



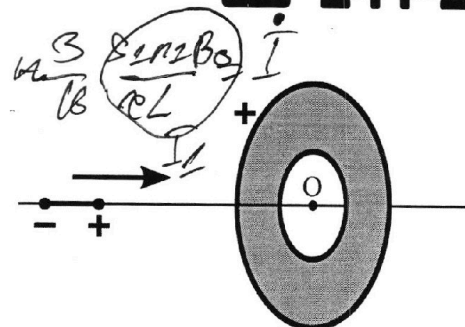
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

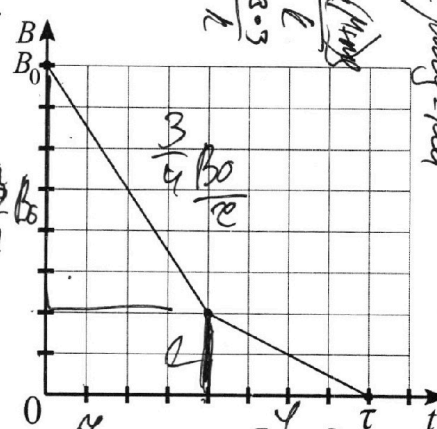
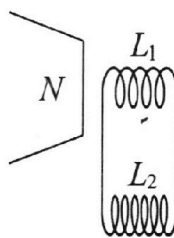
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



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

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

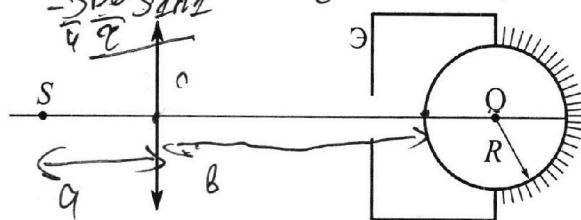
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



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

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

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

$$E: \quad \frac{R}{0,9F} = 1,1F$$



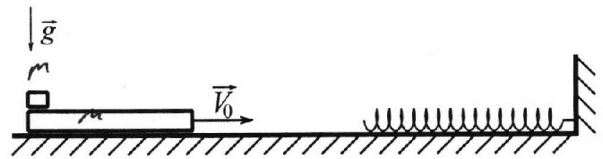
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

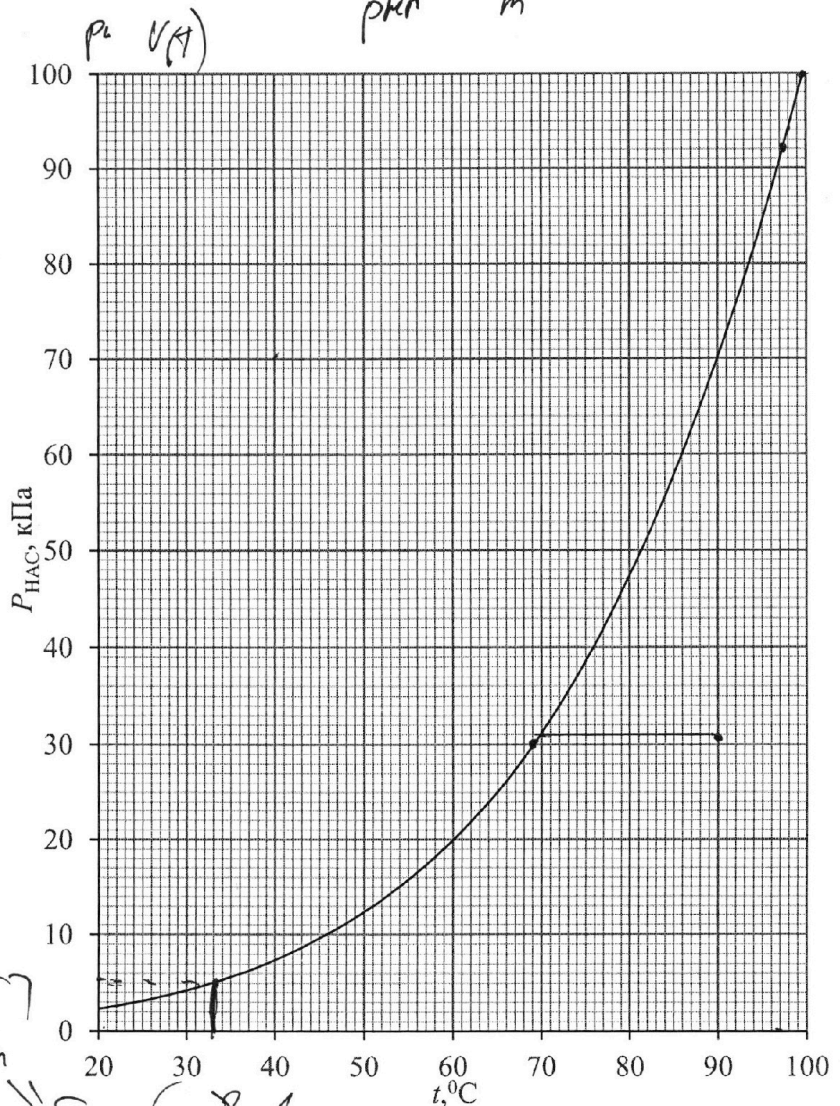


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



Handwritten calculations for problem 2:

