



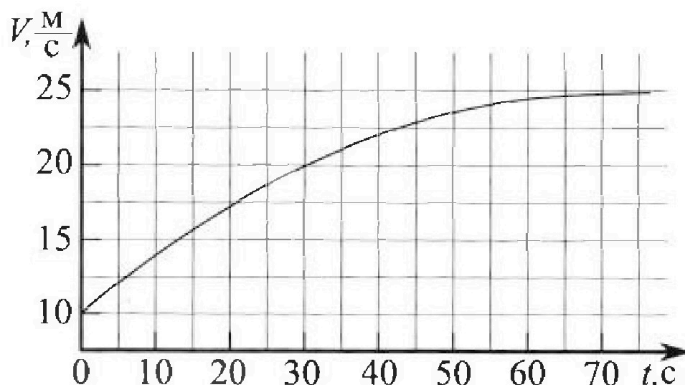
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

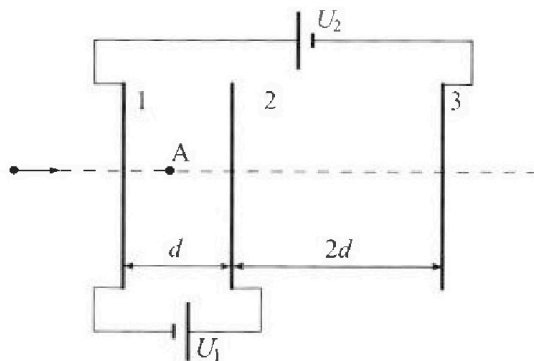
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

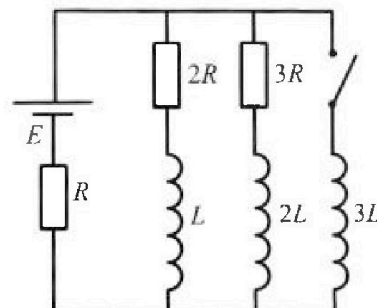
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд про течет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

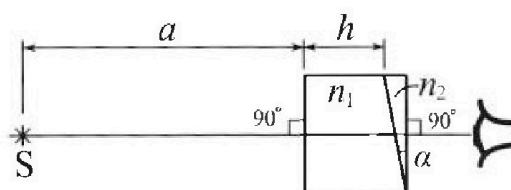


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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!

N1

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$|F_{\text{сomp}}| = \lambda V$$

λ - пост. коэф.

$$1) a(V_1) = ?$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) F_1(V_1) = ?$$

$$3) P_1(V_1) = ?$$

• Нетрудно заметить, что $\frac{dV}{dt} = a \Rightarrow$

$\Rightarrow$ угловой коэф. графика - есть ускорение.

Проведем касательную к графику в
точке V_1 . $a(V_1) \approx 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Заметим, что скорость спринта $V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Следовательно,
при этом значении $F_k = F_{\text{сomp}}$

$$\lambda \cdot V = 500 \text{ Н} \Rightarrow \lambda = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Сила тяги в таком случае

$$F_1(V_1) - \lambda V_1 = ma(V_1)$$

$$F_1(V_1) = \overset{400}{20 \cdot 20} + \overset{300}{1800 \cdot 0,5} = \overset{1300 \text{ Н}}{1300 \text{ Н}}$$

$$P_1(V_1) = F_1(V_1) \cdot V_1 = 1300 \cdot 20 = 26000 \text{ Вт}$$

Отв: 1) $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
2) 1300 Н
3) 26000 Вт

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!

N2

V, T_0

угл. газ

вод + угл. газ

$\frac{V}{4}$ - вода

$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K$

$\frac{V}{5}$ - верх. часть

$\Delta V = k p \omega$

ω - объем

жидкости

p - пар. давл.

газа

$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{мол}{м^2 Па}$

при T не

раст $k(T) \approx 0$

1) $\frac{V_{пар.г.}}{V_{пар.г.} + V_{ж.г.}} = ?$

$\frac{V_{пар.г.}}{V_{пар.г.} + V_{ж.г.}}$

2) $P_0 = ?$

через

$P_{атм.}$

Начальное состояние.

В этом сист. давл. нас паров

воды в ниж. части мало.

$V_{ж.г.}$ - пол-во газа в воздухе

в ниж. части.

$\frac{V_{ж.г.}}{V_{ж.г.}} = 2$ из условия (*).

$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4} = \frac{10^{-3}}{12} p_0 V \parallel V_{ж.г.} = 2 V_{ж.г.}$

Рассмотрим состояние после нагревания.

Объем воды почти неизм.

ΔV теперь не растворено.

Снизу нас. паров воды

с пар. давлением $P_{атм.}$

$(P_{атм.} + P_{угл.г.}) \frac{11V}{20} = (V_{пар.г.} + V_{ж.г.} + \Delta V) R T$

$(P_{атм.} + P_{угл.г.}) \frac{V}{5} = V_{ж.г.} R T_0 \frac{5}{4}$ Решим уравнение.

