



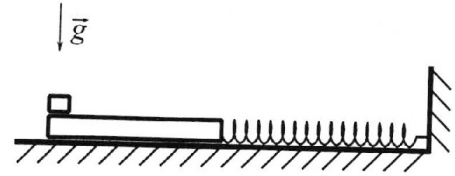
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

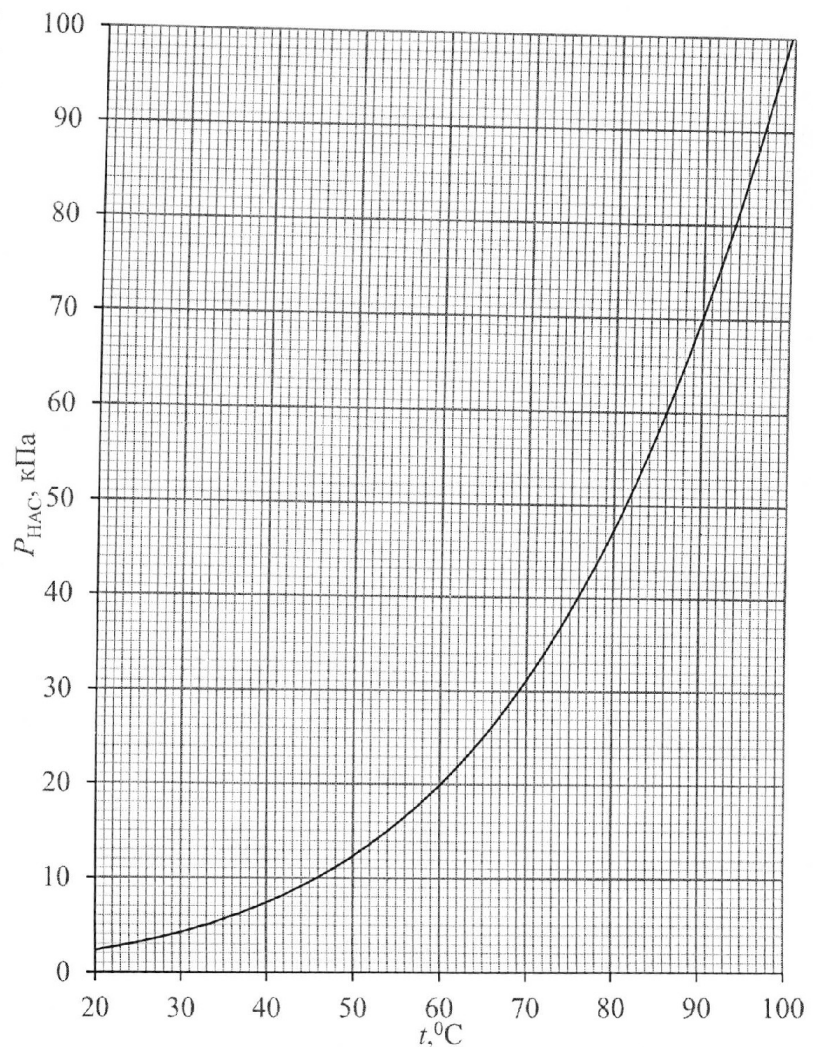


1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$.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



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

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



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

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



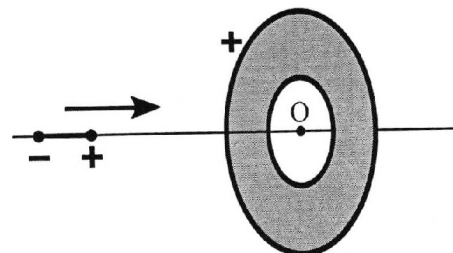
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