$$p \cdot V = p_1 \cdot V_1$$
$$\frac{p}{p_0} = \frac{V_1}{V_0}$$
$$\frac{p}{p_0} = \frac{1}{1 + \frac{p_0 - p}{p_0} \cdot \frac{1}{\varphi_0}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{1 + \frac{105 - p}{105} \cdot \frac{1}{1/3}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{1 + 3 \cdot \frac{105 - p}{105}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{1 + 3 - 3 \cdot \frac{p}{105}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{4 - 3 \cdot \frac{p}{105}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{4 - \frac{3p}{105}}$$
$$\frac{p}{105} = \frac{1}{\frac{410 - 3p}{105}}$$
$$p = \frac{105}{410 - 3p}$$
$$p(410 - 3p) = 105$$
$$410p - 3p^2 = 105$$
$$3p^2 - 410p + 105 = 0$$
$$p = \frac{410 \pm \sqrt{410^2 - 4 \cdot 3 \cdot 105}}{2 \cdot 3}$$
$$p = \frac{410 \pm \sqrt{168100 - 1260}}{6}$$
$$p = \frac{410 \pm \sqrt{166840}}{6}$$
$$p = \frac{410 \pm 408.6}{6}$$
$$p = \frac{410 + 408.6}{6} = 135.1$$
$$p = \frac{410 - 408.6}{6} = 0.23$$

Since $p < p_0$, the correct solution is $p = 0.23$ кПа.

For the condensation temperature t^* , we find $P_{\text{нас}} = 30$ кПа on the graph, which corresponds to $t^* = 70$ °C.

For the volume ratio V/V_0 , we use the ideal gas law and Dalton's law of partial pressures.



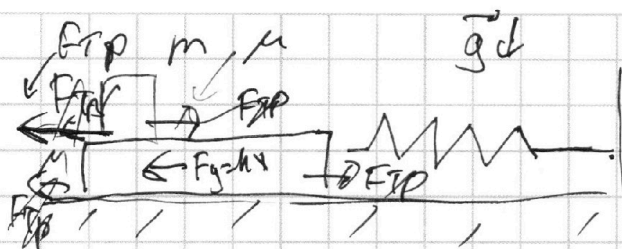
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Винтовое движение появится, когда отменится ~~винтовое~~ ускорение $\ddot{x}$ и появится сила трения скольжения $F_{тр} = \mu mg$

II ЗН: $mg = \mu mg$

III ЗН: $MA = kx + \mu mg$

$A = a$ в данном случае, тогда

$$\mu g = \frac{kx}{m} + \frac{\mu mg}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu g \left(1 + \frac{m}{m}\right) M = kx \Rightarrow x = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{1}{4} = 0,25(m)$$

До прекращения ускорения будут равны:

$\Rightarrow mg = F_{тр}$ также можно решить так

$mg =$ сила тяжести mg и сила трения,

в таком случае II ЗН: $(M+m)a = -kx$ - Диф. ур.

из которого $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$, откуда период

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2$ ~~с~~ $x(t) = A \sin \omega t$, возмем экстремум отсюда



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 14

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!

$q(t) = -A\omega^2 \sin \omega t$, а вторая производная всегда дает мгновенную скорость

$$v(t) = A\omega \cos \omega t, \text{ при } t=0 \quad v=v_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega}, \Rightarrow q(t) = -v_0 \cdot \omega \sin \omega t,$$

в критическом случае колебательная процесс незатухающий $\Rightarrow a = \mu g$ (из II ЗН для груза) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow + \mu g = + v_0 \cdot \omega \sin \omega t \Rightarrow \frac{\mu g}{v_0 \omega} = \sin \omega t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{\omega} \arcsin \left(\frac{\mu g}{v_0 \omega} \right) = 144 \text{ мс}$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin \left(\frac{\mu g}{v_0 \omega} \sqrt{\frac{m}{k}} \right) = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{\pi}{3} (\text{с})$$

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

$$\frac{1}{6\sqrt{3}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} (\text{с})$$

Получим уравнение пружинного маятника II ЗН для груза:

$$m\ddot{x} = -kx + \mu mg \Rightarrow a + \frac{k}{m}x + \frac{\mu mg}{m} = 0, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$a + \frac{k}{m}x + \frac{\mu mg}{m} = 0 \quad \text{Пусть } x + \frac{\mu mg}{k} = y \Rightarrow \ddot{y} = a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y(t) = B \cdot \sin(\omega t + \varphi_0), \Rightarrow x(t) = B \sin(\omega t + \varphi_0) - \frac{\mu mg}{k}$$



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
2 ИЗ 14

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!

