



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

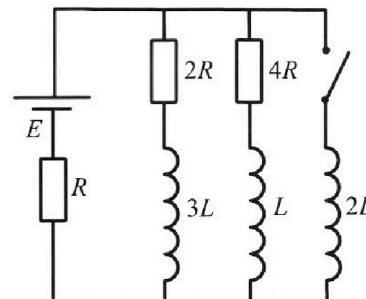
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



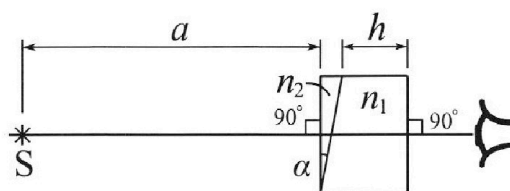
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



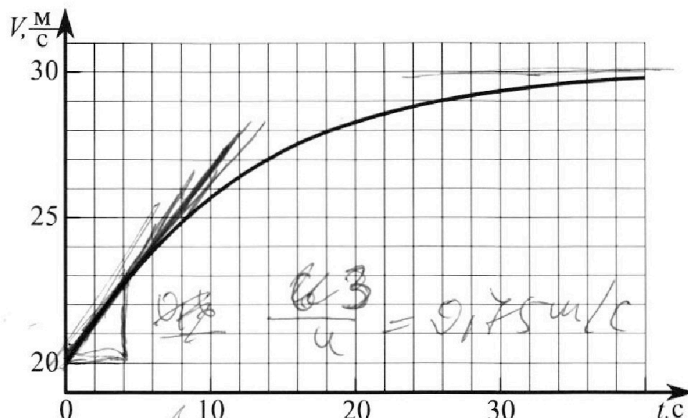
1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.

1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.

2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

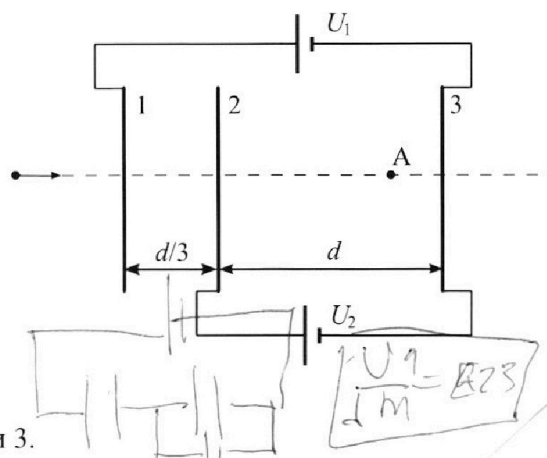
2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролёте сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

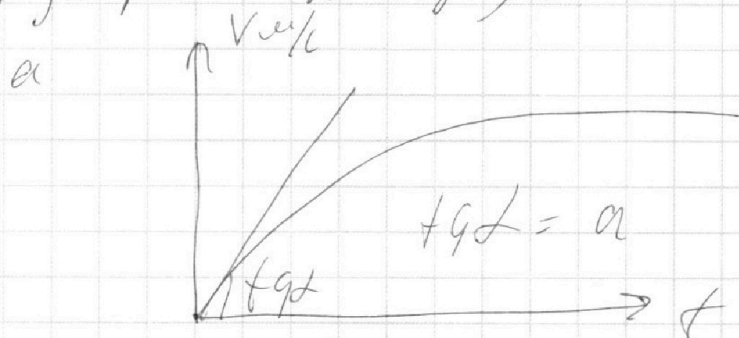
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

1) ускорение по графикам $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$



$$a_0 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{(26 - 20) \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Запишем 2 Закона Ньютона

$$ma_0 = F_{tr} - F_0$$

→ тк без проскальзывания

F_{tr} всегда меньше чем

$F_{тр\max}$, а $F_{тр\max} = \mu N$

$$\Rightarrow F_{tr} = \text{const}$$

$$\text{по 2 закону } \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow F_{tr} = F_k = 200 \text{ Н} \Rightarrow$$

$$F_0 = F_{tr} - ma_0$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 20 \text{ Н}$$

Давлю на горизонтальной поверхности

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

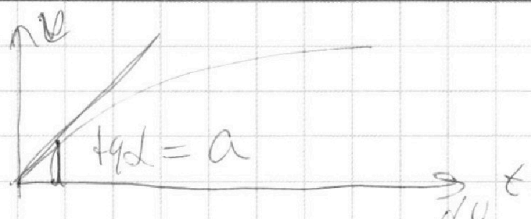
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

1) ускорение

серьёзно



по определению $a = \frac{dv}{dt}$,

что является тангенсом угла наклона

какой-то графика. Подставляем в

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$$

$$\text{т.е. } v_1 = 26 \text{ м/с}, v_0 = 20 \text{ м/с},$$

$$t_1 = 8 \text{ с}, t_0 = 0$$

$$a = \frac{6 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = \frac{3}{4} \text{ м/с}^2 = 0.75 \text{ м/с}^2$$

2) Запишем второй закон Ньютона

$$m \frac{dv}{dt} = F_{tr} - F_0$$

которая
разрешается

$$F_{tr} \approx F_k \quad F_{tr} = \text{const}$$

F_{tr} скользит, но

многозначно движется

так, чтобы скорости и ускорения

могли быть ~~нормальными~~ и нулевыми

$$\Rightarrow F_{tr} = \text{const}$$

~~Решение~~

в конце разгона $F_k = F_{tr}$ и к

$$\frac{dv}{dt}$$

будет равно нулю $\Rightarrow$

$$F_{tr} = 200 \text{ Н}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

подставляем $F_{\text{тр}}$ во второй закон Ньютона

$$m \frac{dv}{dt} = F_{\text{тр}} - m \frac{dv}{dt} = F_0 \rightarrow a$$

$$200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} \text{ Н} = F_0$$

$$(20 \text{ Н} = F_0)$$

3. В конце все возможности будет уходить
на работу сил сопротивления

$$N_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} v_{\text{тр}}$$

$$v_{\text{тр}} \approx 30 \text{ м/с}$$

(асимптота на графике)

$$N = F_{\text{тр}} v_{\text{тр}}$$

Запишем Закон об излучении кинетической
энергии

$$\mathcal{E} dA = S d\mathcal{E}_A$$

$$N dt = F_0 v_0 dt = m v dv$$

$$(N - m v a = F_0 v_0) - \text{Энергия на преодоление}$$

силы сопротивления $\Rightarrow \eta = \frac{F_0 v_0}{F_{\text{тр}} v_{\text{тр}}} = \frac{20 \cdot 20 \text{ м/с}}{240 \cdot 30 \text{ м/с}}$

$$= \frac{20^2}{360 \cdot 30} = \frac{1}{15} \approx 0,07 = \eta$$

Ответ: $a = 0,75 \text{ м/с}^2$; $F_0 = 20 \text{ Н}$; $\eta \approx 0,07 = \frac{1}{15}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



