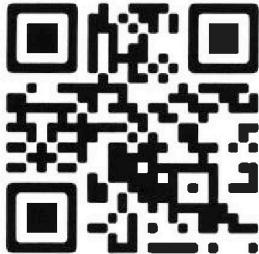


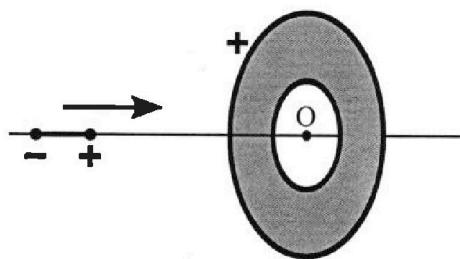
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

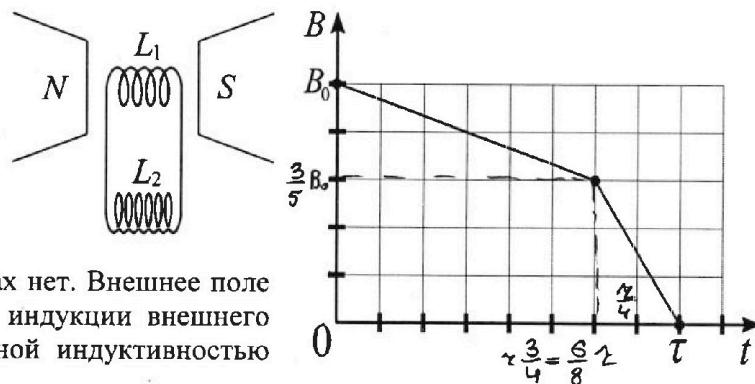
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



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

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

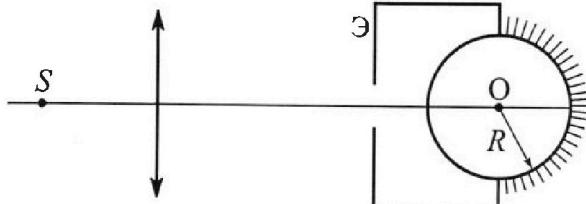
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удалённый от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



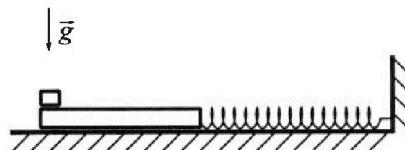
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок 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.