После нашего преобразования действует
механика

$$m\ddot{x} = -kx + \mu \sin \omega t \Rightarrow m\ddot{x} + kx - \mu \sin \omega t = 0$$

$$a \pm \frac{k}{m} \left(x - \frac{\mu \sin \omega t}{k} \right) = 0, \text{ пусть } \varphi = x - \frac{\mu \sin \omega t}{k} \Rightarrow$$

$$\ddot{\varphi} + \frac{k}{m} \varphi = 0, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 3 \text{ рад/с} \Rightarrow \varphi = x - \frac{\mu \sin \omega t}{k}$$

$$\Rightarrow \varphi = B \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\dot{\varphi} = \frac{v}{B \cdot \omega} = \frac{v}{B \cdot 3} = 0.75 \text{ м/с}$$

$$\dot{\varphi} = v = B \cdot \omega \cos \alpha$$

$$x - \frac{\mu \sin \omega t}{k} = \sin \omega t$$

$$\text{ОТТ: } \left(x - \frac{\mu \sin \omega t}{k} \right)^2 + \left(\frac{v}{B \omega} \right)^2 = B^2, \text{ найдем скорость из условия}$$

$$\omega = 3 \text{ рад/с}$$

$$\left(\frac{v}{v_0} \right)^2 + \frac{x^2}{A^2} = 1, \quad A = \frac{v_0}{\omega} \Rightarrow \frac{1}{2.5}$$

$$v = \frac{v_0}{2.5}, \text{ откуда } B = \sqrt{\left(\frac{1}{2.5} - \frac{1}{1.2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2.5 \cdot 1.8} \right)^2}$$

$$\sqrt{\frac{1}{36} + \left(\frac{1}{36} \right)^2} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{\frac{4}{5}}, \text{ откуда}$$

$$\text{генерация } \omega = 3 \text{ рад/с} \Rightarrow B \cdot \omega = 3 \cdot \sqrt{\frac{4}{5}} \text{ м/с} \Rightarrow \text{Ответ: } x = 0.25 \text{ м, } t = \frac{1}{2.5} \text{ с, } a = 3 \cdot \sqrt{\frac{4}{5}} \text{ м/с}^2$$



1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

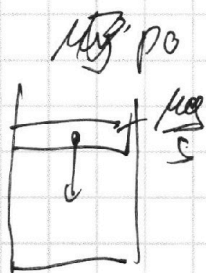
СТРАНИЦА
4 из 18

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!

Индент из углерода давит на н.п. при давлении $p_{\text{нп}} = 82 \text{ Па}$, а выталкивает $p = \frac{P}{S_{\text{нп}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_1 = p \cdot r_{\text{нп}} = \frac{1}{2} \cdot 82 \text{ Па} \approx 30,6 \text{ Па}$$

Суммарное давление газово остается постоянным $\Rightarrow$ процесс изобарический (изобарический)
Давление воздуха $p_0 = p - p_1 = \frac{2RT_0}{V_0}$ (для системы)



Т.к. процесс изобарический (постоянное давление)

$$p_0 = \frac{2RT_0}{V_0} \quad p_0 V = 2RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_0 V_0 \cdot T}{T_0 \cdot V} = p_0$$

Для нулевого момента $p_1 = \frac{2RT_0}{V}$, где

состояние изобарическое, давление не меняется, остается постоянной $\Rightarrow$ из углерода $t^* = 30^\circ \text{C}$, после чего начинается испарение, в конечном состоянии будет такое же давление изобарическое



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
5 ИЗ 14

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!

При этом из уравнения $p_1 T_1 = p_2 T_2$ с движением
паров $p_2 = 5 \text{ кПа}$, вычислим абсолютную
температуру T_2
Движение воздуха в камере $p - p_2 = 44,33$
 p_b p_b

Для того чтобы определить p_r -е мин. p_r ,
 $p_b V_0 = n R T_0$ $\frac{p_b V_0}{p_b} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{p_b T}{p_b T_0} = \frac{V}{V_0}$
 $p_b V = n R T$

в камере из уравнения мин. движение воздуха p_r , T -е.
мин. движение воздуха $p - p_2 = p_b$

$$\Rightarrow \frac{(p - p_2) T}{(p - p_2) T_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{45}{100} \cdot \frac{300}{400} = \frac{V}{V_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{153}{200} = \frac{45}{800}$$

Ответ: $p_2 = 30,64 \text{ (кПа)} \approx \frac{3}{4} \text{ (кПа)}$

$T^* = 400 \text{ (К)} = 300 \text{ (К)}$

$\frac{V}{V_0} \approx \frac{45}{800}$

Данные вычисления
являются примерными
т.е. при переводе
в десятичную
систему и получении
числа в ответе.

