



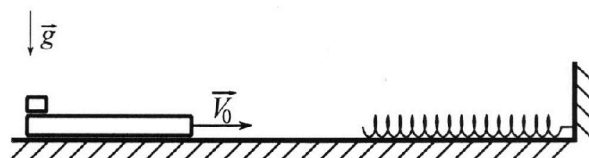
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

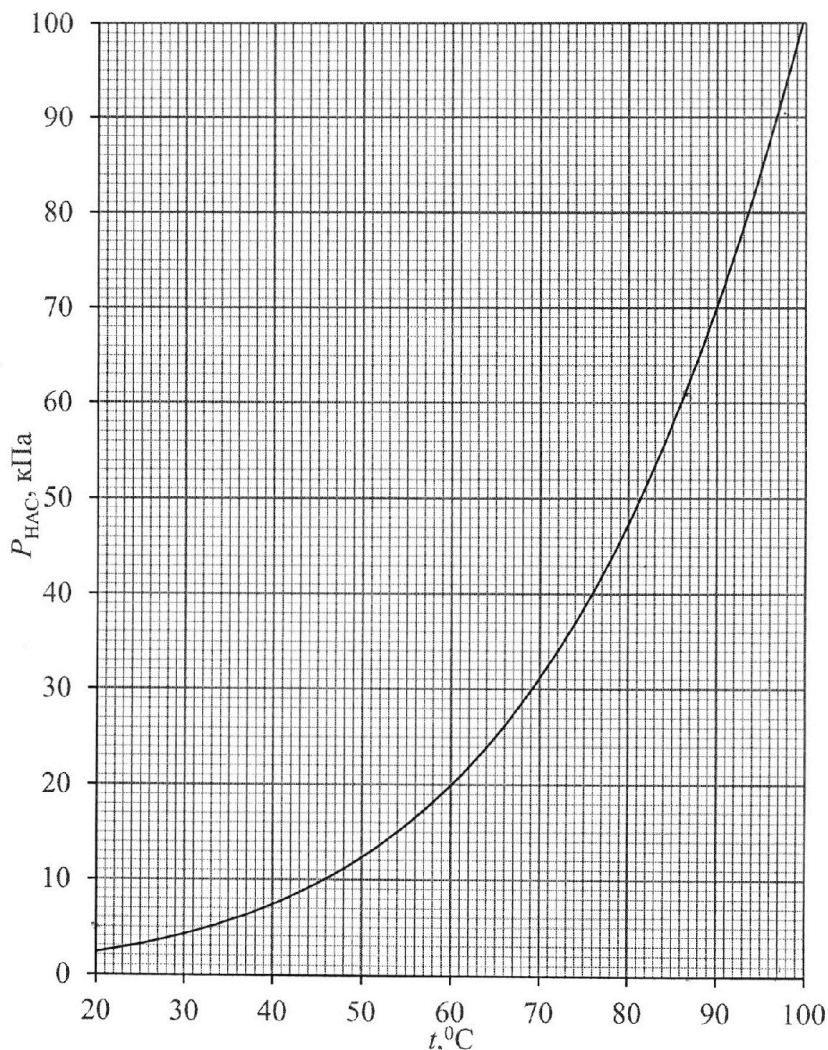


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





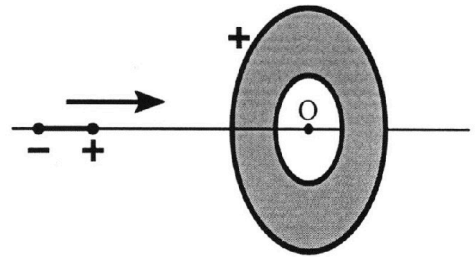
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

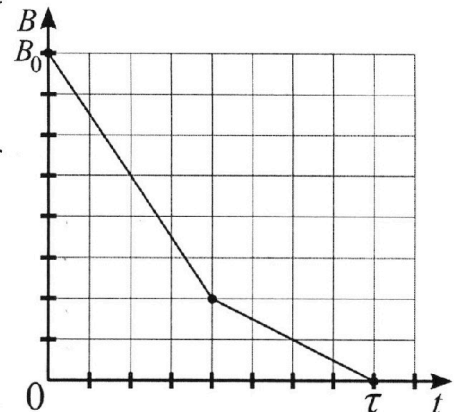
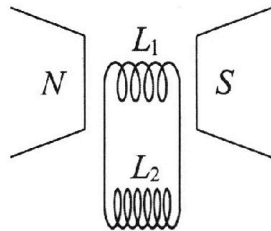


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



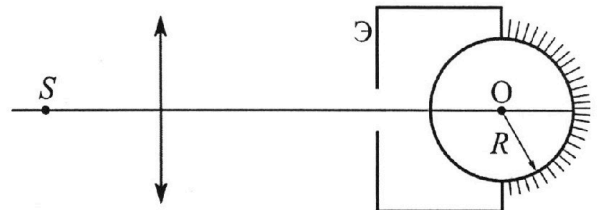
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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 10

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

① $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $V_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $k = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 $\mu = 0,3$
 $\mu \approx 3$

1) x^* - статич. деформация, когда брусок начинает двигаться по доске.
 Рассмотрим произв. момент времени:

Если перейти в НКСО доски, то брусок начнёт скользить в том направлении, когда $ma = F_{tr}$, т.к. $F_{tr} \leq \mu N$, а ускорение a равно:

