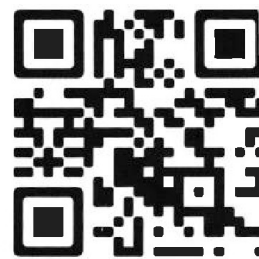




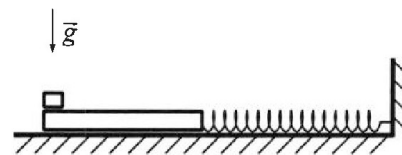
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

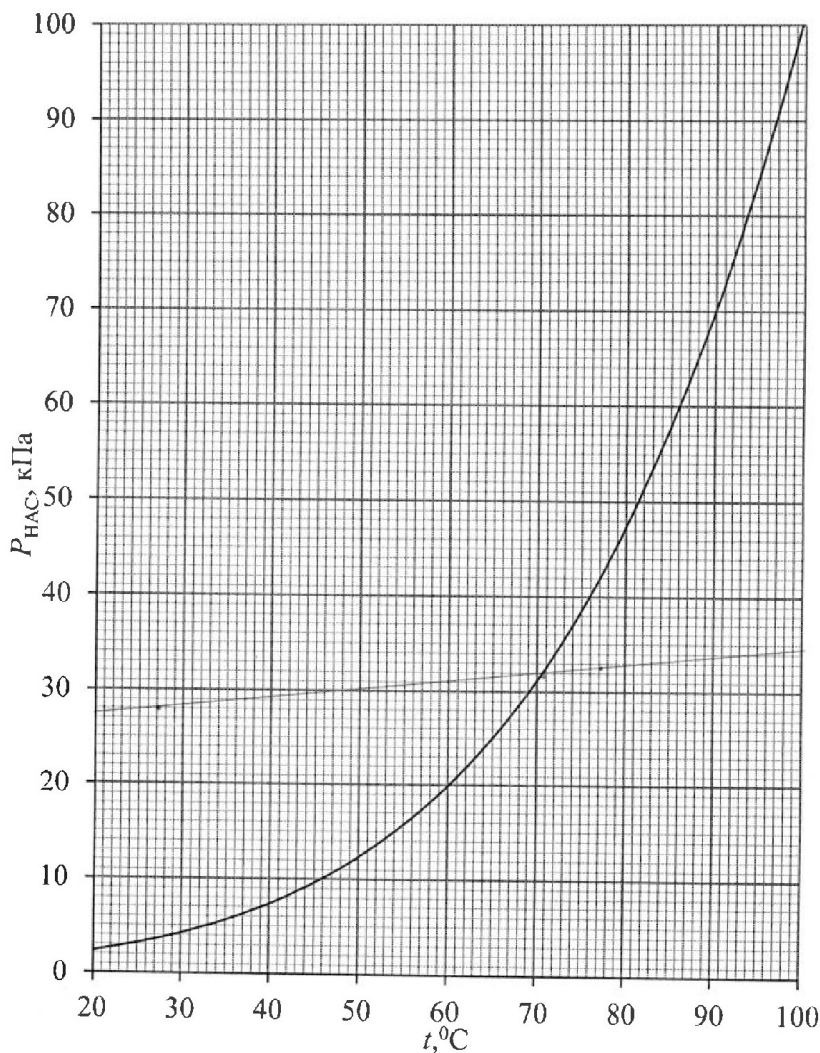


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





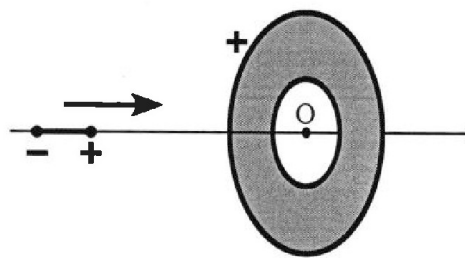
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



