



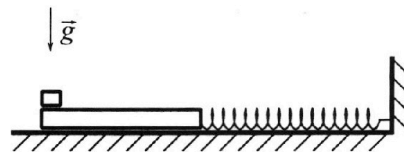
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, прикрепленная 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.

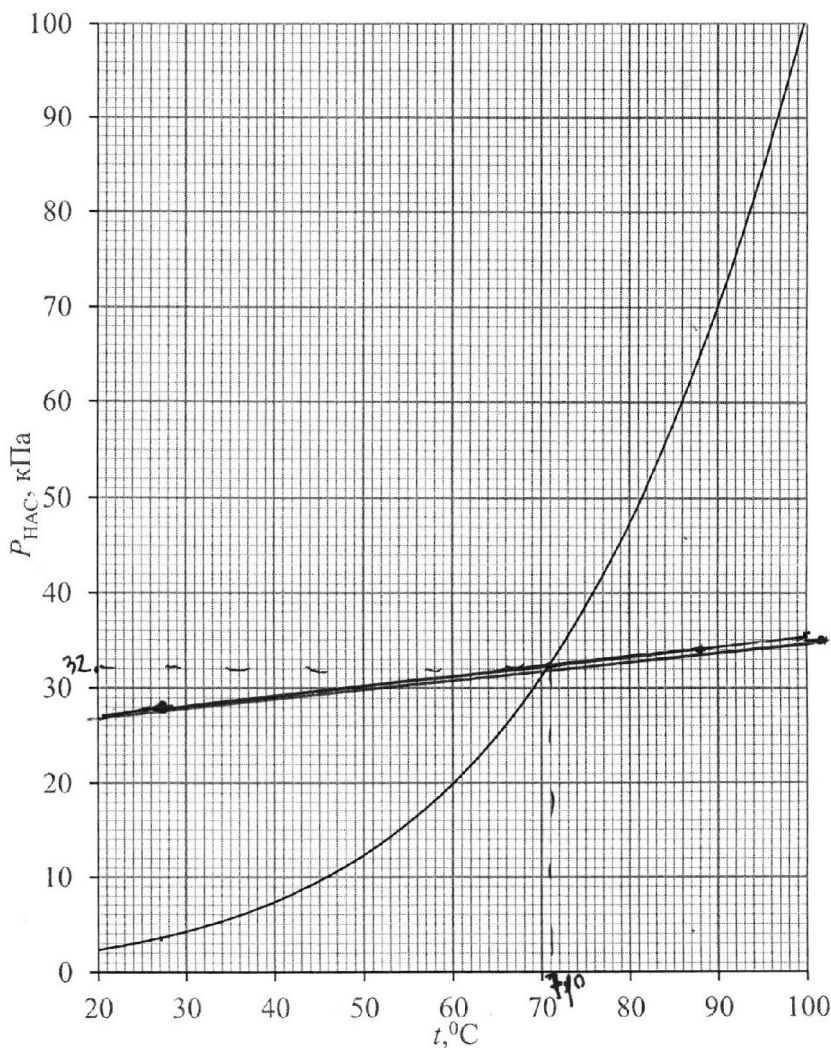


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 га за можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





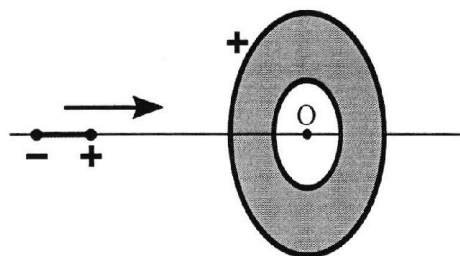
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

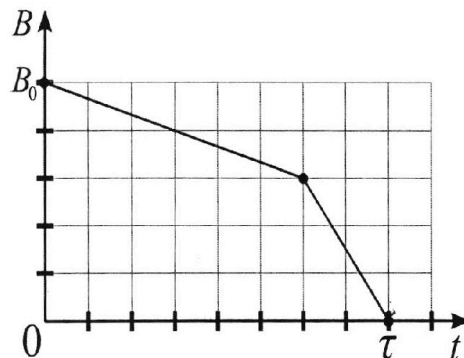
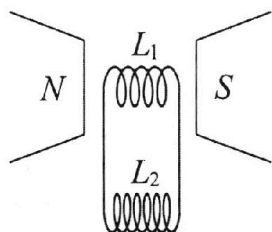


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



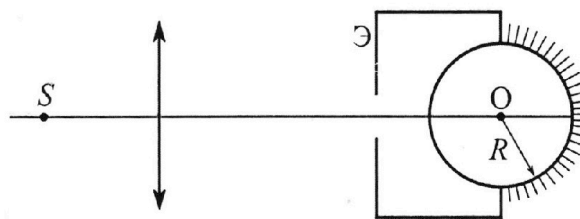
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , 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.



СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!

Ответ: 1) $x = \frac{2\mu mg}{k}$

$x = 8 \text{ см}$

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

$a_0 \approx 6 \text{ м/с}^2$

3) $v = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \mu g \cdot \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1}$ $v \approx \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$



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
3 из 4

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!

$$\begin{cases} x_2 = \frac{MgM\pi}{2K} \cdot \cos\sqrt{\frac{K}{M}}t + \frac{Mmg}{K} \\ v_2 = -\sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{\pi}{2} Mg \cdot \sin\sqrt{\frac{K}{M}}t \\ a_2 = -\frac{\pi}{2} Mg \cos\sqrt{\frac{K}{M}}t \end{cases}$$

