



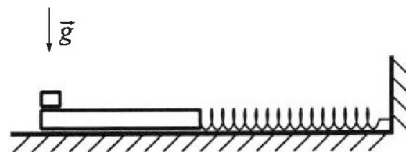
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок 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 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.

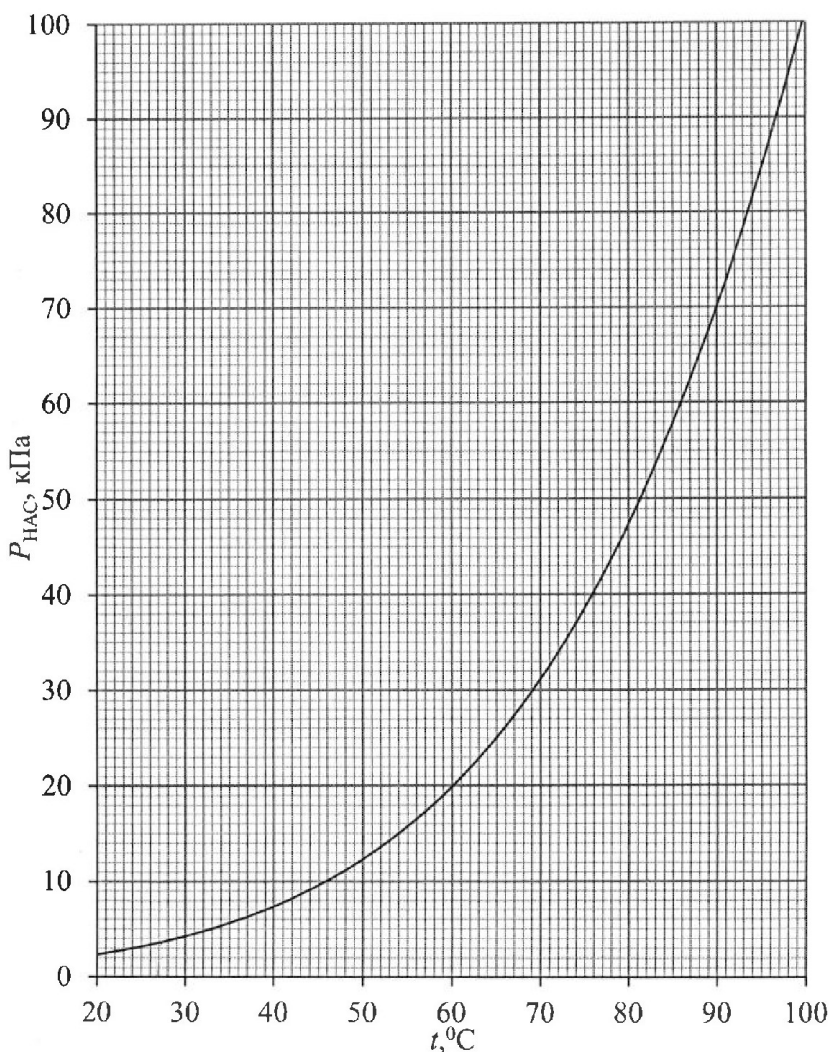


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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.





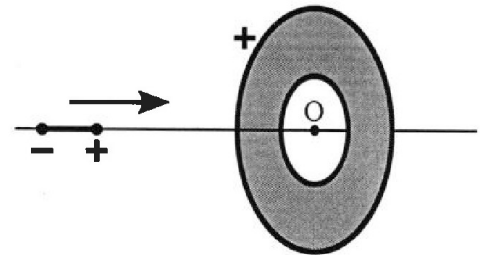
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