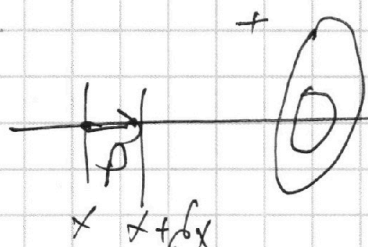


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
6 ИЗ 11

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!

Энергия внешнего действия не зависит от скорости



Введем ось x,

тогда суммарная сила $F = E(x) \cdot q - E(x+dx) \cdot q$
 $\downarrow$
 $-dE \cdot x \cdot q$

$$-\frac{dE}{dx} \cdot dx = m \cdot a, \text{ откуда работа будет равна}$$

$$-\int E \cdot dx = \Delta E \cdot q = A \Rightarrow \text{Емк, чтобы}$$

пролететь через центр и не затормозить. Энергия $E = \frac{mv^2}{2}$, то эта энергия равна работе

совершаемой телом, $\Rightarrow$ в центре скорость с моментом τ и через ЗСГ: $\frac{m(\frac{3}{2}v_0^2)}{2} = A = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \left(\frac{3}{2} v_0^2 - v_0^2 = v^2 \right) \Rightarrow \left[\frac{\sqrt{5}}{2} v_0 = v \right] \text{ во втором случае}$$

затраченная энергия в 2 раза больше т.к.

уже суммируется центростремительная $=$

$$\frac{(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} \Rightarrow v_k = \frac{v_0}{2} \Rightarrow \frac{3/4 v_0^2}{2}$$

ответ: $v = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$, $\frac{v_{max}}{v_{min}} = 3$



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**.



СТРАНИЦА
8 из 14

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!

$$I_1 = \frac{3}{16} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L} \quad \text{кей формула для второго участка}$$

узелки: $B = -\frac{1}{2} \frac{B_0 S \sin \alpha}{r} \Rightarrow$ (действием симметрии)

$\Rightarrow \Phi - BS = \mu L I = \frac{1}{2} \frac{B_0 S \sin \alpha}{r}$

$$I = \frac{1}{8} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} \quad | \cdot dt$$

$$\int dI = \int \frac{1}{8} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} dt = I - I_0 = \frac{1}{8} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} t \Rightarrow$$

$$I(t) = \frac{1}{8} \frac{1}{L r} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} t + \frac{3}{16} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} \quad | \cdot dt$$

$$\int dq(t) = \int \frac{1}{8} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} t dt + \int \frac{3}{16} \frac{B_0 S \sin \alpha}{L r} dt$$

$$q(t) = \left(\frac{1}{16} \frac{t^2}{r} + \frac{3}{16} t \right) \frac{B_0 S \sin \alpha}{L}$$

$$q(r/c) = \left(\frac{1}{64} r + \frac{3}{32} \right) \frac{B_0 S \sin \alpha}{L} = \frac{4}{64} \frac{B_0 S \sin \alpha r}{L} = q_1$$

Суммарный заряд $q_2 = q_1 + q_2 = \left(\frac{4}{64} + \frac{3}{64} \right) \frac{B_0 S \sin \alpha r}{L}$

$$q_2 = \frac{5}{32} \frac{B_0 S \sin \alpha r}{L}$$

Ответ: $I_0 = \frac{B_0 S \sin \alpha}{4L}$; $q_2 = \frac{5}{32} \frac{B_0 S \sin \alpha r}{L}$



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
7 ИЗ 14

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 3-ей задачи $\mathcal{E}_{\text{ин}} = -\dot{\Phi} = B \dot{S}_{\text{пл}}$

$B = \frac{3}{2} \frac{B_0}{r}$ - из условия $\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{ин}} = \frac{3}{2} B_0 \dot{S}_{\text{пл}} \frac{1}{r}$,

Суммарная $\mathcal{E}$ (вместе с электродвижущей силой) должна быть равна 0 $\Rightarrow \dot{\Phi} = LI - 3LI = 0$ (из-за того, что $\mathcal{E}_{\text{ин}} = 0$)

$\Rightarrow \dot{\Phi} = 4LI$, откуда можем найти ток через суммарное изменение потока $\dot{\Phi} \cdot dt = d\Phi = 4LI \cdot dt = 4L dI$

$0 - \Phi = 4LI - 0 = 0 - B_0 S_{\text{пл}} \Rightarrow \underline{I = \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{4L}}$

Иногда из условия зависимости

$I(t)$ можем найти $q(t)$, $\dot{I}(t) = \text{const} =$

$4L \dot{I} = \frac{3}{2} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{r} \Rightarrow \dot{I} = \frac{3}{8} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} \cdot dt$

$\int dI(t) = \int \frac{3}{8} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} dt = I(t) = \frac{3}{8} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} \cdot t \cdot dt,$

$\int dq(t) = \int \frac{3}{8} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} t \cdot dt \Rightarrow q(t) = \frac{3}{16} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} t^2,$