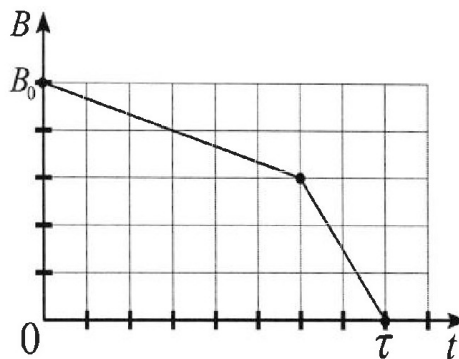
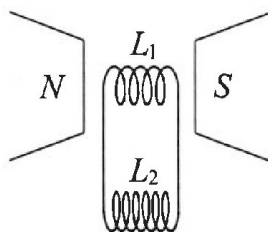
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



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

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

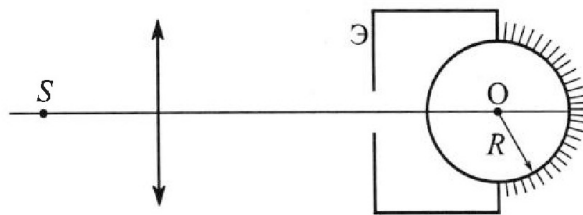
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



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

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

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



1) Найти фокусное расстояние линзы F .

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

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

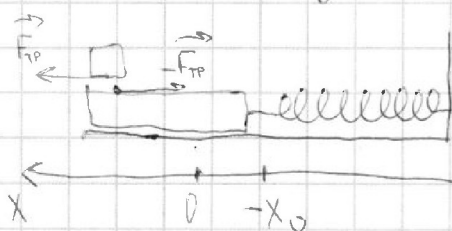
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

- 1) Рассмотрим момент времени до того как брусок начнет напр. движение. Откл. рески $\Rightarrow$
 $\Rightarrow F_{TP}$ не будет менять напр. и будет const



Возьмем за точку 0 положение при котором пружина не растянута

$$M\ddot{x} = k(-x) - F_{TP}$$

$$F_{TP} = 0,1 \text{ Н} = 0,1 \text{ Н}$$

$$M\ddot{x} + k\left(x + \frac{F_{TP}}{k}\right) = 0$$

Видно, что движение гармоническое

$$z = x + \frac{F_{TP}}{k} \Rightarrow \ddot{z} = \ddot{x}$$

$$M\ddot{z} + kz = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$z = B \cos \omega t + C \sin \omega t$$

$$\dot{z} = -B\omega \sin \omega t + C\omega \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = -B\omega^2 \cos \omega t - C\omega^2 \sin \omega t$$

$$z(0) = x(0) + \frac{F_{TP}}{k} = -x_0 + \frac{F_{TP}}{k} \Rightarrow B = \frac{F_{TP}}{k} - x_0$$

$$\dot{z}(0) = \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow C = 0$$



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.



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!

По условию когда скорость бруса и доски равны и сонапр. (отн. сн. ноль), ускорение доски равно 0.

$$\ddot{z} = 0 \Rightarrow \cancel{z} = 0 \Rightarrow x = -\frac{F_{\text{тр}}}{k}$$

$\ddot{z} = 0$ в мом вр. $t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow$ т.к. на брусок действовала только сила трения $a_{\text{бр}} = \text{const} \Rightarrow$

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

$$g_A = \dot{z}\left(\frac{\pi}{2\omega}\right) = \left(x_0 - \frac{F_{\text{тр}}}{k}\right)\omega$$

$$\mu g \cdot \frac{\pi}{2\omega} = \left(x_0 - \frac{F_{\text{тр}}}{k}\right)\omega$$

$$\frac{\mu g \pi}{2\omega^2} + \frac{F_{\text{тр}}}{k} = x_0$$

$$x_0 = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 100} + \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} = 0,28 \text{ м} = 28 \text{ см} \Rightarrow B = 0,04 - 0,28 = -0,24$$

$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow a = \mu g = \ddot{z}$$

$$\mu g = \cancel{B\omega^2} - B\omega^2 \cos \omega t$$

$$0,4 \cdot 10 = 0,24 \cdot \frac{100}{4} \cdot \cos \omega t$$

$$12,5 = 25 \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = 0,5 \Rightarrow z = B \cos \omega t$$

$$x = B \cos \omega t - \frac{F_{\text{тр}}}{k} = -0,24 \cdot 0,5 - 0,04 = -0,16 \Rightarrow \text{дверь 16 см}$$



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!