уравнение состояния идеального газа:

$$(p_0 - \kappa W \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right)) \cdot \frac{4}{3} \kappa T_0 = V_{\kappa} \quad \text{при } \gamma = 2$$

$$V_{\kappa} = \frac{V}{2} \quad \omega = \frac{3V}{8} \quad \left(\frac{p_0 V}{8 \kappa T_0} - \frac{3V}{8} \kappa \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right) \right) \frac{4}{3} \kappa T_0 = \frac{V}{2}$$

$$\boxed{p_0 = \frac{p_0 V}{8 \kappa T_0}}$$

$$\cdot \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$

$$\kappa T_0 \approx 1,8 \quad (\text{бездразмерная величина})$$

$$\left(\frac{p_0 V}{8 \kappa T_0} - \frac{3V}{8} \kappa \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right) \right) \frac{4}{3} \kappa T_0 = \left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$

$$\frac{p_0}{3} - \kappa T_0 \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - 1,8 \left(\frac{13p_0}{3} - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - \frac{18}{10} \cdot \frac{13p_0}{81} + \frac{18}{10} p_{ATM} = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - 7,8 p_0 + 1,8 p_{ATM} = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$5 p_0 + 7,8 p_0 = 2,8 p_{ATM}$$

$$\frac{12,8}{10} p_0 = \frac{2,8}{10} p_{ATM}$$

$$\frac{2,8}{12,8} p_{ATM} = p_0$$

$$\text{Ответ: } (1/4)^{7/2} p_{ATM} = p_0$$

$$\frac{14}{64} p_{ATM} = p_0 ; \quad \boxed{\frac{7}{32} p_{ATM} = p_0}$$

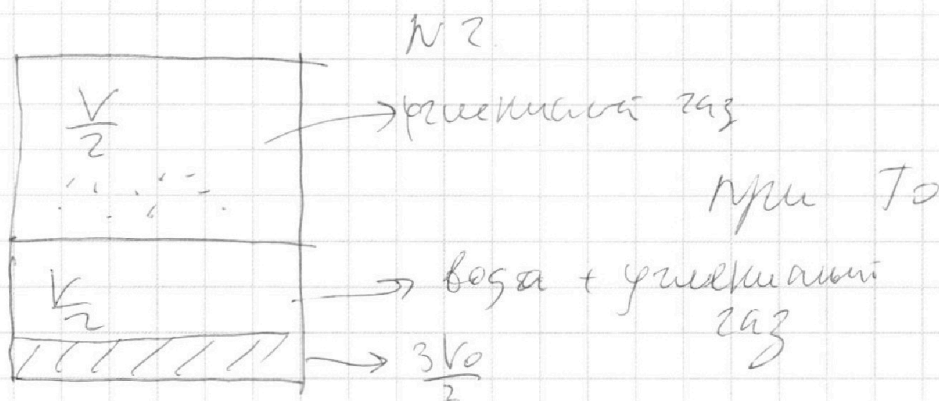
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Затем) в каждом объеме газа в нижней части до карбоната

$\frac{V_0}{2} - \frac{3V_0}{2} = \frac{V_0}{2}$, по закону Паскаля давление сверху и снизу одинаково

Занежем уравнение состояния (параметры пренебреж.)

$$\frac{pV}{T} = \text{сверху } RT \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{\text{сверху}}{\text{снизу}} \right) = 4$$

$$\frac{pV}{T} = \text{снизу } RT \quad 2)$$

$\Rightarrow \frac{4T_0}{3}$, а в нижней сосуда содержится

воздух $\Rightarrow$ в конечный момент вылету

будет углекислый газ + карбонатный
кар + вода

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Занеши уравнение состояния в конце где
ум газа смзт

$$\left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{8} =$$

$$\left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{8} =$$

$$\frac{p_0 V}{2RT_0} = \frac{3V}{8}$$

$$\frac{p_0 V}{2RT_0} = \frac{3V}{8}$$

$$\left(\frac{p_0 V}{2RT_0} - K \left(\frac{13p_0 - 3p_{ATM}}{12} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{8}$$

$$\left(\frac{p_0 V}{2RT_0} - K \cdot \frac{3V}{8} \left(\frac{13p_0 - 3p_{ATM}}{12} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \frac{V}{8} \left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$

$$\left(\frac{p_0}{RT_0} - \frac{3K}{2} \left(\frac{13p_0 - 3p_{ATM}}{12} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \left(\frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$

$$\frac{4}{3} p_0 - \frac{K}{2} \left(\frac{13p_0 - 3p_{ATM}}{12} \right) = \frac{16p_0}{3} - p_{ATM}$$

$$\frac{4}{3} p_0 - \frac{K}{2} \left(\frac{13p_0 - 3p_{ATM}}{12} \right) = \frac{16p_0}{3} - p_{ATM}$$

$$\frac{K}{2RT_0} = \frac{96 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^3} \Rightarrow$$

Внутреннее

$$\frac{16p_0}{3} - \frac{4p_0}{3} = p_{ATM} \quad \text{и } p_0 = p_{ATM}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

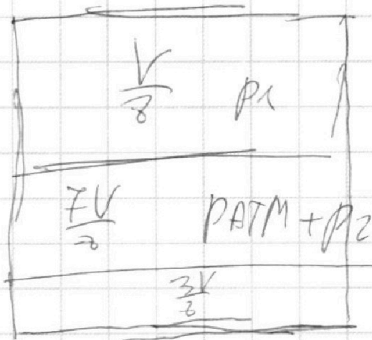
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Пусть $\delta_{\text{верх}} = \delta_0$ $\delta_{\text{низ}} = \delta_1$ в начале

Запишем уравнение
состояния



$$\delta_0 \cdot \frac{4}{3} \pi r_0^3 = p_1 \cdot \frac{V}{8}$$

$$\delta_0 \cdot \pi r_0^2 = p_0 \cdot \frac{V}{2}$$

$$\frac{\delta^2}{3} = p_1 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{2}{\pi r_0^2} \rightarrow \text{где } r_0 \text{ — радиус}$$

$$\frac{16 p_0}{3} = p_1$$

$\rightarrow$ конечное давление газа сверху

Закон Гукера

$$\delta_0 - \delta_1 = k w (p_{\text{пару2}} - p_{\text{пару1}})$$

$\downarrow$
при газ в конце

$$p_{\text{пару1}} = p_0$$

$$p_{\text{пару2}} + p_{\text{ATM}} = \frac{16 p_0}{3}$$

$$p_{\text{пару2}} = \frac{16 p_0}{3} - p_{\text{ATM}}$$

$$\Delta p_{\text{пару}} = \frac{13 p_0}{3} - p_{\text{ATM}}$$

$$\delta_0 = k w \left(\frac{13 p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) = \delta_1$$

