



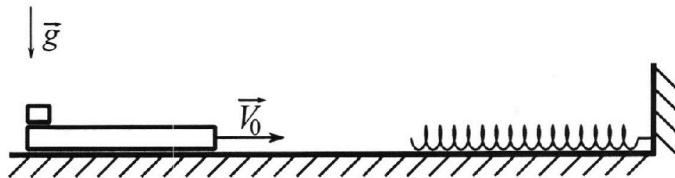
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок 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 жесткости $k = 27$ 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.

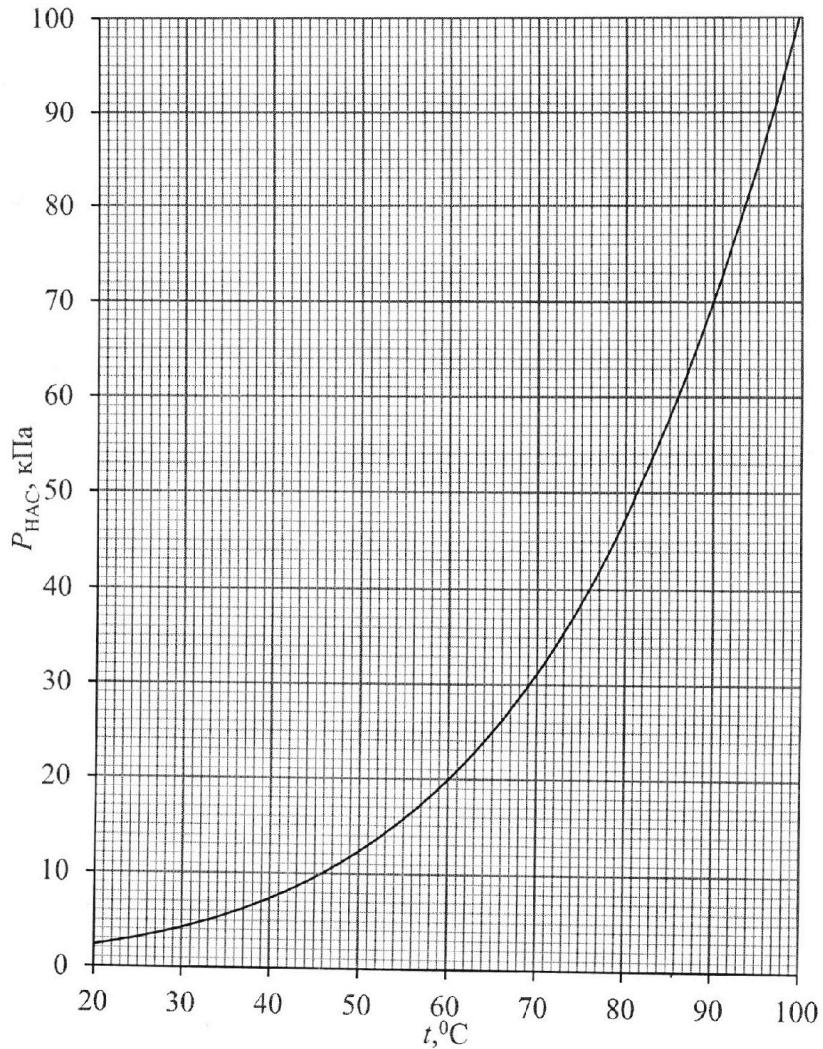


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\varphi_0 = 2/3$ (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 о пренебречь. Пар считать идеальным газом.





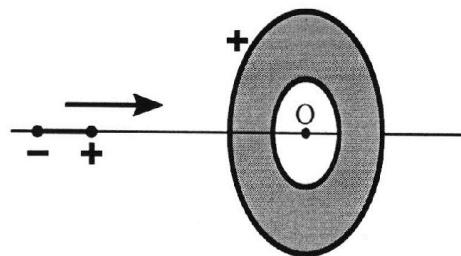
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

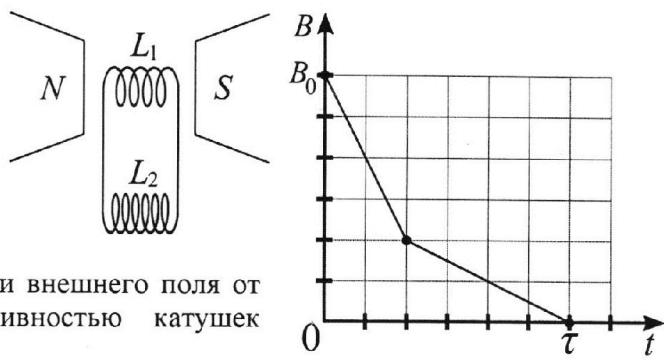
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