2) $a_0 = \ddot{z}(0) = -B\omega^2 = -(0,24) \cdot 25 = 6 \text{ м/с}^2$

3) В ~~первом~~ первом пункте мы нашли, что
когда $a_{\text{отн}}$ впервые равна нулю: $\cos \omega t = 0,5 \Rightarrow t = \frac{\pi}{3\omega}$

$\sin \omega t$ в этот момент
равен $\frac{\sqrt{3}}{2}$

$v = \dot{z}\left(\frac{\pi}{3\omega}\right) = -B\omega \sin \omega t = 0,24 \cdot 25 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,24 \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$

$= 1,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,6\sqrt{3} \text{ м/с}$

Ответ: 1) 16 см; 2) 6 м/с^2 ; 3) $0,6\sqrt{3} \text{ м/с}$



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.



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) В нач. момент масса пара m ,
в конце масса пара $(m + 7m) = 8m$

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

$$2) p_{\text{нп}}(t_0) \cdot V = 8 R t_0 = \frac{8R}{V} = \frac{p_{\text{нп}}(t_0)}{t_0} = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

$$p_{\text{нп}}(t^*) \cdot V = 8 R t^*$$

$$p_{\text{нп}}(t^*) = 8 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot t^* = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} t^*$$

Построим прямую $p_{\text{нп}}(t^*)$ на графике.

Пересечение этой прямой с гр. давл. насыщ. пара будет решением

$$p_{\text{нп}}(300 \text{ К}) = 28 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{нп}}(350 \text{ К}) = \frac{28 \cdot 3,5}{3} = 32,67 \text{ кПа}$$

Пересечение в $71^\circ \text{C} \Rightarrow$ испар. воды прекр при темп 71°C

- 3) Когда вся вода испарится, при нагреве пар будет вести себя как обычный идеальн. газ



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!

Тепл. исп. при темп $71^{\circ}\text{C} = 344\text{ K}$, давл.
в этом момент 32 кПа

$$90^{\circ}\text{C} = 363\text{ K}$$

$$p(90^{\circ}\text{C}) = \frac{363}{344} \cdot 32\text{ кПа}$$

$$p_{\text{ип}}(90^{\circ}\text{C}) = 70\text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{p(90^{\circ}\text{C})}{p_{\text{ип}}(90^{\circ}\text{C})} = \frac{32 - 363}{344 - 70} \approx 48,23\%$$

ответ: 1) 8; 2) 71°C ; 3) $48,23\%$



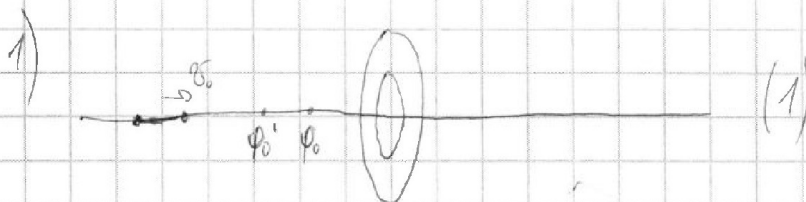
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

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!



Заметим, что когда центр диполя совпадает с центром диска, то из-за симметрии потенциалы положительного и отриц. полюсов равны $\Rightarrow W_{эл} = 0$

Тогда запишем ЗСЭ:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = 0 + \frac{2mU^2}{2} \Rightarrow U = V_0$$

2) Если V_0 это мин. скорость, необходимая для прохода диска, то где-то есть точка в которой $W_{эл} \rightarrow \max$. Пусть

в этой точке потенциалы зарядов равны φ_0 и φ_0' (см рис. 1). Тогда:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = q\varphi_0 + (-q)\varphi_0'$$

Тогда при увеличении зарядов:

$$\frac{2mV^2}{2} = \frac{q\varphi_0}{3} - \frac{q\varphi_0'}{3} + \frac{2mV^2}{2}$$
$$\frac{2}{3}V_0^2 = V^2 \Rightarrow V = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$



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 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!