I. Относительное удлинение пружины равно 0. $a_2 = -Mg$

$$\frac{\pi}{2} = \cos\sqrt{\frac{K}{M}}t$$

$$x = \frac{MgM\pi}{2K} \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{Mmg}{K}$$

$$x = \frac{2Mmg}{K}$$

II. $a_2(t) = a_0$

$$a_0 = |a_2(t)| = \frac{\pi}{2} Mg$$

III. $a_2 = -Mg$ $\frac{\pi}{2} = \cos\sqrt{\frac{K}{M}}t$

$$\sqrt{1 - \frac{\pi^2}{4}} = \sin\sqrt{\frac{K}{M}}t$$

$$v_1 = |v_2(t)| = \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{\pi}{2} Mg \cdot \sqrt{1 - \frac{\pi^2}{4}} = \sqrt{\frac{M}{K}} Mg \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1}$$



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 4

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!

$$x_2 - \frac{Mmg}{K} = \left(x_0 - \frac{Mmg}{K}\right) \cos \omega t \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$x_2 = \left(x_0 - \frac{Mmg}{K}\right) \cos \omega t + \frac{Mmg}{K}$$

$$v_2 = -\omega \left(x_0 - \frac{Mmg}{K}\right) \sin \omega t$$

$$a_2 = -\omega^2 \left(x_0 - \frac{Mmg}{K}\right) \cos \omega t$$

В момент когда $a_2 = 0$ относительное удлинение пружины по сути прекращается

$$a_2(t) = 0 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$a_2(t) = 0 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$v_1 = a_1$$

$$v_1 = Mg \cdot \frac{\pi}{2\omega}$$

$$v_1 = a_1 t = Mg \cdot \frac{\pi}{2\omega}$$

Итого

$$v_1 = v_2(t) \quad - \frac{Mg \pi}{2\omega} = -\omega \left(x_0 - \frac{Mmg}{K}\right) \cdot \lim_{t \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\pi}{2}$$

$$x_0 = \frac{Mg \pi}{2\omega^2} + \frac{Mmg}{K}$$

$$x_0 = \frac{Mg \pi M}{2K} + \frac{Mmg}{K}$$

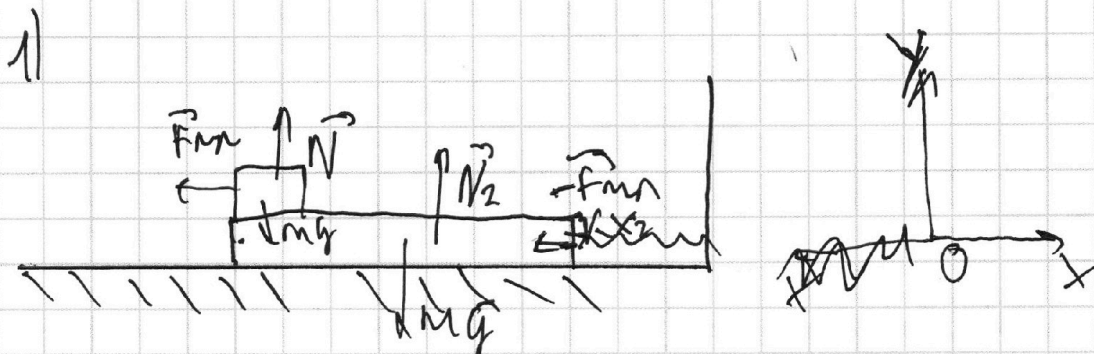


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!



Известное ускорение доски $\Rightarrow$ mg (иначе бы относительное движение бруска и груза не началось). Тогда брусок начнет двигаться влево относительно доски $\Rightarrow$ сила трения на доску направлена вправо

2-й брусок ОУ: $mg = N$

$$\text{Ох: } ma_1 = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$$a_1 = \mu g$$

$$\text{2-й доска: Ох: } Ma_2 = -kx + \mu mg$$

$$\rightarrow \frac{M}{k} a_2 + (x - \frac{\mu mg}{k}) = 0$$

уравнение гармонических колебаний с

$$\text{нач. значениями } x_2(0) = x_0, v_2(0) = 0 \Rightarrow x_2 - \frac{\mu mg}{k}$$

изменяется по закону косинуса



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.

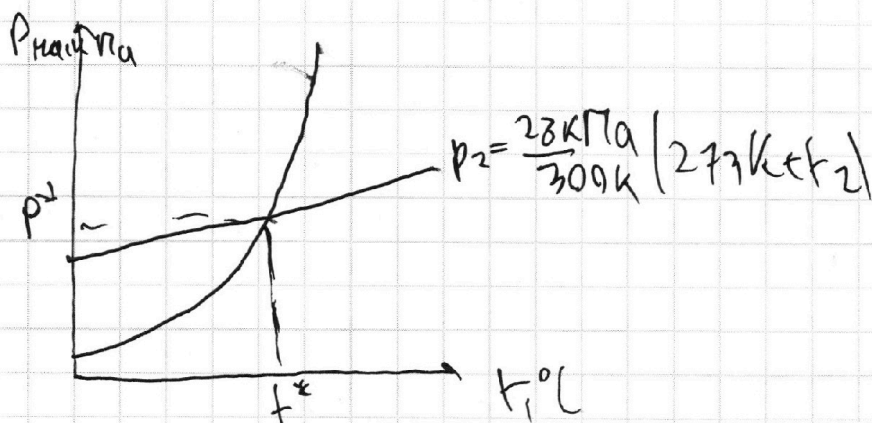


СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Из-за $p_2 = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} (273 \text{ К} + t_2)$ соответствует
точке в кот-ой вся вода испарилась.

