



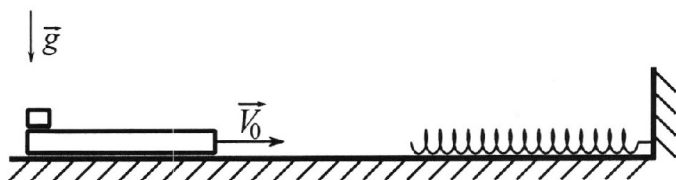
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

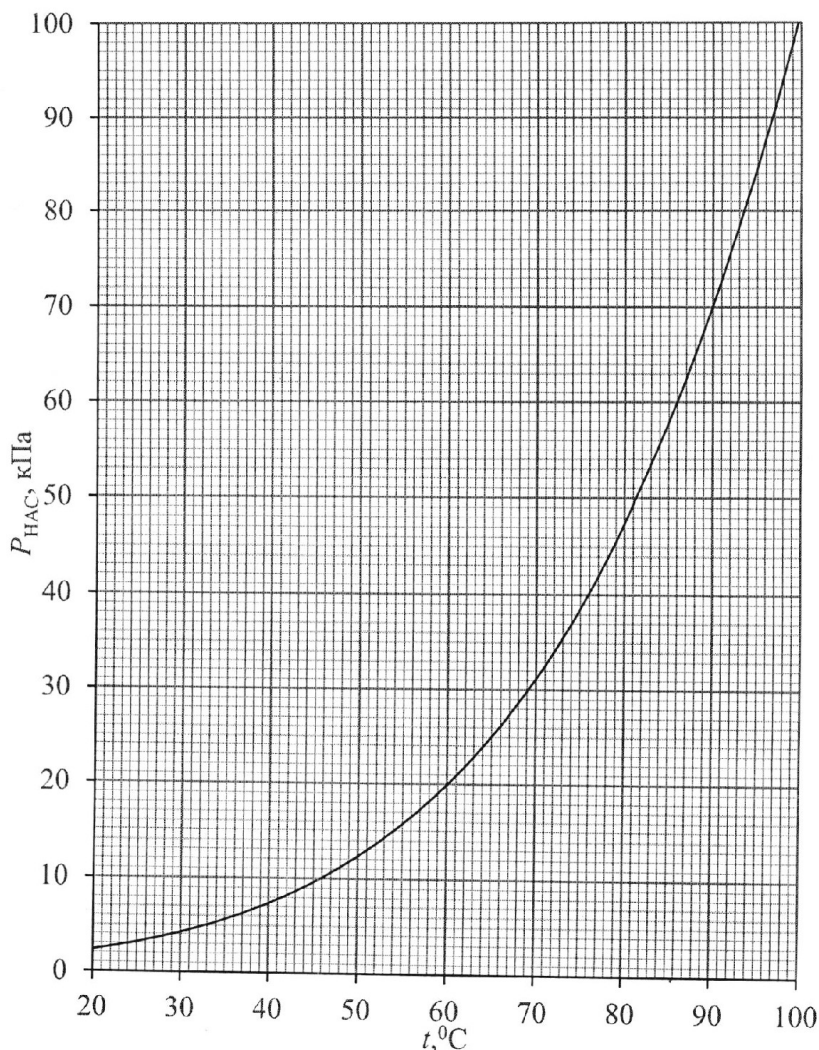


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





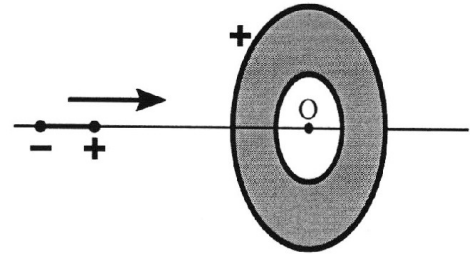
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



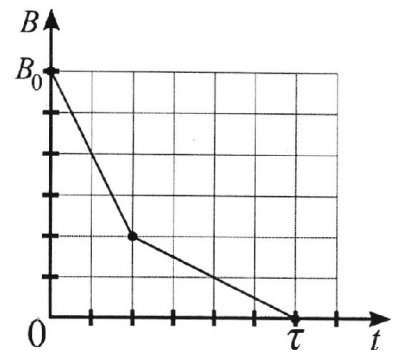
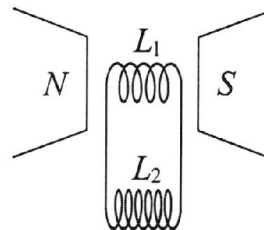
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполью сообщают начальную скорость $2V_0$.



