



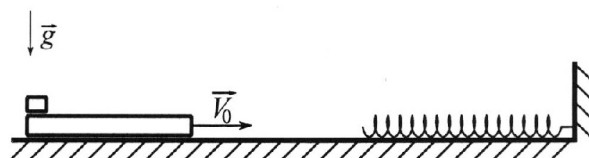
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

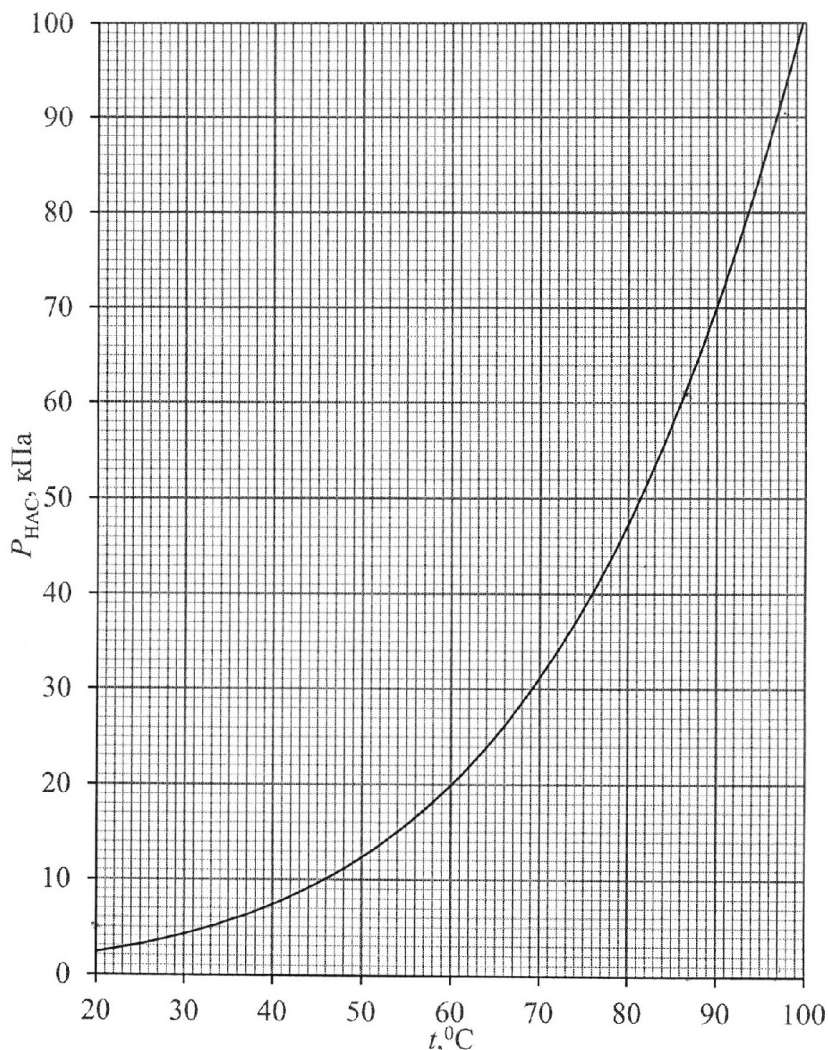


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





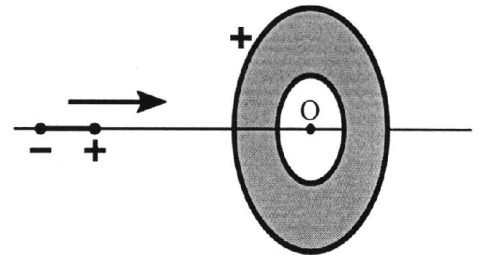
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

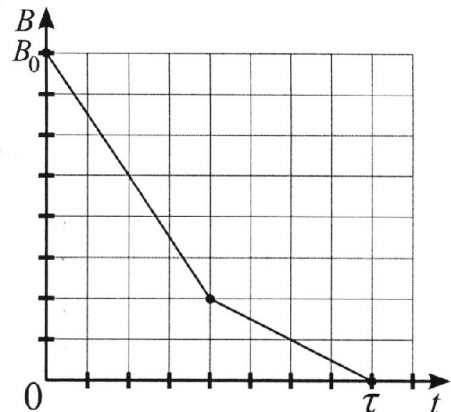
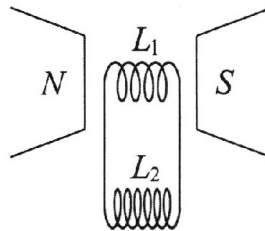