Построим эту прямую на графике
 $p_{\text{нас}}(t)$ и найдем (!) пересечения.



$$t^* = 71^\circ\text{C} \quad p^* = 32 \text{ кПа}$$

$$3) \quad p_3 V = \frac{8mn}{V} RT \quad p^* V = \frac{8mn}{V} R T^*$$

$$p_3 = \frac{T}{T^*} \cdot p^*$$

$$p_3 = \frac{T}{T^*} \cdot p^*$$

$$\eta = \frac{p_3}{p_{\text{нас}}(T^*)}$$

$$\eta = \frac{T p^*}{T^* (p_{\text{нас}}(T^*))}$$

$$\eta = \frac{363 \text{ К}}{344 \text{ К}} \cdot \frac{32}{70}$$

$$\eta = \frac{726}{1509}$$

$$\eta \approx 48\%$$

$$\text{Ответ: } 1) 8$$

$$2) 71^\circ\text{C}$$

$$3) \eta = 48\%$$



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!

1) $M_b = 7m_n$

В конце вся вода испарилась: $m_{n2} = M_b + m_n$

$$m_{n2} = 8m_n$$

$$\frac{m_{n2}}{m_n} = 8$$

2) Уравнение И-К:

$$p_0 V = \frac{m_n}{M} R T_0 - \text{начальное состояние}$$

$$p_2 V = \frac{m_{n2}}{M} R T_2 - \text{состояние, при котором вся вода испарилась}$$

$$\frac{p_0}{p_2} = \frac{T_0}{8T_2}$$

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{8p_0}{T_0}$$

$$T_0 = 273\text{K} + 27\text{K} = 300\text{K} \quad p_0 = 3,5\text{кПа}$$

↑
давление насыщенного пара при температуре $t_0 = 27^\circ\text{C}$

$$p_2 = \frac{8 \cdot 3,5\text{кПа}}{300\text{K}} \cdot (273\text{K} + t_2)$$

$$p_2 = \frac{28\text{кПа}}{300\text{K}} (273\text{K} + t_2)$$



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.

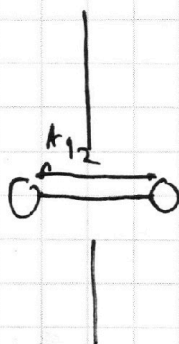
☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{3}$$

1) В центре диска (исход. из симметрии $E_x = 0$) $\Rightarrow$ работа по перемещению заряда в любом направлении $A_{12} = 0$



ка в любом направлении
функция $A_{12} = 0$

$\Downarrow$

Пол диска совершено
равно по модулю

но разно по направлению $\Rightarrow \sum A = 0$

$\Downarrow$

$$\Delta W_k = 0$$

$$V = V_0$$

Ответ: 1) $V = V_0$

$$2) \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{3}$$



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
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!

Найдем минимум потенциальной

энергии: $f=0$ $f = \left(\frac{R^1}{x}\right)^2$

$$\frac{R^2}{(R^2+1)^{3/2}} - \frac{r^2}{(r^2+1)^{3/2}} = 0$$

$$R^{4/3} (r^2+1) = r^2 R^{4/3}$$

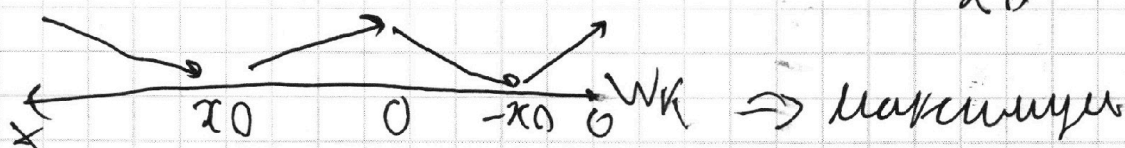
$$= r^{4/3} (R^2+1)$$

$$f = \left(\frac{R^2 r^{4/3} - R^{4/3} r^2}{R^{4/3} - r^{4/3}} \right)$$

$$f_0 = \frac{R^{4/3} - r^{4/3}}{R^2 r^{4/3} - R^{4/3} r^2}$$

$$f_0 = \left(\frac{1}{x_0}\right)^2$$

при $x_0 \rightarrow 0$ $f \rightarrow \infty$ не соответствует минимуму потенциальной энергии x_0



максимум кинетической энергии на дисконтинуальности.

$$2) V_{max} = V_0$$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_{min}^2}{2} = E \cdot q_m$$

$$E \cdot q = \frac{mV_0^2}{2}$$

← 7 в первом случае

$$\frac{V_{min}^2}{2} = \frac{V_0^2}{2} - \frac{V_0^2}{6}$$

$$V_{min} = \frac{V_0}{\sqrt{3}}$$

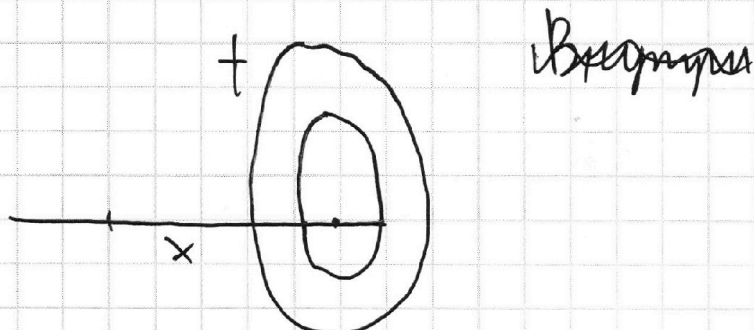


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



Определим потенциал (1) создаваемый
поверхностью

$$d\varphi = \frac{\sigma dr - 2\pi r K}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$



$$\varphi = \int_0^R \frac{\sigma dr}{\sqrt{x^2 + r^2}} = 2\pi K \sigma (\sqrt{R^2 + x^2} - \sqrt{r^2 + x^2})$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} = 2\pi K \sigma \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + x^2}} \right)$$

$$F = -\frac{dE}{dx} \rho \text{ — радиальный ток}$$

$$F = 2\pi K \sigma \rho \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + x^2}} \right)$$

$$F = 2\pi K \sigma \rho \cdot x^{-3} \left(\frac{R^2 dx}{(\frac{R^2}{x^2} + 1)^{3/2}} - \frac{r^2}{(\frac{r^2}{x^2} + 1)^{3/2}} \right)$$



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!