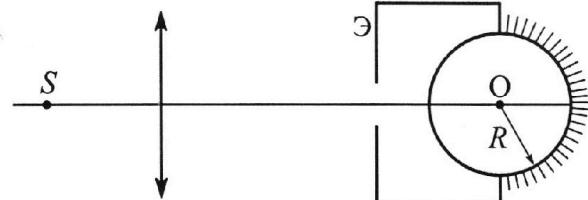
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 , удалённый 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

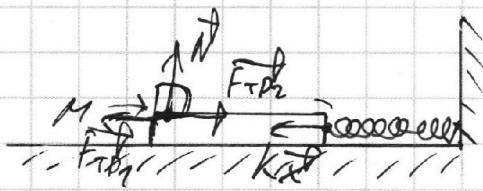


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!



Доказать движение
цифра 2, а другое
цифра 1

При $\begin{cases} m\alpha_1 = F_{TP1} \\ m\alpha_2 = kx - F_{TP2} \end{cases}$

$$F_{TP1} = F_{TP2} \Rightarrow m\alpha_1 = m\alpha_2$$

Чтобы началось относительное движение,
недостаточно $\alpha_1 > \alpha_2$

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

При $\begin{cases} \alpha_1 = \mu g \\ \alpha_2 = \frac{kx}{M} - \frac{m\mu g}{M} = \frac{kx}{M} - \frac{\mu g}{2} \end{cases}$

$$\mu g \geq \frac{kx}{M} - \frac{\mu g}{2}$$

$$\frac{kx}{M} \leq \frac{3}{2}\mu g$$

$$x \geq \frac{3\mu M g}{2k}$$

$$x \geq \frac{7}{3}m$$

Доказано относительное движение

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$$

При $(m+M)\ddot{x} = kx \Rightarrow \ddot{x} + x \frac{k}{m+M} = 0$



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!

$$\text{Поста} \quad v = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$T = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{2m}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{2}} \sqrt{\frac{M+m}{m}}} = 0.5\pi$$

~~Приложим~~ Найдём скорость доски и диска
из условия момента из Задачи:

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

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

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

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

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

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

$$t = \frac{\pi}{6} \text{ с}$$

Вспомним максимального скольжения

$v_2 = 0$, найдём скорость диска из Задачи из условия

В часо диска: В со статике;

$$\mu = \frac{Mm}{M+m} - \text{коэф. трения}$$

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

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

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



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**.

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

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!

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

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

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

тогда ускорение должно равен

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

Ответ: 1) $x = \frac{2}{3} \text{ м}$

2) $t > \frac{1}{6} \text{ с}$

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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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 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 $t_0 = 86^\circ\text{C}$ $p_{нас1} = 60 \text{ кПа}$

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

Конденсация начнётся в том мгновении, когда p_1 станет давлением насыщенностя 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

$$\frac{(p_0 - p_1)V_0}{T_0} = \frac{(p_0 - p_2)V}{T_2}, \text{ при } T_0 = 359 \text{ K}, T = 319 \text{ K}$$

$$\text{тогда } \frac{V}{V_0} = \frac{T(p_0 - p_1)}{T_0(p_0 - p_2)} = \frac{319 \cdot 140}{359 \cdot 140}$$

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

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

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 потенциал точки на радиусах
 x от отрицательного заряда радиуса R

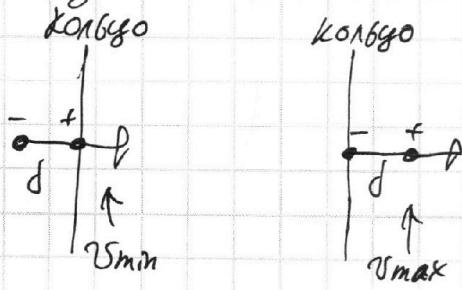
$$\delta\varphi = \frac{k\delta Q}{r}, \text{ где } \delta Q = 2\pi\sigma R \delta r, r = \sqrt{R^2 + x^2}$$

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

Очиска $\varphi = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{t^{-\frac{1}{2}} dt}{\sqrt{R^2 + t^2}}$

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

Здесь R_1 и R_2 - внутренний и внешний радиусы
ковыча соответственно



m - суммарная масса
заряда

f - заряд шарика
заряда

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{\sigma f}{2\epsilon_0} \left(\sqrt{R_2^2} - \sqrt{R_1^2} - \sqrt{R_2^2 + f^2} + \sqrt{R_1^2 + f^2} \right) \quad \text{Последний фактор}$$

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

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

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

Когда запись производится через единицу



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
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!