$\rightarrow$ конечная
высота
в конце

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\Delta S = K p w \Rightarrow$ ~~ΔS~~ ^{черновик} ~~ΔS~~ _{газа/мизу кону}

$w = \frac{3V}{8}$ н.а. $\Delta w \approx 0$

газа мизу ~~кону~~ _{катам} - газа мизу ~~катам~~ _{кону} = $K w (p_{пару 2} - p_{пару 1})$

$p_{пару 1} = \frac{p_0}{4}$

Заменим уравнение состоянием где верхнюю

когда в кону

р.верх кону $\frac{V}{8} = S_{верх} K \cdot \frac{4}{3} T_0$
в катам

$\frac{p_0 V}{2} = S_{верх} K T_0$

$\frac{p_0 V}{2} \cdot \frac{84}{K_{верх кону}} = \frac{3 T_0}{4 T_0}$

$\frac{16}{3} p_0 = p_{верх кону}$

$\frac{16}{3} p_0 = p_{ATM} + p_{газа мизу кону}$
кас катам

$\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} = p_{газа мизу кону} \Rightarrow p_{пару 2} = \frac{4 p_0}{3} - \frac{p_{ATM}}{4}$

газа мизу _{катам} - $K w \left(\frac{4 p_0}{3} - \frac{p_{ATM}}{4} - \frac{p_0}{4} \right) =$ газа мизу кону

(продолжение задачи)



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~$p_{ATM} \approx \mu p_0$~~
~~См. вет: 1) $\frac{S_{обл} \mu \gamma}{S_{снзу}} = \mu$; 2) $p_0 \approx \frac{p_{ATM}}{\mu}$~~
~~Снзу~~



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

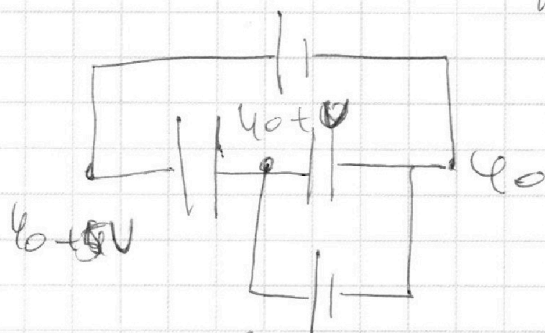
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$(-5V + 7,5V)$$

$\vec{V} \rightarrow$ напряжение в узлах
ноль



Ответ: 1) $k_{23} = \frac{V_9}{dV}$; 2) $k_3 - k_2 = V_9$

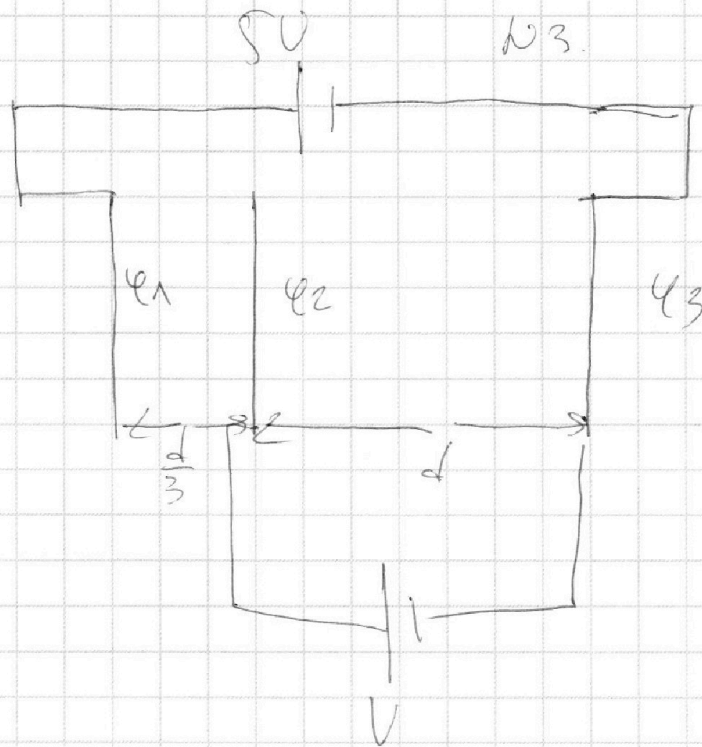
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Потенциалы в точках 2 и 3 одинаковы $E d = U$

$$\frac{U}{d} = E$$

$$\frac{Uq}{\Delta m} = a_{23}$$

пусть v_3 - скорость у обкладки 3

v_2 - у 2

$$Uq = K_3 - K_2$$

$$(v_3^2 - v_2^2) \Delta m$$

$$2Uq$$

$$= d$$

$\varphi_2 \rightarrow \varphi_1$

$\rightarrow$ потенциал
каждой обкладки

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 5U$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

☐☐☒☐☐☐☐

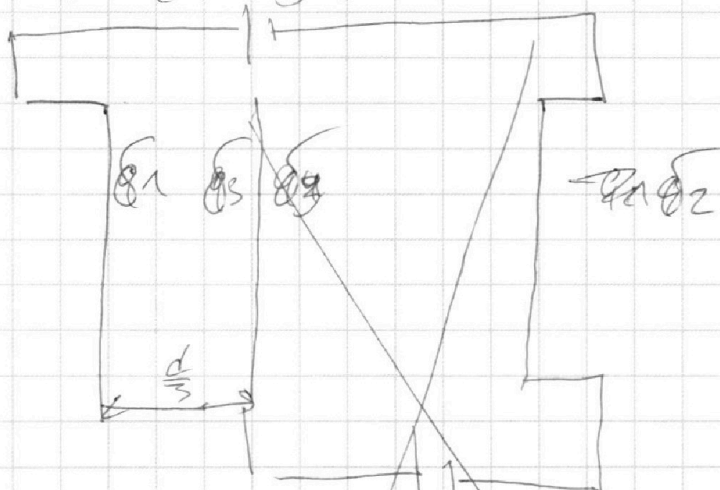
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) $(\varphi_A - \varphi_\infty) q = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \rightarrow 3q\varphi_A - q\varphi_\infty = 3C_2$