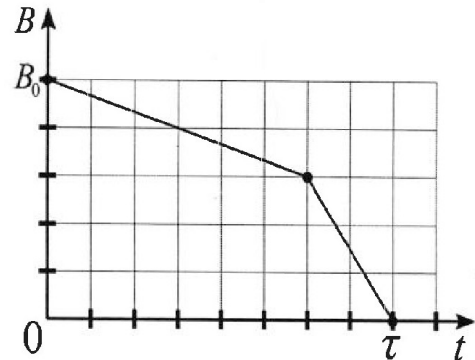
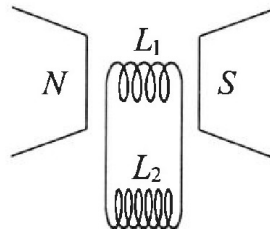


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



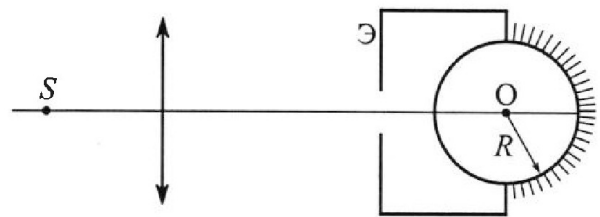
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удаленный 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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!

Движение доски до момента, когда $a_{отн} = 0$ является гармоническим колебанием, т.к. $M\ddot{x} + kx + \mu mg = 0$.

Тогда $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$, $x(t) = X_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$

$v(t) = \omega X_{\max} \cos(\omega t + \varphi)$

$v(0) = 0 \Rightarrow \omega t + \varphi = \frac{\pi}{2} + 2\pi k$

~~то~~ $a(t) = -\omega^2 X_{\max} \sin(\omega t + \varphi) > 0 \Rightarrow \sin(\omega t + \varphi) < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow a(t) = -\omega^2 X_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$

$a(0) > 0 \Rightarrow \sin \varphi < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

Тогда $x(t) = X_{\max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = -X_{\max} \cos \omega t \Rightarrow$

$\Rightarrow v(t) = \omega X_{\max} \sin \omega t$

Заметим, что $X_{\max} = \rho l_0 - \rho x$, т.к. положение равновесия у таких колебаний при $a_z = 0$, т.е. в т. ρx .

Пусть τ - момент, когда $a_{отн} = 0$.

Тогда $x(\tau) = \rho l_0 - \rho x = \frac{1}{2}(\rho l_0 - \rho x) = X_{\max} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \overset{\cos}{\sin}(\omega \tau) = -\frac{1}{2}$

$\Rightarrow \sin(\omega \tau) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v(\tau) = \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot (\rho l_0 - \rho x) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3} \mu M g \cdot 2}{2 \sqrt{M k}} = \sqrt{\frac{3M}{k}} \mu g$

Ответ: $\rho l = \frac{\mu g (14 \text{ м})}{k} = 0,2 \text{ м}$; $a_{20} = 8 \text{ м/с}^2$; $v = \sqrt{\frac{3M}{k}} \mu g = 0,8 \cdot \sqrt{3} \approx 1,4 \text{ м/с}$.



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

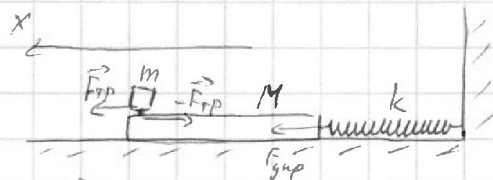
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Задача 1

Пусть a_1 и a_2 - ускорения бруска и доски. Тогда $m\vec{a}_1 = \vec{F}_{тр}$; $M\vec{a}_2 = \vec{F}_{упр} - \vec{F}_{тр}$



Направим ось по направл. движения и спроектируем силы

$$ma_1 = F_{тр} = \mu mg$$

$$Ma_2 = F_{упр} - F_{тр} = k\Delta l - \mu mg, \text{ где } \Delta l - \text{сжатие пружины.}$$