~~q = \frac{n S_1}{13 L} \int_0^L B_{\text{eff}} dx~~

$$\int_0^L B_{\text{eff}} dx = \int_0^L B_0 \left(1 - \frac{x}{L}\right) dx = B_0 \left[x - \frac{x^2}{2L} \right]_0^L = B_0 \left(L - \frac{L}{2} \right) = B_0 \frac{L}{2}$$

↑
количество витков
на участке

$$q = \frac{n S_1}{13 L} \left| B_0 \frac{L}{2} - B_0 \frac{L}{2} \right| = \frac{n S_1 B_0}{13 L}$$

См. в. $I_0 = \frac{n S_1 B_0}{13 L}$

$$q = \frac{n S_1 B_0}{13 L}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 из 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!

$$1) \mathcal{E}_i = - \frac{d\varphi}{dt} = - \frac{n S_1 dB}{dt}$$

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

$$- n S_1 dB = 13L dI \quad \text{проинтегрируем}$$

$$- n S_1 \Delta B = 13L \Delta I$$

$$I_0 = \frac{n S_1 B_0}{13L}$$

$$2) - n S_1 (B - B_0) = 13L I$$

$$\frac{(B_0 - B) n S_1}{13L} = I$$

$$dq = I dt \quad (B_0 - B) dt \cdot \frac{n S_1}{13L} = I dt = dq$$

$$q = \int_0^T \frac{n S_1}{13L} (B_0 - B) dt = \frac{n S_1}{13L} (B_0 T - \int_0^T B dt)$$

по значению $B(t)$



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.

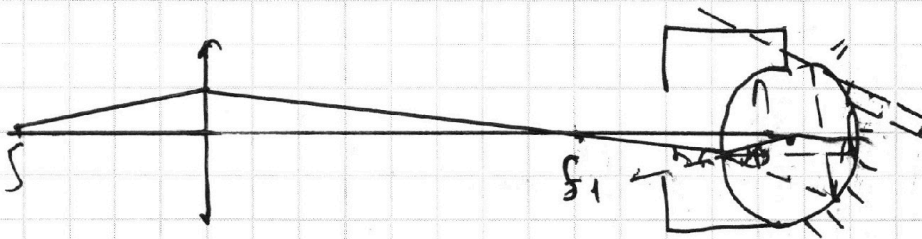
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

1. Предположим, что изображение источника в собирающей линзе расположено не в центре шара;

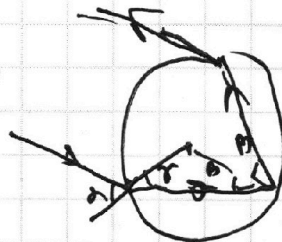


Законом преломления $n_1 h = n_2 h'$

По условию при $n_1 = n_2$ изображение в системе совпадает с самим источником

$\Rightarrow$ луч вышедший из шара совпадает с лучом вошедшим в шар с точностью

до направления
из обратности
хода лучей



Но такое возможно только при $\delta \leq 0$

$\delta = 0 \Rightarrow$

изображение от первой линзы расположено в центре шара

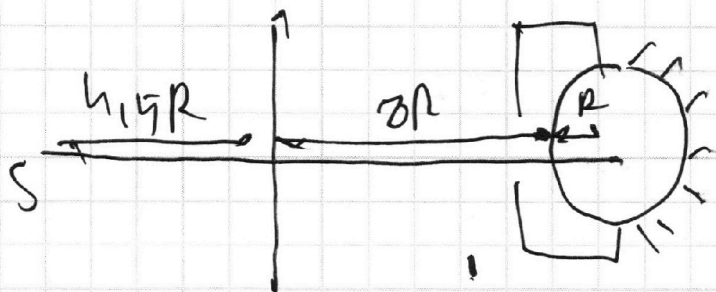


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$d = 4.5R \quad f = 9R \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{R} \quad (f = 3R)$$

$$f = \frac{fd}{d+f}$$



$$l = R \cdot \cos 2\alpha \approx R$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} l = R \lim_{\alpha \rightarrow 0} \cos 2\alpha \Rightarrow l \approx R$$

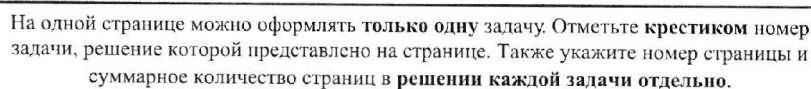
Для продолжения решения задачи необходимо
из центра точки провести через S_2 и S_1
в дальнейший пункт в S_1 .

$$\gamma = 2\alpha - \beta \quad h = (1+R) \tan \alpha = (1+2R) \tan \gamma$$

$$2R \beta \approx 3R \gamma \quad \gamma = \beta(2-n) \quad 2R = 3\gamma \quad 2 = 3(2-n)$$

$$n = \frac{4}{3}$$

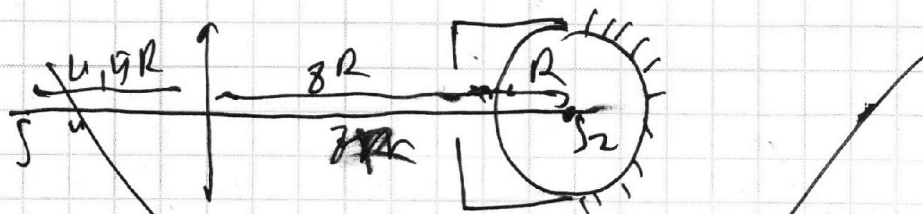
Answer: $f = 3R$
 $n = \frac{4}{3}$



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!