$\varphi_3 = \varphi_2 = 5V$

срешфур



$\left(\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) \frac{d}{3} = 5V$

$\left(\frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) d = V$

$\sigma_1 + \sigma_3 = \sigma_2$

$\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3 - (\sigma_1 - \sigma_3)}{2\epsilon_0} \right) \frac{d}{3} = 5V$

$\frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{15V}{d}$

$\sigma_3 = \frac{-15V\epsilon_0}{d}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$U_R \Delta q_{UR} = \frac{7LE \cdot 2}{7R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$$

$$\Delta q_{UR} = \frac{15LE}{28R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{E}{7R} ; \frac{dI_{20}}{dt} = \frac{2E}{7L} ; \Delta q_{UR} = \frac{15LE}{28R^2}$$

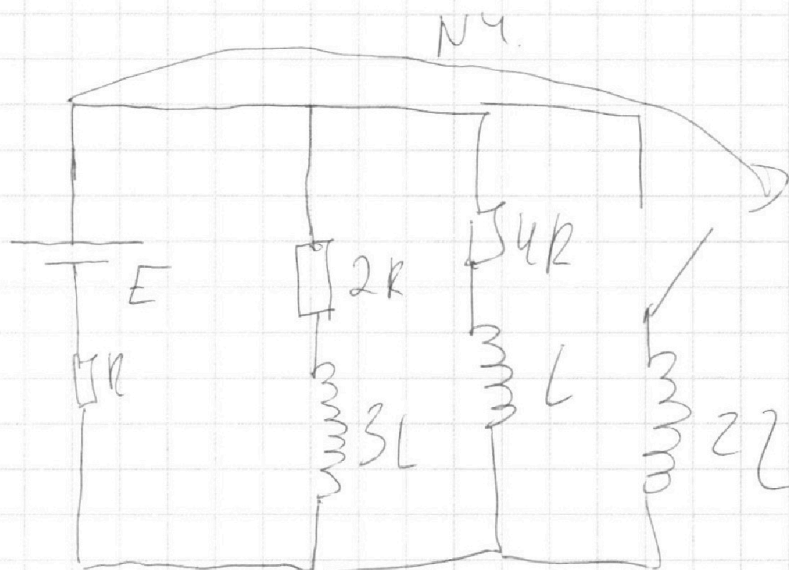
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

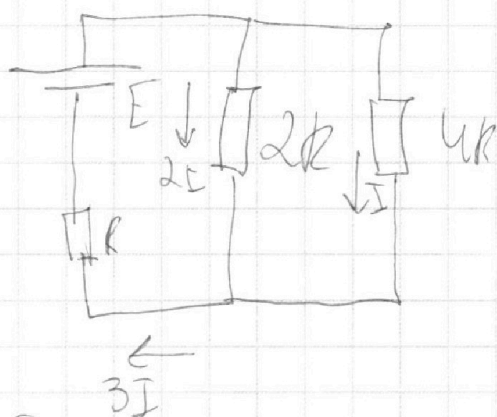
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



- 1) при разомкнутом ключе ток установится
 $\Rightarrow$ цепи эквивалентны.



↓ Кирхгоф:

$$E = 4 \cdot I \cdot R + 3IR$$

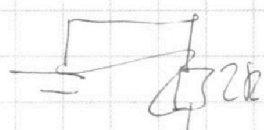
$$E = 7IR$$

$$\boxed{\frac{E}{7R} = I = I_{20}}$$

- 2) После замыкания ток через катушки сохранился,
 но ток через R будет весь ток

$$\boxed{\frac{3E}{7R} = 3I}$$

, поэтому снова Кирхгоф: Две



показаны две катушки
 и все R

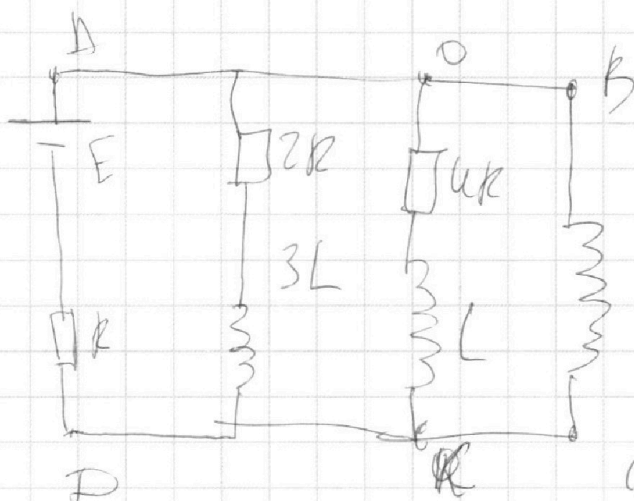
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



ABCL - контур

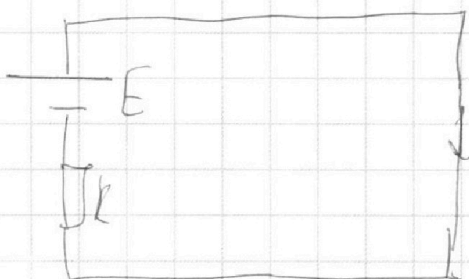
$$2L \frac{dI_{2L}}{dt} + \frac{3E}{7} = E$$

$$2L \cdot 7L \frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{24E}{7}$$

$$\frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

3) в установившемся режиме,

ток через индуктивности $3L$ и L не течет, чтобы $\frac{dI}{dt}$ в любой контуре были 0,



$$\frac{E}{R} = I_{\text{установившееся}}$$

Запишем равенство напряжений OK и

$$4R I_{4R} + L \frac{dI_{4R}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \quad \text{ВС в произвольном момент времени}$$

$$4R dI_{4R} + L dI_{4R} = 2L dI_{2L} \quad \rightarrow \text{проинтегрируем}$$

$$4R \Delta I_{4R} + L \Delta I_{4R} = 2L \Delta I_{2L}$$

$$\Delta I_{4R} = 0 - \frac{E}{4R}$$

$$4R \Delta I_{4R} = 2L \cdot \frac{E}{R} - L \Delta I_{4R}$$

$$\Delta I_{2L} = \frac{E}{R}$$

$$4R \Delta I_{4R} = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{4R}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

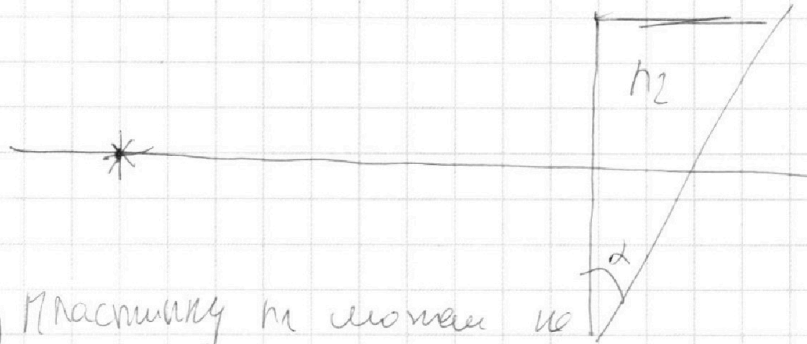
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



NS



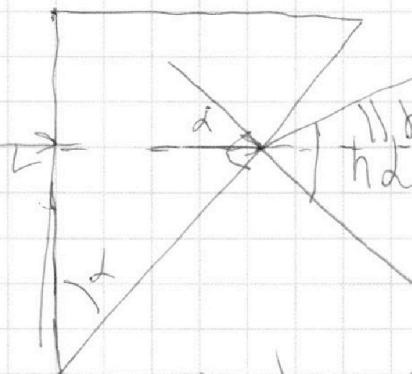
1) Пластины n и n_2 не рассматривают, т.к.