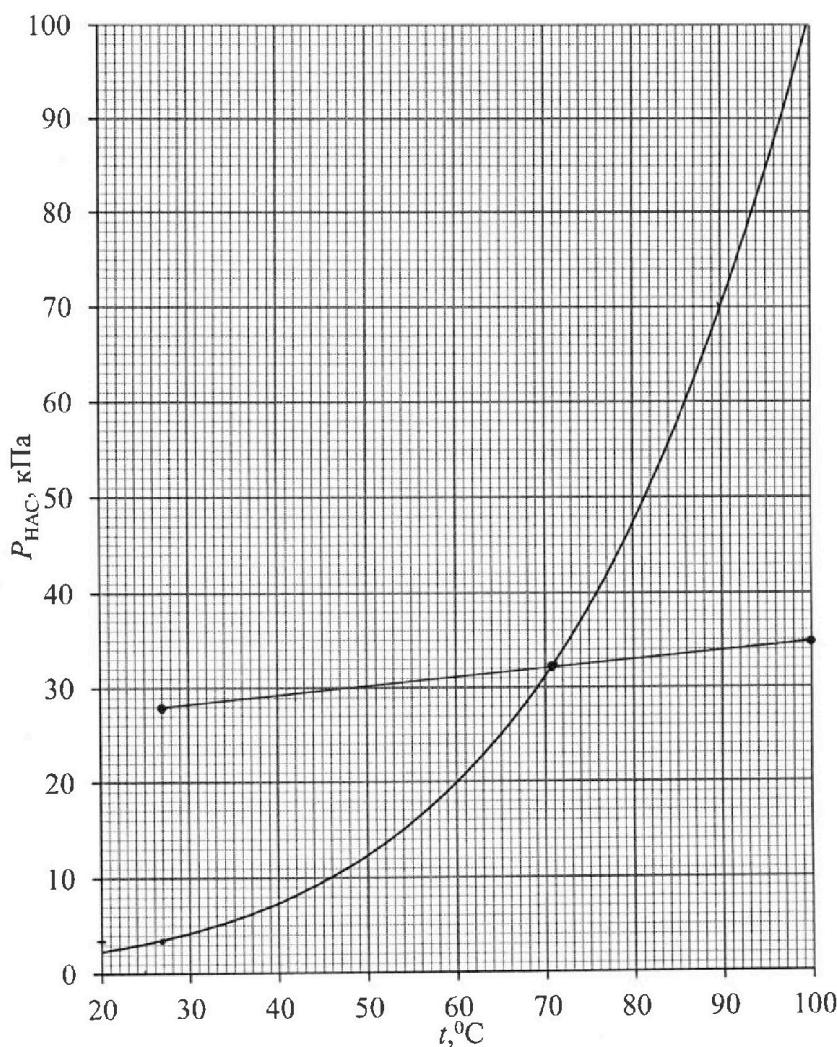


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °C. 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 об ъёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

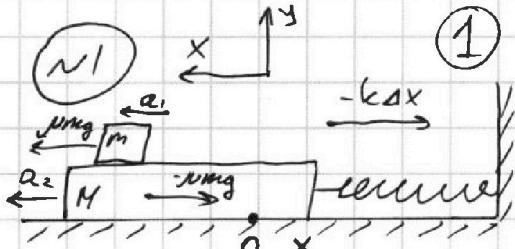


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$a_{\text{доски}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = \mu g$$

$$23\text{H}: x: Ma_2 = -\mu mg - k_s \tilde{x}$$

$$(M+m)\mu g = -k_s \tilde{x}$$

$$|\Delta \tilde{x}| = \frac{(M+m)\mu g}{k_s}$$

$$|\Delta \tilde{x}| = \frac{5 \cdot 4 \cdot 10}{10 \cdot 100} \text{m} = \frac{20}{100} \text{m} = 0,2 \text{m}$$

$$|\Delta \tilde{x}| = 20 \text{ см} \quad (\text{скакала } \cancel{\text{записана сначала}})$$

$$(2) M\ddot{x} = -kx - \mu mg$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = C \Rightarrow w = \sqrt{\frac{k}{M}} = \frac{\sqrt{k}}{2t'} \Rightarrow \left(t' = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} \right)$$

$$v_{\text{доски}} = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 = v \quad [v_1 - \text{скор. бруска}, v_2 - \text{скор. доски}]$$

$$v_1 = t' \cdot a_1 = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

~~все~~

~~$$x(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$~~

~~$$x(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$~~

~~$$x(t) = A \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}\right) + B \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}\right) = \frac{\mu mg}{k} = 0$$~~

~~$$x(t) = A \cos(\omega t) - B \sin(\omega t)$$~~



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!

~~Все задачи~~

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = -\frac{\mu mg}{m}$$

Во время данного колебательного процесса шоколадинчик совершает приводимые колебания: $x_0 = -\frac{\mu mg}{k}$

Когда $x = x_0$ ускорение доски равно

$$v(t) = 0$$

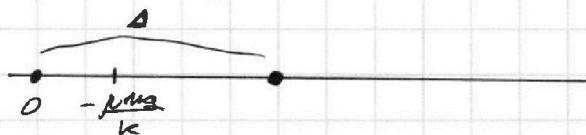
$$v(t') = \omega \sqrt{t'}$$

~~$v(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t) - \mu mg$~~

~~$v(t') = A \cos(\omega t) - B \sin(\omega t)$~~

~~все~~

~~$v(t) = \frac{A \sin(\omega t)}{\omega} = A \omega$~~



A-амплитуда

$$A = \Delta - \frac{\mu mg}{k}$$

$$v(t) = -\left(A - \frac{\mu mg}{k}\right) - \frac{\mu mg}{k} \sin(\omega t)$$

Δ - нач расстояние

$$v(t) = \sin(\omega t) w / \left(A - \frac{\mu mg}{k}\right) *$$

$$\left(\frac{\mu mg}{k} = \frac{0.4 \cdot 10 \cdot 1}{100} = 4 \text{ Н} \right)$$