$P_{угл.г.} \frac{V}{20} = (V_{ж.г.} + \Delta V) R T$

$\frac{P_0 V}{2} = 2 V_{ж.г.} R T_0$

$\frac{P_0 V}{4} = V_{ж.г.} R T_0$

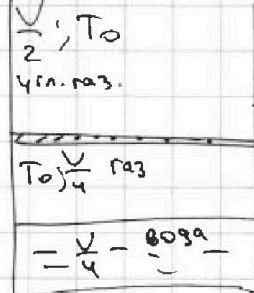
$P_0 V = 4 V_{ж.г.} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3 = \frac{48}{5} \cdot 10^3 V_{ж.г.}$

$P_{угл.г.} = P_0 \frac{3 \cdot 12 \cdot 10^3}{11} \cdot \frac{5}{10^3 \cdot 48 \cdot 4} = P_0 \frac{45}{44}$

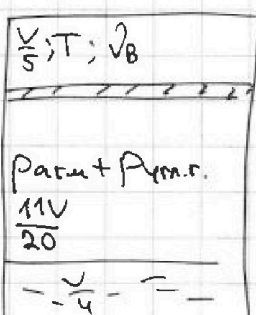
$(P_{атм.} + P_0 \frac{45}{44}) \frac{V}{5} = 2 V_{ж.г.} \cdot 3 \cdot 10^3$

$P_{атм.} + \frac{45}{44} P_0 = \frac{30 \cdot 10^3}{\frac{48}{5} \cdot 10^3} P_0 = \frac{30 \cdot 5}{48} P_0 \Rightarrow P_{атм.} = \frac{555}{264} P_0$

Позиция



$p \cdot \frac{V}{2} = 2 V_{ж.г.} R T_0$
Классическая
Минусовка:
 $p \cdot \frac{V}{4} = 2 V_{ж.г.} R T_0$
(*)



Объем воды почти неизм.

ΔV теперь не растворено.

Снизу нас. паров воды

с пар. давлением $P_{атм.}$

$(P_{атм.} + P_{угл.г.}) \frac{11V}{20} = (V_{пар.г.} + V_{ж.г.} + \Delta V) R T$

$(P_{атм.} + P_{угл.г.}) \frac{V}{5} = V_{ж.г.} R T_0 \frac{5}{4}$ Решим уравнение.

$P_{угл.г.} \frac{V}{20} = (V_{ж.г.} + \Delta V) R T$

$\frac{P_0 V}{2} = 2 V_{ж.г.} R T_0$
 $\frac{P_0 V}{4} = V_{ж.г.} R T_0$
 $P_0 V = 4 V_{ж.г.} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3 = \frac{48}{5} \cdot 10^3 V_{ж.г.}$
 $P_{угл.г.} V = \frac{60}{11} \cdot 10^3 (V_{ж.г.} + \frac{10^{-3}}{12} \cdot \frac{48}{5} \cdot 10^3 V_{ж.г.}) = \frac{9 \cdot 12}{11} \cdot 10^3 V_{ж.г.}$

$P_{угл.г.} = P_0 \frac{3 \cdot 12 \cdot 10^3}{11} \cdot \frac{5}{10^3 \cdot 48 \cdot 4} = P_0 \frac{45}{44}$

$(P_{атм.} + P_0 \frac{45}{44}) \frac{V}{5} = 2 V_{ж.г.} \cdot 3 \cdot 10^3$

$P_{атм.} + \frac{45}{44} P_0 = \frac{30 \cdot 10^3}{\frac{48}{5} \cdot 10^3} P_0 = \frac{30 \cdot 5}{48} P_0 \Rightarrow P_{атм.} = \frac{555}{264} P_0$

1) 2
2) $P_{атм.} = \frac{264}{555} P_{атм.}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

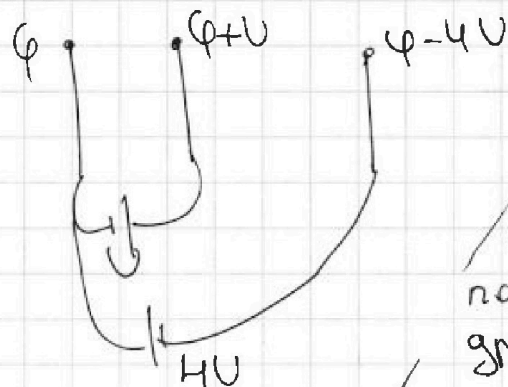
МОТИ

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

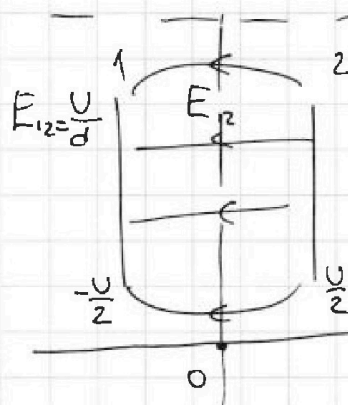


№3
 $d, 2d$
 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 U_0
 $q \gg \epsilon_0$
 $\varphi_{12} = ?$
 2) $\chi_1 - \chi_2 = ?$
 3) $U_A = ?$

• Найдём напряж. на конденсаторах, образ. сетками.