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



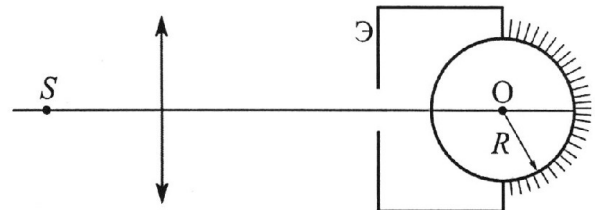
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

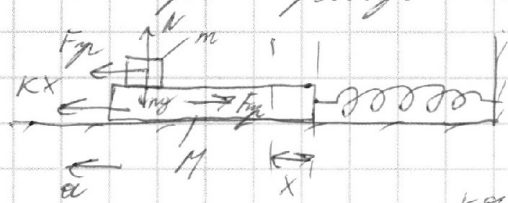
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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^* - статическое перемещение, когда брусок начинает двигаться по доске.
 Рассмотрим произв. момент времени:



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

В этом случае $F_{тр} = F_{тр, макс} = \mu N = \mu mg$

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

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

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

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

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

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



2 ЗН: $(m+M)a_x = -kx$

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

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

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!

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

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

В момент, когда брусок начинает резко возмущаться $a^* = \ddot{x} = \mu g$

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

$$\sin(\omega t) = \frac{\mu g}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{0.2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \sqrt{\frac{3 \text{ кг}}{2 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

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

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^*

$$a^* = v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{3 \text{ кг}}} = 2\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx$$

$$\approx 2 \cdot 1.7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 3.4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

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



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
34 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!

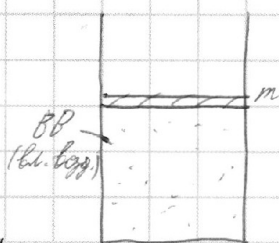
② $p_0 = 105 \text{ кПа}$
 $t_0 = 32^\circ\text{C} = 305 \text{ K}$
 $\varphi_0 = \frac{1}{3} (33,3\%)$
 $t = 33^\circ = 306 \text{ K}$

1) $p_1(32^\circ\text{C}) = ?$

2) $T^* = ?$

3) $\frac{V}{V_0} = ?$

1) Изобразим нач. сост-ие:



По закону Дальтона:

$p_0 = p_{H_2O} + p_{B_0}^{(3)}$, где p_{H_2O} и p_{B_0} - парциальные давления воздуха и пара в нач. сост.

$p_{H_2O} = p_1 = p_0 = p_0$

Воспользуемся уравнением: $p_{H_2O}(32^\circ\text{C}) \approx 91 \text{ кПа}$

$\varphi = \frac{1}{3} = \frac{p_{H_2O}}{p_{H_2O} + p_{H_2O}} \rightarrow p_1 = \frac{p_{H_2O}(32^\circ\text{C})}{\frac{1}{3}} = \frac{91 \text{ кПа}}{\frac{1}{3}} \approx 273 \text{ кПа}$

2) Конденсация пара начнется, когда $p_H = p_{H_2O}$. В пр-це оставшийся пар и в какой-то момент $p_H = p_{H_2O}$.
 Важно отметить: Т.к. $m = \text{const} \rightarrow p_0 S = mg \rightarrow p_0 = \frac{mg}{S} = \text{const}$
 Пр-це изобарный!

~~И-е Менг. - закон: $p_0 V_0 = \nu R T_0$ $p_0 V_0 = \nu R T_0$
 В нач. сост. p_{H_2O} и p_{H_2O} $p_{H_2O} = \nu R T^*$ $p_{H_2O} V_0 = \nu R T^*$
 $p_{H_2O} \frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$
 $\frac{V_0}{V_1} + \frac{V_0 V_0}{V_1} = \frac{V_0 V_0}{V_0} + \frac{V_0 V_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{V_1}$~~

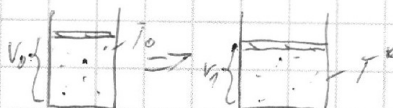
И-е Менг. - закон в нач. сост. для воздуха: $p_0 V_0 = \nu R T_0$ (1)

(3) $\rightarrow \frac{p_0 - p_1}{p_1} = \frac{\nu R}{\nu R}$

для пара: $p_0 V_0 = \nu R T_0$ (2)

$\frac{\nu R}{\nu R} = \frac{p_0}{p_1} - 1 = \frac{105 \text{ кПа}}{91 \text{ кПа}} - 1 =$
 $= \frac{105 - 91}{91} = \frac{14}{91} \approx \frac{14}{91} \approx \frac{1}{6.5} \approx \frac{1}{6.5}$