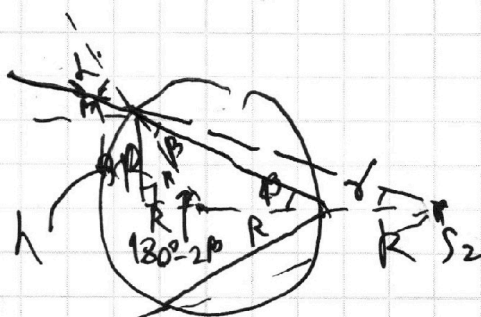
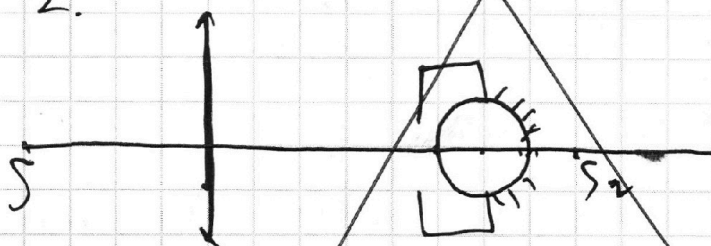


~~$d = 4,9R$~~ ~~$f = 9R$~~ ~~$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{R}$~~

$$F = \frac{415R \cdot 9R}{9R + 415R}$$

$$F = 3R$$

2.



2. Для 2-го периода в-вм отпущения

$$\sin 2 = 1 \sin 0$$

$$d = n p$$

Аналогично

Мира/Воннегуэра из Мира должно быть
проходить через 52. ~~10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52.~~

$$h = 2R \cdot \tan \beta = 3R \cdot \tan \gamma$$

[illegible]

$$2R \approx 3R \quad 2R \approx 3R \quad \gamma = 2R - 1 = (2-1)R$$

$$2p = 3(2-n)p \quad n = 2 - \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

Gruben: $1F = 3R$
 $2H = \frac{4}{3}$

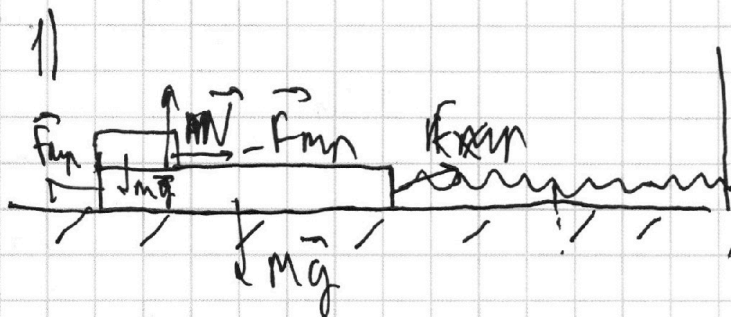


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\sqrt{\frac{g}{4-1}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$\frac{11\sqrt{5}}{10} = 2v \quad 0,4 \cdot \sqrt{5}$$

Изначальное ускорение доски $\rightarrow m\vec{g}$ (массе
бы относительное движение блока и груза
и не происходило бы). Тогда $2 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$

$$\sqrt{\frac{4}{100}} \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$$

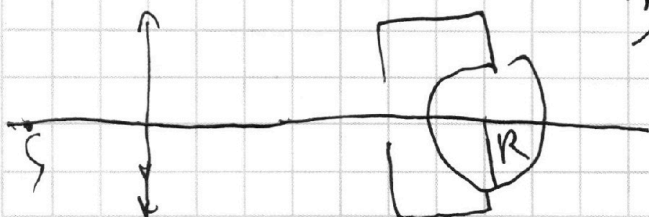
χ -ие колебаний с нач. энергией

$$\chi_2(q) = 2q$$

$$V_2(q) = 0 \Rightarrow \text{на } \chi_2 - \frac{11m\vec{g}}{k} \text{ по закону Гука}$$

$$\chi = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} = \frac{8}{100} = 0,1$$

$$\frac{3}{2} = 0,4 \cdot 10 = 4 \cdot \frac{3}{2} = 6$$





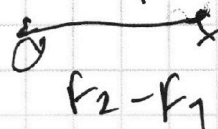
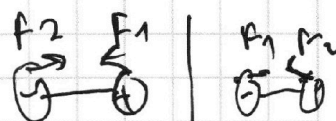
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 4

$$\frac{n S_1 dB}{dt} = \mu_0 L \frac{dI}{dt}$$

~~10/10~~

$$\mu_0 n S_1 I = \mu_0 L \Delta I$$

180° - 2B F1 - F2

$$I_0 = \frac{\mu_0 n S_1}{\mu_0 L}$$

$$I = \frac{dq}{dt}$$



$$\mu_0 S_1 dB = \mu_0 L dI$$

3x6

$$\mu_0 S_1 (B_0 - B) = \mu_0 L I$$

$$\mu_0 S_1 \int_0^T (B_0 - B) dt = \mu_0 L q$$

$$q = \frac{m_0 T}{\mu_0 h}$$

$$\frac{m_0}{h} \cdot \frac{T}{2} (2 + 6 + 4) = \frac{\mu_0}{\mu_0} m_0 T = \mu_0 L q$$



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!

$$\chi_2 = \frac{Mmg}{K} + \frac{\pi}{2} Mg \frac{M}{K} \cdot \frac{2}{\pi} = 2MMg$$

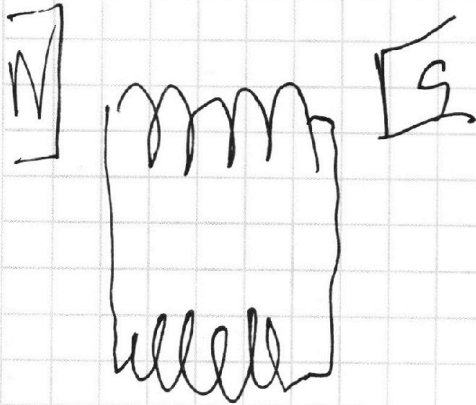
$$1) \chi_2 = 2MMg$$

$$2) a_2 = \frac{\pi}{2} Mg \approx \frac{3}{2} Mg$$

$$3) v_2 = -\sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot Mg \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}$$

$$\pi \sim 3$$

$$v_2 \approx \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{3}{2} \cdot Mg$$