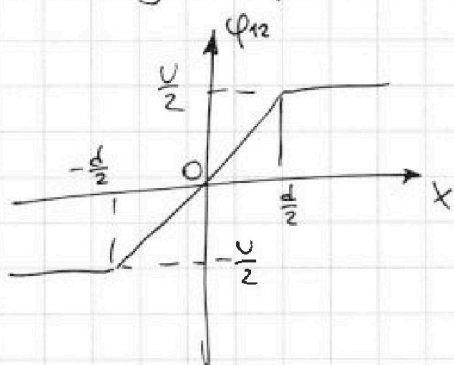
Испытаем распределение потенциала между сетками с помощью метода наложения. Рассмотрим конденсаторы, образ. сетками, по очереди вдвигая друг от друга.



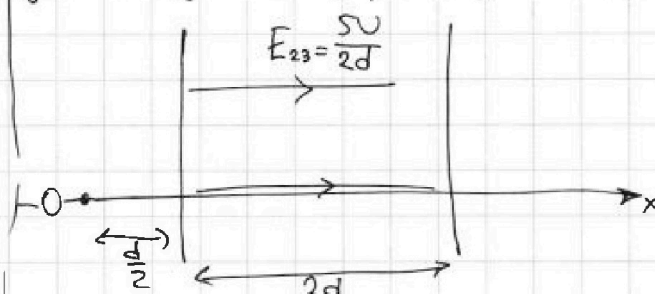
Полн. напряж. в конденсаторе однородно и E_{12} внутри постоянно. Видно, что если сети 12 сдвинуть, то пов-ть, которая обладает нулевым потенц. (такая, как на беск) проходит через центр в силу симметрии конденсатора. Тогда потенц. сеток $-\frac{U}{2}$ и $\frac{U}{2}$, т.к. χ напряж. конд. U .

$\varphi = 0$ Т.к. E_{12} в конд. постоянно, то потенциал внутри линейно зависит от x и мен. от $-\frac{U}{2}$ до $\frac{U}{2}$. Вне конд. напряж. $0 \Rightarrow$ потенциал постоянен на расстоянии порядка d от сетки 1 (левее) равен $-\frac{U}{2}$. Аналогично правее сетки 2 потенциал $\frac{U}{2}$.

Найдём $\varphi_{12}(x)$ и изобраз. график.



Аналогичные рассуждения проведем для конденсатора, образ. сетками 23.



продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

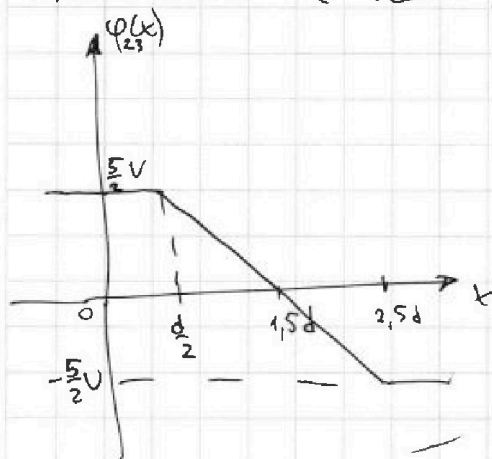
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Продолж. №3.21

Расположим ось x на расстоянии $\frac{d}{2}$ от левой пластины и найдем $\varphi_{23}(x)$.



Заметим, что при совмещении двух конденсаторов (сеток 12 и 23) получится изогнутое расположение сеток. Распределение потенциалов найдем, сложив графики $\varphi_{12}(x)$ и $\varphi_{23}(x)$ при этом их начала совпадут.