$\frac{(1)}{(2)} \cdot \frac{p_0}{p_1} = \frac{\nu R}{\nu R}$



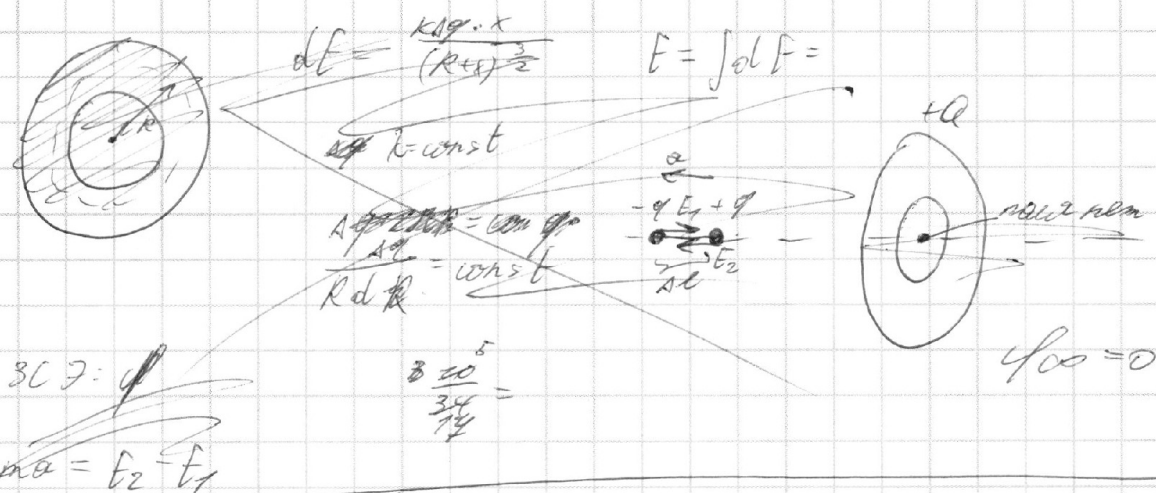


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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-Клар. 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:
 $p_B = p_0 - p_{HH}$

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

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

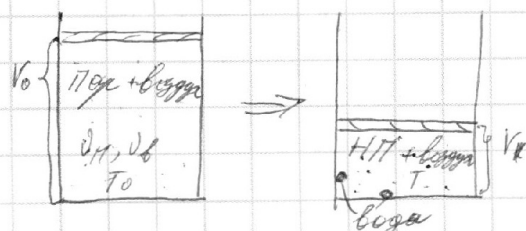
$$p_{HH} = \frac{p_0}{2 - \frac{p_1}{p_0}} = \frac{105 \text{ кПа}}{2 - \frac{30 \text{ кПа}}{105 \text{ кПа}}} = \frac{105 \text{ кПа}}{42 - 6} = \frac{105 \cdot 21}{36} \text{ кПа} \approx 61 \text{ кПа}$$

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

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

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

НН-масса пар



Ур-ие Мену-Клар. в конце:

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

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

ν_H^* - кол-во испарившейся пар



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 60

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:

$$p_{\text{H}_2\text{O}}(t_0)V_0 = \nu_{\text{H}_2\text{O}}RT_0$$

$$p_{\text{O}_2}(t_0)V_0 = \nu_{\text{O}_2}RT_0 \quad (7)$$

$$L = \frac{153}{366K} \cdot \frac{(705\text{кПа} - 30\text{кПа})}{200\text{А}^2} =$$

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

$$(6) \cdot \frac{p_{\text{O}_2}^*V}{p_{\text{O}_2}V_0} = \frac{I}{T_0}$$

$$L = \frac{I}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{O}_2}}{p_{\text{O}_2}^*} = p_0 - p_{\text{H}_2\text{O}}^* \quad \text{из закона Дальтона}$$

$$p_{\text{O}_2}^* = p_0 - p_{\text{H}_2\text{O}}(t)$$

$$= 30\text{кПа}$$

$$\text{Ответ: } 1) p, \text{ в } 97^\circ\text{C} \approx 30,7\text{кПа}$$

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

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



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

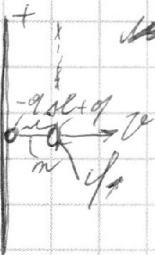
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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 заряды шло 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: Прямая φ на ∞ равна нулю, тогда



т.к. под внутри диска нет (можно доказать разбив диск на множество колец), то

$$\varphi_R = \varphi_{внутри} = 0$$

диск

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

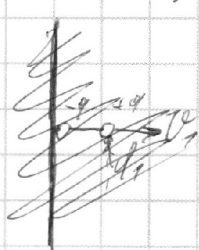
по условию если заряд летит с ∞ , то $\varphi_{\infty} = 0$ и $v_{\infty} = v_0$,

а при уходе диска $v_{кон} = 0 = v$

$$317: \frac{1}{2} m v_0^2 + \varphi_{\infty} = \frac{1}{2} m v^2 + \varphi_1 \cdot q - \varphi_{внутри} \cdot q$$