она эквивалентна воздуху

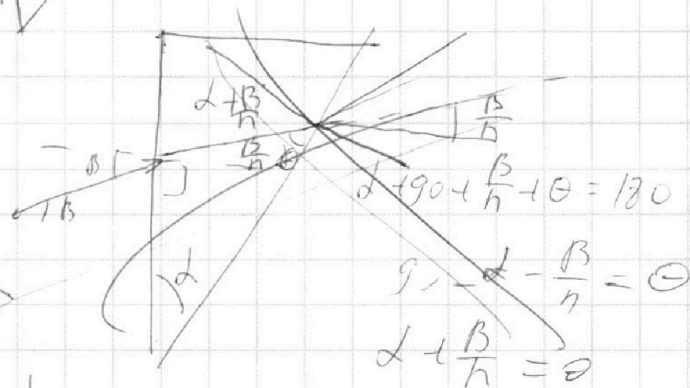
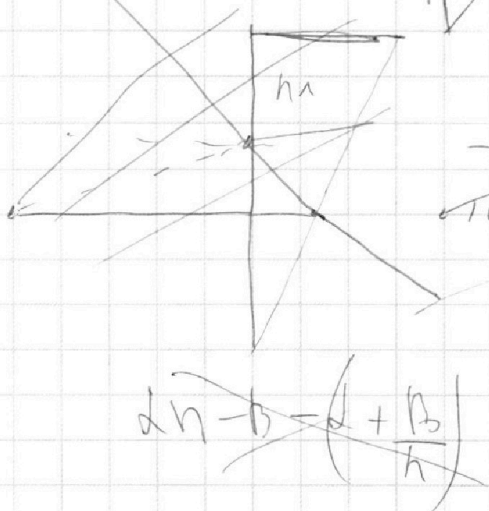
$$\delta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

как необход
угол δ на рисунке

$$\delta = \alpha(n_2 - 1)$$



2)



$$\delta + 90 + \frac{\beta}{n} + \theta = 180$$

$$\delta - \frac{\beta}{n} = \theta$$

$$\delta + \frac{\beta}{n} = \theta$$

$$\delta n - \beta = \delta + \frac{\beta}{n}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

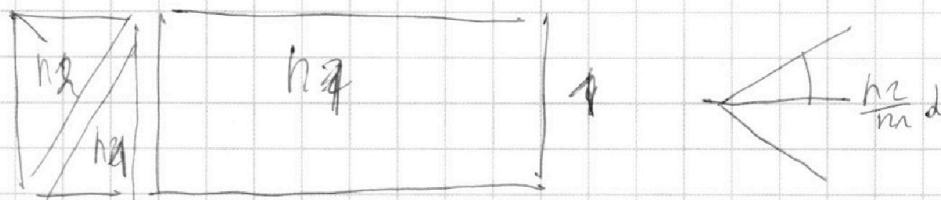
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

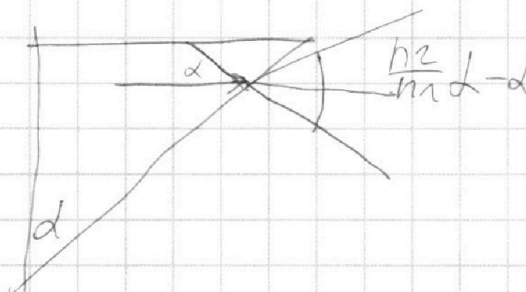
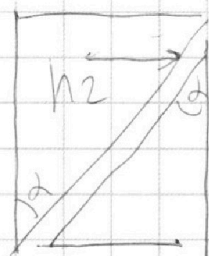
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

продолжение 5 (пункт 3)

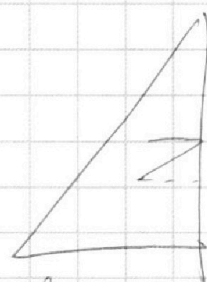
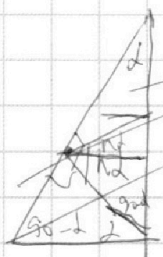
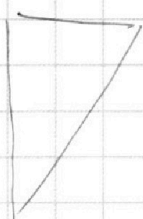


Рассуждаем: угол отклонения при запуске луча
с левой грани, без учета явления Завона Шенмюгера



$$h_2 \alpha = h_1 \beta$$

и



$$L(h_2 - h_1) \cdot \alpha =$$

$$\left(\frac{h_2 L}{h_1} - L\right) \cdot h_1 = h_2 \beta$$

$$(h_2 - h_1)L = \delta_1$$

угол отклонения при выходе из среза

$$(h_2 - h_1)L = \delta_1$$

изображение так же искажено сдвигаем
по вертикали, а от фронтальной поверхности
по горизонтали, $\Delta y = (h_2 - h_1)L \cdot \alpha$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\Delta x = \frac{114 \text{ см}}{1,4} \approx 81 \text{ см}$$

$$\frac{114}{1,4} = 81$$

$$\begin{array}{r} 1140 \overline{) 14} \\ 112 \overline{) 81,1} \\ 20 \end{array}$$

$$\Delta y = 9 \cdot 0,3 = 2,7 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{81 \text{ см}^2 + 4,7 \text{ см}^2} = \sqrt{65,7} \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 3) \Delta S = \sqrt{65,7} \text{ см}$$

$$2) SS^* = 7 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{6561 \text{ см}^2 + 900 \text{ см}^2} = \sqrt{7461} \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 1) \delta = 0,07; 2) SS^* = 7 \text{ см}; 3) \Delta S$$

$$\Delta S = \sqrt{6561 \text{ см}^2 + 9 \text{ см}^2} \approx 81 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 1) \delta = 0,07; 2) SS^* = 7 \text{ см}; 3) \Delta S \approx 81 \text{ см}$$