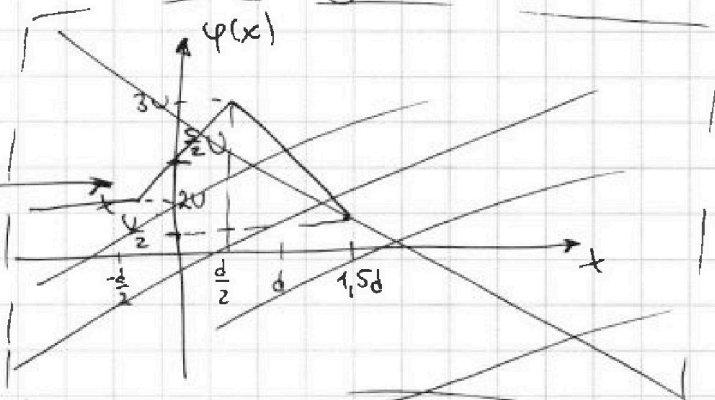
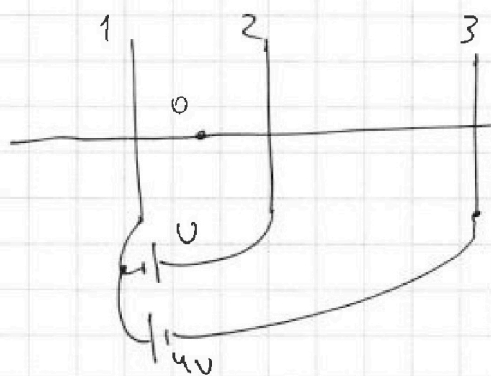
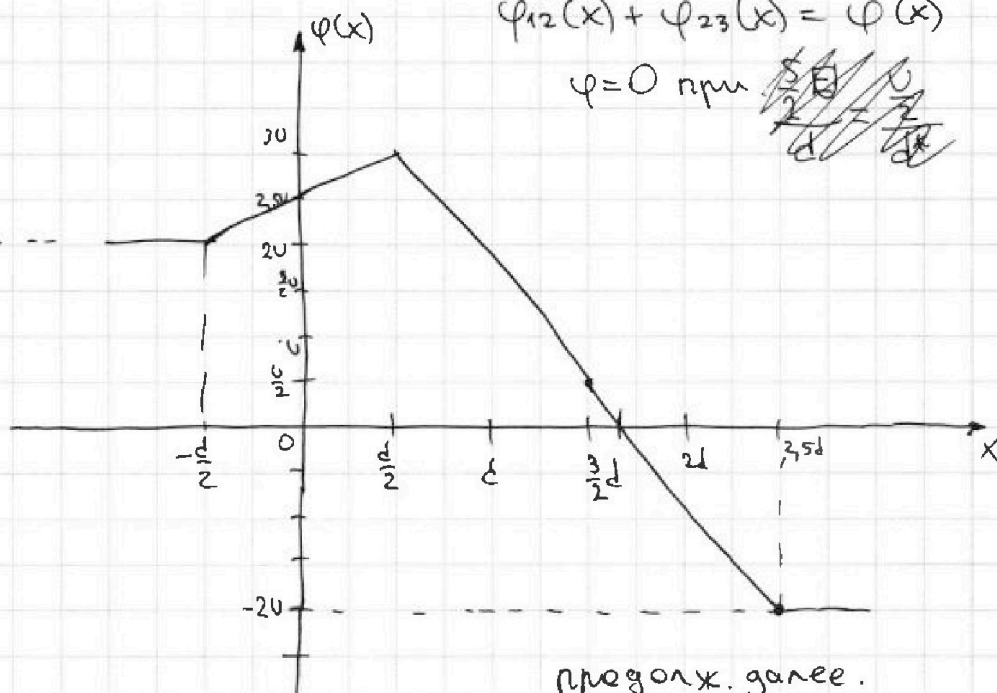


График получен сложением $\varphi_{12}(x) + \varphi_{23}(x) = \varphi(x)$

$\varphi = 0$ при $\frac{5d}{2}$



продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

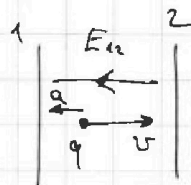
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

продолж. 22 №3
Между сетками 12 разность пот. $U \Rightarrow$

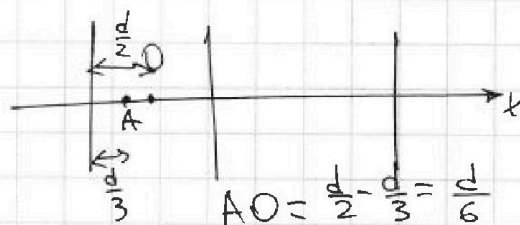
$$\Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$$



$$a = E_{12}q = \frac{U}{d}q$$

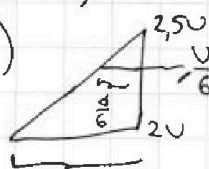
Ускор. направ. прот. скорости т.к. частица E_{12}
направ в сторону уменьш. потен $\Rightarrow$ от сетки 2 к сетке 1.
3. С.Э.

$$\begin{cases} -E_{12}qd = k_2 - k_1 \\ k_1 - k_2 = d \frac{U}{d} q = \frac{Uq}{d} \end{cases}$$



• Чтобы найти скорость частицы в точке A,
нужно знать разность пот. между бесконечностью
и точкой A $\Rightarrow$ набеск. O. Воспользуемся графиком
 $\varphi(x)$. $\varphi(-\frac{d}{6}) = \varphi_A = \frac{7}{3}U$

Заметим, что в обл $[-\frac{d}{2}; \frac{d}{2}]$ наклон графика $\frac{U}{d}$. Найдем
 $\varphi(-\frac{d}{6})$



$$\frac{U}{6} + 2.5U = (\frac{5.3}{6} - \frac{1}{6})U = \frac{7}{3}U$$

У3 3. С.Э.

$$\frac{m(v_0^2 - v_A^2)}{2} = \frac{7}{3}Uq = v_A^2 = \frac{14Uq}{3m} + v_0^2$$

Ответ:

- 1) $a = \frac{U}{d}q$
- 2) $k_1 - k_2 = \frac{7}{3}Uq$
- 3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14Uq}{3m}}$

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!

