} = 30 \text{ кПа}$, а $p_{\text{общ. насыщ. пар.}} = 105 \text{ кПа} \Rightarrow$

$\Rightarrow p_{\text{в}} \text{ (давление воздуха)} = (105 - 30) = 75 \text{ кПа}$. При

охлаждении до $t_2 = 33^\circ\text{C}$ $p_{\text{общ.}} \text{ не изменилось,}$

$p_n \text{ стало} = 5 \text{ кПа} \Rightarrow p_{\text{в}} \text{ стало} = 105 - 5 = 100 \text{ кПа}$. При

пусть p_{n1} - давление пара вначале, а p_{n2} -



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
6 ИЗ 25

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

в катере. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для воздуха: $pV = \nu R t$; $\nu = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad V = \text{const} \quad \frac{T_1}{p_1} = \frac{T_2}{p_2} \Rightarrow \frac{T_1}{p_1} = \frac{T_2}{p_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{t_2 p_1}{t_0 p_2} = \frac{33 \cdot 75}{97 \cdot 100} = \frac{2475}{9700} = \frac{99}{388}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 33 \\ \hline 225 \\ 225 \cdot \\ \hline 2475 \end{array}$$



Дано: $p_1 = 30 \text{ кПа}$; $t^* = 69^\circ$; $\frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$

До начала конденсации влажный воздух ведет себя как

смесь газов идеального газа $\Rightarrow$ процесс изобарный (т.к. сверху действует постоянное давление паров) $\Rightarrow$ парциальные давления соизмеряются. $\uparrow$

p_0 — давление сухого воздуха



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
13 ИЗ 15

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!

Ком 1 - приближаться, а + означает от фокуса,
а поле падающего преломления поле не от фокуса +
меньше, чем n_1 - $\Rightarrow E_-$ расходят фокусы,
тем падает E_+ . В положении, когда 0 - сфокуси-
на фокус $E_+ + E_- \approx \frac{(q_+ + q_-)k}{(\frac{1}{2})^2} = 0$ для q_+ и q_-

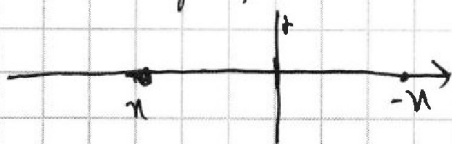
и- заряды фокуса, а 1- со фокуса. Когда
фокус удалим на $L \rightarrow \infty$ от фокуса $E_+ \rightarrow 0$,
 $E_- \rightarrow 0 \Rightarrow E_+ + E_- \rightarrow 0$, т.е. $E_+ + E_- = 0$.

Выполняется закон сохранения энергии
энергии: $E_{\text{м}} = E_k + E_+ + E_-$. В первом случае в первом
случае $E_{k1} = E_{\text{м}} - E_{n1} = E_{\text{м}}$ ($E_n = E_+ + E_-$)

Во 2-ом случае $E_{k2} = E_{\text{м}} - E_{n2} = E_{\text{м}} \Rightarrow$

$\Rightarrow E_{k1} = E_{k2} \Rightarrow v_1 = v_2 = \frac{7v_0}{2}$ (v_1 и v_2 , E_{n1} и E_{n2} -
скорости и энергии, энергии в 2-м случае)

из выведенных соотношений (если
еще учесть симметрию: $E_n(x) = -E_n(-x)$)



можно вывести



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.

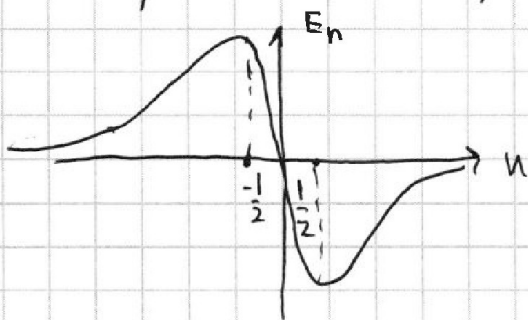
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

14 ИЗ 15

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!