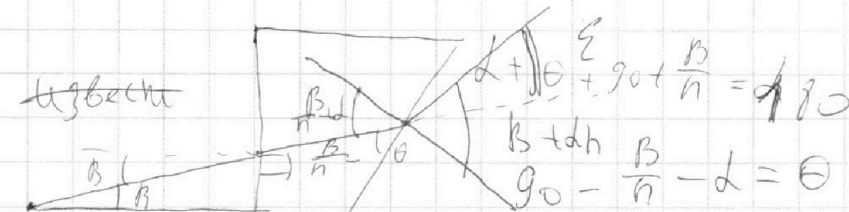
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

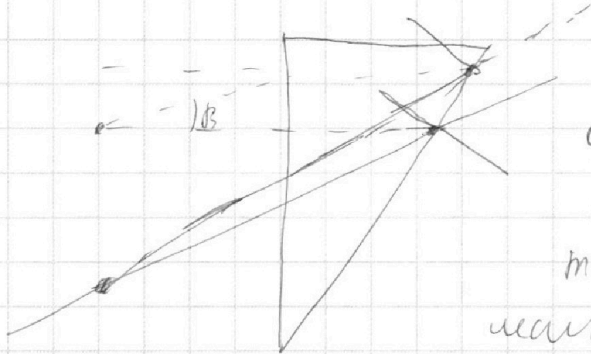


4

$$b + \alpha h - \frac{b}{n} - d = \epsilon$$

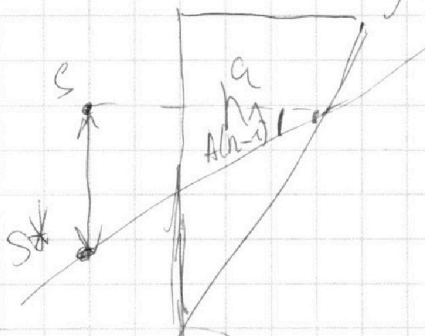
отклонение от кауллибона

направление все еще на $\alpha(n-1)$



Пускай два луча
один в границе, другой
возле нее угол β
т.е. угол раствора призмы
мал, $\Rightarrow$ изобразим S

сдвинем по вертикали



$$SS^* = \Delta(n-1)a = 0.7 \cdot 100 \text{ см} \cdot 0.1 =$$

7 см

$$SS^* = 7 \text{ см}$$

3) в этой точке систему можно представить
как две призмы + масса h

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

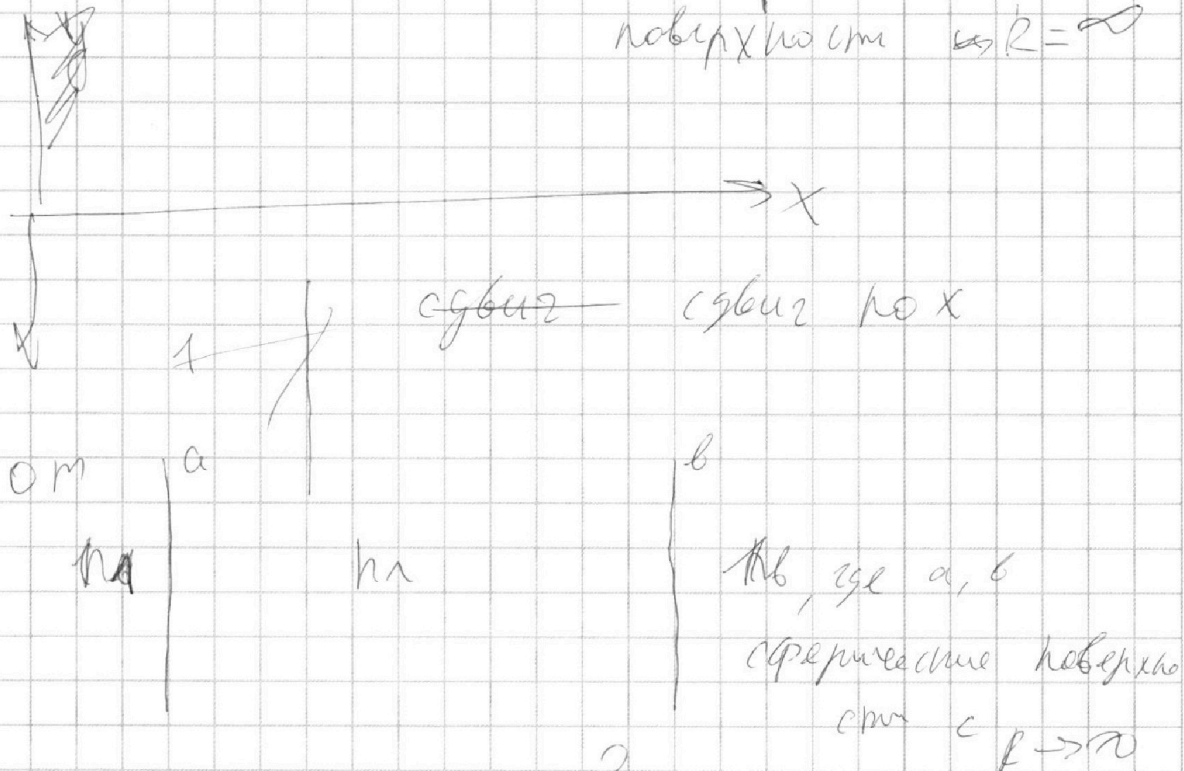
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

чтобы рассчитать свиз по оси x
представим систему как 2 сферические
поверхности $R \rightarrow \infty$



$$\frac{h_2}{x_2} - \frac{h_1}{x_1} = \frac{h_2 - h_1}{R} \quad R \rightarrow \infty$$