Продолж №4

$$3L(I^* - 0) = L(0 - I_{10}) + q_R$$

$$q_R = \frac{3\varepsilon L}{11R} + \frac{3\varepsilon L}{R} = \frac{36L\varepsilon}{11R}$$

Ответ:

$$\begin{aligned} 1) I_{10} &= \frac{3\varepsilon}{11R} \\ 2) I_n &= \frac{6\varepsilon}{33L} \\ 3) q_R &= \frac{36L\varepsilon}{11R} \end{aligned}$$

Рассмотрим уст. режим.

Ток идет через L и $2L$ нет

$$I^* R = \varepsilon \quad \left| \quad I^* = \frac{\varepsilon}{R} \right|$$

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.

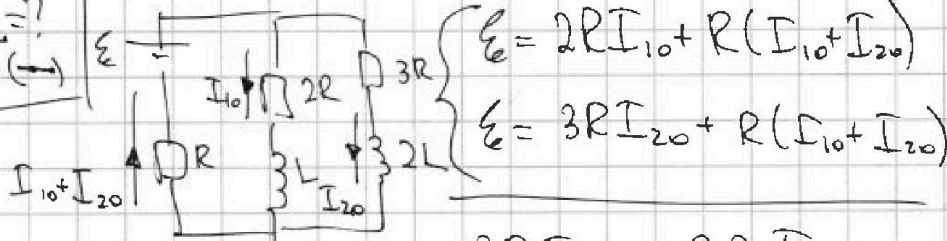
Рассмотрим цепь в уст. режиме. На катушках
напряж 0.

Запишем правила Кирхгофа.

1) $I_{10} = ?$

2) $I_{3L} = ?$

3) $q_{2L}(\rightarrow)$



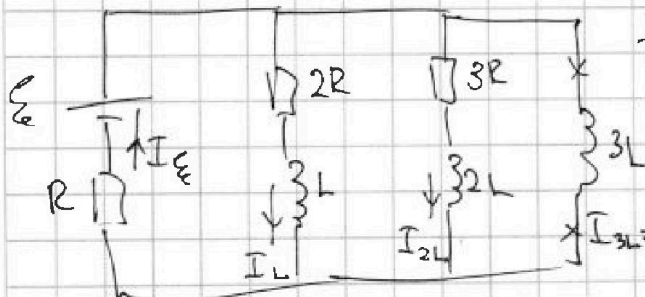
$$3RI_{20} = 2RI_{10}$$

$$I_{20} = \frac{2}{3}I_{10}$$

$$E = 2RI_{10} + R \cdot \frac{5}{3}I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

Сразу после замыкания ключа ток через катушку
сначала не изм. $\Rightarrow$ будет такой же, как до замыкания.
Рассмотрим цепь сразу после $\rightarrow$.



Т.к. ток не изм., то
через уст. идет ток

$$I_E = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{3}I_{10} = \frac{5E}{11R}$$

$$I_L = I_{10}$$

$$I_{2L} = I_{20}$$

$$I_{3L} = 0.$$

Напряж U_{3L} на катушке $3L$ равно

$$\frac{dI_{3L}}{dt} = \dot{I}_{3L} = \frac{E - I_E R}{3L} = \frac{6E}{33L}$$

$$E - I_E R = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

Значит, что в начале ток через L и $2L$ тоже не будет, т.е. напряж
на $3L$ в уст. режиме 0.

$$\text{Заметим, что } U_{3L} = U_L + I_L R \Rightarrow 3L dI_{3L} = L dI_L + I_L R dt$$

Производим от момента сразу
после замык. ключа до уст. режима.

I^* — ток через $3L$ в уст. режиме.

$$dq_L = dq_R - \text{заряд, протекающий через } L.$$

Продолж. далее.

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!

N5.

$$a = 194 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$1) n_1 = n_0 = 1$$