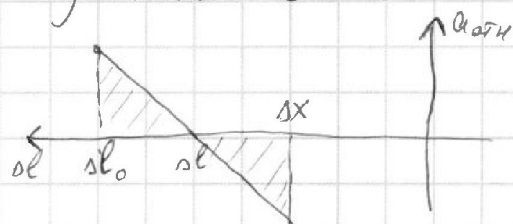
В момент, когда $a_{отн} = 0$, $a_1 = a_2$, то есть:

$$\begin{cases} ma_1 = \mu mg \Rightarrow a_1 = \mu g \\ Ma_1 = k\Delta l - \mu mg \Rightarrow k\Delta l = \mu mg + \mu Mg \Rightarrow \Delta l = \frac{\mu g(M+m)}{k} \end{cases}$$

$$\Delta l = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 10^{-2} \cdot (4 \text{ кг} + 1 \text{ кг})}{100 \text{ Н/м}} = 0,2 \text{ м}$$

$$a_{отн} = a_2 - a_1 = \frac{k\Delta l}{M} - \mu g \frac{m}{M} - \mu g = \frac{k\Delta l}{M} - \mu g \left(\frac{M+m}{M} \right)$$

Заметим, что $a_{отн}$ линейно от Δl . Тогда момент начала движения будет симметричен моменту 1-го прекращения движения относительно момента, когда $a_{отн} = 0$



Пусть Δx - сжатие пружины, когда брусок остановился. Тогда $k\Delta x = \mu mg \Rightarrow \Delta x = \frac{\mu mg}{k}$

$$\Delta l_0 = 2\Delta l - \Delta x = \frac{\mu g(2M+m)}{k} \Rightarrow a_{2_0} = \frac{k\Delta l_0}{M} - \mu g = 2\mu g$$



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!

Задача 2.

Пусть m - масса пара при $t_0 = 27^\circ\text{C}$

Тогда масса воды в этот момент $M = 7m$.

В конце вся вода испарилась, т.е. $m' = M + m = 8m$

$$\frac{m'}{m} = 8$$

Заметим, что при испарении воды пар всегда находится при $p_{\text{нас}}$. Запишем ур-я сост. идеального газа для моментов начала процесса и конца испарения.

$$V_{p_{\text{нас}_0}} = \nu_0 R T_0 = \frac{m}{\mu} R T_0 \Rightarrow \frac{mR}{\mu V} = \frac{p_{\text{нас}_0}}{T_0}$$

$$V_{p_{\text{нас}_k}} = \nu_k R T_k = \frac{8m}{\mu} R T_k \Rightarrow \frac{p_{\text{нас}_k}}{T_k} = \frac{8mR}{\mu V} = 8 \frac{p_{\text{нас}_0}}{T_0}$$

Из графика видно, что $\frac{p_{\text{нас}_0}}{T_0} \approx \frac{13,5}{300} \text{ кПа/К}$

Тогда $\frac{p_{\text{нас}_k}}{T_k} \approx \frac{108}{300} \text{ кПа/К}$. Этим значениям соответствует $t_k^* = 72^\circ\text{C}$

$$V_p = \frac{8m}{\mu} R T \Rightarrow p = 8 \frac{T}{T_0} p_{\text{нас}_0} \Rightarrow \varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}_k}} = \frac{8 T p_{\text{нас}_0}}{T_0 p_{\text{нас}_k}} = \frac{8 \cdot 303 \text{ К} \cdot 13,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К} \cdot 108 \text{ кПа}}$$

$$V_{p_{\text{нас}_0}} = \frac{m}{\mu} R T_0 \quad \varphi \approx 0,48$$

Ответ: $\frac{m'}{m} = 8$; $t^* \approx 72^\circ\text{C}$; $\varphi \approx 48\%$



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!

Задача 3.

Пусть точки А и В - центры

В А



маленьких шариков, причём шарик А

заряжен положительно. Пусть $\vec{F}_A$ и $\vec{F}_B$ - силы, действ. на соответствующие шары. Заметим, что $\vec{F}_B$ всегда направлена в сторону диска, а $\vec{F}_A$ от него. Значит, до прохожд.