$$v(t) = \omega \cdot \left(A - \frac{\mu mg}{k}\right) = \frac{\omega \sqrt{t}}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\Delta - \frac{\mu mg}{k} = \frac{\omega \sqrt{t}}{2} \frac{m}{k} \Rightarrow A = \frac{\mu mg}{k} + \frac{mg}{k} \cdot \frac{\pi H}{2} = \frac{mg}{k} \left(1 + \frac{\pi H}{2}\right)$$

$$\Delta = \frac{0.4 \cdot 10}{100} \left(1 + \frac{3.14}{2}\right) \text{ м} = \frac{4}{100} \cdot 7 \text{ м} =$$

$$\boxed{\Delta = 28 \text{ см}}$$

③

$$a(t) = \cos(\omega t) \frac{k}{m} \left(A - \frac{\mu mg}{k}\right) = \rho g \Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{\rho g}{\frac{k}{m} \left(A - \frac{\mu mg}{k}\right)}$$

$$\left\{ \tilde{v} = \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \left(\Delta - \frac{\mu mg}{k}\right) \right\} \tilde{v} = \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot 5 \cdot \frac{0.24 \text{ Н}}{0.02 \text{ кг}} =$$

$$- \sqrt{5} \cdot 0.4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\cos(\omega t) = \frac{44}{100 \cdot 0.24} = \frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$\sin(\omega t) = \sqrt{\frac{3}{9} \cdot \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

Ответ: $\tilde{x} = 20 \text{ см}$; $a_0 = 6 \text{ м/с}^2$; $\tilde{v} = \frac{4}{10} \sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

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.

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

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!

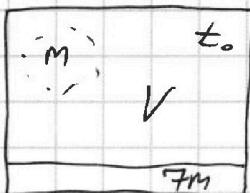


№ 2

V - объём сосуда
m - масса пара

$$1) P_{\text{рас}}(t_0) \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{рас}}(t) \approx 70 \text{ кПа}$$



$$2) \left[\begin{array}{l} P_{\text{рас}}(t_0) \cdot V = \frac{M}{N} R t_0 \\ P_n \cdot V = \frac{8m}{N} R t \end{array} \right]$$

~~Парообразование~~
~~Масса пара~~

Pn - давление
пара в конце

$$\frac{P_n}{P_{\text{рас}}(t_0)} = \frac{8t}{t_0} \Rightarrow P_n = P_{\text{рас}}(t_0) \frac{8t}{t_0}$$

$$3) M_{\text{пар}0} = m$$

$$M_{\text{пар}k} = m + 7m = 8m$$

$$\frac{M_{\text{пар}k}}{M_{\text{пар}0}} = 8$$

4) Буду считать что по мере нагревания (до изменения парного испарения воды) пар всё время освобождается насыщ.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{рас}}(t_0) V = \frac{M}{N} R t_0 \\ P_{\text{рас}}(t^*) V = \frac{8M}{N} R t^* \end{array} \right.$$

$$\frac{P_{\text{рас}}(t_0)}{P_{\text{рас}}(t^*)} = \frac{t_0}{8t^*}$$

$$P_{\text{рас}}(t^*) = P_{\text{рас}}(t_0) \cdot \frac{t^*}{t_0} \quad \text{по графику}$$