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

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

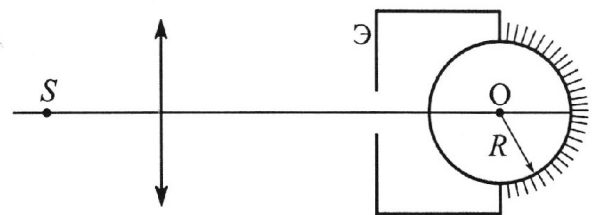
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

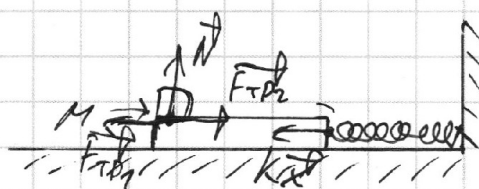
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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!



Обозначим доску
цифрой 2, а брусок
цифрой 1

$$\text{Тогда } \begin{cases} m a_1 = F_{TP1} \\ m a_2 = kx - F_{TP2} \end{cases}$$

$$\text{Тогда } F_{TP1} = F_{TP2} \leq \mu mg$$

Чтобы началось относительное движение,
необходимо $a_2 > a_1$

$$\text{К этому моменту } F_{TP1} = F_{TP2} = \mu mg$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} a_1 = \mu g \\ a_2 = \frac{kx}{m} - \frac{\mu mg}{m} = \frac{kx}{m} - \frac{\mu g}{2} \end{cases}$$

$$\mu g \leq \frac{kx}{m} - \frac{\mu g}{2}$$

$$\frac{kx}{m} \geq \frac{3}{2} \mu g$$

$$x \geq \frac{3\mu mg}{2k}$$

$$x \geq \frac{2}{3} m$$

До начала относительного движения

$$a_1 = a_2 = a$$

$$\text{Тогда } (m+m)a = kx \Rightarrow \ddot{x} + x \frac{k}{m+m} = 0$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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!

$$\text{Тогда } \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{4} = \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = 0.50$$

~~Тогда~~ найдем скорости доски и бруска
к этому моменту из ЗСЭ:

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)}{2} v^2 = \frac{(M+m)}{2} v_0^2$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{kx^2}{M+m}$$

$$v = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\text{Тогда } v = v_0 \cos(\omega t)$$

$$\cos(\omega t) = \frac{v}{v_0} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$t = \frac{1}{6} \text{ с}$$

В момент максимального сжатия

$v_2 = 0$, найдем скорость бруска из ЗСЭ:

В МСО доски:

$$\frac{kx_m^2}{2} = \frac{Mm}{2(M+m)} v_m^2$$

$\Downarrow$

$$v_m^2 = \frac{k(M+m)}{Mm} x_m^2$$

В СО бруска:

$$\frac{kx_m^2}{2} + \frac{m}{2} v_m^2 = \frac{(M+m)}{2} v_0^2$$

$\Downarrow$

$$kx_m^2 + \frac{k(M+m)}{M} x_m^2 = (M+m) v_0^2$$



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**.



СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$\text{тогда } x_m^2 = v_0^2 \cdot \frac{M(M+m)}{k(2M+m)}$$

$$x_m^2 = v_0^2 \sqrt{\frac{M(M+m)}{k(2M+m)}}$$

$$x_m = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{5}} \text{ м/с}$$

тогда ускорение груза равно

$$A = \frac{kx_m}{M} - \frac{Mg}{2} = \left(9\sqrt{\frac{2}{5}} - \frac{3}{2} \right) \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) $x = \frac{2}{3} \text{ м}$

2) $t = \frac{2}{3} \text{ с}$

3) $A = \left(9\sqrt{\frac{2}{5}} - \frac{3}{2} \right) \text{ м/с}^2$



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
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!