точкой А центра О диск будет замедляться ($|F_A| > |F_B|$, т.к. $|AO| < |BO|$), после прохождения и до встречи т. В и т. О

ускоряться, а потом вновь замедляться. Назовём эти 2

положения диска положениями 1 и 2. Заметим, что чтобы

шарик пролетел диск нужно, чтобы в положении 1 шарик

оказался. Тогда $E_{к0} = E_n + E_k$, где $E_{к0}$ - полная энергия

системы (она же кинетич. энергия на бесконечности), а E_n и

E_k - потенц. и кинетич. энергия в полож 1. Так как v_0 -

- минимальная скорость, $E_k = 0 \Rightarrow E_{к0} = E_n$. Заметим, что

E_n зависит только от расстояния и заряда $\Rightarrow E_{n1} = -E_{n2}$, так

как ситуации симметричны с точностью до смены знака

зарядов. После уменьш. модулей зарядов E_n снизилась в 3р.



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!

Значит, $E_{n_1}' = \frac{1}{3} E_{n_1} = \frac{1}{3} E_{k_0} \Rightarrow E_{k_1}' = \frac{2}{3} E_{k_0} \Rightarrow v_1' = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$

$E_{k_2}' + E_{n_2}' = E_{k_0} \Rightarrow E_{k_2}' = E_{k_0} - E_{n_2}' = E_{k_0} + E_{n_1}' = \frac{4}{3} E_{k_0} \Rightarrow v_2' = \sqrt{\frac{4}{3}} v_0$

Пусть положение 3 - момент, когда центр дуги совпал с О.

Перемещ. 1-3 эквивалентно перемещ. 3-2 с точностью

до смены направлений и знаков зарядов. Значит, $v_{13} = v_{32}$

Тогда $v_3' = \frac{v_1' + v_3'}{2}$, где v_3' - искомая скорость.

$v_3' = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{2}{3}} + \sqrt{\frac{4}{3}} \right) v_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{6}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) v_0 = \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{6}} v_0$

Как уже было сказано, до полож. 1 и после полож. 2 динком будет замедляться, а на участке 1-2 - ускоряться.

Тогда $v_{\min}' = v_1'$; $v_{\max}' = v_2'$

$\frac{v_{\max}'}{v_{\min}'} = \frac{v_2'}{v_1'} = \frac{\sqrt{\frac{4}{3}} v_0}{\sqrt{\frac{2}{3}} v_0} = \sqrt{2}$

Ответ: $v_3' = \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{6}} v_0$; $\frac{v_{\max}'}{v_{\min}'} = \sqrt{2}$



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!

Задача 4.

Из второго закона Кирхгофа следует, что $nS_1 \Delta B - L_1 I$
 $nS_1 \Delta B - L_1 I - L_2 I = 0$, где ΔB - измен. внешнего поля,
 I - возникший ток.

$$nS_1 \Delta B = (L_1 + L_2) I \Rightarrow |I_2| = \frac{nS_1 (B_0 - 0)}{L_1 + L_2} = \frac{nS_1 B_0}{13L}$$

$$I_2 = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \Delta B \Rightarrow I_2(t) = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(t))$$

$$q = \int_0^T I_2(t) dt = \int_0^T \frac{nS_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B(t)) dt = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \int_0^T (B_0 - B(t)) dt =$$

$$= \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \left(B_0 T - \int_0^T B(t) dt \right) = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \left(B_0 T - \left(\frac{1}{2} (B_0 + \frac{3}{5} B_0) \frac{3}{4} T + \frac{3}{5} B_0 \cdot \frac{1}{4} T \cdot \frac{1}{2} \right) \right) = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \left(B_0 T - \frac{27}{40} B_0 T \right) = \frac{nS_1}{13L} \cdot \frac{13}{40} B_0 T = \frac{nS_1 B_0 T}{40L}$$

Ответ: $|I_2| = \frac{nS_1 B_0}{13L}$; $q = \frac{nS_1 B_0 T}{40L}$



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!