$$S(t^*) = \frac{P_{\text{рас}}(t_0)}{t_0} 8t^*$$

$$S(t_0) = 8P_{\text{рас}}(t_0) = 8 \cdot 3,5 \text{ кПа} = 28 \text{ кПа}$$

$$S(100^\circ\text{C}) = 8 \cdot 3,5 \text{ кПа} \cdot \frac{373}{300} \approx 28 \text{ кПа} \cdot 1,243 = 34,72 \text{ кПа}$$

$$t^* \approx 71^\circ\text{C}$$

$$5) \varphi = \frac{P_n}{P_{\text{рас}}(t)} = \frac{P_{\text{рас}}(t_0) \cdot 8t}{P_{\text{рас}}(t) \cdot t_0} = \frac{3,5}{70} \cdot 8 \cdot \frac{363}{300} = \frac{0,35}{70} \cdot 8 \cdot 1,21 =$$

$$-\frac{9,68}{20} = \frac{4,84}{10} = 0,484$$

Ответ: $\frac{M_{\text{пар}k}}{M_{\text{пар}0}} = 8$; $t^* \approx 71^\circ\text{C}$; $\varphi = 48,4\%$.



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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

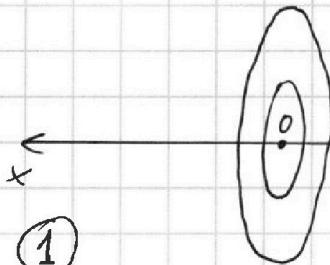
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

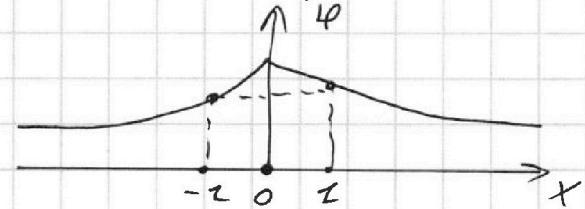
~3

$\varphi(x)$ - потенциал диска

на оси x



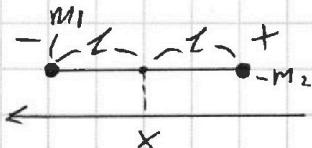
Диск симметричен оин. "0":



1

Потенциал максимум симметричен оин. "0".

$W(x)$ - потен. энергия
диполя (x -центир диполя)



$$W(x) = \varphi(x-L)q - q \cdot \varphi(x+L)$$

$$W(x) = q \underbrace{(\varphi(x-L) - \varphi(x+L))}_{\varphi(x)}$$

v_g - скор. диполя при
поглощении центира

Пролёт центира диполя: $x=0$ | $W(0) = q / (\varphi(-L) - \varphi(L))$

$$\varphi(-L) = \varphi(L) \quad W(0) = q / (\varphi(L) - \varphi(L)) = 0$$

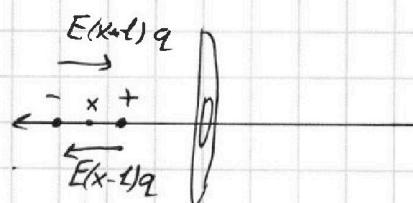
$$3C3: \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) + \underbrace{W(0)}_{=0} \quad \boxed{v_g = v_0}$$

$$2) (m_1 + m_2) a = + E(x-L) \tilde{q} - E(x+L) \tilde{q}$$

$E(x)$ напряж. поля от
диска на оси x

$$(m_1 + m_2) a = - \tilde{q} (E(x+L) - E(x-L))$$

$$a = 0 \Rightarrow v - \max \text{ или } v - \min$$



Из конфигурации системы понятно, что будет существовать такая точка a перед x , что в ней есть, действующий на диполь ровно 0, это будет соотв. той скорости.