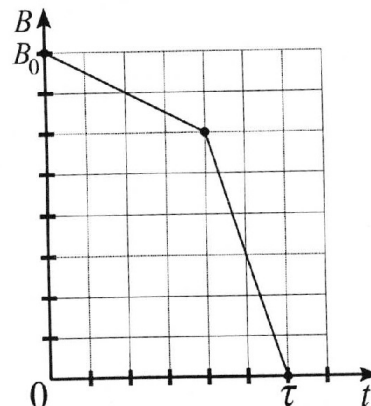
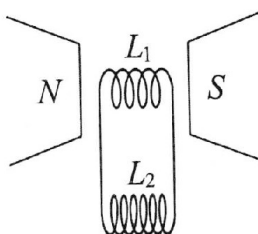
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

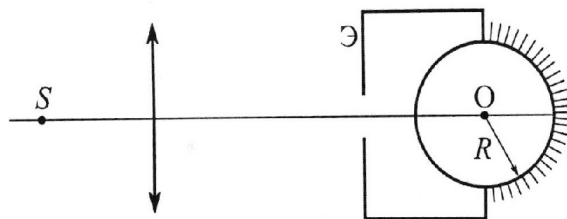
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



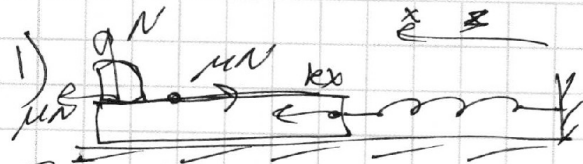
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 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!

$$\begin{aligned} M &= 2 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \mu &= 0,3 \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$



Пусть x_1 - смещение пружины, когда ускорения равны.
 $\mu N = \mu mg$

II з-н. Н: $ma_s = \mu mg \Rightarrow a_s = \mu g$ - ускор. бруска
 $Maa_d = kx_1 - \mu mg \Rightarrow a_d = \frac{k}{M} x_1 - \mu \frac{m}{M} g$ - ускор. доски

$$a_s = a_d \Rightarrow \mu g = \frac{k}{M} x_1 - \mu \frac{m}{M} g$$

$$x_1 = \frac{\mu Mg}{k} + \frac{\mu mg}{k} = \frac{\mu g}{k} (m + M) = \frac{9}{50} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

2) Пусть x - коорд. доски:

$$M\ddot{x} = -kx - \mu mg$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{M}x - \mu \frac{m}{M}g \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0$$

$\dot{x} = y$, тогда $\dot{y} + \frac{k}{M}y = 0$ - ур-ие колеб.

$$y = \dot{x} = A \sin \omega t \quad (\omega = \sqrt{\frac{k}{M}})$$

Период колеб. скорости $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$.

В момент нулевого ускор. доски, скорость max, т.е. прошло $\frac{T}{4}$.

Скорость бруска и доски в этот момент равны $\Rightarrow \mu g \frac{T}{4} = A = \mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$

$$\text{нач. ускор. } a_0 = \ddot{x}(0) = A\omega = \frac{\pi}{2} \mu g = \frac{9}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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
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) Когда ускор. отн. ускор. равно
нулю, $\mu g = A \omega \cos \omega t_0 \Rightarrow \cos \omega t_0 = \frac{2}{\pi}$
 $\sin \omega t_0 = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t_0} = \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}$.

А скорость доски $v = A \sin \omega t_0 =$
 $= \frac{\pi}{2} \mu g \sqrt{\frac{M}{k}} \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}} = \frac{3\sqrt{5}}{10} \frac{M}{C}$

Ответ: 1) $\frac{\mu g}{k} (M+m) = \frac{9}{50} \frac{M}{C}$; 2) $\frac{\pi}{2} \mu g = \frac{9}{2} \frac{M}{C^2}$
3) $\frac{\pi}{2} \mu g \sqrt{\frac{M}{k}} \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}} = \frac{3\sqrt{5}}{10} \frac{M}{C}$.



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.

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!

$$\begin{aligned} t_0 &= 27^\circ\text{C} \\ m_b &= 11m_n \\ t &= 97^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Пусть m_b и m_n изнач.
массы воды и пара.