откуда можем найти заряд протекающий на первом участке проводника $q\left(\frac{r}{2}\right) = \frac{3}{64} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L \cdot r} \cdot \frac{r^2}{4} = \frac{3}{256} \frac{B_0 S_{\text{пл}}}{L}$ а сам ток из условия к этому моменту I



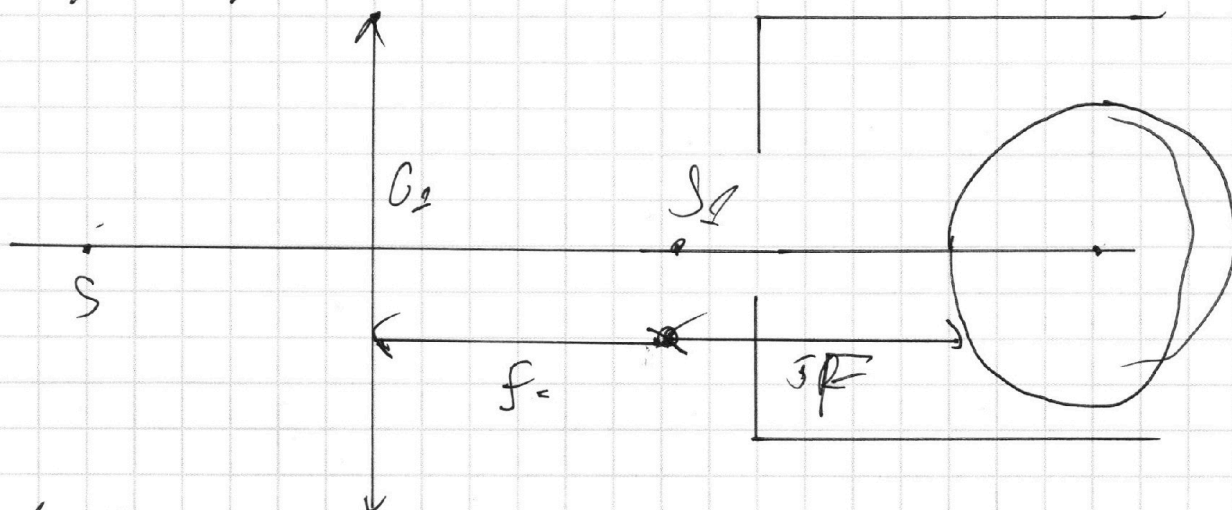
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
10 ИЗ 14

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!

Изображение Φ (помеченное) должно совпадать с источником, то изображение после Φ после Φ отрезание через зрительное расстояние совпадет с изображением Φ после Φ через точку S глаз $\Rightarrow \frac{2}{R} = \frac{R}{f} \Rightarrow R = f$, а d в свою очередь равен $2R - 0,5F = R \Rightarrow R = 0,5F$



Изображение после Φ преломляется через Φ и попадает на экран. а если там же расстояние $F = 11F$, тогда изображение Φ и экран находятся на расстоянии $5R = 6 + 12f$ от $S1$. Теперь рассмотрим систему Φ + зритель



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
12 ИЗ 14

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!

$$\frac{n}{2-n} = \frac{R}{8} - 1 \Rightarrow \frac{2}{2-n} = \frac{R}{8} \Rightarrow b = \left(1 - \frac{1}{2}\right) R =$$

$$= b \cdot \left(1 - \frac{n}{2}\right) \frac{F}{2}$$

$$\frac{22\lambda}{n} - 10\lambda = \beta \beta_0 = \frac{11\lambda}{\left(\frac{R}{8} + 1\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{22}{n} - 10 = \frac{11}{\frac{R}{8} + 1} \Rightarrow \frac{22 - 10n}{n} = \frac{11}{\frac{R}{8} + 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{11n}{22 - 10n} = \frac{R}{8} + 1 \Rightarrow \frac{21n - 22}{22 - 10n} = \frac{R}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b = R \cdot \left(\frac{22 - 10n}{22 - 10n}\right) \cdot \frac{21n - 22}{22 - 10n}, \text{ пусть } \frac{21n - 22}{22 - 10n} =$$

$$\text{тогда } b = 2 \cdot R \Rightarrow$$

$$\frac{2R}{2 + \frac{2}{2}} = \frac{2}{22 + 1}$$

лучи скользят вдоль, образуя
маленькие перемычки
из др. ~~материала~~ суперин.
зеркала.

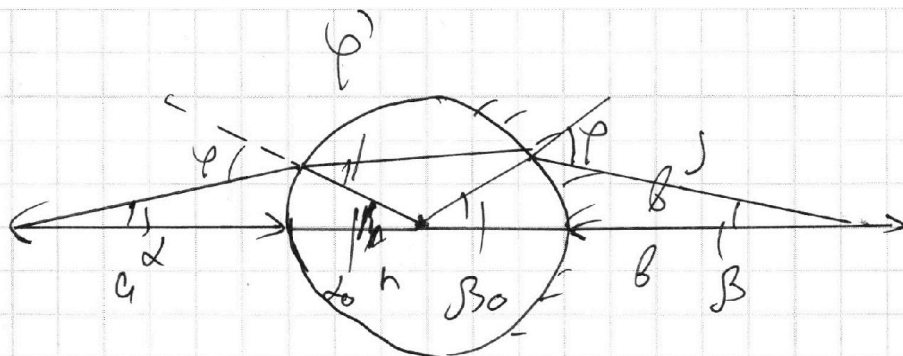


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
15 ИЗ 111

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!



