



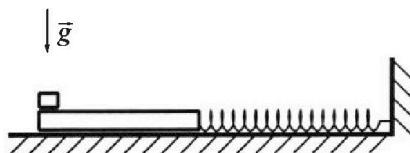
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-04



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Длинную доску массой  $M = 4$  кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью  $k = 100$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,4$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

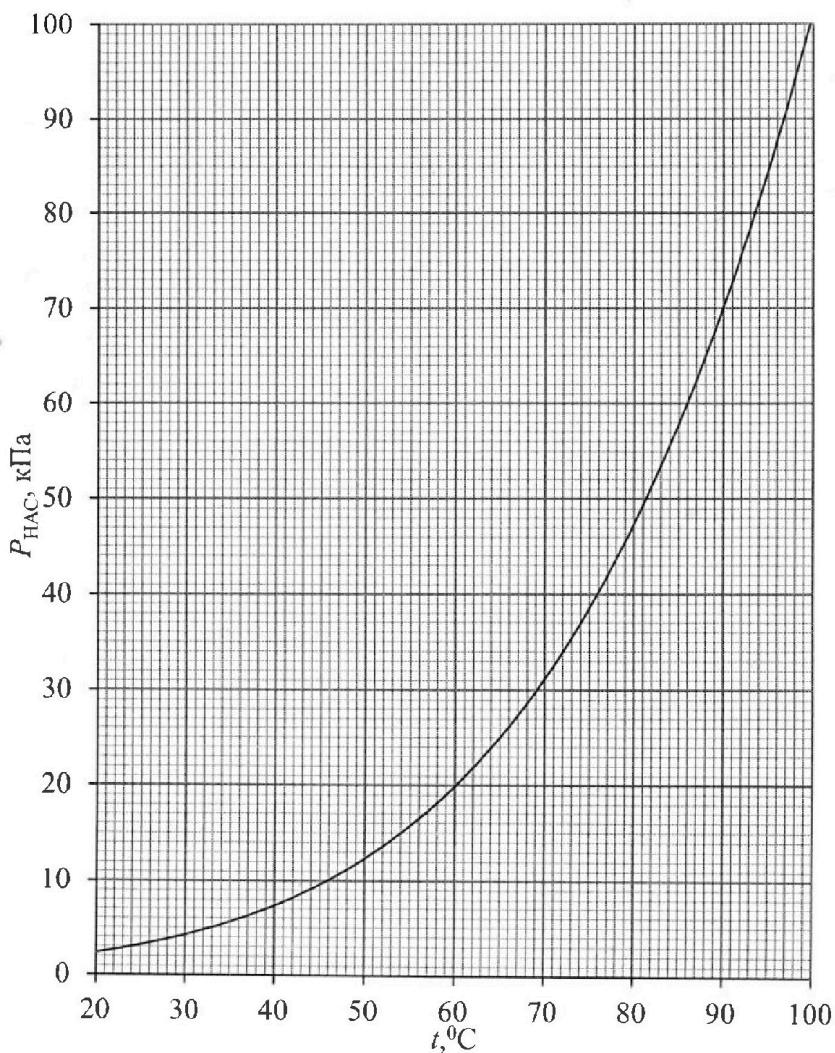


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

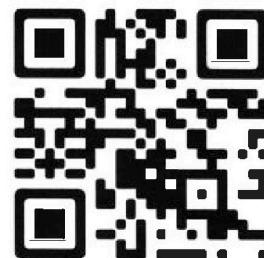
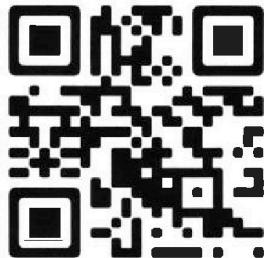
2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 90$  °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность  $\phi$  в конце нагревания.