$p_{нас1}$ при $t_0 = 86^\circ\text{C}$ равно $p_{нас1} = 60 \text{ кПа}$

тогда $p_1 = p_0$ $p_{нас1} = 40 \text{ кПа}$

Конденсация начнется в тот момент, когда p_1 станет давлением насыщенного пара при температуре t^*

тогда из графика при $p_{нас} = p_1 = 40 \text{ кПа}$, $t = t^* = 46^\circ\text{C}$

При температуре $t = 46^\circ\text{C}$, $p_{нас} = 10 \text{ кПа}$
(p_2)

тогда получим

$$\frac{(p_0 - p_1)V_0}{T_0} = \frac{(p_0 - p_2)V}{T}, \text{ где } T_0 = 350 \text{ K}, T = 319 \text{ K}$$

$$\text{тогда } \frac{V}{V_0} = \frac{T(p_0 - p_1)}{T_0(p_0 - p_2)} = \frac{319 \cdot 140}{350 \cdot 140}$$

$$\frac{V}{V_0} \approx \frac{44}{63}$$

Ответ: 1) $p_1 = 40 \text{ кПа}$

2) $t^* = 46^\circ\text{C}$

3) $\frac{V}{V_0} \approx \frac{44}{63}$



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!

Найдём потенциалы точки на расстоянии x от центра по оси кольца радиуса R

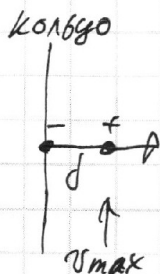
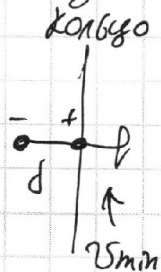
$$\delta\varphi = \frac{k\delta Q}{\ell}, \text{ где } \delta Q = 2\pi\sigma R\delta R, \ell = \sqrt{R^2 + x^2}$$

$$\delta\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{R\delta R}{\sqrt{R^2 + x^2}} \text{ пусть } \ell = R^2 + x^2, \text{ тогда } \delta\ell = 2R\delta R$$

$$\text{Отсюда } \delta\varphi = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \ell^{-\frac{1}{2}} \delta\ell$$

$$\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{\ell} \Big|_{\ell_1}^{\ell_2} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{R^2 + x^2} \Big|_{R_1}^{R_2}$$

Где R_1 и R_2 - внутренний и внешний радиусы кольца соответственно



m - суммарная масса диска
 q - заряд шарика диска

Затем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \left(\sqrt{R_2^2} - \sqrt{R_1^2} - \sqrt{R_2^2 + \delta^2} + \sqrt{R_1^2 + \delta^2} \right) \quad \text{Положим } \delta \ll R$$

$$(1+x)^n = 1+nx$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \left(R_2 - R_1 - R_2 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta^2}{R_2^2} \right) + R_1 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta^2}{R_1^2} \right) \right)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \left(\frac{\delta^2}{2R_1} - \frac{\delta^2}{2R_2} \right) = \frac{q\sigma}{4\epsilon_0} \delta^2 \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Когда диск пролетает через центр



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
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!

ответствия, сумма энергий взаимодействия шариков дугами скальзана равна нулю. Тогда по ЗСЭ:

$$\frac{m}{2} v_0^2 = \frac{m}{2} v^2 - \frac{m}{2} (2v_0)^2 = \frac{m}{2} v^2$$

$\Downarrow$
 $v = 2v_0$

Также из ЗСЭ

$$\begin{cases} \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{q Q d^2}{4 \epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \\ \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\max}^2}{2} + \frac{q Q d^2}{4 \epsilon_0} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \end{cases}$$

Из уравнения (А)

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{q Q d^2}{4 \epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Тогда получим

$$\begin{cases} v_{\min}^2 = 4v_0^2 - v_0^2 = 3v_0^2 \\ v_{\max}^2 = 4v_0^2 + v_0^2 = 5v_0^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{\max} = v_0 \sqrt{5} \\ v_{\min} = v_0 \sqrt{3} \end{cases}$$

Тогда $\Delta v = v_{\max} - v_{\min} = v_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$

Ответ: 1) $v = 2v_0$

2) $\Delta v = v_{\max} - v_{\min} = v_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$



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!

П.к. суммарный максимальный поток должен сохраняться, то найдём

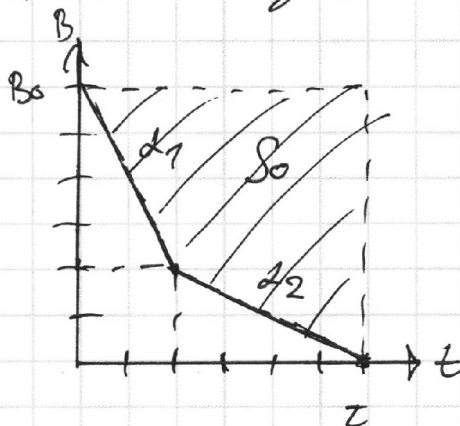
$$L_1 j_0 - L_2 j_0 = -B_0 n S_1$$

$$j_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_2 - L_1} = \frac{B_0 n S_1}{3L}$$

$$\delta q = j \delta t, \text{ где } j = \frac{n S_1}{3L} \Delta B$$

$$\text{где } \Delta B = 2 \Delta t$$

$$\text{тогда } \alpha_1 = \frac{2}{3} B_0 = \frac{2 B_0}{\tau}; \alpha_2 = \frac{1}{3} B_0 = \frac{B_0}{2\tau}$$