$$n_2 = 1.7$$

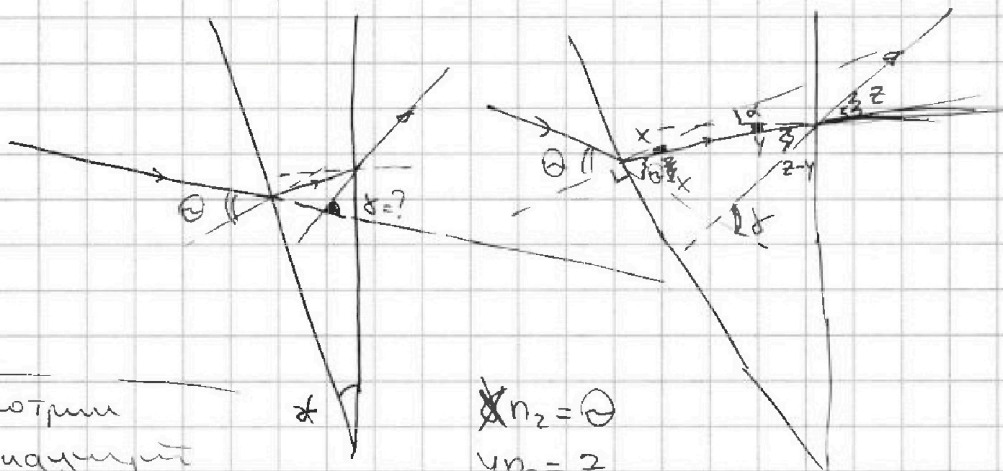
$$1) \delta = ?$$

$$2) f = ?$$

$$3) d = ?$$

Рассмотрим луч, идущий под произв. малым углом.

Рассмотрим круглее



Теперь рассмотрим малый луч, идущий под малым углом от источника.



на призме n_1 от нее преломл, на n_2 преломится.

$$n_2 = \ominus$$

$$n_2 = z$$

$$x + y = d$$

$$\ominus x + z - y = \delta$$

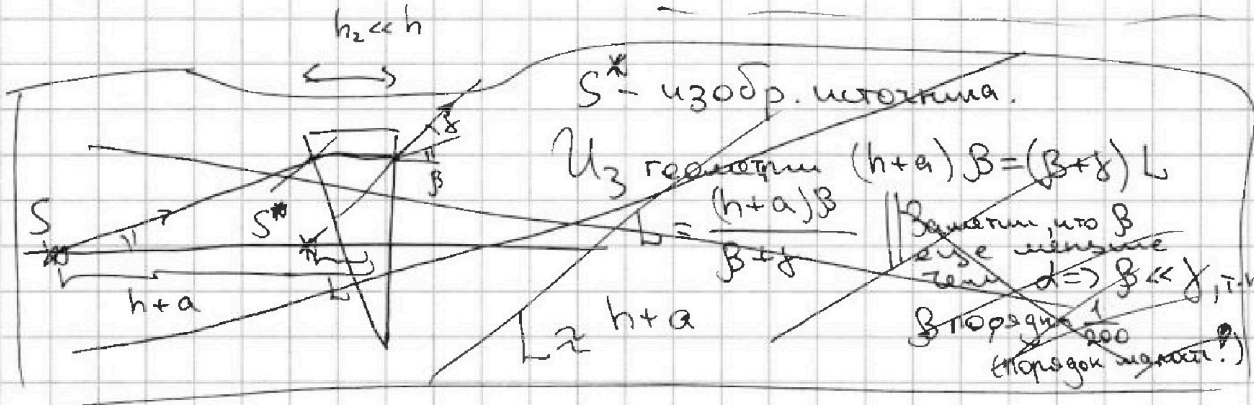
$$\ominus + z - d = \delta$$

$$(x + y)n_2 - d = \delta$$

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

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

Это верно $\forall \ominus$ малых!



S^* - изобр. источника.

$$U_3 \text{ геометрии } (h+a)B = (B+\delta)L$$

$$L = \frac{(h+a)B}{B+\delta}$$

$$L \approx h+a$$

Заметим, что B еще меньше чем $d \Rightarrow \delta \ll \gamma$, т.е. Второго 100 (порядок меньше!)

Продолж. далее.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

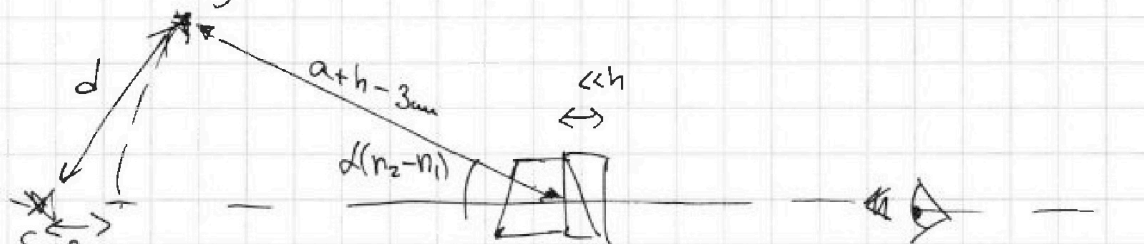
6
☐

7
☐

МФТИ

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

продолж. 22 №5



(и меркам угла)

Ясно, что при $a+h > 3\text{ см}$ можно говорить, что
 $d \approx d(n_2 - n_1)(a+h) = 203\text{ см} \cdot 0,02 \approx 4\text{ см}$.