Понять, что поле зрения φ - это
 угол зрения $\varphi = \varphi' + \varphi''$, и
 поле зрения через центр выйдут под углом
 φ к радиусу $\angle BR$ $\angle a = \angle b \Rightarrow \angle 5R = \angle 0,5R \Rightarrow$
 $\Rightarrow \angle 0 = 102 \Rightarrow \varphi = 102 + 22 \Rightarrow \varphi' = \frac{112}{n} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \angle 0 + \beta_0 = \frac{222}{n} = 102 + \beta_0 \quad \beta_0 b = \beta_0 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta_0 = \beta + \beta_0 = \varphi = 112 = \beta_0 \left(\frac{R}{b} + 1 \right) \quad \beta_0 = \beta \cdot \frac{b}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta \left(1 + \frac{b}{R} \right) = 112 \Rightarrow \beta_0 \left(\frac{R}{b} + 1 \right) = 112 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta_0 = \frac{112}{\frac{R}{b} + 1} \Rightarrow 112 + \frac{112}{\frac{R}{b} + 1} = \frac{222}{n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2}{n} = 1 + \frac{1}{\frac{R}{b} + 1} \Rightarrow \frac{2-n}{n} = \frac{1}{\frac{R}{b} + 1} \Rightarrow \frac{2-n}{n} = \frac{R}{b} - 1$$



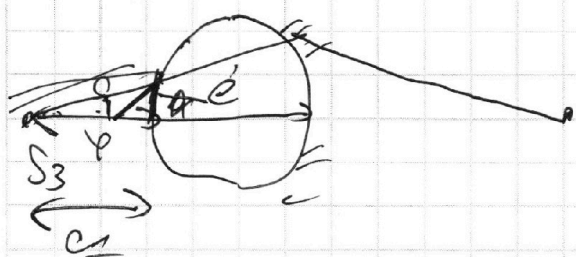
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
13 ИЗ 14

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!

$$+\frac{2}{R} = -\frac{1}{2R} + \frac{1}{C}, \text{ где } C - \text{расстояние до сфокусированной точки изображения}$$



S_2 , отсюда

$$C = \frac{2}{2z+1} R, \text{ т.е. расстояние}$$

$$C_1 (\text{см. рас.}) C_1 = \left(\frac{2}{2z+1} - 2 \right) R = 2-2$$

$$\frac{R \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2} - 2z - \frac{1}{2}} = \frac{R \cdot 2}{2z-1} \Rightarrow \frac{2-2}{2z-1} = C_1, \text{ где } C_1 \text{ —}$$

то, что применяемая решетка

увеличивается в n раз, отсюда $\frac{n \cdot R \cdot 2}{2z-1} = C_2 = 5F =$

$$\Rightarrow 10 = \frac{n \cdot 2}{2z-1} \Rightarrow 20z-1 = n \cdot 2$$

(т.к. сфокусирована
маленькая
составляющая
CS2)

$$20 \cdot (2zn - 2z) - 2z + 10n = n \cdot 2zn^2 - 2zn$$

$$2zn^2 = 2zn + 20 \cdot 2zn + 10n - 4z \Rightarrow 2zn^2 = \left(40 + \frac{32}{2z} \right) n - 2 - \frac{10 \cdot 2z}{2z}$$



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

14 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!

$$n = \frac{452}{21} + \frac{461}{21} = 0$$

$$D = \frac{452^2 - 4 \cdot 461 \cdot 21}{21^2} = \frac{452^2 - 461 \cdot 21}{21^2}$$

$$\frac{452}{21} - \frac{2}{21} \sqrt{216^2 - 461 \cdot 21} = n$$

$$\begin{array}{r} 226 \\ 226 \\ \hline 7356 \\ 1356 \\ \hline 14916 \end{array} \quad \begin{array}{r} 461 \\ 22 \\ \hline 922 \\ 10142 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10916 \\ 10142 \\ \hline 6444 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ 65 \\ \hline 594 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$n = \frac{452 - 461 \cdot 21}{42}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ 65 \\ \hline 594 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array} \quad \begin{array}{r} 452 - 461 \cdot 21 \\ 42 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3112 \\ 4 \end{array}$$