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

Разнообразный случай, когда $v_{max} = \frac{3v_0}{2}$, тогда:



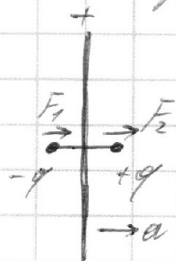
$$317: \frac{1}{2} m \left(\frac{3v_0}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + \varphi_1 \cdot q$$

$$\frac{9v_0^2}{4} - v_0^2 = \varphi_1 \cdot q$$

$$\frac{5v_0^2}{4} = \varphi_1 \cdot q$$

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

Зависит положение заряд, когда его заряды расположили на радиусе, расположенном от центра диска:



Картинка силы действ. на каждый заряд

Видно, что в таком положении F_1 и F_2 и

$F_2 \uparrow \uparrow v \rightarrow$ заряды расходятся разно заряды



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 ☐

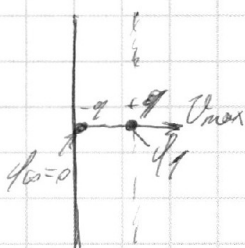
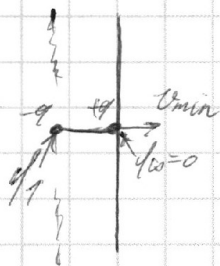
СТРАНИЦА

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 шпатель только подлетит к диску, т.к. ф.о. этого взаимодействия перпендикулярна, а v_{max} будет тогда, когда шпатель будет вылетать из диска.

Соответственно:



из-за симметрии найдем $d_{лева} = d_{права} = d_1$ (см. рисунок)

$$3C7: \frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = -d_1 q + \frac{1}{2} M v_{max}^2$$

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

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

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

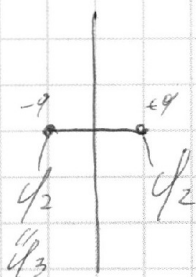
$$\frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = d_1 q + \frac{1}{2} M v_{min}^2$$

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

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

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

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



$$3C7: \frac{1}{2} k \left(\frac{3v_0}{2} \right)^2 = \frac{1}{2} M v^2 + d_2 (-q) + d_1 q$$

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

из симметрии: $d_3 = d_2$

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

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



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.

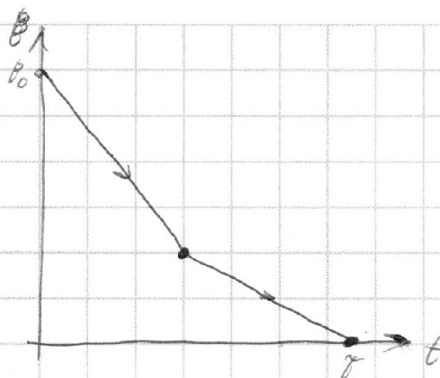
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

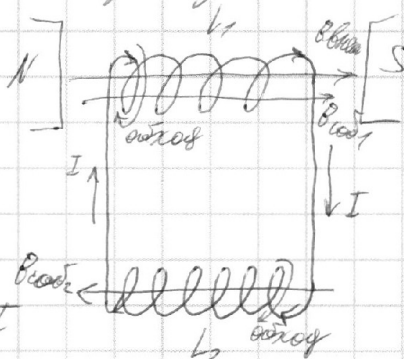
8 ИЗ 10

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:

$$\Phi_1 = \mu_0 (\Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{собств}}) S_1 = \mu_0 \Phi_{\text{внеш}} S_1 + L_1 I$$

$$\Phi_2 = \mu_0 \Phi_{\text{собств}} S_2 = L_2 I$$

Закон ЭМИ Фарадея: $\mathcal{E}_{i1} = -\Phi_1' = \mu_0 \Phi_{\text{внеш}}' S_1 - L_1 I'$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \Phi_1 - \Phi_0 &= 0 - \Phi_0 \\ I_1 - I_0 &= I_0 - 0 \end{aligned} \quad \left[I_0 = \frac{n S_1 \Phi_0}{L_1 + L_2} = \frac{n S_1 \Phi_0}{4L} \right]!$$

$$L_1 = L; L_2 = 3L$$

2) Програничим (*) от $t=0$ до t (примем 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**.