Отв: 1) $\delta = (n_2 - 1)d = 0,07$

2) $f = 14,2\text{ см}$

3) $d = 4\text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

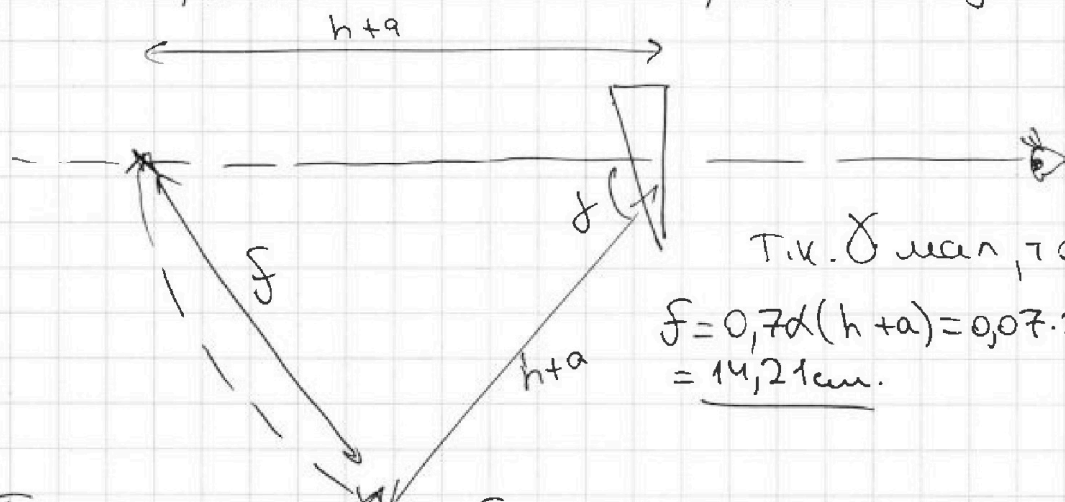
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

продолж. №21 и 25

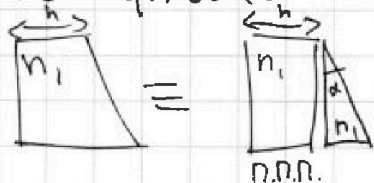
После прохожд. n_2 . Величи излучение от источ.
под малым углом отклон. на одинак. угол φ .
 $\Rightarrow$ изобр. будет от призмы n_2 на таком же
расстоянии, как и источник $h+a$, но повернут на φ .



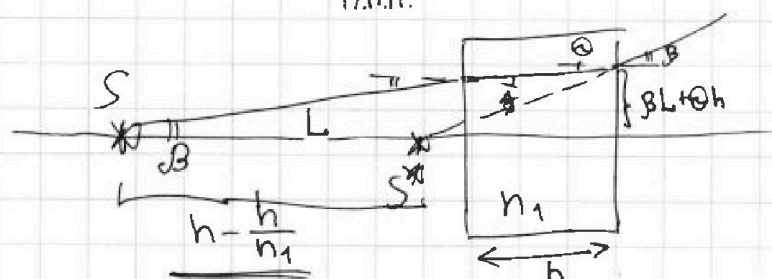
Т.к. φ мал, то $f \approx f(h+a)$

$$f = 0,7 \lambda (h+a) = 0,07 \cdot 203 \text{ см} = 14,21 \text{ см.}$$

Теперь рассмотрим более сложную систему $n_1=1,5$
 $n_2=1,7$. Ясно, что призму с n_1 можно заменить
на плоскопарал. пластинку и тонкую призму с
малым углом α .



А теперь рассмотрим ~~луч~~ прохожд.
это становится а источником
после прохожд. плоскопарал.
пластинки (далее - П.П.П.)



$$\beta = \Theta n_1$$

$$\Theta h + \beta L = L + \frac{n_1 h}{\beta}$$

Тогда
расстояние
между ист и изобр.

$$h - \frac{h}{n_1} = 3 \text{ см.}$$

После П.П.П. луч излучит от S^* попадает на 2 призмы,
которые поворачивают его в прот. направлениях.

Призма Δ поворачивает по часовой на $\alpha(n_1-1)$, а призма

∇ поворачивает луч на $\alpha(n_2-1)$ против часовой.

Тогда в результате луч повернется на $\alpha(n_2-n_1)$ прот. часовой.
продолж. далее.

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!



№5.

$n_1 \neq n_2, n_0$

$a = 194 \text{ см}$

$d < 0,1$

$h = 9 \text{ см}$

$h_2 (\tan \alpha n_2) < 4h$

1) $n_1 = n_0 = 1$

$n_2 = 1,7$

2) $z = ?$

• Рассмотрим преломление луча призмой с n_2 .
 Т.к. $n_1 = 1$, то на наш луч не прелом.