Качественный график $E_n(n)$, где n — ось, вдоль которой летит дитень. Дитень знает $\sqrt{V_{\text{пер}}}$ —



длина дитя координату его скорости.

Максимум достигается

при $n = -\frac{1}{2}$, а минимум:

при $n = \frac{1}{2}$. Первое положение соответствует заряду

q^+ в точке 0, а второе заряду q^- в точке 0

из рассмотрения в начале считаем $E_n \uparrow$, потом

резко падает до 0 при $n=0$. далее симметрично

график идет симметрично левой половине

относительно точки $(0;0)$. максимальная

квантовая энергия достигается при

максимальной амплитудой. Пусть

дитень замурзет $V=V_0$. тогда $E_{\text{эл}} = E_{\text{к}} \omega^2$

$+ E_{\text{н}} \omega \approx E_{\text{к}} \omega = \frac{m v_0^2}{2}$ (иногда ω — на деление

мм). $E_{\text{к}} |-\frac{1}{2}| = E_{\text{макс}} - E_{\text{н}} |-\frac{1}{2}|$; если $E_{\text{эл}} < E_{\text{н}} |-\frac{1}{2}|$, то

дитень не пролетит дитя. в противном



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
15 ИЗ 15

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!

сумма кинетической энергии, т.е. $\min |E_k| = \min |E_m -$

$-E_n| = E_m - \max |E_n| = E_m - E_k |-\frac{1}{2}|$. т.е. v_0 - минимальная

необходимая для пролета ~~скорости~~

$$\text{то } E_n |-\frac{1}{2}| = E_m = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow E_n |-\frac{1}{2}| = -E_n |-\frac{1}{2}| = -\frac{mv_0^2}{2}.$$

при затворе груза ($v = \frac{3v_0}{2}$, минимальная скорость будет в $x = -\frac{1}{2}$, а максимум в $\frac{1}{2}$).

$$E_k + E_n = E_m = E_{k\infty} + E_{n\infty} = E_{k\infty} = \frac{m g v_0^2}{4 \cdot 2}$$

$$E_k |-\frac{1}{2}| = E_m - E_n |-\frac{1}{2}| = \frac{m g}{4} \left\{ \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \right\} = \frac{5}{4} \frac{mv_0^2}{2} = m \frac{|\sqrt{\frac{5}{4}} v_0|^2}{2}$$

$$v |-\frac{1}{2}| = \sqrt{\frac{2 E_k |-\frac{1}{2}|}{m}}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_k}{m}} \Rightarrow v |-\frac{1}{2}| = \sqrt{\frac{2 E_k |-\frac{1}{2}|}{m}} = \sqrt{\frac{5}{4}} v_0 \Rightarrow v_{\min} = v |-\frac{1}{2}| = \sqrt{\frac{5}{4}} v_0$$

$$E_k |-\frac{1}{2}| = E_m - E_n |-\frac{1}{2}| = \frac{g}{4} \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{13}{4} \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m \left(\sqrt{\frac{13}{4}} v_0 \right)^2}{2}$$

$$v |-\frac{1}{2}| = \sqrt{\frac{2 E_k |-\frac{1}{2}|}{m}} = \sqrt{\frac{13}{4}} v_0 \Rightarrow v_{\max} = v |-\frac{1}{2}| = \sqrt{\frac{13}{4}} v_0$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{13}{4}} v_0}{\sqrt{\frac{5}{4}} v_0} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

$$\text{Отв.: } \frac{3v_0}{2}; \sqrt{\frac{13}{5}}$$

ответ: $E_k(u_0)$ - кинетическая энергия при $u = u_0$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 ИЗ 15