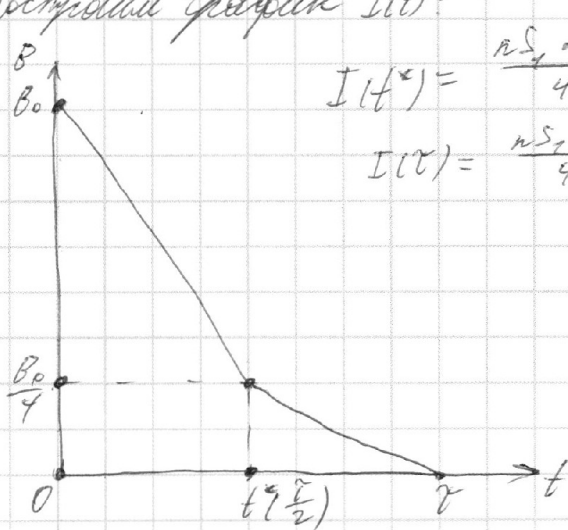
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

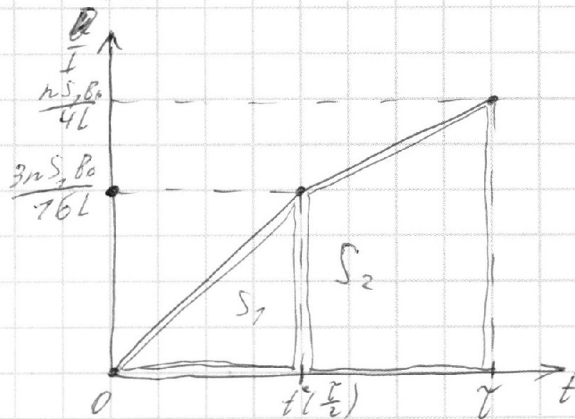
9 из 10

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!

Построим график $I(t)$:



$$I(t^*) = \frac{nS_1 \cdot \frac{3V_0}{4}}{4L} = \frac{3nS_1 V_0}{76L}$$
$$I(t) = \frac{nS_2 V_0}{4L}$$



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

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

$$S_{\text{пр}} = \frac{7nS_1 V_0 T}{64L} + \frac{3nS_1 V_0 T}{64L} = \frac{10nS_1 V_0 T}{64L} = \frac{5nS_1 V_0 T}{32L}!$$

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

$$2) \varphi = S_{\text{пр}} = \frac{5nS_1 V_0 T}{32L}$$



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!

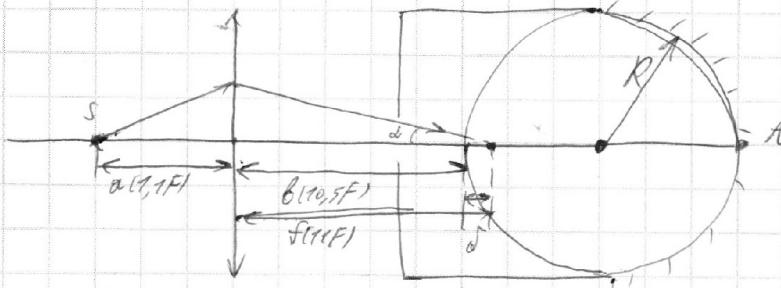
5) $F, a = 11F$ 1) Рассчитаем нач. координаты:

$$b = 10,5F$$

$$1) R = ?$$

$$d = 5,5F$$

$$2) h = ?$$



Формула параксимальной 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 S*

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

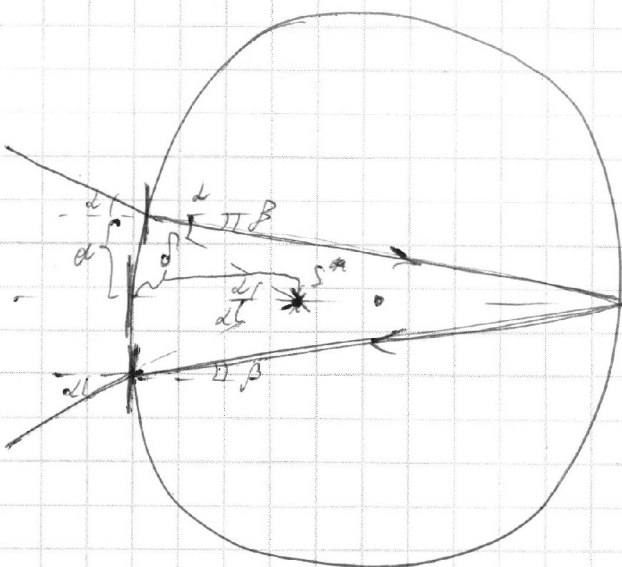
$$2R \cdot \tan \beta \approx a \Rightarrow \frac{2R\beta}{2} \approx a$$

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

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

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

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



[Handwritten signature]