Задача 5

Заметим, что если изображение совпадает с источником при любой n , то можно взять n равное показателю преломления окружающей среды (воздуха). Тогда на границе шара лучи преломляться не будут.

Пусть S_1 - изображ. S после линзы, а S_2 - изображение S_1 после зеркала. Тогда S - изображ. S_2 ^{после} ~~при прохождении~~ лучей линзы в обратную сторону. Из принципа обратимости лучей следует, что $S_1 = S_2$. Преломление шаром не зависит от его $n \Rightarrow$ лучи не преломились $\Rightarrow$ они сошлись в $O \Rightarrow S_1, S_2 = O$.

Пусть x - расстояние от S до зеркала. Тогда по формуле зеркала $\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{R} \Rightarrow x = R \Rightarrow S$ находится в O .

Тогда по формуле тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow$
 $\Rightarrow F = \frac{a(b+R)}{a+b+R} = \frac{4,5R(8R+R)}{4,5R+8R+R} = \frac{4,5 \cdot 9R}{13,5} = 3R$

Заметим, что экран обеспечивает малость углов лучей, создающих изображение. Значит, все вышеприведённые формулы верны.

По аналогии с пунктом 1, пусть S_1 и S_2 - изображ., полученные до и после отражения лучей от зеркала.



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!

По принципу обратимости, расстояние от изображений до зеркала равно. Если оно не нулевое, то $S_1 = O = S_2$, и $x' = R$

Но шар не может преломлять лучи в свой центр $\Rightarrow$

$$\Rightarrow x' = 0.$$

Из школьного курса известна формула для преломления шаром лучей. $\frac{1}{d} + \frac{n}{f} = \frac{n-1}{R}$, где d, f - расстояния до предмета и изображ.

Линза фокусирует S на расстоянии $9R \Rightarrow d = -4R$, а $f = 2R$,

т.к. лучи должны упасть на зеркало

$$-\frac{1}{4R} + \frac{n}{2R} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow \frac{1}{2}n - \frac{1}{4} = n - 1 \Rightarrow \frac{n}{2} = \frac{3}{4} \Rightarrow n = 1,5$$

Ответ: $F = 3R$; $n = 1,5$.



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!

$$V_{p1} = \frac{1}{2} R T_0$$

$$V_{p2} = \frac{1}{2} R T$$

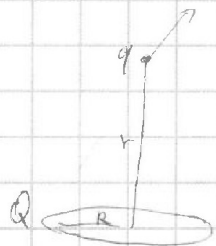
$$V_{p1ac} = \frac{1}{2} R T_0$$

$$V_{p1ac2} = \frac{1}{2} R T_0$$

$$\mu m g l = \frac{k \rho l^2}{2} - \frac{k \rho l^2}{2} + \frac{1}{2} U^2 + \frac{m}{2} (v+u)^2$$

$$\mu m g l = \frac{k \rho l^2}{2} - \frac{k \rho l^2}{2}$$

$$\frac{60}{350}$$



$$F = \sum \frac{k q q_0}{r^2 + R^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{k q Q_1}{\sqrt{r^2 + R^2}^3}$$

$$\int \frac{r dt}{(r^2 + R^2)^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{r^2 + R^2}} \Big|_{\infty}^0 = -0 + \frac{1}{R} \left(\frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{1}{(r^2 + R^2)^{1/2}} = \frac{1}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \cdot \left(-\frac{1}{2} \right) \cdot 2r = -\frac{r}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\frac{2m U_0^2}{2} = -\frac{k Q q}{\sqrt{d^2 + R^2}} + \frac{k Q q}{R}$$

$$\frac{2m U_0^2}{2} = \frac{k Q q/3}{\sqrt{R^2 + d^2}} - \frac{k Q q/3}{\sqrt{R^2 + d^2}} + \frac{2m U^2}{2} \Rightarrow U = U$$