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

$$\begin{aligned} & \text{(с правой стороны, } \mathcal{E}_0 \text{ (ЭДС индукции))} = \frac{d\Phi}{dt} = \\ & = \frac{dB}{dt} S n. \quad \text{(с правой стороны, } \mathcal{E}_0 = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = \\ & = \frac{dI}{dt} 4L \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{S n}{4L} \Rightarrow dI = \frac{S n}{4L} dB \end{aligned}$$

$$\int dI = \int \frac{S n}{4L} dB \Leftrightarrow I = \frac{S n}{4L} B + C \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta I &= \frac{S n}{4L} (\Delta B) = \frac{S n B_0}{4L} \quad \Delta I = I(\tau) - I_0 = \\ &= \left| B(\tau) - B(0) \right| = \frac{S n}{4L} |B(\tau) - B(0)| = \frac{S n B_0}{4L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow I_0 &= |I(\tau)| = |I(\tau) - I(0) + I(0)| = |I(\tau) - I(0)| = \\ &= \left| \frac{S n}{4L} (B(\tau) - B(0)) \right| = \frac{S n B_0}{4L} \end{aligned}$$

$$q_{\text{перем}} = \int_0^{\tau} I dt = \int_0^{\tau} \left(\frac{S n}{4L} B + C \right) dt$$

$$\text{Найдем } C: I(0) = \frac{S n}{4L} B(0) + C; I_0 = 0; B(0) = B_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{S n B_0}{4L} + C = 0 \Rightarrow C = -\frac{S n B_0}{4L} \Rightarrow q_{\text{перем}} =$$

$$= \int_0^{\tau} \frac{S n}{4L} (B - B_0) dt = -\frac{40}{64} \frac{S n}{4L} B_0 \tau = -\frac{5}{32} \frac{S n}{L} B_0 \tau \Rightarrow$$

из задачи



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
8 ИЗ 5

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!

$$\Rightarrow \Delta q_0 = |q_{\text{прот}}| = \frac{55 \text{ нАТ}}{322}$$

$q_{\text{прот}}$ - протонный заряд, Δq_0 - его модуль.

За положительное направление ϵ_0 , I и $q_{\text{прот}}$ выбрано направление $\text{вд } \vec{E} \text{ (изнутри при увеличении поля)}$

$$\text{Дано: } \frac{\epsilon_0 \epsilon_0}{4L} \cdot \frac{55 \text{ нАТ}}{322}$$



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
☐

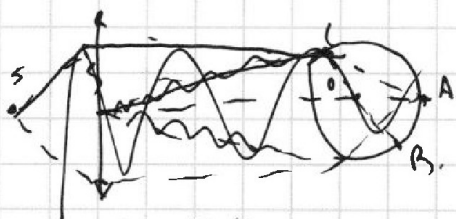
7
☐

СТРАНИЦА
9 из 15

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!

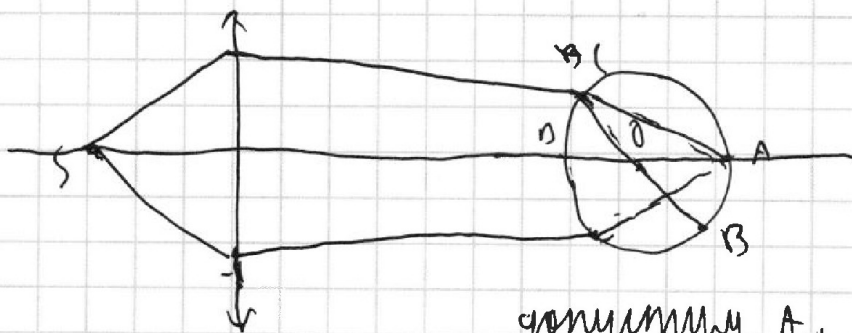
~5

Пусть мы изменили показатель преломления шара. Тогда ~~лучи~~ ^{лучи} ~~идут~~ ^{идут} ~~от~~ ^{от} ~~точки~~ ^{от} ~~любого~~ ^{любого} ~~луча~~ ^{луча} ~~внутри~~ ^{внутри} ~~шара~~ ^{шара}: Чтобы попасть



в точку S луч либо формирует точку B,

симметричную точке входа в шар (относительно центра шара O, либо в точку A на противоположной стороне от S). Увеличим



изменить путь - путь, но луч симметричен из-за геометрии, $A_{\text{в}}$ в геометрии

относительно точки и не вернется в S. т.е. лучи изменяться не могут. Значит все лучи - покрытие шара.