В данной точке V яви мин. скорость,
т.к. $W_{эл} \rightarrow \max$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_0}{v_0 \sqrt{\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

ответ: 1) v_0 , 2) $\frac{\sqrt{6}}{2}$



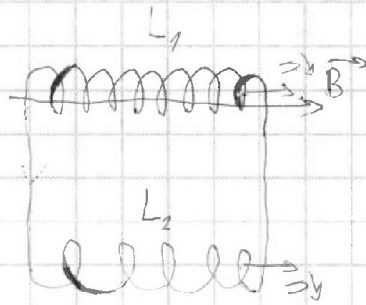
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
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) Определим векторы нормали к поверхностям катушек:



Запишем закон сохр. потока:

$$\Phi_{B_1, n} + \Phi_{B_2, n} = \Phi_{B_0, n}$$

$$B_1 S_1 n = 5 L I_0 + 8 L I_0$$

$$B_0 S_1 n = 13 L I_0$$

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

2) $\Phi = B S_1 n$

$$\mathcal{E} = - \dot{\Phi} S_1 n$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{0,4 B_0}{0,75 \tau} S_1 n$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{0,6 B_0}{0,25 \tau} S_1 n$$



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!

Для момента времени $0-0,75\tau$:

~~$\frac{0,4B_0}{0,75\tau} S_1 n - 8L \ddot{q}_1 = 0$~~

$$\frac{0,4B_0}{0,75\tau} S_1 n - 8L \ddot{q}_1 = 0$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15\tau L}$$

$$q_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15\tau L} \cdot 0,75\tau \cdot 0,75\tau = \frac{B_0 S_1 n \tau \cdot 9}{15L \cdot 16} = \frac{3B_0 S_1 n \tau}{80L}$$

Для $0,75\tau - 0,25\tau$:

$$\frac{0,6B_0}{0,25\tau} S_1 n - 8L \ddot{q}_2 = 0$$

$$\ddot{q}_2 = \frac{6B_0 S_1 n}{20\tau L}$$

$$q_2 = \frac{6B_0 S_1 n}{20\tau L} \cdot \frac{1}{4}\tau \cdot \frac{1}{4}\tau = \frac{3B_0 S_1 n \tau}{160L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{9B_0 S_1 n \tau}{160L}$$

ответ: 1) $\frac{B_0 S_1 n}{13L}$; 2) $\frac{9B_0 S_1 n \tau}{160L}$



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 ☒

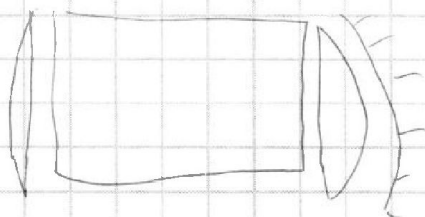
6 ☐

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!

Разобьем шар, а точнее его точный срез
на систему из двух плоскостей.
мнз, плоск. парал. пласт. и зерк.:





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
☐

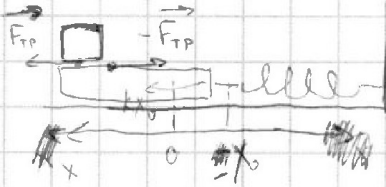
5
☐

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!



$$M\ddot{x} = k(-x) - F_{TP}$$

$$M\ddot{x} + kx + F_{TP} = 0$$

$$M\ddot{x} + k\left(x + \frac{F_{TP}}{k}\right) = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}\left(x + \frac{F_{TP}}{k}\right) = 0$$

$$\ddot{z} + \frac{k}{M}z = 0$$

$$z = x + \frac{F_{TP}}{k}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{25} \text{ c}^{-1}$$

$$z = B \cos \omega t + C \sin \omega t$$

$$\dot{z} = -B\omega \sin \omega t + C\omega \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = -B\omega^2 \cos \omega t - C\omega^2 \sin \omega t$$

$$z(0) = x(0) + \frac{F_{TP}}{k} = -x_0 + \frac{F_{TP}}{k} \Rightarrow B = \frac{F_{TP}}{k} - x_0$$

$$\dot{z}(0) = \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow C = 0$$

$$\ddot{z} = \left(x_0 - \frac{F_{TP}}{k}\right) \frac{k}{M} \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = 0 \Rightarrow z = 0 \Rightarrow x = -\frac{F_{TP}}{k}$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow t_{\text{BP}} = t \cdot 0,4 \text{ c}$$