В этот момент $F_{tr} = F_{tr, \max} = \mu N = \mu mg$

1) $x^* = ?$
 2) $t = ?$
 3) $a(x_{\max}) = ?$

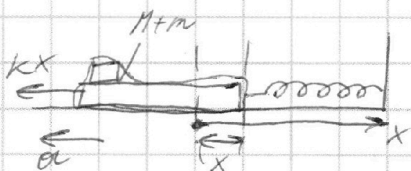
$\mu a = \mu g \rightarrow a = g$

2 ЗН для доски: $kx^* - F_{tr} = Ma = M\mu g$

$kx^* = M\mu g + \mu mg = \mu g(M+m) \rightarrow x^* = \frac{\mu g(M+m)}{k}$

$x^* = \frac{0,3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3 \text{ кг}}{36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{1}{4} \text{ м} = 25 \text{ см}$

2) Рассмотрим систему «доска + брусок» в произв. момент:



2 ЗН: $(m+M)a_x = -kx$

$(m+M)a_x + kx = 0 \quad | : (m+M)$

$a_x + \left(\frac{k}{m+M} \right) x = 0$

дифференц. ур-ие гарм. колебаний

$\omega^* = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$

$x = x(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$

Нач. условия: $x(0) = 0 \quad \dot{x}(0) = V_0$

$A \cdot 0 + B = 0 \rightarrow B = 0$

$\dot{x} = A\omega \cos(\omega t) - B\omega \sin(\omega t)$

$\dot{x}(0) = A\omega \cdot 1 - 0 = V_0$

$A = \frac{V_0}{\omega}$



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 10

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!

$$\boxed{x(t) = \frac{v_0}{\omega} \sin(\omega t)} \quad (2) \rightarrow \dot{x}(t) = v_0 \cos(\omega t) \quad (2)$$

$$\ddot{x}(t) = -v_0 \omega \sin(\omega t) \quad (3)$$

Вспомогательная, когда брусок начинает резко колебаться $a^* = \ddot{x} = \mu g$

$$\mu g = v_0 \omega \sin(\omega t) \rightarrow \sin(\omega t) = \frac{\mu g}{v_0 \omega}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{\mu g}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{0.2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}}{1 \frac{m}{c^2}} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 10^4 \frac{H}{m}}{2 \cdot 10^4 \frac{H}{m}}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \rightarrow t = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$t \approx \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^4}} = \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \approx \frac{1}{3.4} = \frac{1}{3.4} \approx 0.3 \text{ c}$$

3) Из (1) видно, что $x_{\max} = \frac{v_0}{\omega} \rightarrow \omega t^* = 1$, где t^* - момент времени, когда $x = x_{\max} \rightarrow$

$$\rightarrow \ddot{x}(t^*) = a^* = -v_0 \omega \rightarrow a^* = v_0 \omega$$

a^* - ускорение в момент времени t^*

$$a^* = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 1 \frac{m}{c^2} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4 \frac{H}{m}}{3 \cdot 10^4 \frac{H}{m}}} = 2\sqrt{3} \frac{m}{c^2} =$$

$$= 2 \cdot 1.7 \frac{m}{c^2} \approx 3.4 \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } 1) x^* = \frac{\mu g (M+m)}{k} = 25 \text{ см}$$

$$2) t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \approx 0.3 \text{ c} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ c}$$

$$3) a^* = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} \approx 3.4 \frac{m}{c^2} = 2\sqrt{3} \frac{m}{c^2}$$

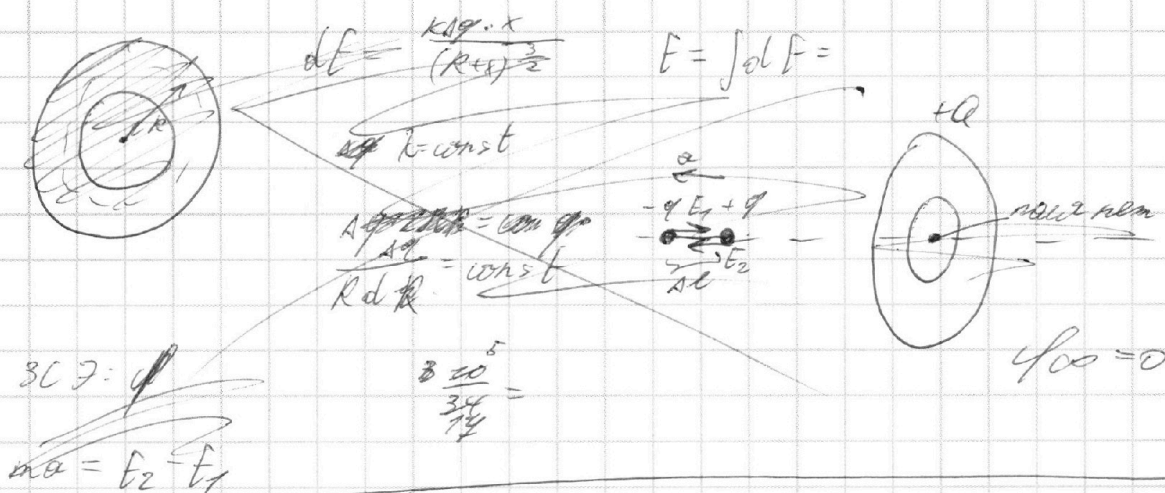


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 10

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!