1) Т.к. все вода испарилась,

масса пара после нагревания

$$m'_n = m_n + m_b \Rightarrow \frac{m'_n}{m_n} = 1 + \frac{m_b}{m_n} = 12$$

2) Пусть V - объем сосуда, p_1 - изг. давл. пара, p_2 - при t^* .

T_0 и T^* - это t_0 и t^* в Кельвинах.

$$p_1 V = \nu R T_0 \quad p_2 V = 12 \nu R T^* \quad \text{— ур-ие сост.}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 12 \frac{T^*}{T_0} \quad \text{или } T^* = \frac{T_0}{12} \frac{p_2}{p_1}$$

$$p_2 = p_1 \cdot 12 \frac{t^* + 273}{T_0} = 12 \frac{p_1}{T_0} t^* + 273 \cdot 12 \frac{p_1}{T_0}$$

из графика $p_1 \approx 3500 \text{ Па}$ при $T_0 = 27 + 273 = 300 \text{ К}$.

$$p_2 = 140 t^* + 38220 \quad (1)$$

Т.к. в этот момент пар еще насыщ.
щен, точка пересечения графика
(1) и графика $p_{\text{нас}}(t)$ даёт t^* .

Находим её: $t^* = 79^\circ\text{C}$.

3) Если p_3 - давл. пара при $t = 97^\circ\text{C}$,

$T = t + 273$. То запишем:



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!

$$p_3 V = 12 \nu R T$$

$$\frac{p_3}{p_1} = 12 \frac{T}{T_0} \Rightarrow p_3 = 12 p_1 \frac{T}{T_0} = 51800 \text{ Па}$$

При $t = 97^\circ\text{C}$ габ. нас. $p_u = 90 \text{ кПа}$

$$\varphi = \frac{p_3}{p_u} \approx \frac{26}{45}$$

Ответ: 1) 12; 2) ~~79~~ 79°C ; 3) $\varphi = \frac{26}{45}$.



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

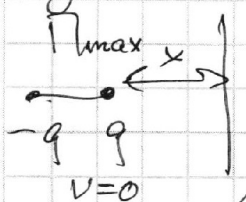
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Вопрос 1) Когда диполь проходит через центр отверстия своим центром, то q и $-q$ — заряды диполя расположены симметрично от центра диска.

Решение. Потенц. энергии диполя $\Pi = q(\varphi_+ - \varphi_-)$, где φ_+ и φ_- — потенциалы точек диска в точках, где заряды. Так в данном случае, конечно, $\varphi_+ = \varphi_- \Rightarrow \Pi = 0$ и из ЗСЭ кин. энергия не изм., а скор. осталась V_0 .

2) В нек. полож. диполя $\Pi \rightarrow \max$, так в первом случае оставив диполь.

$\Pi_{\max} = \frac{m V_0^2}{2}$
Таким максимальная разность потенциалов.



Во втором случае разность потенциалов та же, но заряды



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!

$$\frac{q}{2}, \text{ т.е. } \Pi_{\max}^1 \text{ теперь } \Pi_{\max}^1 = \frac{\Pi_{\max}}{2}.$$

$$\text{т.е. } \frac{mV_{\min}^2}{2} = \frac{mV_0^2}{4}$$

$V_{\min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ — мин. скорость при пролете.

Масс. скор. будет в снм. относ. ~~каждого~~ диска по отношению диска, но с друг. стороны, т.е. пот. энергии $\Pi_{\min}$ там отрицательна $\Pi_{\min} = -\Pi_{\max}/2$, т.е. заряды "поменялись" местами

$$\begin{array}{c} \Pi_{\max}^{\text{ax}} \\ \leftarrow x \rightarrow \Pi_{\min} \end{array} \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{\max}^2}{2} - \frac{mV_0^2}{4}$$

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0$$

$$\Delta V = V_{\max} - V_{\min} = V_0 \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{V_0}{2} (\sqrt{6} - \sqrt{2})$$

$$\text{Ответ: } 1) V_0; 2) \Delta V = \frac{V_0}{2} (\sqrt{6} - \sqrt{2})$$



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

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!