$h_2 = x_2$ пошл преломления на первой
пошл преломления на второй:

$$\frac{1}{x_2} - \frac{h_1}{x_1} = 0 \quad x_1 = h_1 + a$$

$$\frac{h_1 + a}{h_1} = x_2 = \Delta x \Rightarrow \Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

$$UR I_{4R} + L \frac{dI_{4R}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$UR \Delta q_{4R} + L \Delta I_{4R} = 2L \Delta I_{2L}$$

$$\Delta I_{4R} = 0 - \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_{2L} = \frac{E}{R} - 0$$

$$UR \Delta q_{4R} = \frac{2L \cdot E}{R} + \frac{EL}{R} = \frac{15EL}{R}$$

$$\frac{15EL}{28R^2} = \Delta q_{4R}$$

$$1) \Delta(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,07 = 0,007$$

$$2) \Delta(n_2 - 1) a = 55^*$$

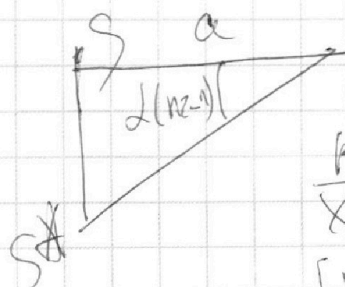
$$100 \text{ см} \cdot 0,007 = 7 \text{ см}$$

$$3) \Delta(n_2 - n_1) a = \Delta y$$

$$\Delta y = 3 \text{ см}$$

$$0,3 \cdot 0,1 \cdot 100 =$$

$$3 \text{ см}$$



$$\frac{h}{x_2} - \frac{h}{(h+a)} = 0$$

$$\frac{h+a}{h} = x_2$$

$$\begin{array}{r} 1140 \overline{) 14} \\ 112 \overline{) 32} \\ \underline{20} \end{array}$$

$$\frac{114 \text{ см} \cdot 14}{1,4 \text{ см} \cdot 6}$$

$$\Delta x \approx 84 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} = 84 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Черновики

Сверху в числовой манит времени:

$$p_0 \frac{V}{2} = \int_{\text{сверху}} dT$$

$$\int_{\text{сверху}} = \int_{\text{снизу}} = \int_{\text{до}}$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \int_{\text{сверху}} dT \quad \frac{p_2 V}{2}$$

$$\Delta S = K \cdot \frac{3V}{2} (p_2 - p_1)$$

$$- \int_1 + \int_0 = \frac{3V}{2} K (p_2 - p_1)$$

$$\boxed{\int_0 - \frac{3V}{2} K (p_2 - p_1) = \int_1}$$

$$\text{фактическое сверху } \frac{V}{2} = \int_{\text{сверху}} \frac{V}{2} dT$$

$$\frac{16}{3} p_0 \cdot \frac{V}{2} = \text{фактическое сверху } \frac{V}{2}$$

$$\frac{16}{3} p_0 = \text{фактическое сверху}$$

$$\frac{16}{3} p_0 = p_2 + p_{\text{атм}}$$

$$\frac{16}{3} p_0 - p_{\text{атм}} = p_2$$



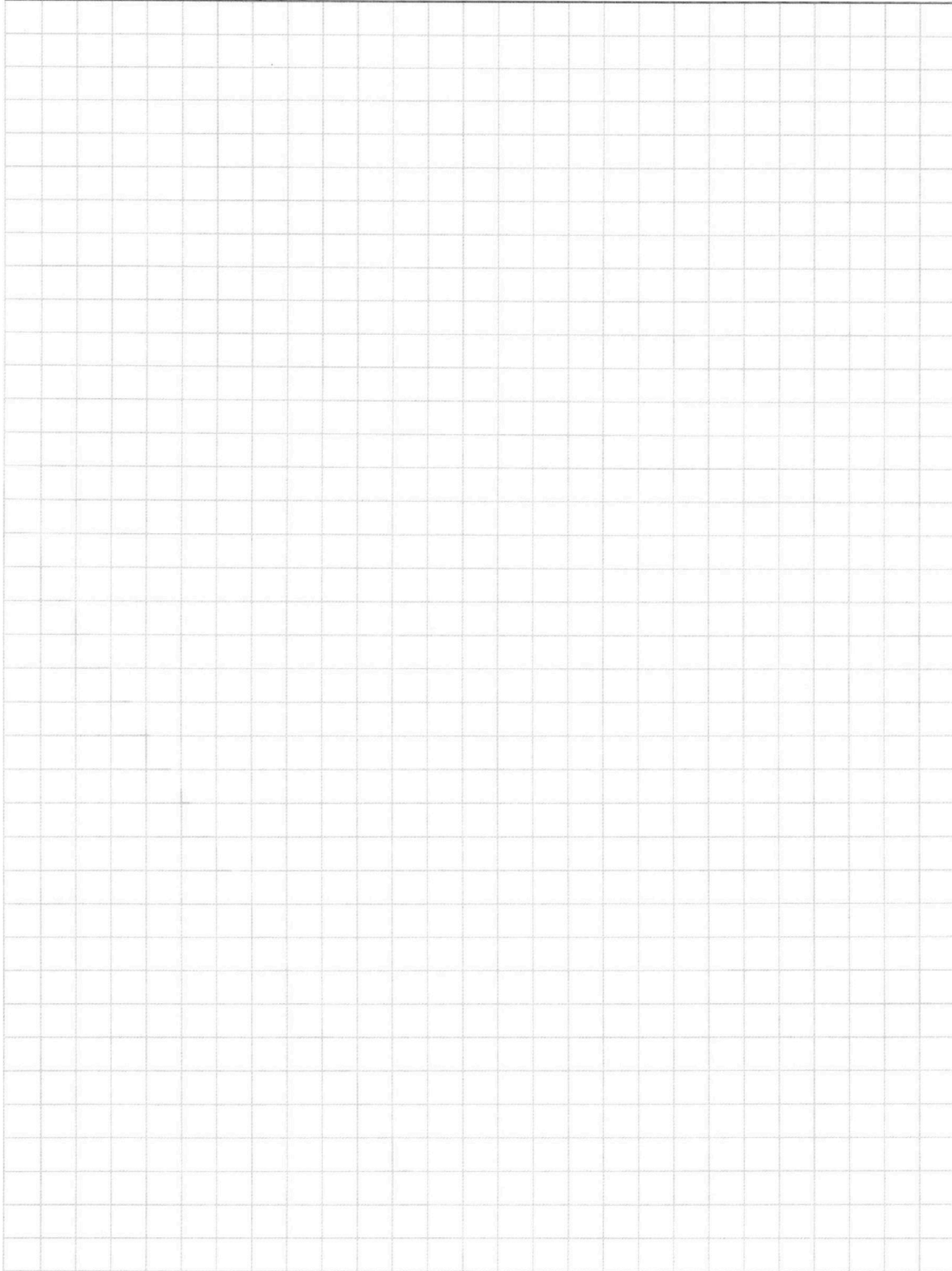
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