тогда на участке 1:

$$\delta q_1 = \frac{n S_1 \alpha_1}{3L} t \delta t \Rightarrow q_1 = \frac{n S_1}{3L} \cdot \frac{2 B_0}{\tau} \cdot \frac{(\frac{\tau}{3})^2}{2}$$

$$q_1 = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L}$$

S_0 - запасенная масса

на участке 2:

$$\delta q_2 = \frac{n S_1 \alpha_2}{3L} t \delta t + \frac{n S_1 \alpha_1}{3L} \cdot \frac{\tau}{3} \delta t$$

$$q_2 = \frac{2 n S_1 B_0 \tau}{9L}$$

то, что осталось с первого участка

$$q = q_1 + q_2 = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L} \quad \text{по физ. смыслу сумма всех } \sum \Delta B_i \delta t_i = S_0 = \frac{2 B_0 \tau}{3}$$

$$\text{тогда } q = S_0 \cdot \frac{n S_1}{3L} = \frac{2 n S_1 B_0 \tau}{9L}$$

$$\text{Ответ: 1) } j_0 = \frac{n S_1 B_0}{3L} \quad \text{2) } q = \frac{2 n S_1 B_0 \tau}{9L}$$



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.

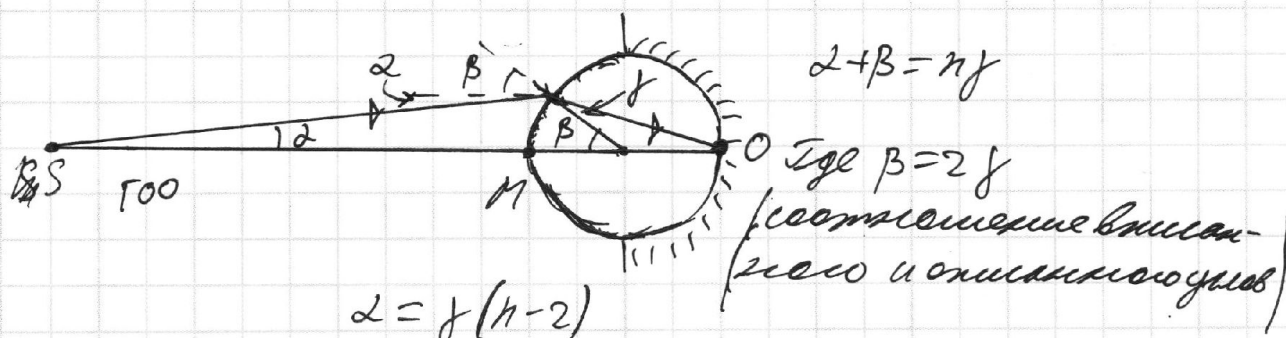
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

- 1) П.к. положение изображения не зависит от показателя преломления, то лучи входим перпендикулярно поверхности шара, а значит фокусируемся в его центре. Тогда $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = 3F$
 Где $F = b + R \Rightarrow R = \frac{F}{3}$

- 2) Чтобы такое было возможно, необходимо следующее соотношение лучей:



Также из-за малости углов

$$\frac{2}{\gamma} = \frac{SM}{MO} = \frac{2F - R}{2R} = \frac{\frac{F}{3}}{\frac{2F}{3}} = \frac{5}{2}$$

Отсюда $\frac{2}{\gamma} = n - 2 \Rightarrow n = 5,5 = \frac{11}{2}$

$$\frac{2}{\gamma} = \frac{OM}{SM} = \frac{2R}{2F - R} = \frac{2}{5}$$

тогда $n = 2 + \frac{2}{\gamma} = \frac{12}{5} = 2,4$

Ответ: 1) $R = \frac{F}{3}$; 2) $n = 2,4$



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.