Ур-ие Мену-Клон. в момент начала конденсации: $p_H = p_{HH}$

$$p_{HH} V_1 = \nu_H R T^* (\text{пар}) \quad (1)$$

$$p_B V_1 = \nu_B R T^* (\text{воздух}) \quad (2)$$

Закон Дальтона:
 $p_B = p_0 - p_{HH}$

$$\frac{p_{HH}}{p_0 - p_{HH}} = \frac{\nu_H}{\nu_B} \Rightarrow \frac{p_0 - p_{HH}}{p_{HH}} = \frac{p_0 - p_1}{p_0}$$

$$\frac{p_0}{p_{HH}} - 1 = \frac{p_0}{p_1} \left(1 - \frac{p_1}{p_0} \right) \Rightarrow \frac{p_1 + p_0}{p_0 p_{HH}} = 2 \Rightarrow \frac{p_0}{p_{HH}} = 2 - \frac{p_1}{p_0}$$

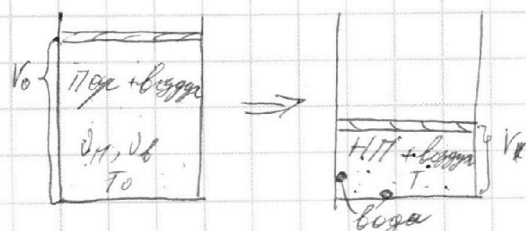
$$p_{HH} = \frac{p_0}{2 - \frac{p_1}{p_0}} = \frac{105 \text{ кПа}}{2 - \frac{30 \text{ кПа}}{105 \text{ кПа}}} = \frac{105 \text{ кПа}}{42 - 6} = \frac{105 \cdot 21}{36} \text{ кПа} \approx 61 \text{ кПа}$$

По графику: $p^*_{HH}(T^*) = 61 \text{ кПа} \Rightarrow T^* \approx 87^\circ\text{C} + 273 \approx 360 \text{ K}$

3) Т.к. $T^* > t$, то конденсация происходит где-то в пр-вс остывающей, а значит в конце пар был насыщенным.

Из графика $\Rightarrow p_{HH}(t) = 5 \text{ кПа}$

НН-масса пар



Ур-ие Мену-Клон. в конце:

$$p_{HH}(t) \cdot V_1 = \nu_H^* R T^* (\text{пар})$$

$$p_B^* V = \nu_B R T^* (\text{воздух}) \quad (3)$$

ν_H^* - кол-во испарившейся пара



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
582 ИЗ 80

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!

У-ие Меру. - Кисл. В начале:

$$p_{H_2}(t_0)V_0 = \nu RT_0$$

$$p_{O_2}(t_0)V_0 = \nu RT_0 \quad (7)$$

$$L = \frac{153}{366K} \cdot \frac{(105kPa - 30kPa)}{(1105kPa - 5kPa)} =$$

$$= \frac{153 \cdot 3}{370 \cdot 2} = \frac{459}{740} \approx 0,6$$

$$(6) \cdot \frac{p_{O_2}^* V}{p_{O_2}(t_0) V_0} = \frac{I}{T_0}$$

$$L = \frac{I}{T_0} \cdot \frac{p_{O_2}^*}{p_{O_2}(t_0)} = p_0 - p_{H_2}(t_0)$$

$$p_{O_2}^* = p_0 - p_{H_2}(t_0)$$

$$= 30kPa$$

$$30,3kPa =$$

$$\text{Ответ: } 1) p, \approx 97\% \approx 30,3kPa$$

$$2) \approx 366K = 89^\circ C$$

$$3) L \approx \frac{459}{740} \approx 0,6$$



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

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

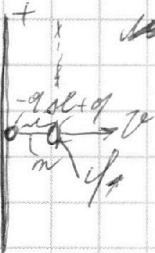
СТРАНИЦА

6 ИЗ 10

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) v_0
 $v_f = ?$
 $v_{max} = ?$
 v_{min}

1) Кажется, чтобы заряд q смог вылететь из диска он должен полностью из него выскочить, но диск маленький, а расстояние м/у зарядами конечное. Значит картинка вылета будет выглядеть примерно так:



Примем $f_{на ос}$ равным нулю, тогда $f_{на ос} = f_{вдоль ос} = 0$

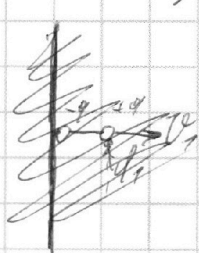
Возмем потенциал поля на расстоянии r от диска за φ_1 , тогда:

по условию если заряд летит с ос, то $f_{ос} = 0$ и $v_{кон} = v_0$, а при уходе диска $v_{кон} = 0 = v$

ЗЗЗ: $\frac{1}{2} m v_0^2 + \varphi_{кон} = \frac{1}{2} m v^2 + \varphi_1 \cdot q - \varphi_{вдоль ос} \cdot q$

$\varphi_1 \cdot q = \frac{1}{2} m v_0^2$

Рассмотрим случай, когда $v_{кон} = \frac{3v_0}{2}$, тогда:



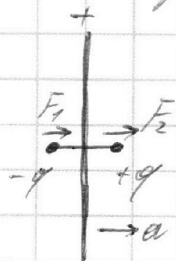
$$ЗЗЗ: \frac{1}{2} m \left(\frac{3v_0}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + \varphi_1 \cdot q - \varphi_{вдоль ос} \cdot q$$

$$\frac{9}{4} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + \varphi_1 \cdot q - \varphi_{вдоль ос} \cdot q$$

$$\frac{8}{4} m v_0^2 = \varphi_1 \cdot q - \varphi_{вдоль ос} \cdot q$$

2) Когда в течение времени $v = v_{max}$ и $v = v_{min}$?

Рассмотрим положение диска, когда его заряды расположены на 90° относительно стоек диска:



Картинка силы действ. на каждый заряд q

Видно, что в таком положении F_1 и F_2 и $F_2 \uparrow v \rightarrow$ заряды расходятся разнонаправленно

Значит заряды расходятся разнонаправленно



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 ☐

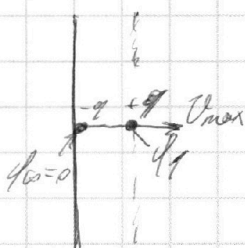
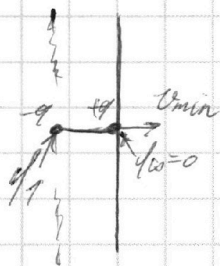
СТРАНИЦА

7 ИЗ 10

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!