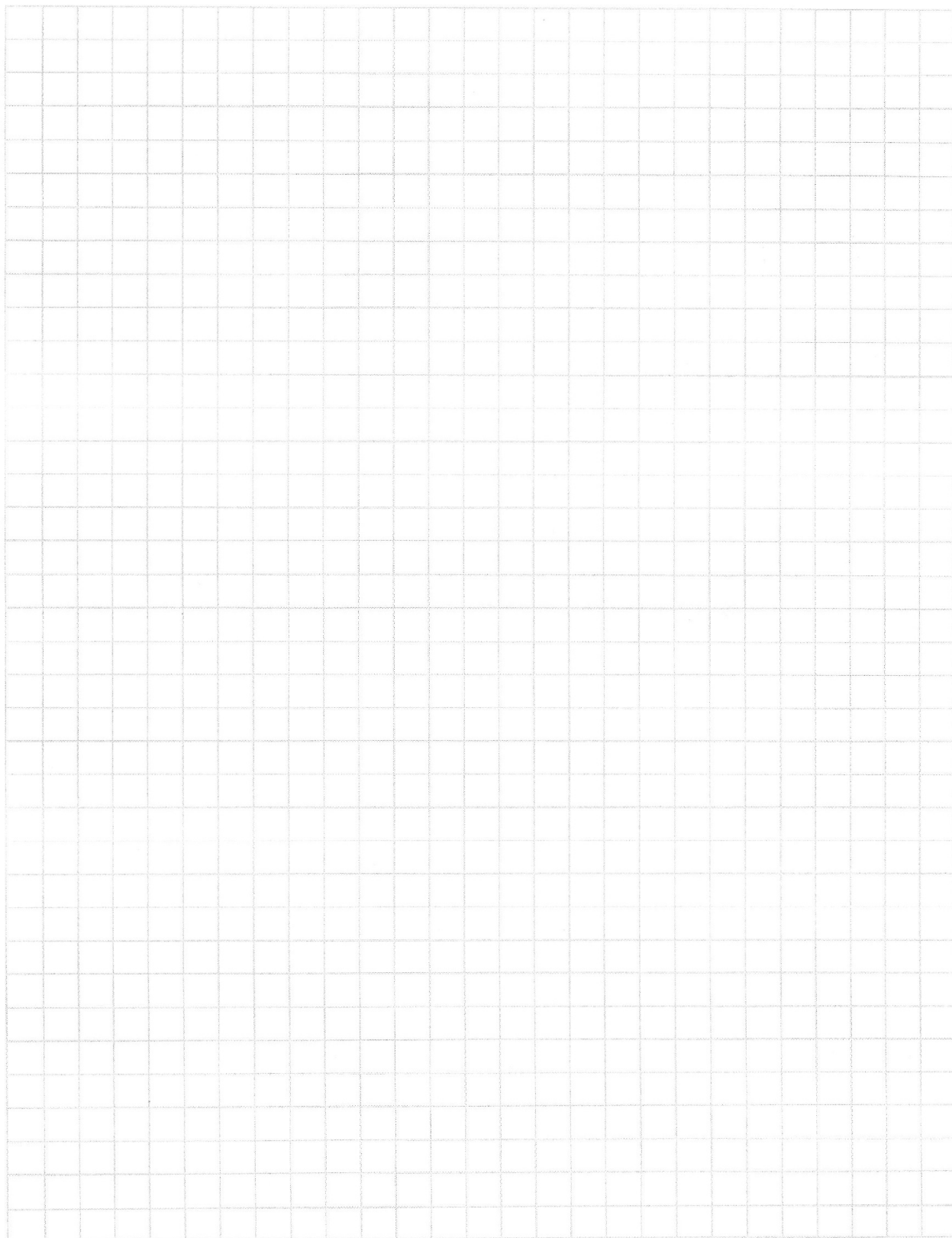


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



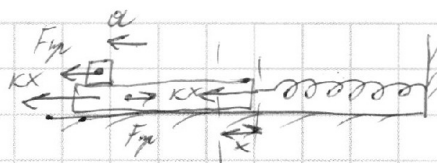


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



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

$$F_{up} = ma$$

Дерновик!

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

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

$$p_{b0} = p_0 - p_1 = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

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

$$= 935$$

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

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

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

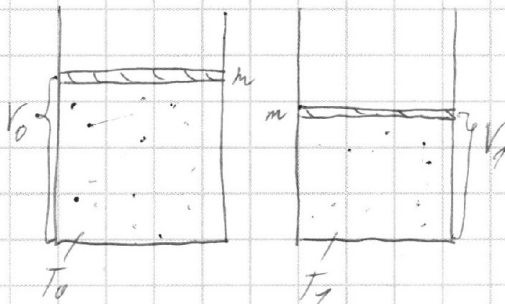
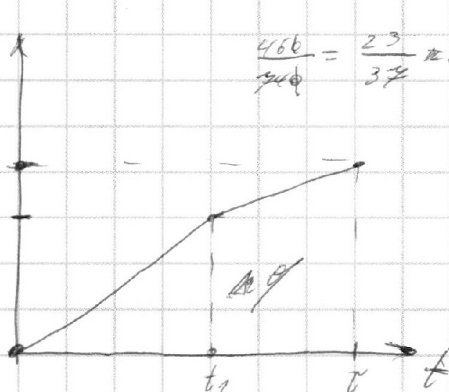
$$\frac{466}{320} = \frac{23}{32} \approx 0,6$$