условие мин скорости пролёта

$$3C3: \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = 0 + W(a) \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = q \cdot \tilde{\varphi}(a) \quad \text{1-ый}$$

$$3C3: \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = \frac{v_{\min}^2}{2} (m_1 + m_2) + \frac{q}{3} \tilde{\varphi}(a)$$



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!

$$\tilde{\varphi}(a) = \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2)$$

$$\frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = \frac{v_{min}^2}{2} (m_1 + m_2) + \cancel{\frac{2}{3}} \cdot \frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) \quad / \cdot \frac{2}{(m_1 + m_2)}$$
$$v_0^2 - v_{min}^2 + \frac{v_0^2}{3} \Rightarrow v_{max}^2 = \frac{2}{3} v_0^2 \Rightarrow \underbrace{v_{min} = \sqrt{\frac{2}{3} v_0^2}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{v_0}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

Бесроцесь так же демонстрирует и в четырех числа.

Ответ: $v_y = v_0$, $\frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$.



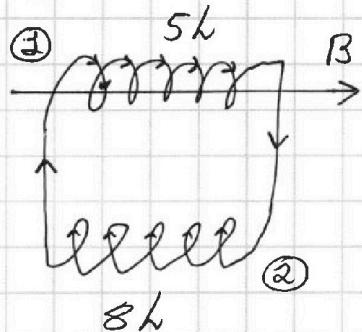
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

№4



$$\Phi_1 = \pm B \cdot S_1 \cdot n + 5hI$$

$$\Phi_2 = 8hI$$

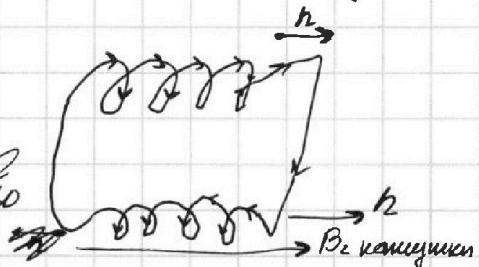
$$\dot{\Phi}_1 = \pm B \cdot S_1 \cdot n + 5h\dot{I} = \varepsilon_{\text{ин1}}$$

$$\dot{\Phi}_2 = 8h\dot{I} = \varepsilon_{\text{ин2}}$$

$$\varepsilon_{\text{ин1}} + \varepsilon_{\text{ин2}} = 0 \Rightarrow \pm B \cdot S_1 \cdot n + 13h\dot{I} = 0$$

От направления навивки верхней катушки модуль образовавшегося поля не зависит

~~При этом учтём весь контур
и выберем разные нормали
на кончиках катушки, чтобы~~



Поле катушки через сечение ~~равна~~ равна произведению
если выбираем нормаль в соотв. с норм. поля

$$\begin{aligned} \int B dI &= B S_1 n dI \\ B dI &= B_0 + \frac{3}{5} B_0 \cdot \frac{3}{4} \pi + \frac{\pi}{4} \cdot \frac{3}{5} B_0 \cdot \frac{1}{2} \\ &= \frac{27}{40} B_0 \pi \\ \int B dI &= \frac{27}{40} B_0 \pi \end{aligned}$$

$$\int B dI = f(B, S_1, n) \Rightarrow |I_0| = \frac{|B| S_1 n}{13h} \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{13h}$$



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!

$$13h I = (B_0 - B) S_i n$$

$$13h dq_2 = (B_0 - B) S_i n \cdot dt$$

$$q_2 = \frac{S_i n}{13h} \left[\int_0^z B_0 dt - \int_0^z B dt \right]$$

$$q_2 = \frac{S_i n}{13h} \left[B_0 z - \frac{27}{40} B_0 z \right] = \frac{S_i n \cdot B_0 z \cdot 13}{13h \cdot 40}$$

$$\boxed{q_2 = \frac{B_0 z S_i n}{40 h}}$$

$$\text{Ответ: } I_o = \frac{B_0 S_i n}{13h} ; q_2 = \frac{B_0 z S_i n}{40 h}$$



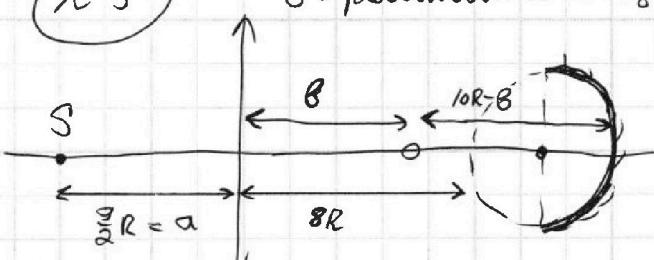
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