отверстия, существо земли вращалась -
ствия изогнув дугами скользящими
руды. тогда по ЗСЭ:

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

\Downarrow

$$v = 2v_0$$

также

$$\frac{\frac{4mv_0^2}{2}}{2} = \frac{mv_{min}^2}{2} + \frac{q\sigma l^2}{4\varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{4mv_0^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} + \frac{q\sigma l^2}{4\varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

здесь уравнение (1)

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q\sigma l^2}{4\varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

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!



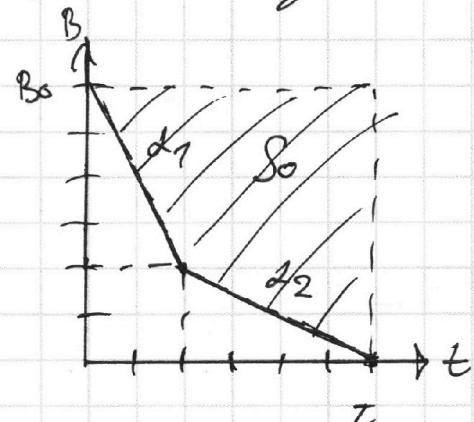
П.к. существующий постоянный поток
должен сохраняться, то получим

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

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

$$\delta q = S dt, \text{ где } S = \frac{n S_1}{3L} \alpha B$$

$$\text{тогда } \alpha B = 2 \alpha t$$



$$\text{тогда } d_1 = \frac{\frac{2}{3} B_0}{\frac{1}{3} \tau} = \frac{2 B_0}{\tau}; d_2 = \frac{\frac{1}{3} B_0}{\frac{2}{3} \tau} = \frac{B_0}{2\tau}$$

Решение для участка 1:

$$\delta q_1 = \frac{n S_1 d_1}{3L} t dt \Rightarrow q_1 = \frac{n S_1}{3L} \cdot \frac{2 B_0}{\tau} \cdot \frac{(\frac{t}{\tau})^2}{2}$$

*S_0 - защищенные
посуды*

$$q_1 = \frac{n S_1 B_0 t}{2 \pi L}$$

На участке 2:

$$\delta q_2 = \frac{n S_1 d_2}{3L} t dt + \frac{n S_1 d_1}{3L} \cdot \frac{\tau}{3} dt$$

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

*точка, ближайшая
к первому участку*

$$q = q_1 + q_2 = \frac{2 n S_1 B_0 t}{2 \pi L} \quad \text{то разр. шину сущесв. всех}$$

$$\sum \alpha B_i dt = S_0 = \frac{2 B_0 \tau}{3}$$

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

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



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

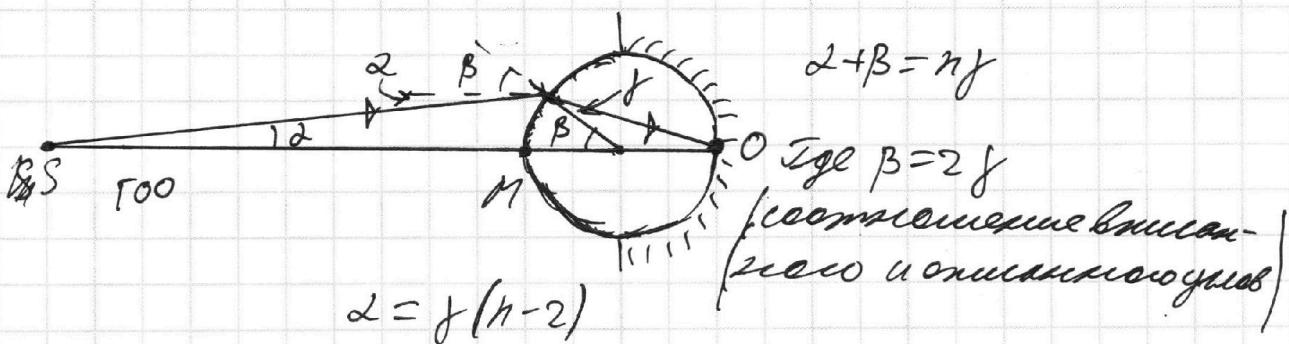
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