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 6L \\ S_{1,n} & \\ \tau & \end{aligned}$$

По закону Кирхгофа

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \quad \Phi_1 \text{ и } \Phi_2 - \text{поток магн. через } L_1 \text{ и } L_2.$$

Выберем положит. напр. тока так, чтобы поток магнит. цепи через L_1 был положит.

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

$$1) B_0 S_n = L_1 I_1 + L_2 I_2$$

$$I_2 = \frac{B_0 S_n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_n}{7L}$$

$$2) L_1 \frac{dI_1}{dt} + \frac{dB}{dt} S_n + L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$(L_1 + L_2) \dot{I} = -\dot{B} S_n$$

На участке ~~$\{0; \frac{2\tau}{3}\}$~~ от $t=0$ до $t=\frac{2\tau}{3}$

$$\dot{B} = -\frac{B_0}{4 \cdot \frac{2\tau}{3}} \cdot 3 = -\frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\dot{I} = \frac{S_n}{L_1 + L_2} \dot{B} t \Rightarrow I = -\frac{S_n}{L_1 + L_2} \dot{B} \frac{t^2}{2}$$

$$q_1 \text{ на первом участке: } q_1 = \frac{S_n}{7L} \cdot \frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{4}{9} \frac{\tau^2}{2}$$

$$= \frac{B_0 S_n \tau}{84L}$$

$$\text{На } t=\frac{2\tau}{3} \text{ до } t=\tau: \dot{B} = -\frac{6}{8\tau} B_0 \cdot 3 = -\frac{9}{8} \frac{B_0}{\tau}$$

$$q_2 \text{ на этом участке: } q_2 = \frac{S_n}{7L} \cdot \frac{\tau^2}{18} \cdot \frac{9B_0}{4\tau} =$$

$$= \frac{B_0 S_n \tau}{56L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{35}{1176} \frac{B_0 S_n \tau}{L}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{B_0 S_n}{7L}; 2) \frac{35}{1176} \frac{B_0 S_n \tau}{L}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

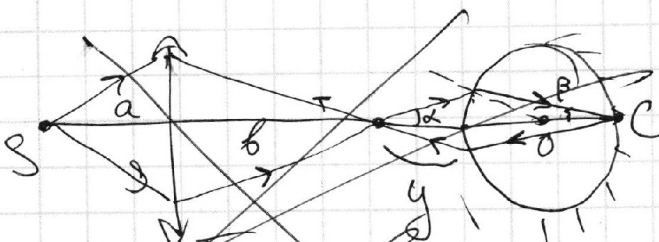
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Delta = 4R$$

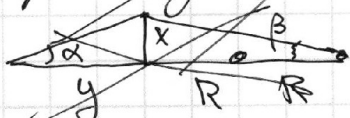
$$a = 2R$$

$$b = 7R$$

1)



~~Чтобы S и изобр. совпали, нужно, чтобы лучи шли, как на рисунке, т.е. приходили в т. С линейку на SO.~~



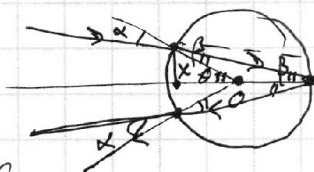
$$\beta = \frac{x}{2R} \quad \alpha = \frac{x}{y} \quad \alpha = n\beta$$

1) Чтобы S и его изобр. совпали при всех n, изобр. S в линзе должно быть в т. O, тогда лучи будут входить в шар вдоль радиуса и отражаться обратно.