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

$$\frac{80}{40} = 2$$

$$\frac{935}{72} = 12,98 \approx 13$$

$$\begin{array}{r} 153 \cdot 3 \\ 320 \cdot 2 \\ \hline 459 \\ 740 \end{array}$$



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

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

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

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

$$p_{b0} = p_0 - p_1 = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

$$\frac{p_{b0}}{p_1} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$

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

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

$$p_{b0} = \frac{p_0 R T_0}{V_0}$$

$$\frac{p_{MH}}{p_0} = \frac{p_{MH}}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$

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



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
__ 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!

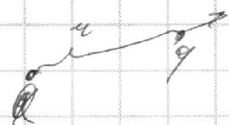
Условие!

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

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

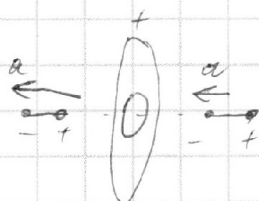
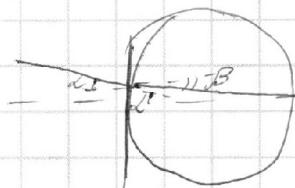
$$\varphi_{\infty} = 0$$

$$d = n \cdot \beta$$



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

E знаем, тогда ?



Потенциал в центре диска ноль.

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

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

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \varphi_2 \cdot q$$

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

$$\left(\frac{3}{2} v_0\right)^2$$

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

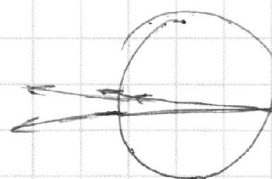
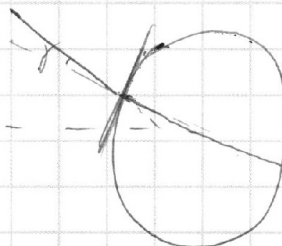
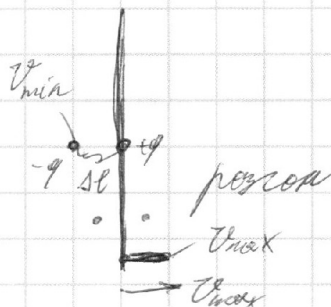
Когда $v = v_{\max}$ и $v = v_{\min} = ?$

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

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

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

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



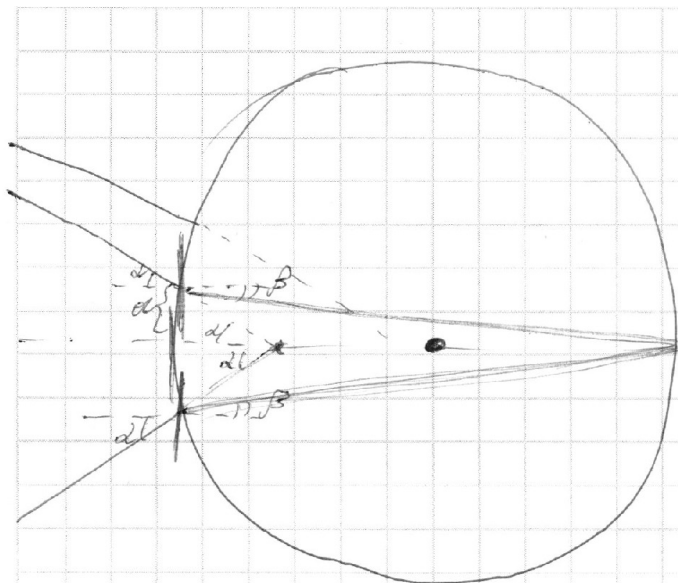


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$d = a \cos \beta \approx a$$

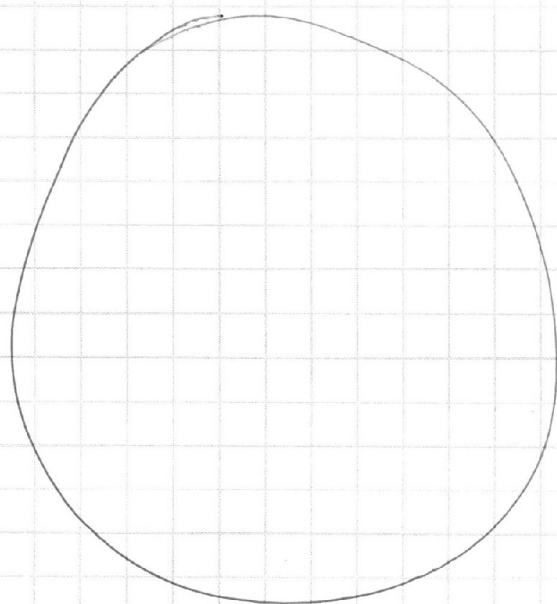
$$a = 2R \cdot \sin \beta \approx 2R \cdot \beta$$

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

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

$$6F \cdot \beta \approx a$$

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





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.