Ответ: $R = 0,5$ - $n = 1,8$



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

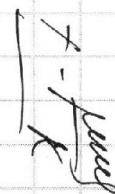
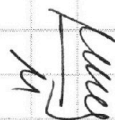
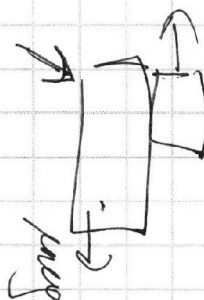
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

$$\frac{v_0}{2} \left(\frac{v_0}{2R} \right)^2 + \left(\pm \frac{L_{\text{max}}}{\lambda} \right)^2 = \beta^2$$

$$\left(\frac{1}{36} \right)^2 \quad \frac{1}{36} - \frac{1}{36} \quad \beta = \frac{1}{6}$$

$$\mu \neq \frac{3 \pm 2}{36} = \frac{1}{6}$$





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!

$$kx - \mu mg = \mu g(M-m) \Rightarrow kx = \frac{\mu g(M+m)}{1} = \frac{8 \cdot 9}{36} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$V_0 \sin \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

$$\frac{V_0}{\omega} = A \Rightarrow A = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

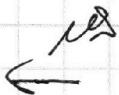
$$A\omega = V_0 \Rightarrow A = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

$$t = \frac{1}{4} = 2\sqrt{3}$$

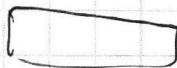
$$\frac{1}{4} \cdot 2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \pi \sin$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$

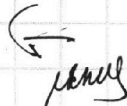
$$\frac{\pi}{3} = x \cdot \frac{1}{\sqrt{12}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$



$$\mu g + kx$$



$$kx - \mu g > 0$$



$$\mu g - \mu(M-m)$$

$$\frac{3}{4} \dot{I}_1 = I \quad | \cdot t$$
$$\frac{3}{32} \dot{I}_1 t^2 =$$
$$\frac{3}{32} I_1 t^2$$

$$\frac{3}{4} \dot{I}_1 = \frac{1}{4} \dot{I}_2$$
$$\frac{3}{4} \dot{I}_1 t = \frac{1}{4} \dot{I}_2 t$$
$$\frac{3}{4} I_1 t = \frac{1}{4} I_2 t$$
$$\frac{3}{4} I_1 t^2 = \frac{1}{4} I_2 t^2$$
$$\frac{3}{4} I_1 t^2 = \frac{1}{4} I_2 t^2$$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

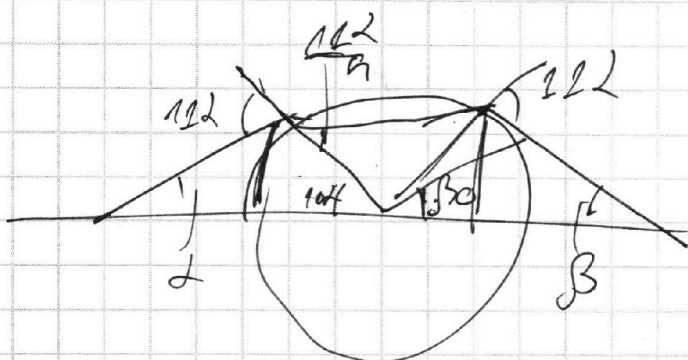
5
☐

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!



$$-\frac{Q}{R} = \frac{I}{2R} - \frac{1}{d}$$

$$\beta_0 + 102 = \frac{222}{n} \Rightarrow \frac{222}{n} - 102 = \beta_0 \cdot R$$

$$\beta_0 + \beta = 112$$

$$222 = \beta_0 \left(1 + \frac{Q}{R}\right) \quad \beta_0 + 102 = \frac{222}{n}$$

$$\left(\frac{222}{n} - 102\right) 2R = \beta \cdot b \Rightarrow \left(\frac{222}{n} - 102\right) \frac{2R}{b} = \beta$$

$$\left(\frac{222}{n} - 102\right) \frac{2R}{b} + \frac{222}{n} - 102 = 112 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{222}{n} = \frac{222}{n} \left(\frac{222 + \frac{222}{n}}{\frac{222}{n} - 102} \right) = R$$

$$\frac{b}{R} = \frac{\left(\frac{222}{n} - 102\right) 222}{222 + \frac{222}{n}} = \left(1 - \frac{31}{22 + \frac{22}{n}}\right) R = b$$