$$\varphi_4 = \dot{z}\left(\frac{\pi}{2\omega}\right) = \left(x_0 - \frac{F_{TP}}{k}\right)\omega$$

$$\ddot{z} = 0,4 \text{ c}^{-2}$$

$$\ddot{z} = (0,28 - 0,04) \cdot \frac{100}{4} \cos \omega t = 0,4$$

$$25 \cos \omega t = \frac{0,4}{0,24} = 1,25$$

$$\cos \omega t = 0,05 \Rightarrow z = -0,24 - 0,05 \Rightarrow x = -0,24 - 0,05 = -0,04$$

$$F_{TP} = 0,4 \text{ mN}$$

$$\frac{F_{TP}}{2\omega} = (x_0 - \frac{F_{TP}}{k})\omega$$

$$\frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{\omega^2} + \frac{F_{TP}}{k} = x_0$$

$$\frac{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{100} + \frac{0,4 \cdot 100}{100} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{100} = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{0,4 \cdot 100}{100} - 0,28 = -0,24$$

$$\frac{1,25 \cdot 0,2500}{12500} = 0,05$$

$$\frac{40,24}{24} = 1,25$$

$$-80$$

$$-120$$

$$0$$



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
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!

$$x = (-0,24 \cdot 0,05 - 0,04) \text{ м} = (-0,24 \cdot 5 - 4) \text{ см} = (-1,2 - 4) \text{ см} = -6,2 \text{ см}$$

↓
6,2 см держим.

$$\ddot{z} = -B\omega^2 \cos \omega t$$

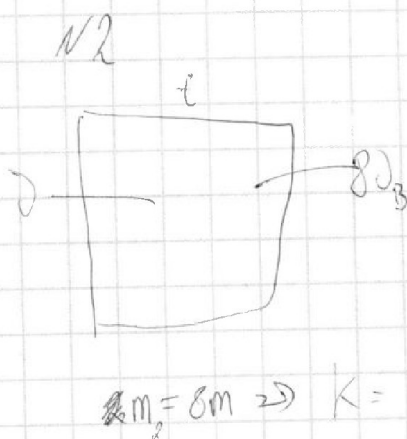
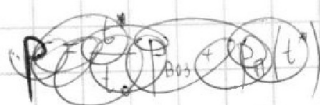
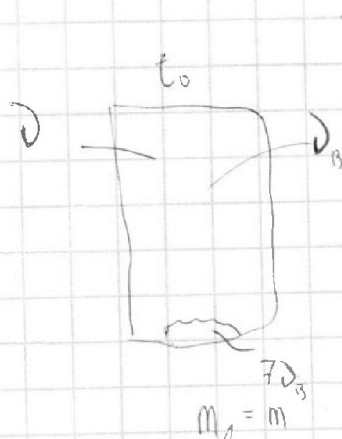
$$a_0 = \ddot{z}(0) = -(-0,24) \cdot 25 \cdot 1 = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\cos \omega t = 0,05$$

$$z = \dot{z} = -B\omega \sin \omega t = -B\omega \sqrt{1 - 0,0025} =$$

$$= +0,24 \cdot \sqrt{25} \cdot \sqrt{0,9975} = 0,24 \cdot 5 \sqrt{0,9975} = 1,2 \sqrt{0,9975} = \sqrt{1,4364} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,9975 \\ 1,44 \\ \hline 39900 \\ + 39900 \\ 9975 \\ \hline 1,436400 = 1,4364 \end{array}$$



$$m_2 = 8m \Rightarrow k = \frac{8m}{1m} = 8$$



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!

$$p_{\text{нп}}(t_0) V = \gamma R t_0 \Rightarrow \frac{\gamma R}{V} = \frac{p_{\text{нп}}(t_0)}{t_0} = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

$$p_{\text{нп}}(t^*) V = \gamma R t^*$$

$$8 \cdot 3,5 = 28 \cdot 4 = 28$$

$$p_{\text{нп}}(t^*) = 8 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot t^* = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} t^*$$

$$p_{\text{нп}}(300 \text{ К}) = 28 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{нп}}(350 \text{ К}) = \frac{28 \cdot 3,5}{3} \text{ кПа} =$$

Пересечение в $71^\circ \text{C} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ перекр. при 71°C