Минимальное расстояние от центра до изображения без шара.



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
10 ИЗ 15

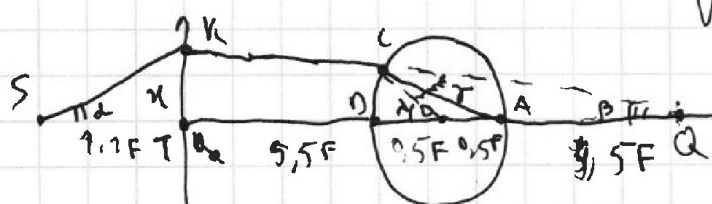
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{c} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{c} = \frac{a-F}{aF} = \frac{0.1F}{1.1F^2} = \frac{1}{11F} \Rightarrow c = 11F$$

то есть все ширм были 1 шаром, то 0
полностью были шаром на расстоянии от
шаров $\Rightarrow$ радиус $R = (c-b) = 0.5aF$

меньше $11a$ с шаром $b = 5.5F \Rightarrow c = 60aF$

возьмем произвольный ширм. Он уже не 1 шар $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ он попадает в a и A . В произвольном месте



Угол считаем $\sin \alpha = 2 =$

≈ 92

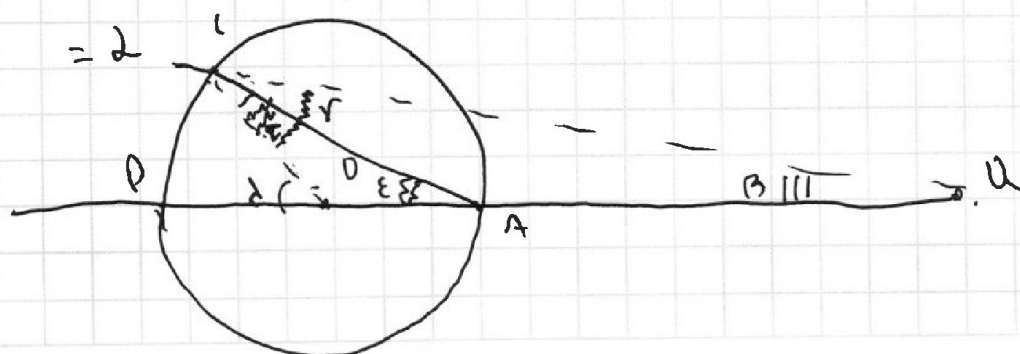
тогда $\alpha = 1,12 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \beta = 4\beta = \frac{1,12}{11} = \frac{1}{10} \approx 0,12$$

в шар меньше и можно считать, что точка C
удалена от шаров на 5,5, а D (и D0) $\Rightarrow \Delta OAT \sim$

$$\sim \Delta OAT \quad | \quad 2 | \Rightarrow (D) = \frac{KT}{2} = \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \lambda = \alpha \beta : \eta \lambda = \frac{(D)}{R} =$$

$$= \alpha \approx 1,12 \quad ; \quad \gamma = \lambda - \beta = 2 \quad ; \quad \text{т.е. угол падения} =$$





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
11 из 15

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!

$$\xi = \gamma : \eta \xi = \frac{\gamma}{2\eta} = \frac{\gamma}{2} \approx 0,552, \text{ т.е. } \text{при } \text{приближении}$$

приближения = 0,552. При приближении (иногда)

$\eta =$ марканово и приближенное значение =

$$= \gamma \xi = 2 \cdot 0,552 \quad \tau = \xi \mid \Delta \text{ (оА-р.б); } \tau =$$

$$= \angle \theta(A) = 0,552 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\gamma : \eta \gamma}{\gamma : \eta \tau} = \frac{\gamma}{\tau} = \frac{2}{0,552} = \frac{20}{11}$$

$$\text{Отв.: } R = 0,5 F; \quad n = \frac{20}{11}$$



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!