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



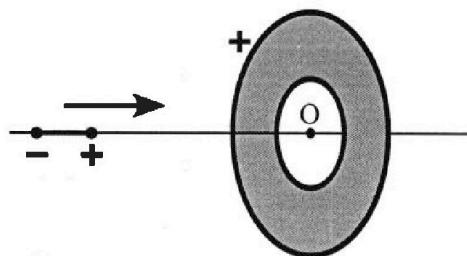
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-04**

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

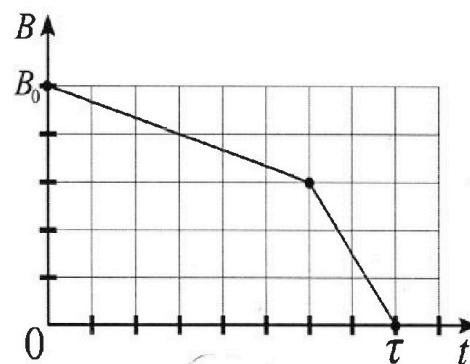
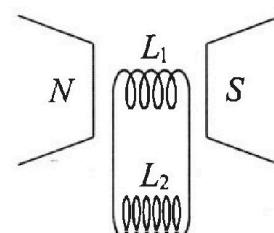
**3.** В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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

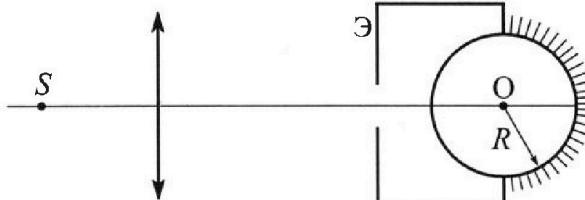
**4.** Катушка индуктивностью  $L_1 = 5L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 8L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_2$  за время выключения внешнего поля.

**5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр  $O$  прозрачного шара радиуса  $R$  и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 4,5R$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 8R$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти фокусное расстояние линзы  $F$ .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на  $\Delta = 3R$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  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.



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

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Дано:

$$M = 4 \text{ кН}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 200 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) x - ?$$

$$2) a_x - ?$$

$$3) \vartheta_g - ?$$

н1

Решение:

$$1) a_{\text{комп}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a;$$

$$\begin{cases} Ma = kx - \mu mg \\ ma = \mu mg \end{cases} \Rightarrow x = \frac{\mu g (m + M)}{k} = 0,2 \text{ м}$$

2) Используя систему сокращения; заменим 2-ю длину вектора с расщеплением  $x_1$ :

$$M\ddot{x}_1 = kx_1 - \mu mg \Rightarrow w = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

Такое же значение необходимо по заданию:

$$x(t) = x_0 \cos wt; \quad \omega \text{ называется} \quad \vartheta(t) = -x_0 w \sin wt$$

$$a_x(t) = -x_0 w^2 \cos wt$$

$$|a_x(t)| = 0 \Rightarrow \cos(wt) = 0 \Rightarrow wt = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2w}$$

$$\mu g t = x_0 w \Rightarrow x_0 = \frac{\mu g \pi}{2w} ; \quad a_0 = |a_x(0)| = \frac{\mu g \pi}{2} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$3) \mu g = x_0 w^2 \cos wt' \Rightarrow \mu g = \mu g \frac{\pi}{2} \cos wt' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow wt' = \arccos\left(\frac{2}{3}\right) \Rightarrow \vartheta(t') = x_0 w \sin(\arccos(\frac{2}{3})) =$$

$$= \frac{\mu g \pi}{2w} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{4 \cdot 3}{2 \cdot 5} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{4\sqrt{5}}{2 \cdot 5} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$$

Ответ: 1)  $x = 0,2 \text{ м}$

$$2) a_0 = 6 \text{ м/с}^2$$

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



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.

- |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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  
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

Дано:

$$\begin{aligned} M &= 4 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 100 \text{ Н/м} \end{aligned}$$

$$\mu = 0,4$$

$$\pi \approx 3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$?) x - ?$$

$$2) \alpha_x - ?$$

$$3) \alpha_g - ?$$

1) Дано  $\alpha = 0$ :

$$\begin{cases} Ma = kx - \mu mg \\ ma = \mu mg \end{cases} \Rightarrow x = \frac{\mu g (M+m)}{k} = 0,2 \text{ м}$$

Решение:

2) Очевидно, что движение смещения сокращенное и после того, как дослуж амплитуды превысившим колебание по з-му:  $x(t) = x_0 \cos \omega t$   
Записав 23 и в производном движении времени дослуж движ