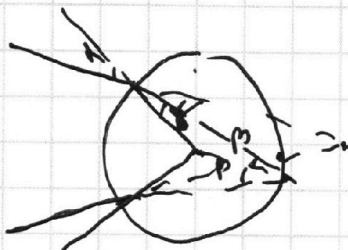
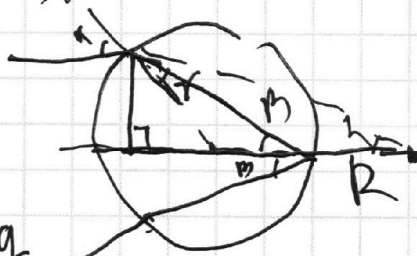
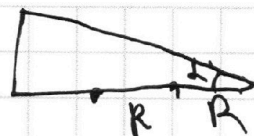
$$L \frac{d\varphi}{dt} =$$

$$q_1 = \frac{d\varphi}{dt} = L \frac{d\Gamma}{dt}$$

$$q_i = \frac{N S_1 \cdot dA}{dt}$$

$$= (L_1 + L_2) \frac{d\Gamma}{dt}$$

$$\left(\frac{3}{5} L_1 + \frac{2}{5} L_2 \right) \frac{d\Gamma}{dt} = \frac{3}{5} L_1 \frac{d\Gamma}{dt} + \frac{2}{5} L_2 \frac{d\Gamma}{dt}$$





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!

$$1) V_{\text{верт}} = \omega r$$

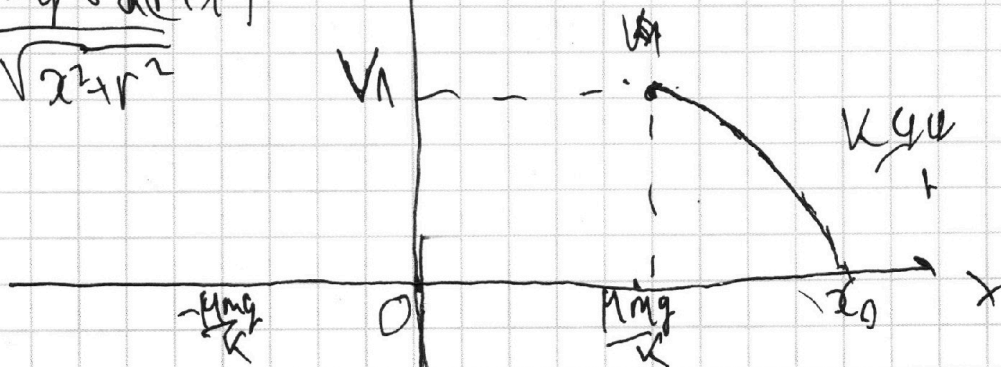
$$W = \frac{k q_1 q_2}{\sqrt{x^2 + r^2}} \cdot 2\pi r \cdot \frac{1}{\left(\frac{r^2}{x^2} + 1\right)^{\frac{3}{2}}} \cdot 2 \frac{B}{x} \cdot \frac{1}{x^2}$$

$$\left(\frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}\right)' = \frac{1}{\sqrt{r^2 + x^2}} = W = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x_{\text{мин}} = x_0$$

$$W = \int \frac{k q_1 q_2 \cdot 2\pi r \cdot d\left(\frac{B}{x}\right)}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$

$$W = \int_0^R \frac{2\pi k q_1 q_2 \cdot d(r^2 x^2)}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$



$$W = 2\pi k q_1 q_2 \sqrt{x^2 + r^2} \Big|_0^R$$

$$\frac{dW}{dE} = W = 2\pi k q_1 q_2 (\sqrt{R^2 + x^2} - \sqrt{r^2 + x^2})$$

$$x - \frac{m g}{k} = \left(x_0 - \frac{m g}{k}\right) \cos \omega t$$

$$x = x_0 \cos \omega t \quad x - \frac{m g}{k} = \left(x_0 - \frac{m g}{k}\right) \cos \omega t$$

$$x_0 = \left(x_0 - \frac{m g}{k}\right) \cos \omega t + \frac{m g}{k}$$

$$a_0 = -\omega^2 \left(x_0 - \frac{m g}{k}\right) \cos \omega t = m g$$



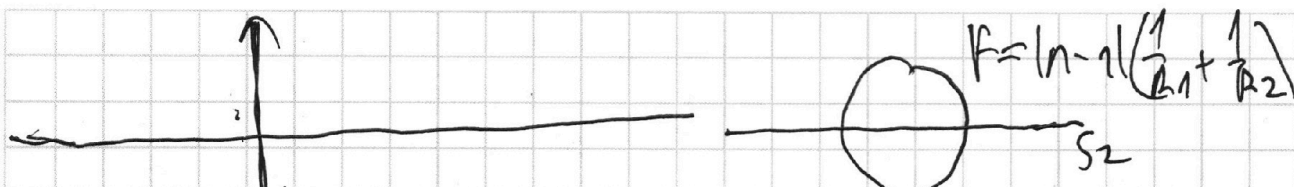
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$a_2 = \omega^2 \left(\pi g - \frac{Mm}{K} \right) \cos \omega t + \pi g$$

$$q_1 = Mg$$

$$a_2 = \frac{K}{M} \left(\frac{\pi}{2} Mg \frac{M}{K} \right) \cdot \cos \omega t$$

$$a_2 = \frac{\pi}{2} Mg \cos \omega t$$

$$a_2 = \frac{\pi}{2} Mg \cos \sqrt{\frac{K}{M}} t$$

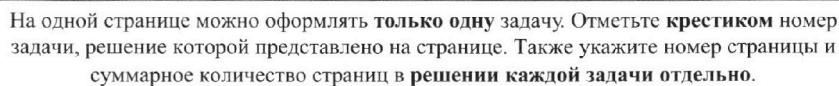
$$2) q_2 = \frac{\pi}{2} Mg$$

$$a_2 = \frac{\pi}{2} Mg \cos \sqrt{\frac{K}{M}} t$$

$$x_2 = \frac{\pi}{2} Mg \cdot \frac{M}{K} \cdot \cos \sqrt{\frac{K}{M}} t + \frac{Mm}{K}$$