Давление в этот момент 32 кПа

$$p_k = 32 \cdot \frac{363}{344}$$

$$p_{\text{нп}}(363 \text{ К}) = p_{\text{нп}}(90^\circ \text{C}) = 70 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{32 - 363}{70 - 344} = \frac{4 \cdot 363}{70 \cdot 43} = \frac{1452}{3010} \approx 48,23\%$$

$$\begin{array}{r} \times 363 \\ 4 \\ \hline 1452 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ 70 \\ \hline 3010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14520 \overline{) 3010} \\ \underline{12040} \\ 24800 \\ \underline{24080} \\ 7200 \\ \underline{6020} \\ 11800 \\ \underline{9030} \\ 2770 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \overline{) 8} \\ \underline{32} \\ 24 \\ \underline{24} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 3,5 \\ \hline 140 \\ 280 \\ \hline 98,0 \\ \hline \frac{98}{3} = 32,67 \text{ кПа} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ 71 \\ \hline 344 \text{ К} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ 90 \\ \hline 363 \end{array}$$



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**.

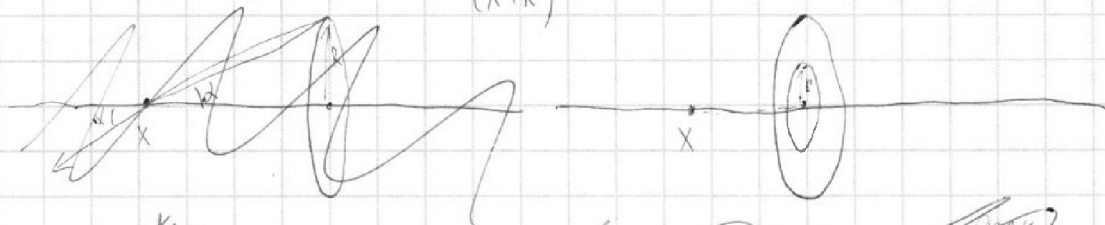
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

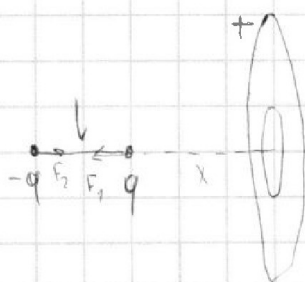
$$dE = \frac{k \lambda dl}{R^2 + x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} \Rightarrow E = \frac{k \lambda x}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \cdot 2\pi R$$



$$\phi = k$$

$$d\phi = k \cdot 2\pi R \cdot dr$$

$$\phi = k \cdot 2\pi R \cdot (R - r)$$



$$\lambda \cdot 2\pi R = \sigma \cdot 2\pi R \cdot dr$$

$$\lambda = \sigma \cdot dr$$

$$\frac{2k\lambda\pi\sigma}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{2k\lambda\pi\sigma}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{2k\pi\sigma(x+l)}{\sqrt{r^2 + (x+l)^2}} - \frac{2k\pi\sigma(x+l)}{\sqrt{R^2 + (x+l)^2}}$$

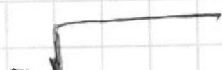
$$dE = \frac{kx \cdot 2\pi R \sigma}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \cdot dr = \frac{2k\lambda\pi\sigma}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \cdot d(r^2 + x^2)$$

$$\frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{x+l}{\sqrt{R^2 + (x+l)^2}} = \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{x+l}{\sqrt{R^2 + (x+l)^2}}$$

$$E = \frac{1}{-0.5} \cdot k\lambda\pi\sigma \cdot (x^2 + r^2)^{-1/2} \Big|_{r^2 + x^2}^{R^2 + x^2}$$

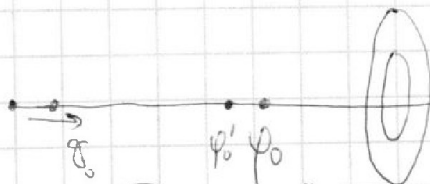
$$\frac{\sqrt{x^2 r^2 + x^2 (x+l)^2} - \sqrt{(x+l)^2 r^2 + x^2 (x+l)^2}}{\sqrt{(r^2 + x^2)(r^2 + (x+l)^2)}} =$$

$$= \frac{-2k\lambda\pi\sigma}{\sqrt{R^2 + x^2}} + \frac{2k\lambda\pi\sigma}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$



$$\frac{2m\phi_0^2}{2} = q\phi_0 - q\phi_0'$$

$$\frac{2m\phi_0^2}{2} = \frac{q}{3} \phi_0 - \frac{q}{3} \phi_0' + \frac{2m\phi_0^2}{2}$$