1) *М.к. показано изображение лс зеркал
от показателя преломления, то лучи
исходящие перпендикулярно поверхности
зеркала, а зеркальное изображение веса
человека. тогда $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = 3F$*

$$\text{т.к. } f = d + l \Rightarrow l = \frac{F}{3}$$

2) *Чтобы такое зеркало возможно, необходимо
следующий ход лучей:*



Также из-за малости угла

$$\frac{\alpha}{j} = \frac{sn}{mo} = \frac{2F - R}{2R} = \frac{\frac{3}{2}R}{2R} = \frac{3}{4}$$

Однако $\frac{\alpha}{j} = n - 2 \Rightarrow n = 5,5 \geq \frac{R}{2}$

$$\frac{\alpha}{j} = \frac{on}{sm} = \frac{2R}{2F - R} = \frac{2}{5}$$

$$\text{тогда } n = 2 + \frac{\alpha}{j} = \frac{12}{5} = 2,4$$

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



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**.

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

$$ac = \frac{m_{a2} + m_{a1}}{M_{fm}} \quad \alpha_2 + \frac{\mu g}{2} = \frac{kx}{M}$$

ЧЕРНОВИК

$$\Phi = B S_1 \cdot \left[ac = \frac{2}{3} \alpha_2 + \frac{\mu g}{3} \right] = \frac{kx}{M_{fm}} \cdot 6 \cdot \frac{2B_0}{3} \cdot \frac{T}{3} \cdot \frac{1}{8}$$

$$0 = \Phi_1 + \Phi_2 \quad \frac{hS_1}{3L} \cdot 6 \cdot \frac{2B_0}{3} \cdot \frac{T}{3} \cdot \frac{1}{8} = \frac{2B_0 T}{3}$$

$$L_1 \ddot{y}_0 - L_2 \ddot{y}_0 = -B_0 S_1 h$$

$$\ddot{y}_0 = \frac{B_0 h S_1}{L_2 - L_1} = \boxed{\frac{B_0 S_1 h}{3L}}$$

$$\frac{B_0 T}{9} \cdot \frac{2hS_1}{L}$$

$$\boxed{\frac{2hS_1 B_0 T}{9}}$$

$$\delta q = \dot{y} dt$$

$$L_1 \ddot{y} = \frac{\alpha B h S_1}{3L}$$

$$\alpha B = \alpha t \quad \frac{hS_1}{3L} \cdot \frac{B_0}{3} \cdot \frac{T}{3}$$

$$\delta q = \frac{hS_1}{3L} \cdot \alpha B dt = \frac{hS_1}{3L} \alpha t dt$$

$$\frac{hS_1}{3L} \cdot \frac{B_0}{2T} \cdot \frac{1}{2} \left(T^2 - \frac{T^2}{9} \right) + \frac{hS_1}{3L} \cdot \frac{2B_0}{T} \cdot \frac{2T^2}{9}$$

$$\boxed{\frac{8hS_1^2}{9}}$$

$$2 \left(\frac{h^2}{2} - \frac{h^2}{8T^2} \right)$$

$$\frac{hS_1 B_0}{3L} \left(\frac{\frac{2}{9}T^2}{\frac{2T}{9}} + \frac{2}{\frac{2T}{9}} \cdot \frac{2T^2}{9} \right)$$

$$\frac{6T}{9} = \frac{2T}{3}$$

$$\boxed{\frac{2hS_1 B_0 T}{9L}}$$

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.



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

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

ЧЕРНОВИК

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

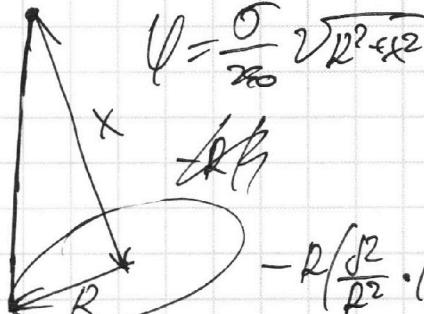
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{R^2} = \frac{1}{F}$$

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

$$A - A - R \cancel{\left(R + \frac{2f}{R} \right)} + r \cancel{\left(r + \frac{2f}{R} \right)} = \left(\frac{r}{F} - \frac{1}{a} \right)^{-1}$$