Отсюда видно, что v_{min} будет, когда диполь только подлетит к диску, т.к. ф.о. этого взаимодействия минимальна, а v_{max} будет тогда, когда диполь будет вылетать из диска.

Соответственно:



из-за симметрии найдем $\phi_{лева} = \phi_{права} = \phi_1$ (см. рисунок)

$$3C7: \frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = -q_1 q + \frac{1}{2} k v_{max}^2$$

$$\frac{9v_0^2}{4} + v_0^2 = v_{max}^2$$

$$v_{max} = \frac{v_0}{2} \sqrt{13}$$

$$\frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

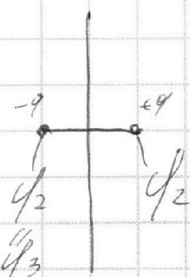
$$\frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} k v_{min}^2 + \frac{1}{2} k v_0^2$$

$$\frac{9v_0^2}{4} - v_0^2 = v_{min}^2$$

$$v_{min} = \frac{v_0}{2} \sqrt{5}$$

$$v_{min} = \frac{v_0}{2} \sqrt{5}$$

3) Найдем v от центра диска во время движения через центр диска.



$$3C7: \frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} k v^2 + \frac{1}{2} k (r-q) + \frac{1}{2} k r$$

$$v = \frac{3}{2} v_0$$

из симметрии: $\phi_3 = \phi_2$

$$\text{Ответ: } 1) v = \frac{3}{2} v_0$$

$$2) \frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$



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.

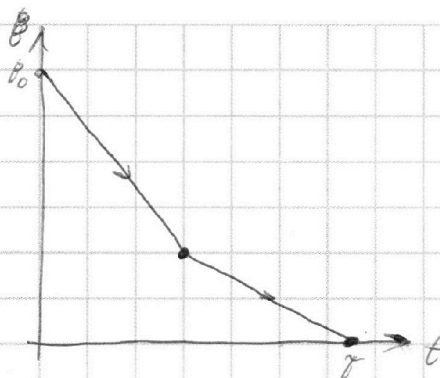
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

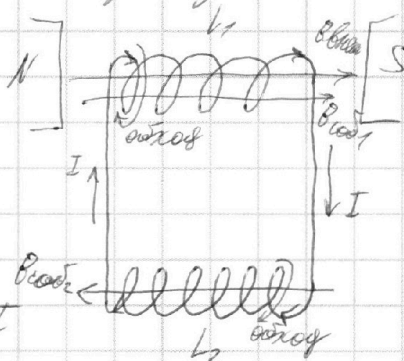
8 ИЗ 10

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 $L_1 = L$
 n, S_1, Φ_0
 $L_2 = 3L$
 $T, R \rightarrow 0$
 $I(0) = 0$
 1) $I_0 = ?$
 2) $\varphi_1 = ?$



1) Изобразим систему в разрезе, с учетом принципа, чтобы ток направлялся как на рисунке:



Магнитные потоки:

$$\Phi_1 = n(\Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{своб}}) S_1 = \Phi_{\text{внеш}} S_1 + L_1 I$$

$$\Phi_2 = \Phi_{\text{своб}} S_2 = L_2 I$$

Закон ЭМИ Фарадея: $\mathcal{E}_{i1} = -\Phi_1' = -\Phi_{\text{внеш}}' S_1 - L_1 I'$

$$\mathcal{E}_{i2} = -\Phi_2' = -L_2 I'$$

$$\sum \mathcal{E}_{i1} = \sum \text{напряжений} = IR \stackrel{R \rightarrow 0}{=} 0$$

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \quad \frac{\Delta \Phi_{\text{внеш}}}{\Delta t} S_1 + L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$\Delta \Phi_{\text{внеш}} S_1 + (L_1 + L_2) \Delta I = 0, (*)$$

Програничим данное соотношение от $t=0$ до $t=T$:

$$n \cdot S_1 (\Phi_1 - \Phi_0) = -(L_1 + L_2) (I_1 - I_0) \rightarrow n S_1 \Phi_0 = (L_1 + L_2) I_0$$

$$I_0 = \frac{n S_1 \Phi_0}{L_1 + L_2} = \frac{n S_1 \Phi_0}{4L}!$$

$L_1 = L; L_2 = 3L$

2) Програничим (*) от $t=0$ до t (учитывая закон Фарадея):

$$n S_1 (\Phi(t) - \Phi_0) = -(L_1 + L_2) (I(t) - I_0)$$

$$I(t) = \frac{n S_1 (\Phi_0 - \Phi(t))}{L_1 + L_2} = \frac{n S_1 (\Phi_0 - \Phi(t))}{4L}$$

$$\Delta \varphi = \Delta \varphi_{L_1} = \Delta \varphi_{L_2} = I \cdot \Delta t = +S_{\varphi} \text{ (зависимость } I(t))$$



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

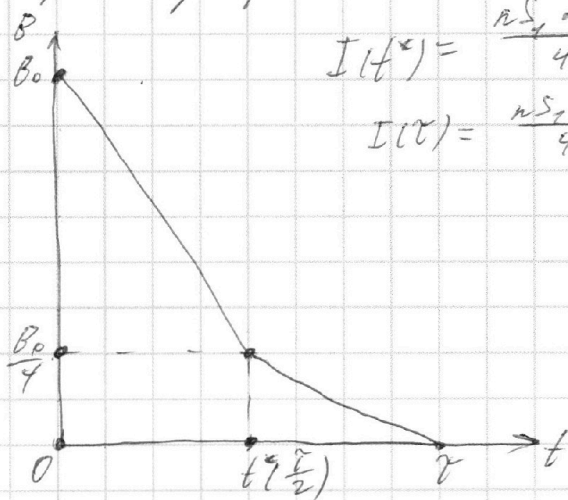
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 10