$$\frac{2m U_0^2}{2} = \frac{k Q q}{3} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{d^2 + R^2}} \right) + \frac{2}{3} \cdot \frac{2m U_0^2}{2}$$

$$\frac{48}{353} \quad \frac{34}{345}$$

$$\frac{2m U_{min}^2}{2}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{4} + \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{12}{20} \cdot \frac{3}{5} + \frac{3}{40} = \frac{27}{40}$$

$$2 \cdot 363$$

$$20 \cdot 300$$

$$105 \quad 75$$

$$\frac{2}{3} U_0^2 = U_{min}^2$$

$$\frac{4}{3} U_0^2 = U_{max}^2$$

$$\frac{363 \cdot 75}{300 \cdot 40} = \frac{630}{320}$$

$$n S_1 \Delta B \approx L_1 \Delta I - L_2 \Delta I = 0$$

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

$$n S_1 \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$I_2 = \frac{n S_1}{B L} B_0$$

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

$$\frac{n}{2} = \frac{3}{4} \Rightarrow n = 1.5$$

$$-\frac{1}{4} + n = n - 1$$

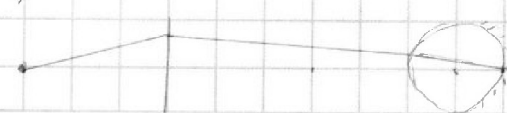
$$2n = \frac{3}{4} \Rightarrow n = \frac{3}{8}$$

$$-\frac{n}{4} + 1 = n - 1$$

$$\frac{5}{4} n - 2 = n = \frac{8}{5} = 1.6$$

$$q_2 = \int I dt = \frac{n S_1}{L_1 + L_2} (B_0 T - \int B dt)$$

$$\int \frac{2R dR}{(d^2 + R^2)^{3/2}} = 2$$



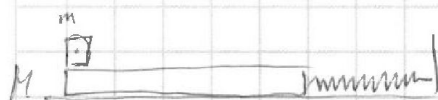


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma = \mu mg$$

$$\frac{3.4}{100}$$

$$Ma' = kl - \mu mg$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{2}{10} \cdot 10 \cdot 0.4$$

$$kl = \mu mg$$

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

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi) = -A \cos \omega t$$

$$\mu mg = kl - \mu mg$$

$$kl = (M+m)\mu g$$

$$l = \frac{(M+m)\mu g}{k}$$

$$l = \frac{(M+m)\mu g}{k}$$

$$\frac{1.7 \times 10^8}{13.6}$$

$$kl = \mu mg$$

$$a' - a = kl - 2\mu mg$$

$$ma = -\mu mg$$

$$a' - a = kl + 2\mu mg$$

$$ma' = kl - \mu mg$$

$$t_1 (kl - 2\mu mg) = t_2 (kl + 2\mu mg)$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{100-f} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

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

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{R}$$

$$x = R$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{h}{f} = \frac{h-1}{R}$$

$$-\frac{1}{4R} + \frac{h}{R} = \frac{h-1}{R}$$

$$h - \frac{1}{4} = h - 1$$



$$-\frac{1}{4R} - \frac{h}{R} = \frac{h-1}{R}$$

$$E_{k0} = E_{n1}$$

$$E_{n1} = -E_{n2}$$

$$E_{k0} = E_{k2} + E_{n2} = E_{k2} - E_{k1}$$

$$E_{k2} = 2E_{k0}$$

$$\frac{h}{d_1} + \frac{1}{f} = \frac{h-1}{R_1}$$

$$\frac{h}{d_2} - \frac{1}{f} = \frac{h-1}{R_2}$$

$$\frac{h}{d_1} + \frac{h}{d_2} = (h-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$2h = \frac{3}{4}$$

$$h = \frac{3}{8}$$

$$a_{\text{отск}} = a_2 - a_1 = \frac{kl}{M} - \frac{m+\mu}{M} \mu g$$

$$k \Delta x = \mu mg$$

$$k \Delta x$$

$$\Delta x =$$