По ф-ле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{7R+R}$

$$\frac{1}{F} = \frac{5}{8R} \Rightarrow F = \frac{8}{5}R$$

2) Теперь будет так:



Луч входит в шар, попадает в т. C, линейку на SO и отражается в точку, симмет. точке

вхождения в шар. И по пр. обратимости возвр. в S. Луч идет под углом OS.

$$\alpha = n\beta \quad \beta = \frac{x}{2R} \quad \gamma = \frac{x}{8R - \Delta + R} = \frac{x}{5R}$$

$$0 = \frac{x}{R} = 2\beta \quad 2\beta - \gamma = \alpha$$

$$\frac{2x}{2R} - \frac{x}{5R} = n \frac{x}{2R} \Rightarrow n = \frac{8}{5}$$

Ответ: 1) $F = \frac{8}{5}R$; $n = \frac{8}{5}$.



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

1 2 3 4 5 6 7

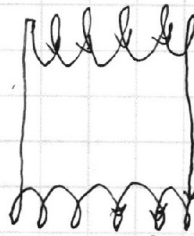
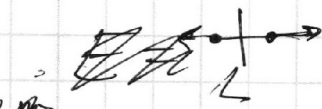
СТРАНИЦА
из

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

~~$$PE \frac{mv_0^2}{2} = PE$$~~

~~$$m PE \frac{v_0^2}{2}$$~~

~~$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$~~



$$\frac{k}{m} x_1 - \mu g = \mu g$$

$$B_0 S n = L \gamma + 6 L \gamma \quad 6L \quad \gamma = \frac{B_0 S n}{7L}$$

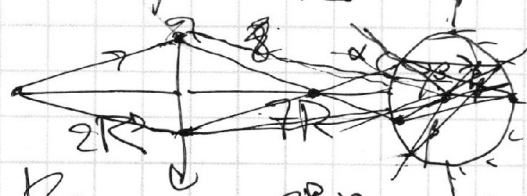
~~$$L \frac{d\gamma}{dt} + B_0 S n \frac{dB_0}{dt} S n + 6L \frac{d\gamma}{dt} = 0$$~~

~~$$7L \ddot{q} S n = 0$$~~

~~$$\ddot{q} = \frac{2 S n}{7L}$$~~

~~$$\dot{q} = \frac{2 S n}{7L} t \quad q = \frac{2 S n}{7L} t^2$$~~

$$\alpha = n \beta$$



$$\beta = \frac{x}{2R} \quad \alpha = \frac{x}{y}$$



$$\beta = \frac{x}{2R} \rightarrow 0$$

$$\frac{4x}{5R} = n \frac{x}{2R}$$

$$\frac{3}{2} \frac{x}{x^2 + 2^2} = 0$$

$$x^2 + 2^2 = \frac{3}{2} x$$

$$q(\Phi_1 - \Phi_2) = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$x^2 + 2^2 = \frac{3}{2} x$$

$$q(\Phi_1 - \Phi_2) = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$x^2 + 2^2 = \frac{3}{2} x$$

$$140$$

$$70$$

$$4704$$

$$2352$$

$$1176$$

$$1176$$



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!

$$m_2 \ddot{x}_2 = \mu g \quad m_1 \ddot{x}_1 = -\frac{k}{m} x_1 - \mu g \quad \ddot{x}_1 + \frac{k}{m} x_1 = 0$$

$$m(\ddot{x}_1 + \ddot{x}_2) + \frac{k}{m} x_1 = 0 \quad \ddot{x}_1 = y \quad y + \frac{k}{m} y = 0$$

$$p_1 V = \nu_n R T, \quad p_2 V = (\nu_n + \nu_b) R T \quad \frac{p_2}{p_1 + 273} = 12 \frac{p_1}{T_0}$$

$$p_1 V = \nu R T_0, \quad p_2 V = 12 \nu R T$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 12 \quad \frac{p_2}{p_1} = 12$$

$$k \sigma 2\pi \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right)$$

$$-k \sigma 2\pi \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right)$$

$$2\pi k \sigma x \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right) \Leftrightarrow$$

$$2\pi k \sigma$$

$$\cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_2) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} = \frac{x}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$y = A \cos \omega t = \dot{x} \quad A \omega = a_0 \quad -\frac{A}{\omega} \cos \omega t = x_2$$