При падении через центр $\phi_0' = -\phi_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow W_{эл} = 0 \Rightarrow \phi = \phi_0$



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
__ ИЗ __

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

$$V_0^2 = \frac{m v_0^2}{2} + m U^2$$

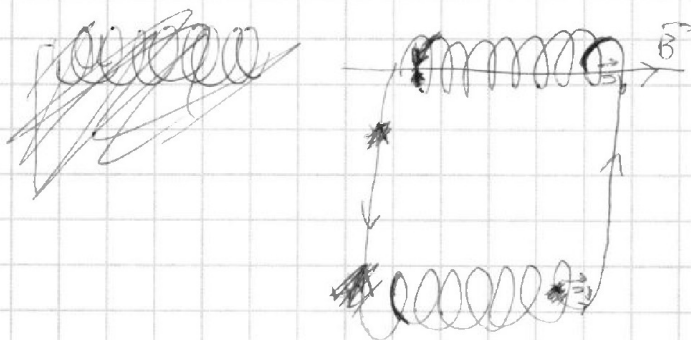
$$U^2 = \frac{2}{3} v_0^2 \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$$

$$U^2 = \frac{8 v_0^2}{9} = \frac{2 v_0^2}{3} = U^2 \Rightarrow \frac{v_0}{U} = \frac{3}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{v_0}{U} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

$$L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow \Phi = LI$$

$$\mathcal{E} = -L \dot{I}$$



$$\Phi = BS_1 n$$

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{0.4 B_0}{0.75 \tau} S_1 n$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{0.6 B_0}{0.25 \tau} S_1 n$$

$$\frac{0.4 B_0 S_1 n}{0.75 \tau} = 8 L \ddot{q}_1$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15 \tau L}$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15 L} \ln$$

$$BS_1 n = -5LI_0 + 8LI_0 = +3LI_0$$

$$|I_0| = \frac{BS_1 n}{3L}$$

$$\frac{0.6 B_0 S_1 n}{0.25 \tau} = 8 L \ddot{q}_2$$

$$\frac{6 B_0 S_1 n}{10 \cdot 2 \tau L} = \ddot{q}_2 = \frac{6 B_0 S_1 n}{20 \tau L}$$



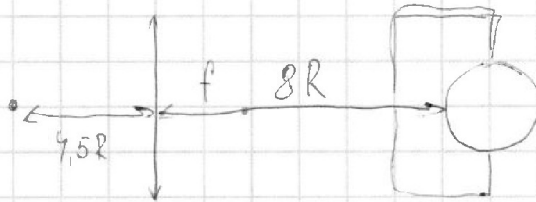
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

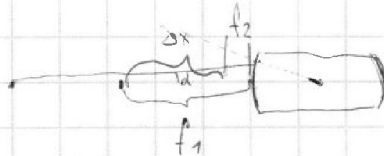
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5



$$\frac{1}{4.5R} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4.5R - F}{4.5RF} \Rightarrow f = \frac{4.5RF}{4.5R - F}$$



$$\frac{1}{F'} = (n-1) \frac{1}{R}$$

$$F' = \frac{R}{(n-1)}$$

$$\Delta x = 2R \frac{n-1}{n}$$

$$\frac{1}{8R-f} + \frac{1}{f_1} = \frac{n-1}{R}$$

$$f_1 = \frac{\frac{n-1}{R} - \frac{1}{8R-f}}{\frac{1}{R}} = \frac{R(8R-f)}{(n-1)(8R-f) - R}$$

$$f_2 = f_1 - 2R \frac{n-1}{n}$$
$$\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} = \frac{n-1}{R}$$

$$f_2 = f_1 - 2R \frac{n-1}{n}$$

$$\gamma = n\beta$$