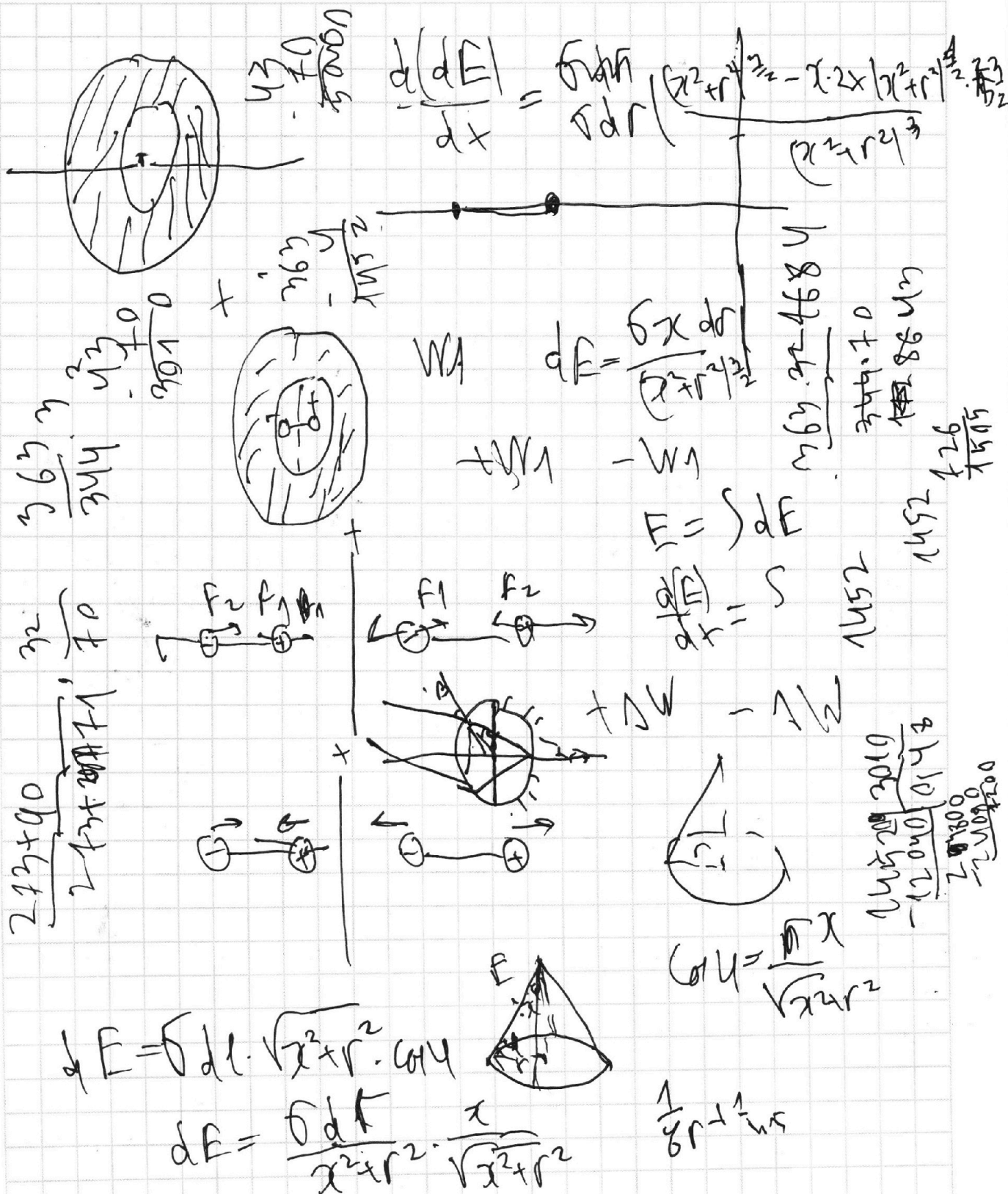
$$v_2 = -\sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{\pi}{2} Mg \sin \sqrt{\frac{K}{M}} t$$

$$A. T: \frac{\pi}{2} Mg \cos \left(\sqrt{\frac{K}{M}} T \right) = Mg \left(\sqrt{\frac{K}{M}} T = \arccos \frac{2}{\pi} \right)$$



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
☐

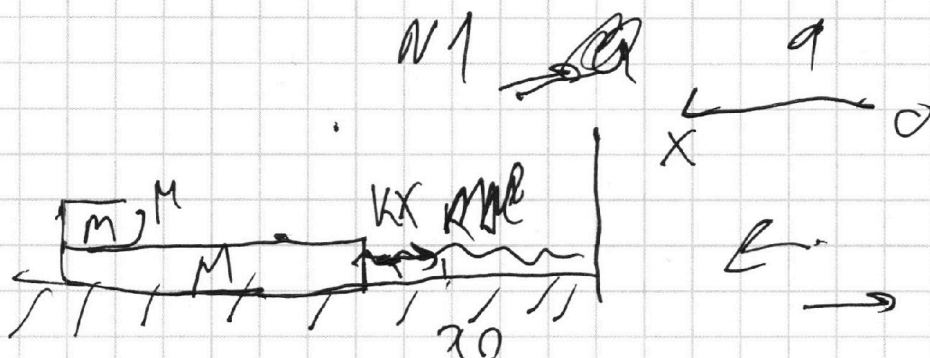
5
☐

6
☐

7
☐

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!