$$x = \frac{-A}{\omega} \cos \omega t$$

$$-\frac{A}{\omega} = x_0$$

$$-\frac{A}{\omega} \cos \omega t = x_2$$

$$v = \mu g t = A \sin(\omega t)$$

$$\frac{T}{4} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\mu g \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} = A \quad \frac{35}{3} \cdot 12 = 140$$

$$\frac{k q}{\sqrt{x^2 + z^2}} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + z^2}} \cdot \frac{z}{\sqrt{x^2 + z^2}} = \frac{k q x}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$\mu g \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin\left(\frac{1}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}\right) = \frac{k q x}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$



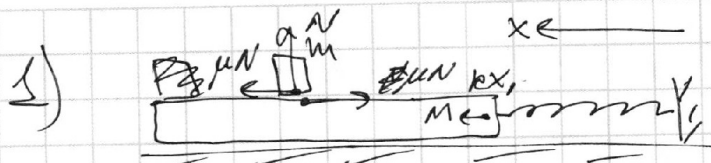
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

$$\begin{aligned} M &= 2 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \mu &= 0,3 \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \end{aligned}$$



Пусть x_1 - сжатие пружины, когда ускорения впервые равны.

$$\mu N = \mu mg$$

И з-и. Ивод. для бруска и доски:

$$ma_0 = \mu mg \Rightarrow a_0 = \mu g - \text{уск. бруска}$$

$$ma_g = kx_1 - \mu mg \Rightarrow a_g = \frac{k}{m} x_1 - \mu g - \text{уск. доски}$$

$$a_0 = a_g \Leftrightarrow \mu g = \frac{k}{m} x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{2\mu mg}{k}$$

При этом из условия, отн. движе.

прекращ., когда $a_g = 0$, т.е. когда сжатие $x_2 = \frac{\mu mg}{k}$, т.е. ответ для x_1 верен.

$$\text{Ответ? } x_1 = \frac{2\mu mg}{k}$$

Если x_0 - нач. сжатие, то нач. ускор.

$$\text{доски } a_0 = \frac{k}{m} x_0 - \mu g.$$

При сжатии x_2 скорости бру

Пусть x_c - координата центра масс бруска и доски. Тогда



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) Теперь x - координата доски.

$$M\ddot{x}_1 = -kx_1 - \mu Mg$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 = 0 \quad \text{Пусть } y = x_1$$

$$\ddot{y} + \frac{k}{M}y = 0 - \text{уравнение колебаний } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$y = \dot{x}_1 = A \sin \omega t, \text{ а период кол. скор. } T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

В момент нулевого ускор. доски, скорость макс., т.е. прошло $\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$.

Скорость груза $\mu g \cdot \frac{T}{4}$ равна скорости доски A .

$$A = \mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\ddot{x}_1 = A \omega \cos \omega t \text{ и } \ddot{x}_1(0) = a_0 = A \omega$$

$$a_0 = \mu g \frac{\pi}{2} = \frac{10}{4} \times 7 \mu g$$

$$a_0 = \frac{\pi}{2} \mu g$$

3)

$$A \sin \omega t \quad \mu g = A \omega \cos \omega t$$

$$\sin \omega t$$

$$P_1 V = P_2 R T_0$$

$$\frac{P_1}{2} \frac{2}{\pi} = \cos \omega t$$

$$P_2 V = 12 \sqrt{R T}$$

$$P_{21}$$



$$\begin{array}{r} 14 \\ \cdot 37 \\ \hline 98 \\ + 42 \\ \hline 518 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ - 50 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$273 + 37$$

$$140 \cdot 370$$

$$\frac{26}{45} \quad \frac{5}{9}$$

$$\frac{3}{50} \cdot 3$$

$$\frac{100}{1000} \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{9}}$$

$$140 \cdot 70$$

$$9100$$

$$70$$

$$0.5$$