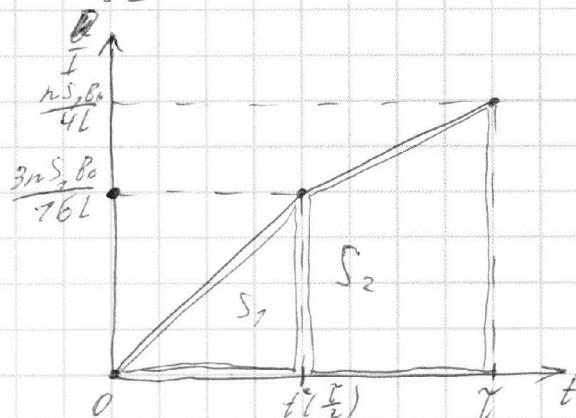
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Построим график $I(t)$.



$$I(t^*) = \frac{nS_1 \cdot \frac{3V_0}{4}}{4L} = \frac{3nS_1 V_0}{76L}$$

$$I(t) = \frac{nS_2 V_0}{4L}$$



$$S_{\text{пр}} = S_1 + S_2, \text{ где } S_1 = \frac{3nS_1 V_0}{76L} \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3nS_1 V_0 T}{64L}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{T}{2} \left(\frac{nS_2 V_0 \cdot 4}{4L} + \frac{3nS_1 V_0}{76L} \right) = \frac{7nS_2 V_0 T}{64L}$$

$$S_{\text{пр}} = \frac{7nS_2 V_0 T}{64L} + \frac{3nS_1 V_0 T}{64L} = \frac{5nS_1 V_0 T}{32L} = \frac{5nS_2 V_0 T}{32L}!$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{nS_2 V_0}{4L}$$

$$2) \varphi = S_{\text{пр}} = \frac{5nS_2 V_0 T}{32L}$$



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

9 из 10

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!

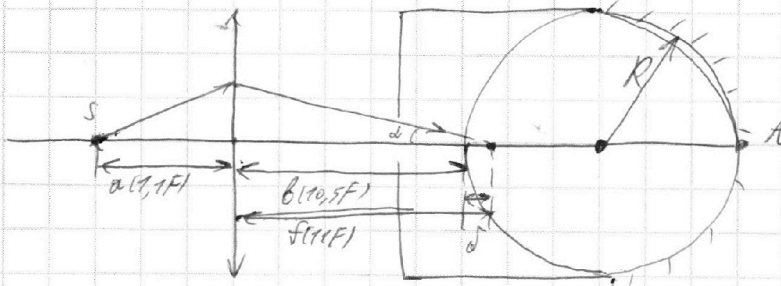
5) $F, a = 11F$ 1) Рассчитаем кол. свет-ис.

$$b = 10,5F$$

$$1) R = ?$$

$$d = 5,5F$$

$$2) h = ?$$



Формула тонкой линзы:

$$f = \frac{aF}{a-F} = \frac{11F^2}{0,1F} = 11F$$

$$a = 11F$$

$$b = 11F - 10,5F = 0,5F$$

Логично предположить, что т.к. отверстие в Δ мало, то из него сможет выйти свет, который преломившись попадет в точку A и сфокусируется.

Остальные лучи не попадут в отверстие.

По принципу обратимости лучей, чтобы И совпадало с П, то лучи должны выходить вот так:

Как будут лучи выходящие это лучи от П 5°

По закону Снелла: $n \sin \beta \approx \sin \alpha$

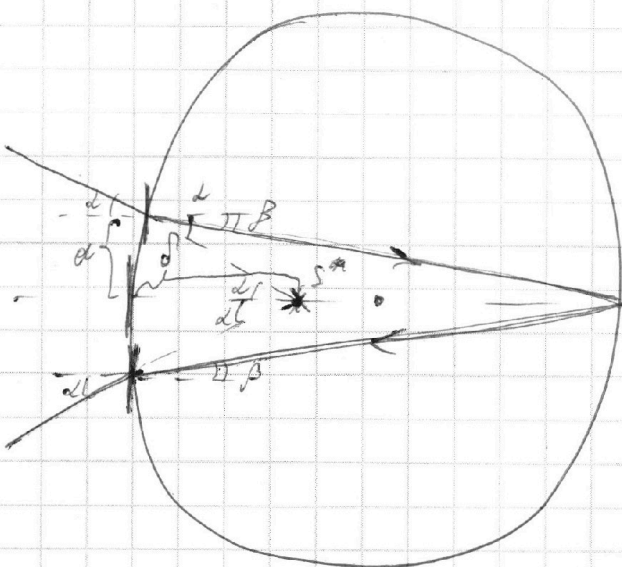
$$2R \cdot \tan \beta \approx a \Rightarrow \frac{2R\beta}{2} \approx a$$

$$a = \delta \tan \alpha \approx \delta \tan \beta$$

$$2R\beta = \delta \frac{F}{2}$$

$$\frac{1}{n} 2R \cdot \frac{\alpha}{2} = \frac{F}{2} \cdot \alpha$$

$$\underline{\underline{4R = F \cdot n}}$$



[Handwritten signature]