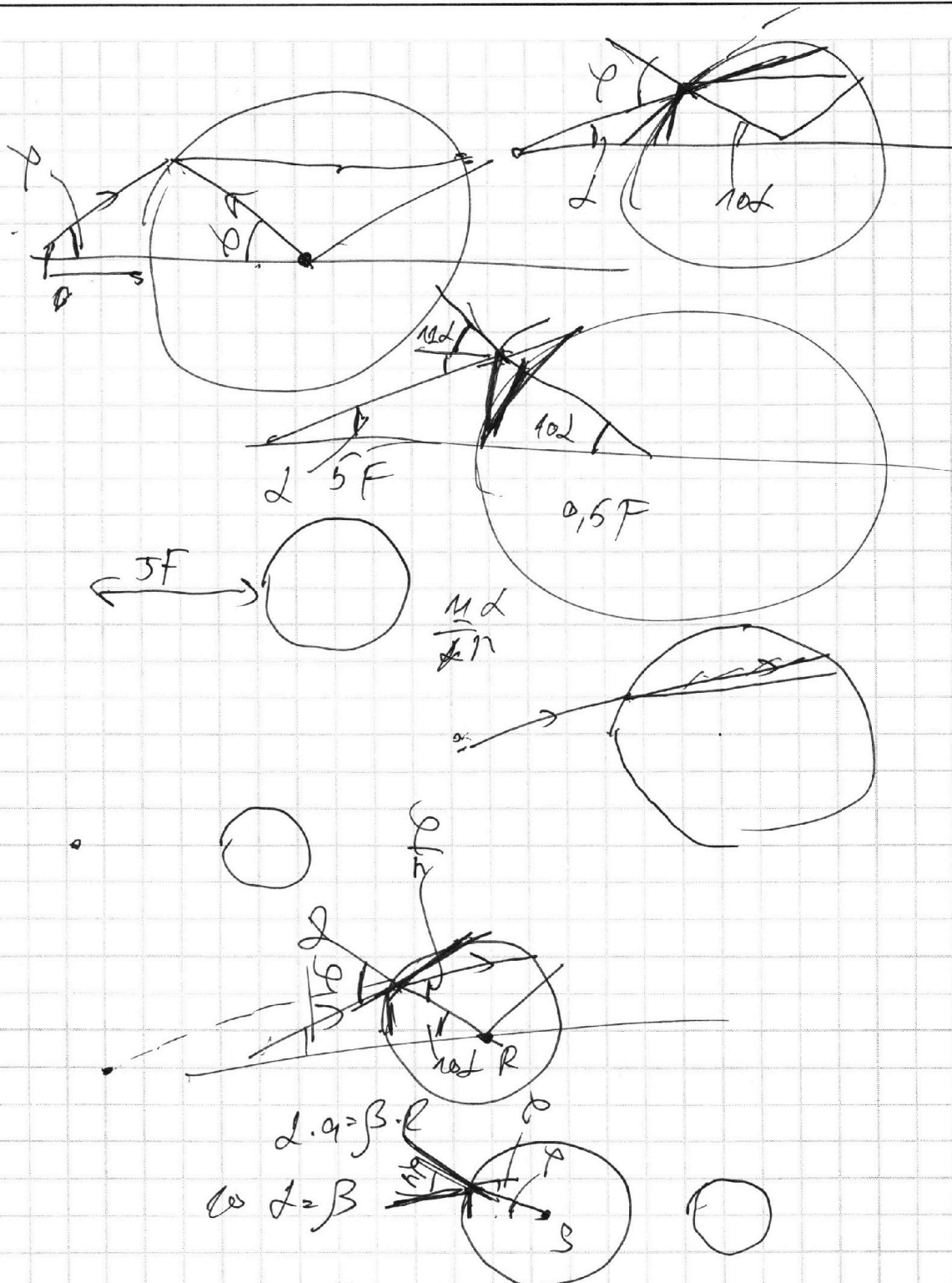


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

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!





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

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!

Мы знаем момент силы $M = \frac{1}{2} \mu \omega^2 x^2$

$x = \frac{1}{k} \mu \omega^2 x^2$; также можем найти скорость

в этой т. $v(t) = v_0 \sin \omega t$ - из первого пункта,

$\Rightarrow \sin \omega t = \frac{v}{v_0}$; $\cos \omega t = \frac{x \omega}{v_0}$; ОИТ.

$$\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1 \Rightarrow \sin \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{x \omega}{v_0}\right)^2} = \frac{v}{v_0} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \sqrt{v_0^2 - (x \omega)^2} = v$, откуда мы можем считать

что амплитуда колебаний и амплитуду во втором

$$\text{пункте } x(t) + \frac{\mu \omega^2}{k} = B \cos(\omega t + \varphi_0);$$

$$v(t) = \omega B \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \frac{v}{\omega B} = \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\frac{x + \frac{\mu \omega^2}{k}}{B} = \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \text{из ОИТ: } \left(\frac{v}{\omega B}\right)^2 + \left(\frac{x + \frac{\mu \omega^2}{k}}{B}\right)^2 = 1$$

$$\left(x + \frac{\mu \omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = B^2 \Rightarrow B = \sqrt{\left(x + \frac{\mu \omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}, \text{ откуда}$$

получим амплитуду колебаний $a_x(t) = B$

$$= \sqrt{\left(x + \frac{\mu \omega^2}{k}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \cdot \omega = a = \sqrt{\left(\frac{\mu \omega^2}{k}\right)^2 + \frac{v^2 \omega^2}{k^2}}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\mu \omega^2}{k}\right)^2 + \frac{\mu}{k} (v_0^2 - (x \omega)^2)} =$$