~~$M\ddot{x}_2 = kx_0 - \mu mg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$~~

$$\alpha_x(t) = x'(t) = -x_0 \omega \sin \omega t; \quad \alpha_x(t) = -x_0 \omega^2 \cos \omega t$$

$$\alpha_x(t) = 0 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow \mu g \frac{\pi}{2\omega} = x_0 \omega \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{\mu g \pi}{2\omega}; \quad \text{найдя } \alpha_0 = |\alpha_x(0)| = \frac{\mu g \pi}{2} = 6 \text{ м/с}^2$$

~~2)  $\alpha_g = \alpha_x + \alpha_g = \alpha_x + \alpha_g$~~

~~3)  $x_0 \omega^2 \cos \omega t = \mu g = \frac{\mu g}{2} \Rightarrow \text{берем } \frac{\pi}{2}$~~

$$= \mu g \frac{\omega t \mu g \pi}{2} = \mu g \Rightarrow \omega t = \arccos\left(\frac{2}{3}\right) \Rightarrow t = \frac{\arccos\left(\frac{2}{3}\right)}{\omega}$$

$$\Rightarrow \alpha_g = x_0 \omega \sin\left(\arccos\left(\frac{2}{3}\right)\right) = x_0 \omega \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{\mu g \pi \sqrt{5}}{2\omega} =$$

$$= \frac{12}{2 \cdot 0,2} = \frac{\sqrt{3}}{3} = 6 \cdot \sqrt{5} = \frac{\sqrt{5}}{3} = 10 \sqrt{5} \text{ м/с}$$

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.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

№2 Даво.

$$t_0 = 24^\circ\text{C}$$

$$t = 30^\circ\text{C}$$

$$m_B = 4 \text{ mn}$$

$$\text{?) } \frac{m'_B}{mn} - ?$$

1) Все влага превращенное в пар, тогда

$$m'_B = m_B + m_n = m_B + 8mn$$

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

$$\text{2) } t^* - ?$$

2) В начальном прерывании испарение

3)  $\varphi - ?$  Воздух в сосуде находящем гравитационное равнение и давление пара сравнивается с давлением конденсации паров при  $t^*$

Запишем ур-е Ньютона для двух случаев: начальное испарение вращения "равнение динам. равнения

$$p_{\text{н.н.}} V = \frac{mn}{v} R (t_0 + 243)$$

$$p_{\text{н.н.}} V = \frac{8mn}{v} R (t^* + 243), \text{ где } p_{\text{н.н.}}, p_{\text{н.н.}} \text{ давление конденсации паров при } t_0 \text{ и } t^*,$$

а  $V$  - объем сосуда, тогда выражим эти ур-я:

$$\frac{p_{\text{н.н.}}}{p_{\text{н.н.}}} = \frac{1}{8} \frac{(t_0 + 243)}{(t^* + 243)} \Rightarrow p_{\text{н.н.}}(t^*) = \frac{8 p_{\text{н.н.}} (t^* + 243)}{(t_0 + 243)}$$

$p_{\text{н.н.}}(243) = 25,45 \text{ kPa}, p_{\text{н.н.}}(t+243) = 29,68 \text{ kPa}$ , то есть двум начальному давлению испарения конденсации паров при  $t^*$  и ока пересекшиеся с давлением в условии предикатом в точке (68, 29), получим выражение:  $t^* = 68^\circ\text{C}$

3) Запишем ур-е Ньютона давления грав. равнения и начального давления конденсации вращения:

$$p_{\text{н.н.}} V = \frac{8mn}{v} R (t^* + 243)$$

$$p' V = \frac{8mn}{v} R (t + 243) \Rightarrow p' = p_{\text{н.н.}} \frac{(t^* + 243)}{(t + 243)} = 29 \cdot \frac{341}{363} \text{ kPa},$$

$$\text{а) } p' - \text{ давление пара при } t; \text{ тогда } \varphi = \frac{p'}{p_{\text{н.н.}}} = \frac{29 \cdot \frac{341}{363}}{40} =$$

$$= \frac{9889}{25410}$$

Ответ: 1)  $\frac{m'_B}{mn} = 8$

2)  $t^* = 68^\circ\text{C}$

3)  $\varphi = \frac{9889}{25410}$

Решение:

1)  $m'_B = m_B + m_n = 8mn$

2)  $p_{\text{н.н.}} = \frac{8mn}{v} R (t^* + 243)$

3)  $p' = p_{\text{н.н.}} \frac{(t^* + 243)}{(t + 243)}$

4)  $\varphi = \frac{p'}{p_{\text{н.н.}}} = \frac{29 \cdot \frac{341}{363}}{40}$



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

Dave:

$$t_0 = 24^\circ\text{C}$$

$$t = 90^\circ\text{C}$$

$$\frac{m_f = 4 m_n}{1) \frac{m_n'}{m_n} - ?}$$

2)  $t_1^* - ?$

3)  $\emptyset - ?$

2

Panenne:

- 1) В качестве критерия времени вспышки  
используется корреляция в функциональном  
представлении, т.е.  $\rho_{nn} = \rho_{nnn}$ , где  $\rho_{nn}$  -  
коэффициент корреляции между  $n$ -  
и  $n+1$ -м элементами временного ряда.

2) Задача оценки ур-я МГ в качестве  
критерия времени вспышки:

$$p_2 V = \frac{m_n}{\mu} R(t_0 + 243) \Rightarrow m_n = \frac{p_2 V \mu}{R(t_0 + 243)}, \text{ where}$$

V - schwarz weiß ;

3) Steavium noore varzeane :  $p_n^V = \frac{m}{n} R(t+243)$

$$m_n = \frac{p_n^{\mu} V}{k(t+2\tau_3)}, \text{ wobei } p_n^{\mu} - \text{gekennzeichnete Wäge nach Karpelsmann}$$

$$m_n' = m_n + m_B = 8m_n \Rightarrow \frac{m_n'}{m_n} = 8$$

$$2) p_n(t) V = \frac{m_n}{\mu} Q t^*; \quad \text{исправить}, \quad \text{исправление}.$$

$$\text{P.un. } V = \frac{\ln n}{\mu} \bar{R}(t_0 + 2^{n-3})$$

$$\text{put } V = \frac{8mn}{\mu} (t^* + 2^{n-3}) \Rightarrow \frac{P_{n,h}}{P_{n,h}} = \frac{8}{\mu} \frac{(t^* + 2^{n-3})}{2^{n-10}}$$

$$\frac{3,5}{P_{\text{min}}} = \frac{300}{8(t^* + 243)} ; \quad P_{\text{min}} = \frac{3,5 \cdot 8}{300} (t^* + 243) = \frac{28}{300} (t^* + 243) ;$$

$$\frac{14}{150} (t^4 + 2t^3) = \frac{4}{75} (t^4 + 2t^3), \text{ hence } t = \sqrt[4]{5}, \text{ we may } \frac{4}{25410}$$

$$\text{P.U.M} = 4 + \frac{4.243}{25} = \frac{4.82}{25} = \frac{564}{25} + 4 = 22 \frac{14}{25} + 4 =$$

$$= 29 \frac{14}{25} = 29,68 \quad \text{m.p.u.t}^* = 25; \quad \text{p.u.m.} = \frac{4^{225}}{3} + 22 \frac{14}{25} =$$

$$= \frac{1477 + 22.88}{45} - \frac{1428}{45} = \frac{1600}{45} + \frac{51}{45} = \frac{22 + 51}{25} = \frac{22 + 51}{25} = 22.88$$

$$t^* = \frac{145 + 140}{45} = \frac{1845}{45} = \frac{1845}{45} + \frac{e}{45} = 25 \frac{1}{45}$$

$$t = 68^\circ C; \quad t^* = 68^\circ C; \quad R = 29 \text{ kPa}; \quad 2gV = \frac{8\pi n^2}{3} (68 + 243); \quad p =$$



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

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

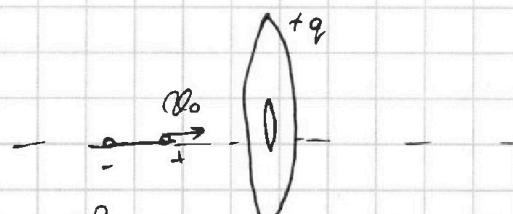
N 3

Дано:

$$\Omega_0,$$

$$1) \Omega - ?$$

$$2) \frac{V_{\max}}{\Omega_{\min}} - ?$$



Решение:

1) Представим движение аугай, когда скрещиваясь  
диска в м.О ровное движение, тогда:

$$\text{Зад. } \frac{mV_0^2}{2} = W_{B_3}, \text{ где } m - \text{масса диска, а } W_{B_3} - \text{сторни  
его вращения с диском, тогда } W_{B_3} \sim \text{радиус} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{B_3'} = \frac{1}{3} W_{B_3} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = W_{B_3'} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{1}{3} \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow \frac{2}{3} V_0^2 = \Omega^2 \Rightarrow V = \Omega_0 \sqrt{\frac{2}{3}} = \Omega_0 \frac{\sqrt{6}}{3}$$

2) Двигаясь в движении диска будем заморачиваться, и.к. начинавшийся заряд всегда находится дальше, чем определяющий и суммарная сила ЭЛ.

вращение диска приводит к скрещиванию, скрещивание и после вращения определяющий заряд в мгновении времени будет находиться на месте ~~близко~~  $\rightarrow$  будет находиться на месте ~~близко~~  $\rightarrow$  будет находиться на месте  $V_{\max} = \Omega_0$ .

3) В силу «симметрии» конструкции выше  
движения будущего диска симметрично обстоящие  
материки не работают, и не где вращать,

но вращение создает движение магн. потока:

$$A_{\text{маг}} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{2}{3} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{1}{3} mV_0^2; \text{ тогда выше вращение:}$$

$$A_{\text{маг}} = \frac{2}{3} \frac{mV_0^2}{2} \cancel{+} \cancel{-} \frac{1}{3} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{2}{3} \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_{\min}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\min} = \Omega_0 \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\Omega_0}{\Omega_0 \frac{\sqrt{3}}{3}} = \sqrt{3}$$

Ответ: 1)  $\Omega = \Omega_0 \frac{\sqrt{6}}{3}$

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



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.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

№ 4

Решение:

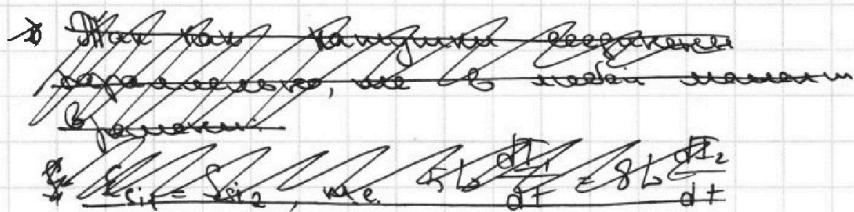
$$L_1 = 5L$$

$$L_2 = 8L$$

$$n, S_1, B_0$$

$$1) I_0 - ?$$

$$2) q - ?$$



Решение:

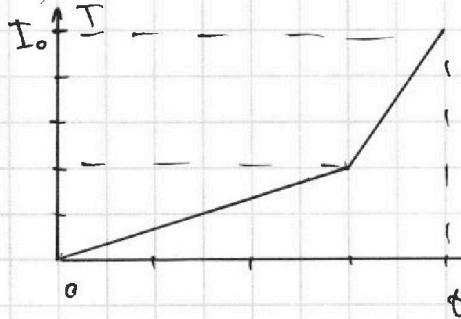
1) Запишем выражение полного тока

$$0) q = \frac{3}{4}I_0: \frac{\frac{2}{5}B_0 n S_1}{\frac{3}{4}t} = 13L \frac{I}{\frac{3}{4}t} \Rightarrow I = \frac{2B_0 n S_1}{13L \cdot \frac{5}{4}}$$

$$\text{см } \frac{3}{4}t \text{ для } t: \frac{\frac{3}{5}B_0 n S_1}{\frac{3}{4}t} = 13L \frac{(I_0 - \frac{1}{4}I)}{\frac{1}{4}t} \Rightarrow I_0 = \frac{\frac{3}{5}B_0 n S_1}{13L} + \frac{2B_0 n S_1}{65L}$$

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

2) Изображим график  $I(t)$ :



Такая зеркальная зависимость:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} I_0 \cdot \frac{3}{4} t + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \frac{2+5}{5} I_0 \frac{t}{4} -$$

$$= \frac{1}{2} t \left( \frac{6}{20} I_0 + \frac{4}{20} I_0 \right) = \frac{5}{20} I_0 t = \frac{1}{4} I_0 t$$

$$0) I_0 = \frac{B_0 n S_1}{13L} t$$

$$2) q = \frac{B_0 n S_1}{40L} t$$



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 7СТРАНИЦА  
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!