№ 5



①

$$1) \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a - F}{Fa}$$

$$b = \frac{Fa}{a - F}$$

2) Если при любом n изображение совпадает с источником это значит что и при $n=1$ изображение предмета совпадает (шар проходит)

$$\frac{1}{10R - b} + \frac{1}{10R - b} = \frac{2}{R}$$

(нужно чтобы изображение и предмет после отражения в сфере зеркале совпадали)

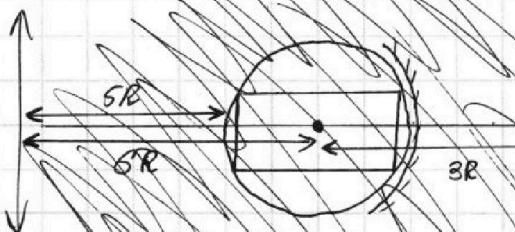
$$10R - b = R$$

$$b = 9R \Rightarrow \frac{F \cdot \frac{9R}{2}}{\frac{9R}{2} - F} = 9R \Rightarrow \frac{9R}{2} \cdot F = \frac{81R}{2} - 9R$$

$$\frac{27}{2} F = \frac{81}{2} R \Rightarrow 3F = 9R$$

$$F = 3R$$

② $F =$ ~~доходу новых мер~~



$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{R}$$

$$3R$$

~~Позади шар на две стороны падают волны от двух источников-шаров на каждую половину~~

$$1) -\frac{1}{4R} + \frac{1}{x_1} = \frac{(n-1)4}{4R} \Rightarrow \frac{1}{x_1} = \frac{4n-3}{4R}$$

$$x_1 = \frac{4R}{4n-3}$$

~~последний разём склон:~~

$$d = 2R / (1 - \frac{1}{n})$$



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.

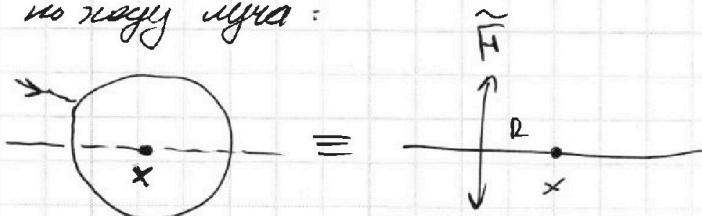
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!

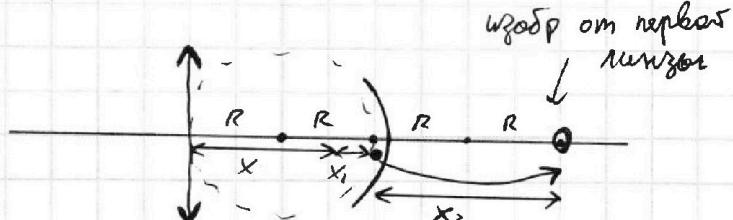
$$\begin{aligned} & \cancel{x_1 = \frac{1}{4R} - \frac{1}{x}} + \cancel{x_2 = \frac{1}{2R} - \frac{1}{x}} + \cancel{x_3 = \frac{1}{2R} - \frac{1}{x}} \\ & \cancel{x_1 + x_2 = \frac{n-1}{2R}} \Rightarrow \cancel{x_1 = \frac{n-1}{2R} - \cancel{\frac{1}{x}}} \\ & \cancel{x_3 = \frac{n-1}{2R} - \cancel{\frac{1}{x}}} \\ & \cancel{x_1 = \frac{n-1}{2R} - \cancel{\frac{1}{x}}} \\ & \cancel{x_2 = \frac{n-1}{2R} - \cancel{\frac{1}{x}}} \end{aligned}$$