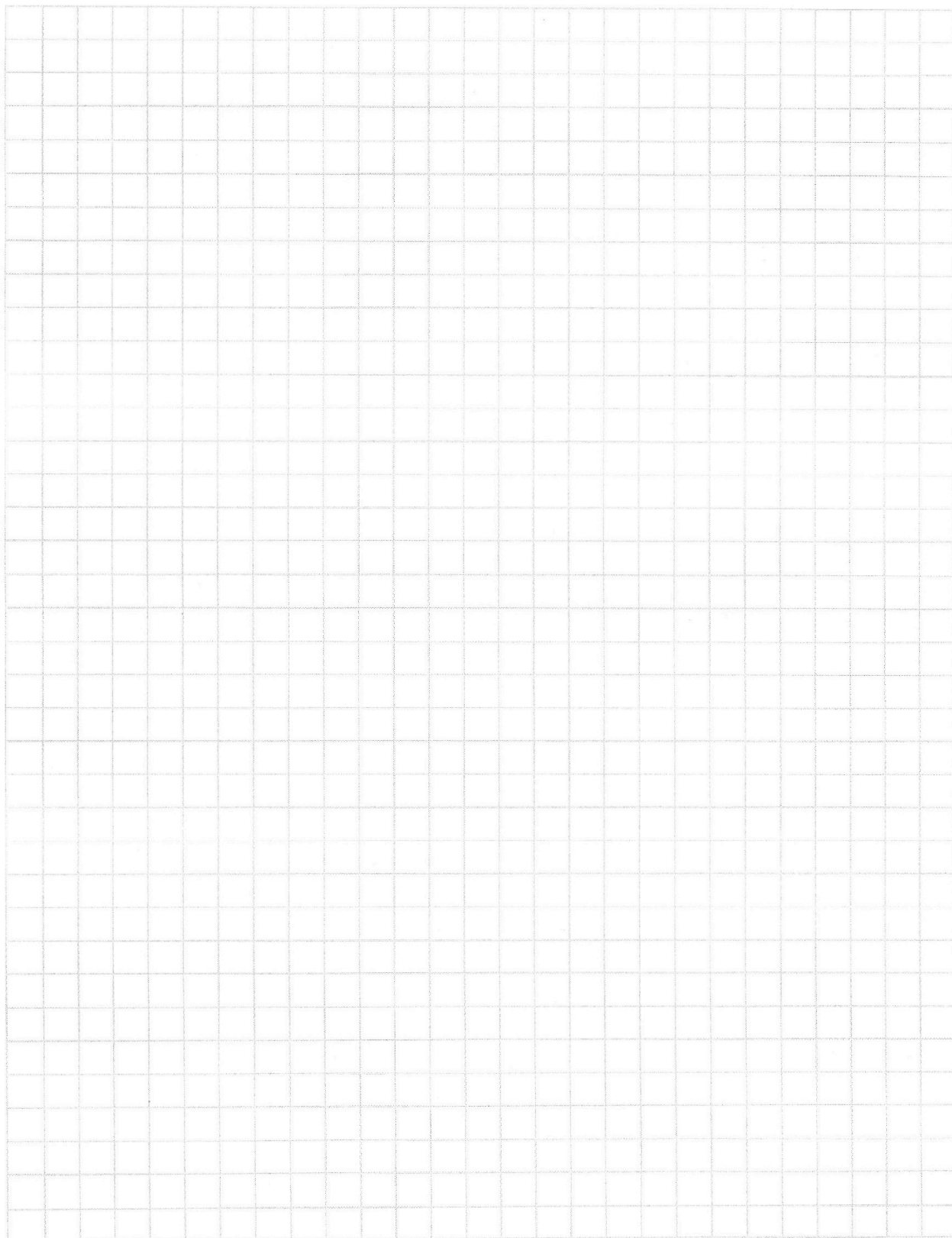


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



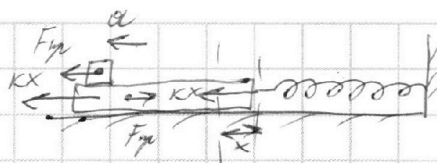


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$(m + M)a = kx$$

$$F_y = ma$$

Черновик!

$$\begin{array}{r} 17 \\ 273 \\ 87 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 273 \\ 87 \\ \hline 306 \end{array}$$

$$p_0 = \frac{p_0 R T_0}{V_0} + \frac{p_0 R T_1}{V_1} = \frac{p_0 R T_0}{V_0} + \frac{p_0 R T_0}{V} \cdot \frac{V_1}{V_0}$$

$$p_{00} = p_0 - p_1 = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

$$\frac{T_0}{V_0} = \frac{T_1}{V_1} \rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1} \quad 105.7 =$$

$$= 935$$

$$\Delta \varphi = I \cdot A t$$

$$n S_1 (B(t) - B_0) = -(L_1 + L_2) I(t) \rightarrow I(t) = \frac{n S_1 (B_0 - B(t))}{L_1 + L_2}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 87 \\ 523 \\ \hline 360 \end{array}$$