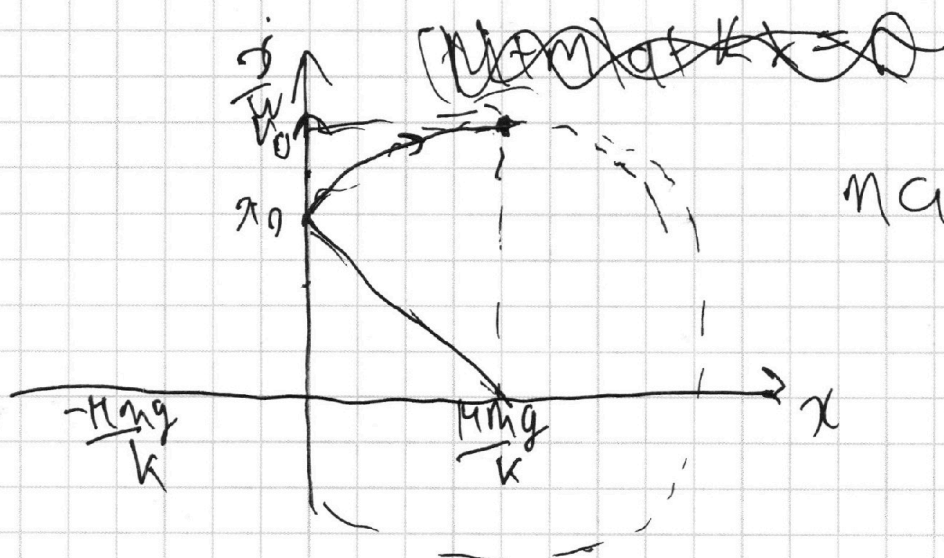
В начале: $Ma = kx$

$$Ma + kx - mgy = 0$$

$$Ma - kx + mgy$$

$$ma = -mgy$$

$$a = \frac{m}{k}$$



$$ma + kx = mgy$$

$$ma + kx = mgy$$

$$\frac{m}{k}a + (x - \frac{mgy}{k}) = 0$$

$$V_{01} = V_{02} = 0$$

$$V_{01} = mgy$$

$$W = \sqrt{\frac{k}{m}}$$



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!

$$x_0^2 = V_1^2$$

$$W = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\left(x_0 - \frac{m \cdot g}{k}\right)^2 + \frac{V^2}{W^2} = \left(x_0 - \frac{m \cdot g}{k}\right)^2$$

$$x_0$$

$$\frac{W \cdot M}{k}$$

$$a = m \cdot g$$

$$\frac{V^2}{W^2} = \left(x_0 - \frac{m \cdot g}{k}\right)^2$$

$$V^2 = \left(x_0 - \frac{m \cdot g}{k}\right)^2 \cdot \frac{k}{m}$$

$$V = \left(x_0 - \frac{m \cdot g}{k}\right) \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = m \cdot g \cdot t$$

$$t = \frac{\pi}{2W} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x_0 = m \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{m \cdot g}{k}$$

$$x_0 = \frac{\pi}{2} M g \frac{m}{k} + \frac{m \cdot g}{k}$$

$$x_0 = \frac{m \cdot g}{k} \left(\frac{\pi}{2} M + m \right)$$



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!

$$W = 2\pi k q_0 b \left(\sqrt{R^2 + x^2} - \sqrt{r^2 + x^2} \right) \quad \left. \begin{array}{l} V = V_0 \\ 1 \end{array} \right\}$$

$$E = \frac{dW}{dx} = 2\pi k b \cdot x \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + x^2}} \right) \quad E = 0$$

~~$$\frac{dE}{dx} = 2\pi k b \left(\frac{1}{r^2 + x^2} - \frac{1}{R^2 + x^2} \right) \cdot x \cdot 2 \left(\frac{1}{(r^2 + x^2)^{3/2}} - \frac{1}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \right)$$~~

~~$$\frac{dE}{dx} = 2\pi k b \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + x^2}} \right) \left(\frac{1}{x} \left(R^{4/3} \cdot r^2 - r^{4/3} \cdot R^2 \right) = R^{4/3} - r^{4/3} \right)$$~~
$$x^2 = \frac{R^{4/3} r^2 - r^{4/3} R^2}{R^{4/3} - R^{4/3}}$$

$$\frac{dW}{dx} = 2\pi k b \left(\frac{1}{\left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1} - \frac{1}{\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 1} \right)$$

~~$$\frac{dW}{dx} = 2\pi k b \left(\frac{1}{\left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1} - \frac{1}{\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 1} \right) \left(\left(\frac{R}{x}\right)^2 \right)' = \frac{-2R^2}{x^3}$$~~

$$\frac{dE}{dx} = 2\pi k b \left[\frac{R^2}{x^3} \frac{1}{\left(\left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1\right)^{3/2}} - \frac{r^2}{x^3} \frac{1}{\left(\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 1\right)^{3/2}} \right]$$

$$\frac{dW}{dx} = \frac{2\pi k b}{x^3} \left(\frac{R^2}{\left(\left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1\right)^{3/2}} - \frac{r^2}{\left(\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 1\right)^{3/2}} \right)$$

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

$$R^{4/3} \left(\left(\frac{R}{x}\right)^2 + 1 \right) = r^{4/3} \left(\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 1 \right)$$

$$z = \frac{6-n}{3}$$