Известно, что шар можно рассматривать как линзу с $\tilde{F} = \frac{2-n}{n-1} R$ и расположенной в ~~близлежащей~~ дальнейшей точке шара по ходу луча:



Получаем систему:

$$1) -\frac{1}{4R} + \frac{1}{x} = \frac{n-1}{2-n} \cdot \frac{1}{R}$$



$$\frac{1}{x} = \frac{4n-4}{4R(2-n)} + \frac{2-n}{4R(2-n)} = \frac{3n-2}{4R(2-n)}$$

$$x_1 = 2R - x = 2R - \frac{8R-4Rn}{3n-2} = \frac{6Rn-4R-8R+4Rn}{3n-2} = \frac{10Rn-12R}{3n-2}$$

$$2) \frac{1}{x_1} - \frac{1}{2R} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{3n-2}{R(10n-12)} = \frac{5}{2R} \Rightarrow 6n-4 = 50n-60 \Rightarrow 56 = 44n$$

$$n = \frac{56}{44}$$

Ответ: $F = 3R$; $n = \frac{56}{44}$.



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

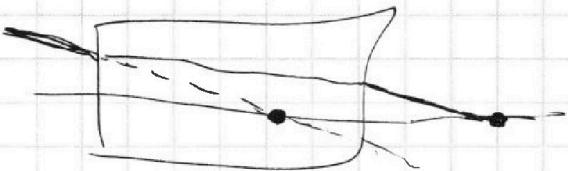
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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.

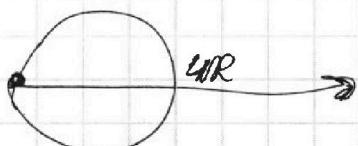
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

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!



$$F = \frac{2-n}{n-1} R$$



$$-\frac{1}{4R} + \frac{1}{x} = \frac{(n-1)}{4(n-1)} \cdot \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{4R} = \frac{4n-4}{4R(2n)} + \frac{2-n}{4R(n-1)} = \frac{3n-2}{4R(2n)}$$

~~$$\frac{2R}{4R(2n)} \frac{3n-2}{(2n-2)} \quad x = \frac{4R(2-n)}{(3n-2)} = \frac{8R-4Rn}{3n-2}$$~~

$$x_1 = 2R - x = 2R - \frac{8R-4Rn}{3n-2} = \frac{6Rn-4R-8R+4Rn}{3n-2} = \frac{10Rn-12R}{3n-2}$$

$$\frac{1}{x_1} - \frac{1}{2R} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{3n-2}{10Rn-12R} - \frac{1}{2R} = \frac{3n-2}{2R} = \frac{5}{(10n-12)R} \Rightarrow 6n-4 = 50n-60 \\ 86 = 44n$$

$$n = \frac{56}{44}$$



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!

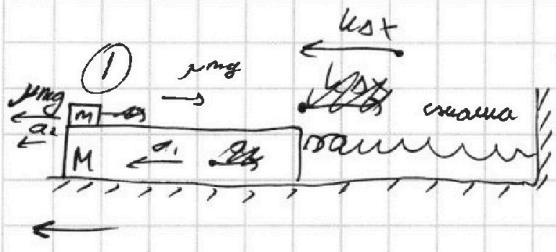


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
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!



$$a_1 = a_2 \Rightarrow a_{\text{общ}} = 0$$

$$\mu mg = ma_2$$

$$a_2 = \mu g$$

$$1) \mu mg = -\mu mg + k \tilde{x}$$

$$(M+m)\mu g = k \tilde{x} \Rightarrow \tilde{x} = \frac{(M+m)\mu g}{k}$$

$$2) \quad \begin{array}{c} v_2 \\ \hline M \\ \hline M \end{array} \quad v_{\text{общ}} = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 = v$$

$$\frac{kx_0}{2} = \frac{Mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$a_2 = \mu g$$

$$v = t \cdot \mu g$$

$$\begin{aligned} kx_0 &= -\frac{\mu mg}{Mg} \\ x_0 &= \frac{-\mu mg}{kM} \end{aligned}$$

$$M\ddot{x} = -kx - \mu mg \rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M}x = C$$