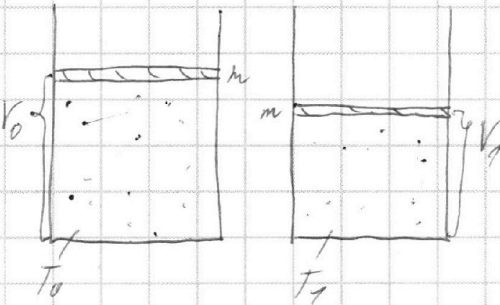
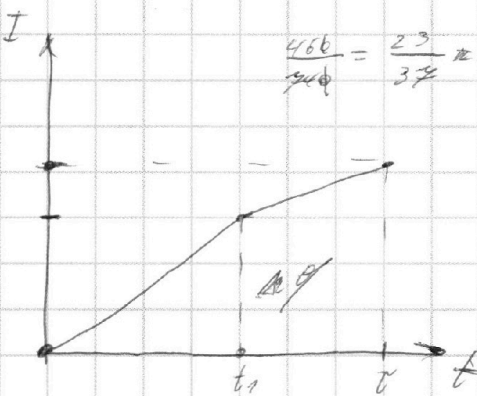
$$\frac{466}{340} = \frac{23}{38} \approx 0,6$$

$$\frac{n S_1 B_0}{4 \cdot 4L} = \frac{n S_1 B_0}{88L}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ 5 \\ \hline 40 \end{array} 18$$

$$\begin{array}{r} 935 \\ 72 \\ \hline 724 \end{array} 72 \approx 67$$

$$\begin{array}{r} 153.3 \\ 370.2 \\ \hline 459 \\ 740 \end{array}$$



$$p_0 = p_1 + p_{MH}$$

$$p_1 = \frac{p_1 R T_1}{V_1}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

$$p_{MH} = \frac{p_{MH} R T_1}{V_1}$$

$$p_{00} = p_0 - p_1 = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

$$\frac{p_{00}}{p_1} = \frac{p_0}{p_1}$$

$$p_{MH} V_0 = p_{MH} R T_0$$

$$p_{MH} = p_0 - p_1 = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

$$p_B = \frac{p_B R T_0}{V_0}$$

$$\frac{p_{MH}}{p_0} = \frac{p_{MH}}{p_0}$$



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!

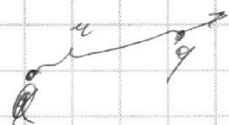
Условие!

$$A_1 + A_2 = \Delta t k$$

$$\sigma = \text{const}$$

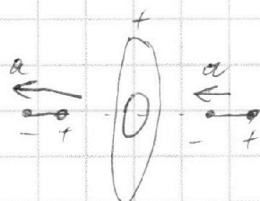
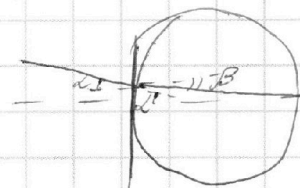
$$\varphi_{\infty} = 0$$

$$d = a \cdot \beta$$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot d$$

E знаем, тогда ?

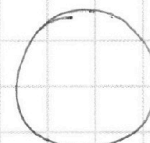
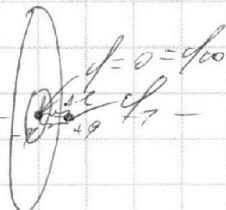
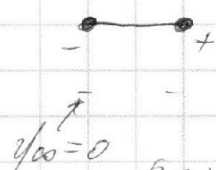


Потенциал в центре диска ноль.

$$3 \text{ ЦЗ: } \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \varphi \text{ в центре } q$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = 0(-q) + \varphi_1 \cdot q$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \varphi_1 \cdot q$$



$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} v^2 + \varphi_1 \cdot q + \frac{0(-q)}{0} \rightarrow v = \dots$$

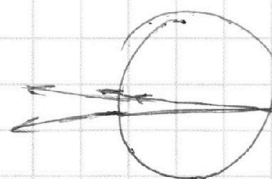
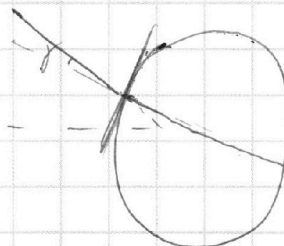
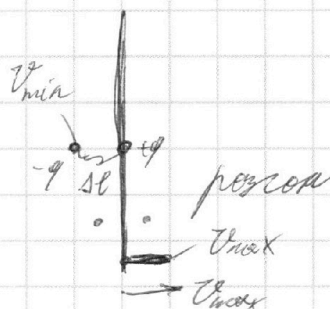
Когда $v = v_{\max}$ и $v = v_{\min} = ?$

$$-\varphi_1 \cdot q + \frac{1}{2} m v_{\min}^2 = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 + \varphi_2 \cdot q$$

$$\frac{1}{2} m v_{\min}^2 - \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = 2 \varphi_1 \cdot q \quad | \cdot 2$$

$$v_{\min}^2 - v_{\max}^2 = 2 v_0^2$$

$$v_{\min} = v_{\max} + 2 v_0^2$$



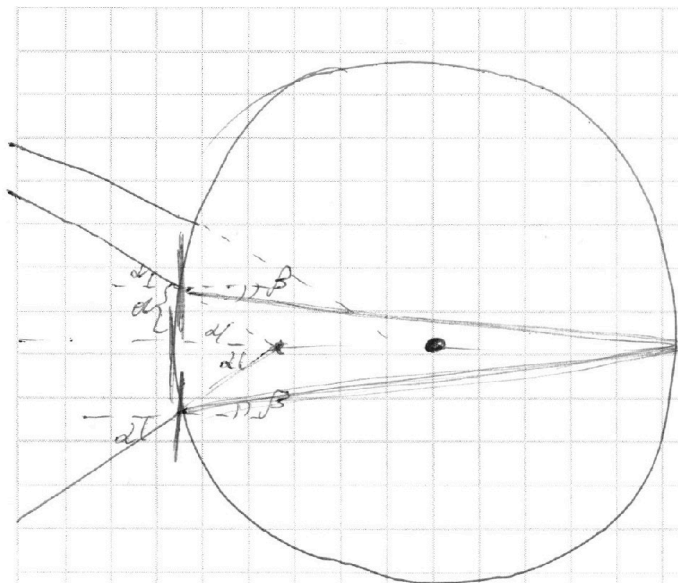


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$d = a \cos \alpha \approx a$$