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!

$$a_c = \frac{m a_2 + m a_1}{m + m} \quad \text{ЧЕРНОВИК}$$

$$a_2 + \frac{m g}{2} = \frac{k x}{m + m}$$

$$\varphi = B S_1 n \quad \left(a_c = \frac{2}{3} a_2 + \frac{m g}{3} \right) = \frac{k x}{m + m}$$

$$0 = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\frac{h S_1}{3L} \cdot G \cdot \frac{2 B_0}{3} \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{2 B_0 \tau}{3}$$

$$L_1 y_0 - L_2 y_0 = -B_0 S_1 h$$

$$y_0 = \frac{B_0 h S_1}{L_2 - L_1} = \frac{B_0 S_1 h}{3L}$$

$$\frac{B_0 \tau}{9} \cdot \frac{2 h S_1}{L}$$

$$\frac{2 h S_1 B_0 \tau}{9}$$

$$dq = y dt$$

$$y = \frac{a B h S_1}{3L}$$

$$a B = 2 t \quad \frac{h S_1}{3L} \cdot \frac{B_0}{3} \cdot \frac{\tau}{3}$$

$$dq = \frac{h S_1}{3L} \cdot a B dt = \frac{h S_1}{3L} 2 t dt$$

$$\frac{h S_1}{3L} \cdot \frac{B_0}{2\tau} \cdot \frac{1}{2} \left(\tau^2 - \frac{\tau^2}{9} \right) + \frac{h S_1}{3L} \cdot \frac{2 B_0}{\tau} \cdot \frac{\tau^2}{9}$$

$$\frac{228}{9}$$

$$\frac{2 \left(\tau^2 + \frac{\tau^2}{9} \right)}{8 \tau h S_1} - \frac{\tau^2}{8 \tau h S_1}$$

$$\frac{h S_1 B_0}{3L} \left(\frac{2 \tau^2}{9} \cdot \frac{1}{4\tau} + \frac{2}{\tau} \cdot \frac{\tau^2}{9} \right)$$

$$\frac{2 \tau^2}{9} = \frac{2 \tau^2}{3}$$

$$\frac{2 h S_1 B_0 \tau}{9L}$$



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!

ЧЕРНОВИК

$$(1+x)^n = 1+nx$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{15} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{m}{2} v_0^2 = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \left(\frac{R-r}{\sqrt{R^2+0} - \sqrt{R^2+0}} - \frac{-\sqrt{R^2+f^2} + \sqrt{R^2+f^2}}{\frac{f^2}{R^2}} \right)$$

$$a = \frac{3}{2} f \left(\frac{f^2}{R^2} \right)$$

$$A-A-R \left(\frac{1}{R+\frac{2f}{R}} + r \left(1 + \frac{2f}{R} \right) \right) = 3R$$

$$R = \frac{F}{3}$$

$$2f - 2f = 0$$

$$\delta(t^{\frac{1}{2}}) = \frac{1}{2} \cdot t^{-\frac{1}{2}} \delta t$$

$$\delta\varphi = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} t^{-\frac{1}{2}} \delta t$$

$$\varphi = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \cdot 2t^{\frac{1}{2}}$$

$$\delta\varphi = \frac{k \delta Q}{l}$$

$$l = R^2 + x^2$$

$$\delta\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{\delta l}{2} \cdot t^{-\frac{1}{2}}$$

$$l \delta\varphi = \frac{4}{5\pi} = d$$

$$\delta l = 2R \delta R$$

$$(R^2 + x^2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$(t^{-\frac{1}{2}})' = -\frac{1}{2} t^{-\frac{3}{2}} \delta t$$

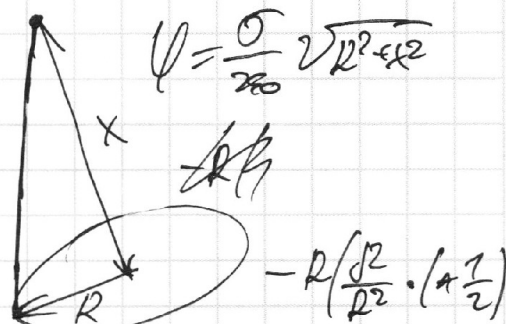
$$= -(R^2 + x^2)^{-\frac{3}{2}} R \delta R$$

$$\delta\varphi = \frac{2\pi\sigma R \delta R}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\delta\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{R \delta R}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$l' = 2R \delta R$$

$$\delta l = 2R \delta R$$



$$l = \sqrt{R^2 + x^2} + r \left(\frac{f^2}{R^2} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \right) \right)$$

$$\delta Q = \sigma \cdot 2\pi R \delta R$$

$$\delta\varphi = \frac{2\pi\sigma R \delta R}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\delta\varphi = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{R \delta R}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$l' = 2R \delta R$$

$$\delta l = 2R \delta R$$



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!