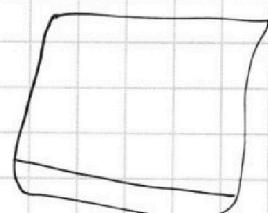
$$\omega = \frac{k}{m} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{k}{M}}$$



Фиг. 1 - рисунок 5.

Фиг. 2 - - рисунок 6.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 273 \\ \hline 363 \end{array}$$



$$\frac{M}{N} = \frac{M_2}{N_2} \text{ МОЛЬ}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 3,5 \\ \hline 28,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ 300 \\ \hline 730 \\ 600 \\ \hline 1300 \\ 1200 \\ \hline 1000 \\ 900 \\ \hline 1000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 300 \\ \hline 1,243 \end{array} \approx 1,243$$

$$\begin{array}{r} 968 \\ 8 \\ \hline 16 \\ 16 \\ \hline 8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \hline 484 \end{array}$$

х 28

$$\begin{array}{r} 363 \\ 300 \\ \hline 630 \\ 600 \\ \hline 300 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1900 \\ \hline 1,21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1300 \\ 1200 \\ \hline 1000 \\ 900 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$8 \quad \begin{array}{r} + 1,21 \\ \hline 9,68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 3 \\ \times 1,24 \\ \hline 28 \\ 992 \\ 248 \\ \hline 3472 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 968 \\ 8 \\ \hline 16 \\ 16 \\ \hline 8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \hline 484 \end{array}$$

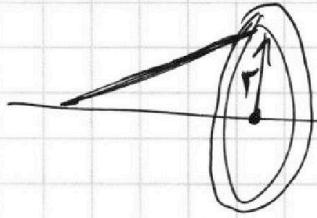


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
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!



$$dM_0 = \frac{5 \cdot dN \cdot dL}{\pi} k = \frac{10k}{\pi} \frac{dr \cdot dL}{r}$$

$$dM_0 = kG \cdot \frac{dr}{r} \cdot 2\pi r$$

$$dM_0 = kG 2\pi dr$$

$$M_0 = kG 2\pi \int_{R_0}^R dr = 2\pi kG (R - R_0)$$

$$\frac{M_0 v_0^2}{2} = q \cdot 2\pi kG (R - R_0)$$

~~$$M_0 (v_0^2 / 2) = M$$~~

$$\frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = \frac{v^2}{2} (m_1 + m_2) + U(x) \cdot q -$$

$$\frac{v_0^2}{2} (m_1 + m_2) = U(x_0)q - U(x_0 - L)q - U(x + L)q$$

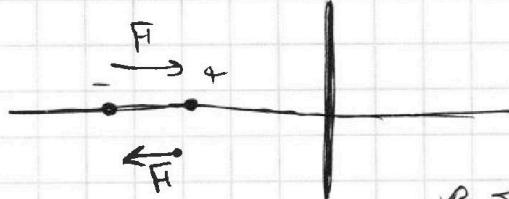
~~$$U(x_0) = (U(x_0 + \frac{L}{2}) - U(x_0 - \frac{L}{2}))q$$~~



$$x_0 = 0 \quad | \quad U(0) = q / \cancel{U(\pm \frac{L}{2})} \quad U(\frac{L}{2}) - U(-\frac{L}{2})$$

~~$$dU(x) = \frac{5dr \cdot dL \cdot k}{(r+x)} \Rightarrow dU(x) = \frac{5dr k \cdot 2\pi r}{r+x}$$~~

$$U(x) = 5dw$$



$$ma = 0 \\ j = 0 \Rightarrow v = \text{const}$$

$$\frac{13}{520}$$

$$F = \frac{2-n}{n-1} R$$