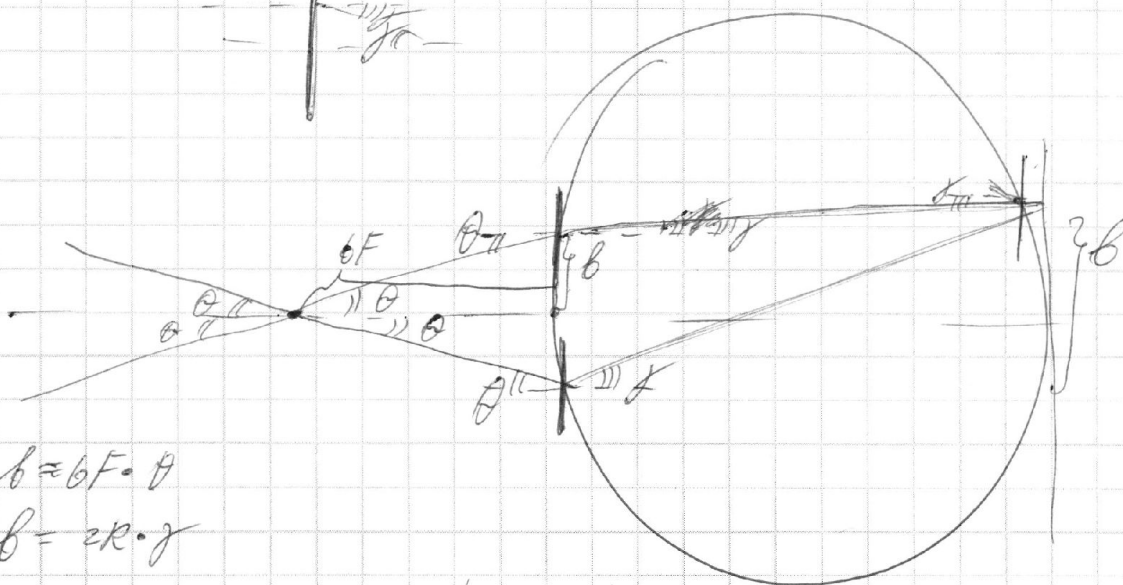
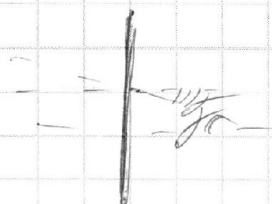
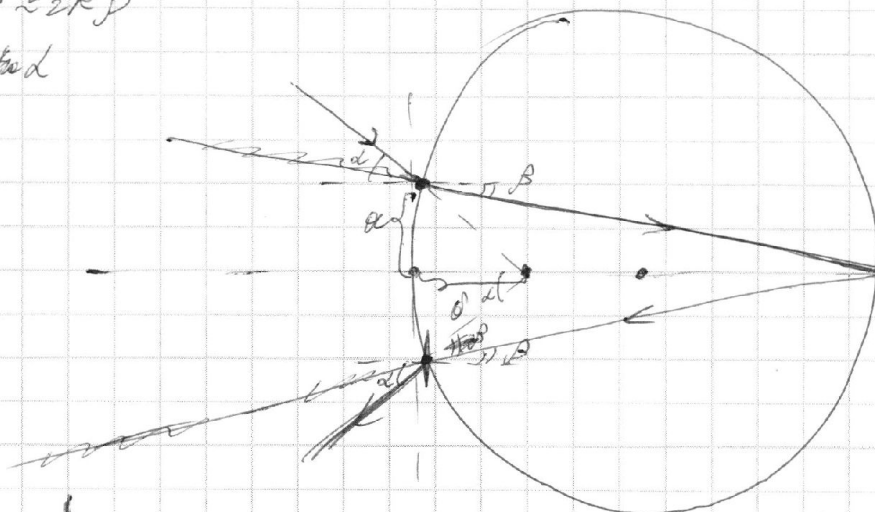
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

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

$$\alpha \approx \delta \tan \theta \approx \delta \theta$$



$$\theta \approx \delta F = \theta$$

$$\theta = 2R \cdot \gamma$$

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