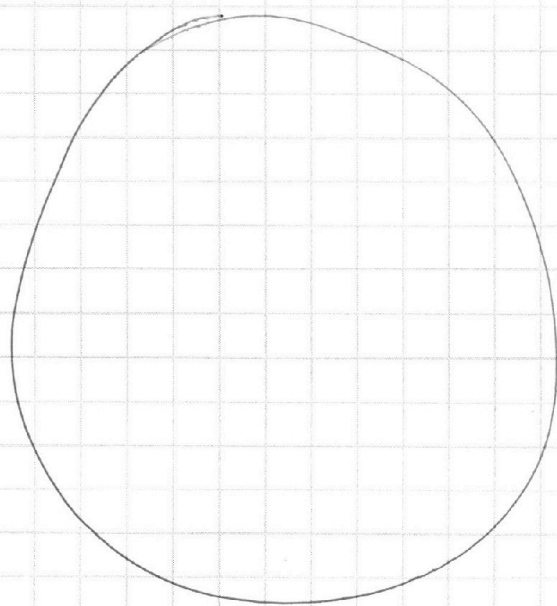
$$a = 2R \cdot \sin \beta \approx 2R \cdot \beta$$

$$d = 2R \cdot \beta = \frac{1}{2} F$$

$$6F \cdot \text{tg } \gamma = a$$

$$6F \gamma \approx a$$

$$2R \cdot \beta = \frac{1}{6} F$$





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.

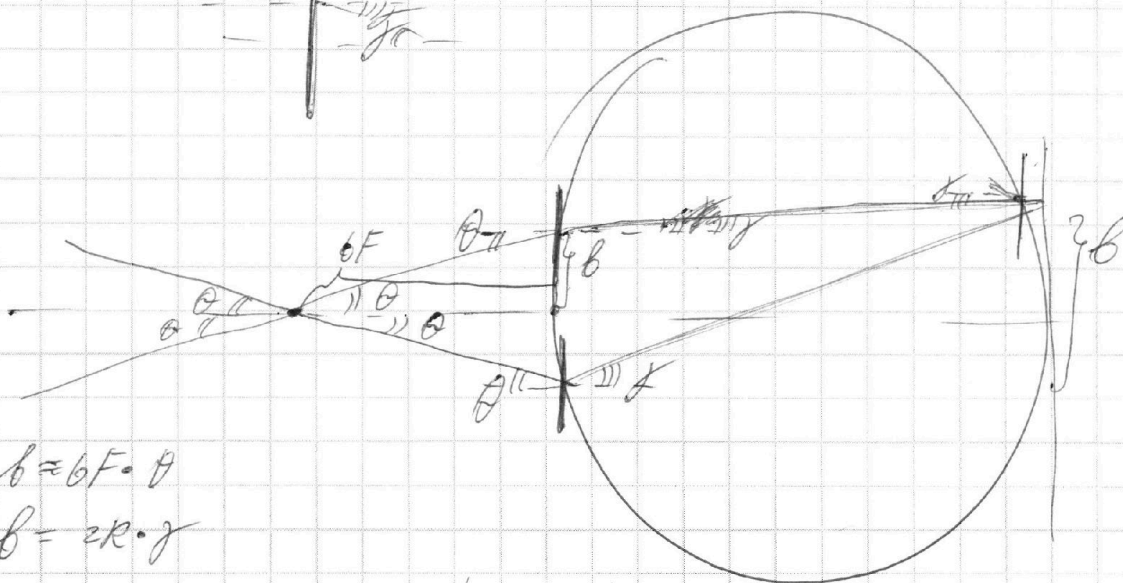
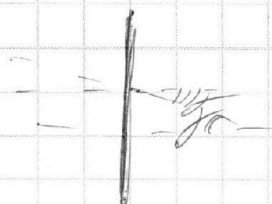
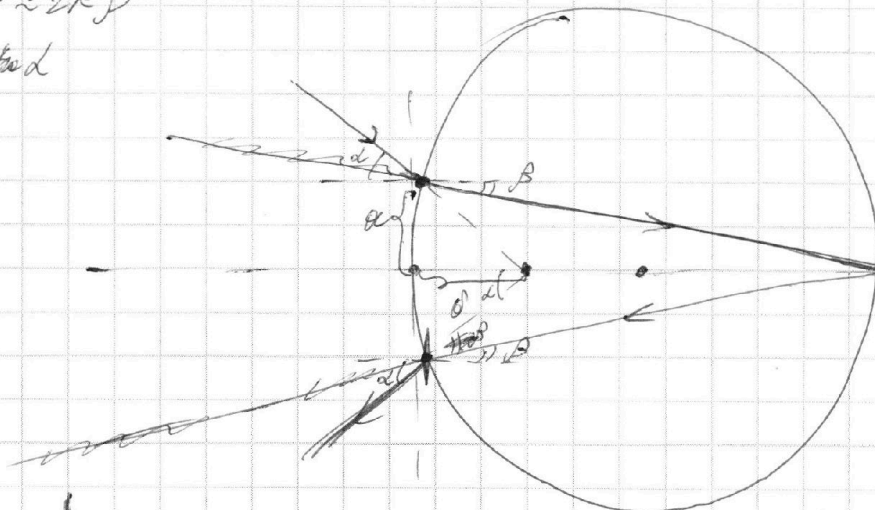
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$a = 2R \sin \theta \approx 2R\theta$$

$$a \approx \delta \tan \alpha \approx \delta \alpha$$



$$b \approx b_F \cdot \theta$$

$$b = 2R \cdot \gamma$$

$$3F\theta = R \cdot \gamma$$