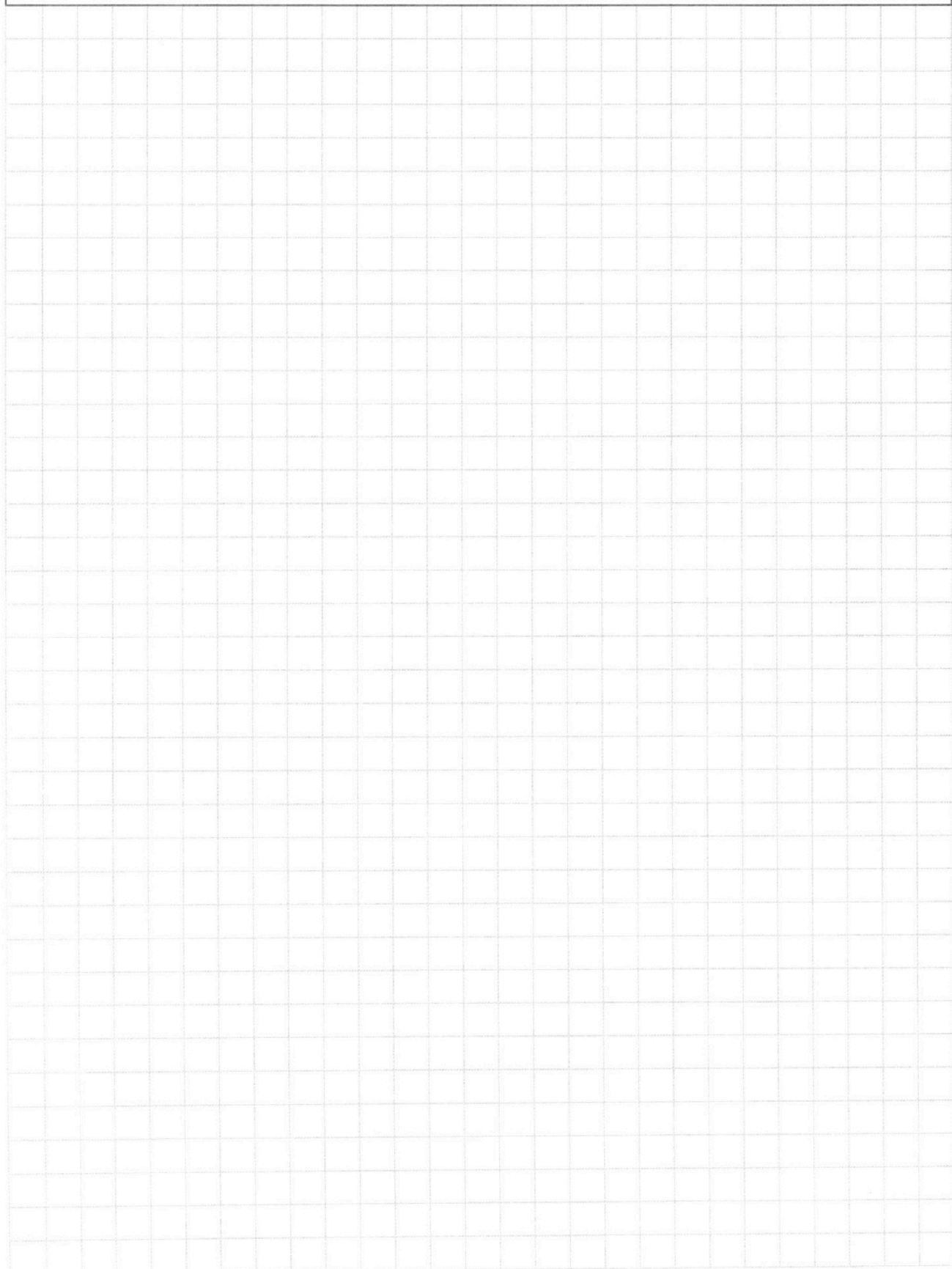
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Черновик

$$\left(v_0 - \frac{3v}{8} k \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} - p_0 \right) \right) \frac{4}{3} k T_0 = v k \cdot p_2$$

$$\frac{7v}{8} - \frac{3v}{8} = \frac{v}{2}$$

$$u_0 k T_0 = \frac{p_0 v}{2} \quad \left(\frac{p_0 v}{8 k T_0} - \frac{3v k}{8} \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} k T_0$$

$$v_0 = \frac{p_0 v}{8 k T_0} = \frac{v}{2} p_2$$

$$\left(\frac{p_0}{4 k T_0} - \frac{3k}{4} \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} k T_0 = p_2$$

$$\frac{p_0}{3} - k k T_0 \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - \frac{16}{10} \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - \frac{78}{10} p_0 + 1,8 p_{ATM} = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$2,8 p_{ATM} = 4,8 p_0 + 5 p_0$$

$$12,8 p_0 = 2,8 p_{ATM}$$

$$0,4 p_0 = 14 p_{ATM}$$

$$p_0 \cdot 32 = 7 p_{ATM}$$

$$\frac{7}{32} p_{ATM} = p_0$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~Поле вычисления Черновик~~

$$\Delta x \approx 81 \text{ м}$$

$$\frac{114}{114}$$

$$\begin{array}{r} 114 \overline{) 114} \\ 112 \\ \hline 20 \\ 14 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\frac{26 \cdot 20}{30 \cdot 200} = \frac{40}{3 \cdot 100} = \frac{1}{7.5}$$

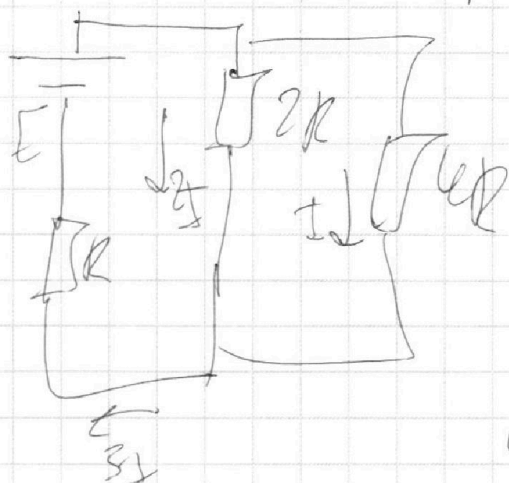
$$0,03 + 100 = 3 \text{ см}$$

$$1) \frac{3}{4} 1700 = 1275$$

$$200 \text{ см} \quad (200 - 180 \text{ см} = 20 \text{ см})$$

$$d \left(0,1 \frac{1}{x} - \frac{1}{1+a} \right) = 0$$

$$0,1 - 0,1 = 0,27$$



$$I R = E$$

$$\frac{E}{I R} = I$$

$$0,08 \cdot 100 = 7 \text{ см}$$

$$\frac{2E}{7L} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{\sqrt{5}LE}{28R^2} = 124$$

$$\frac{4E}{7} = 2L \frac{dI}{dt}$$

$$4R I_{up} + L \frac{dI_{up}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\frac{h+a}{h}$$

$$4R \Delta I_{up} = 2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) - L \left(0 - \frac{E}{7R} \right)$$

$$\frac{114}{114}$$

$$4R \Delta I_{up} = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$$