ЧЕРНОВИК

$$\frac{Mm}{M+m} = \frac{2}{3}m$$

$$\frac{3 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 10}{8 \cdot 24} = \frac{1}{3}$$

$$v_c = v_0 \cos\left(\omega t + \frac{v - 3v_c}{\mu g} \frac{v}{3}\right)$$

$$x_c = \frac{Mx_2 + mx_1}{M+m}$$

$$\frac{24 \cdot \frac{1}{6}}{2} = \frac{3}{2} = \frac{3}{2} \cdot v^2$$

$$\frac{kx_m^2}{2} = \frac{Mm}{M+m} \cdot \frac{v_m^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{k(M+m)}{Mm}}$$

$$v_c = \frac{Mv_2 + mv_1}{M+m}$$

$$v - 3v_c = \frac{\pi}{6}$$

$$3v_c = v - \frac{\pi}{6}$$

$$v_c = \frac{1}{3} - \frac{\pi}{18}$$

$$v = v_0 \cos(\omega t)$$

$$v_c = \frac{mv_1}{M+m} = \frac{v_1}{3}$$

$$4 - \frac{24 \cdot \frac{1}{6}}{3} = 3$$

$$v_c = \frac{v_m}{3}$$

$$v_c = v_0 \cos(\omega t)$$

$$\frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{24}} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{\pi}{18} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{kx_m^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} = \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

~~Rx02~~

$$Ma_2 = kx - \mu mg = \frac{1}{2}$$

$$\frac{k}{M+m} x_m^2 + \frac{v_m^2}{3} = v_0^2$$

$$ma_1 = \mu mg$$

$$\frac{2\sqrt{3}-1}{12}$$

$$a_1 = \mu g$$

$$a_2 = \frac{kx}{M} - \frac{1}{2}\mu g$$

$$\frac{2\sqrt{3}-1}{12}$$

$$T = t + \frac{v - v_m}{\mu g} = t + \frac{v - 3v_c}{\mu g}$$



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
 __ 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!

Черновик

$$\frac{nS_1}{3L} \cdot \left(\tau^2 - \frac{\tau^2}{9} \right) \cdot \frac{B_0}{\tau} + \frac{nS_1}{3L} \cdot \frac{2\tau^2}{9} \cdot \frac{2B_0}{\tau}$$

$$\frac{k}{M+m} x_m^2 + x_m^2, \quad \frac{k(M+m)}{3Mm} = v_0^2$$

$$\frac{nS_1 B_0 \tau}{2 \cdot L}$$

$$320$$

$$\frac{320}{360}$$

$$\frac{84}{9} \cdot \frac{11}{744}$$

$$\frac{44}{63}$$

$$3 \cdot 2 \cdot 3$$

$$24 \cdot (4 + 10 + 1)$$

$$75$$

$$\frac{2 \cdot 2}{24 \cdot 75} =$$

$$\frac{2 \cdot 2}{3}$$

$$L \dot{y} = nS \dot{B}$$

$$x_m = 2.2$$

$$x_m = \frac{2 \cdot 2.2}{3 \cdot 2.5} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2.2}{2.5} \text{ см}$$

$$\frac{4}{9} \cdot \frac{2}{5} = \frac{8}{45}$$

$$\frac{1}{9} = \frac{5}{45}$$

$$\frac{L \dot{y}}{\delta t} = \frac{nS \dot{B}}{\delta t}$$

$$k(M+m) \quad k(2M+m)$$

$$24 \cdot 3 + 86$$

$$350 \quad 370$$

$$\frac{310}{350} \cdot \frac{170}{140}$$

$$\frac{2 \cdot 3}{k \cdot 5} = \frac{6}{5k} = \frac{6}{5 \cdot 24} = \frac{2}{5 \cdot 9}$$

$$BS_n = L \dot{y}$$

$$24 \cdot \frac{2 \cdot 2.2}{9} = 92 \sqrt{\frac{2}{5}} - \frac{3}{2}$$

$$\frac{18 \sqrt{94} - 3}{2}$$