~  
Дано:

$$a = k, \pi R$$

$$b = 8R$$

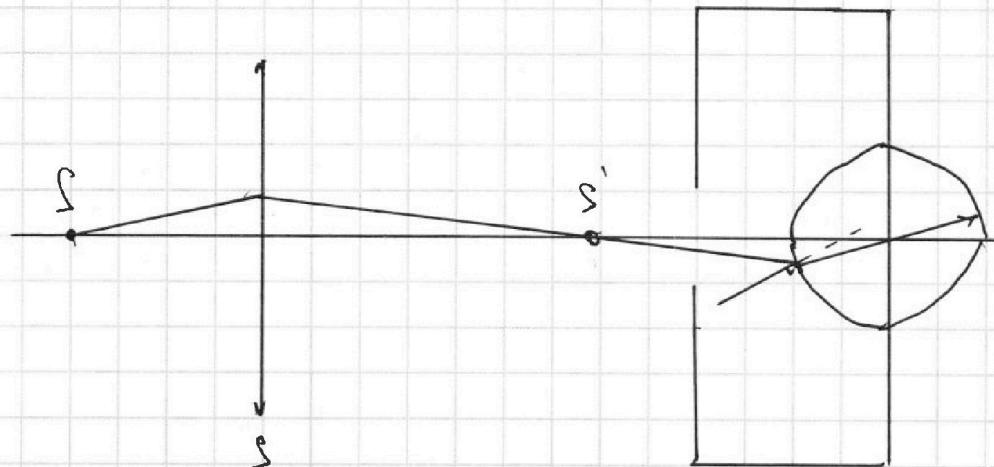
$$\Delta = 3R$$

$$\frac{1}{2} F - ?$$

$$2) k - ?$$

1) Мы можем представить систему "шар-зеркало" как мину  $S'$ .  
Для того, чтобы изображение осталось всегда симметричным, необходимо чтобы изображение источника было расположено в мине  $S$  и изображение источника было расположено в мине  $S'$  симметрично.

Решение:





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!

N 5  
Дано:  
 $a = 4,5 R$   
 $b = 8 R$   
1)  $F - ?$   
2)  $n - ?$   
если  
 $\Delta = 3\Omega$

$$\frac{1}{F_{\text{нн}}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 0$$

$f=d$   $\rightarrow$  данный  
себя сам

это  
значение  
при

~~$a = X_0 \omega^2 / (\cos \omega t) = 0$~~

Демонстрация:

~~$\Rightarrow \cos t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2}$~~

~~$t = \frac{\pi}{2\omega}$~~

~~$x = X_0 \cos \omega t$~~

~~$a = -X_0 \omega^2 \sin \omega t$~~

~~$a = -X_0 \omega^2 \sin \omega t$~~

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{2\alpha} = \frac{1}{f} + \mu g \frac{\pi}{2\omega} = X_0 \alpha \quad 1 \Rightarrow$$

$$f = 2F \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{4\alpha} \Rightarrow F = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{4\alpha}} = \frac{1}{F} = \frac{1}{2d}$$

$$= \frac{1}{2gR} + \frac{1}{4\Omega} = \frac{1}{8+9} = \frac{1}{36\Omega} \Rightarrow$$

$$\text{при } n \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p} = \infty$$

$$2) D = \frac{l}{2R} + \frac{n-l}{n} \cdot \frac{2}{R} =$$

$$0,16 + 4,36 = \\ = 4,52 = \\ = 4 \cdot 3,68 = \\ = 4 \cdot 2,34 =$$

$$D = \frac{1}{R} \left( \frac{l}{2} + \frac{2(n-l)}{n} \right)$$

$$\lim_{F \rightarrow \infty} = \frac{2F}{2R - 3F} =$$

$$\frac{2F}{\frac{2R}{F} - 3} =$$

$$= -\frac{2}{3} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{R} \left( \frac{l}{2} + \frac{2(n-l)}{n} \right) = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{R}{\frac{l}{2} + \frac{2(n-l)}{n}} = \infty$$

$$\frac{1}{R} \left( \frac{l}{2} + \frac{2(n-l)}{n} \right) = \frac{R}{F} \Rightarrow F = \frac{R}{\frac{l}{2} + \frac{2(n-l)}{n}}$$

$$x_0 = 2 - \frac{l}{n} + \frac{l}{2} = \frac{R}{F}$$

$$\frac{l}{n} = \frac{R}{F} - \frac{3}{2} \Rightarrow n = \frac{2F}{2R - 3F}$$

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



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

Дано:

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$m = 0,4$$

$$\Gamma \approx 3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) x - ?$$

$$2) Q_0 - ?$$

$$3) \Omega_g - ?$$

Решение:

1)  $Q_{\text{омн}} = 0 \Rightarrow$  ускорение синхронизировано  $\Rightarrow$

по 2-ому закону Ньютона

$ma = \mu mg$

$$Ma = kx - \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu g(m+M)}{k} = 0,2 \text{ м}$$

2) В функции времени нет элеронов сокращающихся, т.к. поверхность шарнир

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{(m+M)\Omega_g^2}{2} = \text{const}$$

Продифференцируем по времени и  
получим

у них не скроется  
равен близких!  
а ускорение!

~~$kx_0(m+M)/M = 0$~~

~~$x_1 + \frac{m+M}{M} x_0 = 0 \Rightarrow x_1 + \frac{m+M}{m+M} x_0 = 0 \Rightarrow w = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$~~

запишем 2312 где производное значение убывает

Формула:  $M\ddot{x}_2 = kx_2 - \mu mg \Rightarrow w = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \Gamma = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$\Omega_g = \mu gt = \mu g \frac{\Gamma}{4}; kx_1 = \mu mg \Rightarrow x_1 = \frac{\mu mg}{k} \quad (\mu f = x_0 w^2)$$

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{(\mu mg)^2}{2k} + \frac{(m+M)}{2} g^2 \frac{M}{k} \mu^2 g^2, \text{ вычислим } \Omega_g:$$

$$\Omega_g = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\mu g}{4} = 2 \cdot 3 \cdot 0,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ м/с}$$

$$3) Ma_0 = kx_0 - \mu mg; x_0^2 = \frac{(\mu mg)^2}{k} + \frac{(m+M)\Omega_g^2}{2}$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{(\mu mg)^2}{k^2} + \frac{(m+M)\Omega_g^2}{k}} = \sqrt{\frac{16}{100} + \frac{5 \cdot 1,44}{100}} = \frac{1}{10} \sqrt{12}$$

$$\frac{12}{2 \cdot 0,04} = \frac{12}{0,04} = \cancel{300} \text{ см}$$

$\mu gt$

$$\Omega_g = \mu gt = \mu g \cdot 1,2 \text{ м/с}; \text{ тогда:}$$

$$w = \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{\sqrt{100}} = 0,2 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu f = x_0 w^2 \cos \omega t$$

$$1,2 \text{ м/с} = x_0 \cdot 0,2 \Rightarrow x_0 = 6 \text{ м}$$

$$a = 6 \cdot 0,04 =$$

$$(\mu f = k \omega^2) \Rightarrow \cancel{x_0 \mu f}$$



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!

N<sup>1</sup>

Дано:

$M = 4 \text{ кг}$   
 $m = 2 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

$\int x_0 \dots$

1:  $\frac{B dS}{dt} = -L \frac{dE}{dt} \Rightarrow$

$\frac{B dS}{dt} = -Q \quad ?$

$dBS = -Q dt$

$B \cdot S = -Q t + C$

Решение:

$B(t) = -\frac{Q t + C}{S}$

если доска не будет скользить, то  $\mu m g = k x$

$k = \mu m g / x_0 = 0,4 \cdot 2 \cdot 10 / 0,1 = 80 \text{ Н/м}$

$x(t) = x_0 \cos \omega t$

$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{80/2} = 4 \text{ рад/с}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot 2\pi =$

$\mu m g = k x \Rightarrow \frac{k x^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} + \frac{m \omega^2 x^2}{2}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{80}{2}} = 4 \text{ рад/с}$

$I = I_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$

$\dot{I} = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$

$\ddot{I} = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = -A \omega^2 \sin z = \mu m g$