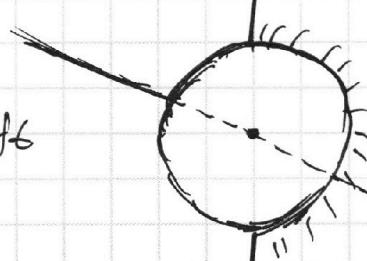
$$R = \frac{F}{3}$$

$$2f - 2f = 0$$



$$-R \left(\frac{f^2}{R^2} \cdot \left(+\frac{1}{2} \right) \right)$$

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



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

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

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

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

$$l = \sqrt{R^2 + x^2}$$

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

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

$$t \delta Q = \frac{K}{S} = d$$

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

$$\delta t = 2R \delta R$$

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

$$\delta t = 2R \delta R$$

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

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

$$\delta t = 2R \delta R$$



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**.

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

ЧЕРНОВИК

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

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

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

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

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

$$\frac{kx_2}{2} = \frac{Mm}{M+m} \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$\int x = v_0 t$$

$$v - 3v_c = \frac{v_0}{6}$$

$$3v_c = v_0 - \frac{v_0}{6}$$

$$3v_c = v_0 - \frac{v_0}{6}$$

$$v_c = \frac{v_0}{2} - \frac{v_0}{18}$$

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

$$v_c = \frac{v_0}{M+m} = \frac{v_0}{3}$$

$$4 - \frac{\frac{24 \cdot \frac{1}{2}}{3}}{3} = 3$$

$$v_c = \frac{v_0}{3}$$

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

$$\frac{v_0}{18} = \frac{1}{6}$$

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

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

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

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

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

$$ma_1 = \mu mg$$

$$\cancel{\frac{v_0}{6}} - \frac{1}{72}$$

$$a_1 = \mu g$$

$$\frac{2\sqrt{3}-1}{72}$$

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

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

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**.



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

$$\frac{hS_1}{3L} \cdot \left(\tau^2 - \frac{\tau^2}{9}\right) \cdot \frac{B_0}{\tau\tau} + \frac{hS_1}{3L} \cdot \frac{2\tau^2}{9} \cdot \frac{2B_0}{\tau} \cdot \frac{\frac{hS_1}{3L} \cdot \frac{2B_0}{\tau}}{\cancel{\tau}} \cdot \frac{\tau^2}{9} = \frac{320}{360}$$

$$\frac{k}{M+m} x_m^2 + x_m^2 \cdot \frac{k(M+m)}{3Mm} = \omega^2 \quad \boxed{hS_1 B_0 C}$$

$$x_m^2 = \omega^2 \cdot \frac{3Mm(M+m)}{k(M+5Mm+m^2)} \quad \frac{84}{9} \cdot \frac{11}{744} = \frac{44}{63}$$

$$\frac{3Mmk + k(M+m)^2}{3Mm} \quad x_m = 2 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 3}{24 \cdot (M+5Mm+m^2)}} = 75$$

$$dq = \frac{hS_1}{3L} \text{ отб} \quad \delta\varphi = hS \delta B$$

$$\frac{L \delta y}{\delta t} = \frac{\delta\varphi}{\delta t} \quad x_m = 2 \cdot 2 \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{24 \cdot 75}} =$$

$$L \delta y = h S \delta B \quad \boxed{\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \text{ см}}$$

$$P_{\text{наст}} = 60 \text{ кН/м} \quad x_m = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{5}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \text{ см}$$

$$(P_1 = \varphi_0 P_{\text{наст}} = 40 \text{ кН/м})$$

$$L \delta y = h S \delta B \quad \frac{4}{9} \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{45} \quad \frac{1}{9} > \frac{5}{45}$$

$$\frac{L \delta y}{\delta t} = \frac{h S d\beta}{\delta t} \quad k M \delta \tau \text{ и } (2M+m) \quad 273 \text{ кг/м} \quad 359 \quad 370$$

$$\frac{319}{359} \cdot \frac{770}{740} = \frac{2 \cdot 3}{k \cdot 5} = \frac{6}{5k} = \frac{6}{5 \cdot 24} = \frac{2}{5 \cdot 9}$$

$$BS_h = L \delta y \quad \frac{273 \cdot \frac{770}{740} \sqrt{\frac{2}{5}}}{8} = 2\sqrt{\frac{2}{5}} - \frac{3}{2}$$

$$BS_h = L \delta y \quad \frac{18\sqrt{0,4} - 3}{2}$$