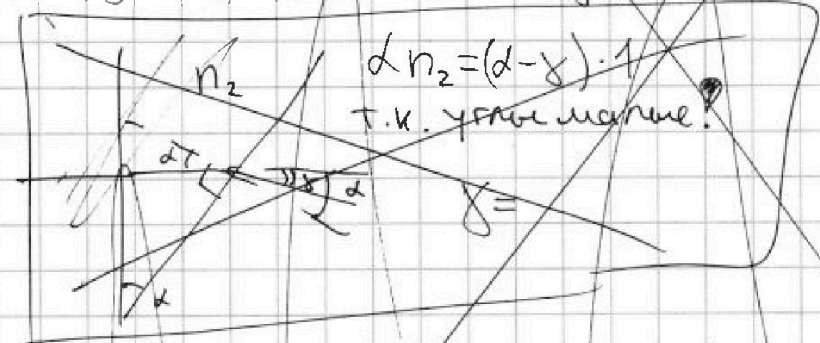
Закон Снеллиуса:

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

$1 \cdot \sin \theta = \sin \theta n_2 = 0$

тогда $\theta = 0$

тогда преломл. будет равн. тан



$d n_2 = (d - \gamma) \cdot 1$

т.к. углы малы!

$\gamma =$

$(d + \gamma) 1 = d n_2$

$\gamma = d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$

Для того, чтобы найти изобр. рассмотрим
 луч, идущий от источника

1



$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
 $1 \cdot \sin \theta = 1,7 \sin \theta$

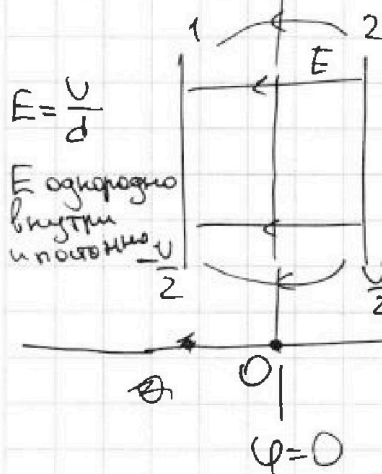
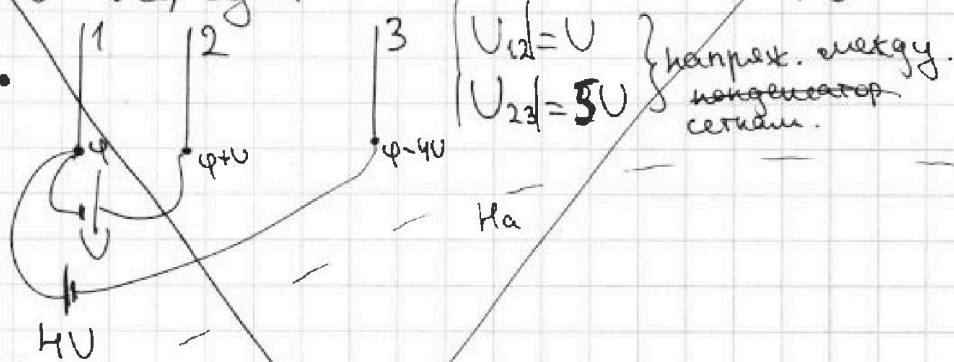
1 2 3 4 5 6 7
☒ ☐ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

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



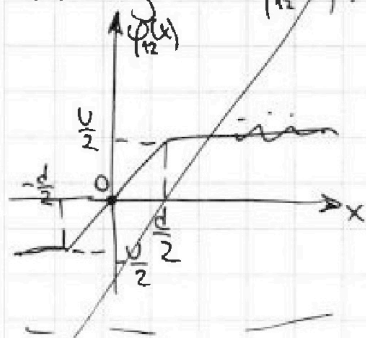
$d; 2d$
 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 $m, q > 0$
 U_0
 $q \gg$ зарядов. сеток.
 1) $a_{12} = ?$
 2) $K_1 - K_2$
 3) $U_A = ?$

Сначала найдем распределение потенциала в пространстве между сетками, приняв потенциал на бесконечности нулем. Воспользуемся методом наложения. Рассмотрим "конденсаторы" по очереди. (области, образ пластин)

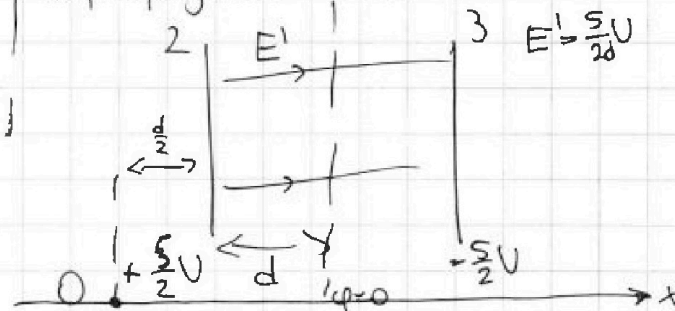


Видно, что когда пластины 1, 2 соединены через 3, середину проходит эвклид. пов-ть, которая обладает нулевым потенциалом (уходит в бесконечность). Тогда потенциал области 1: $-\frac{U}{2}$. Потенциал сетки 2: $\frac{U}{2}$.

В области между ними он линейно меняется от $-\frac{U}{2}$ до $\frac{U}{2}$. Левее от сетки 1 потенциал постоянен (на расстоянии порядка d). Справа от сетки 2 аналогично. Найдем $\varphi(x)$.



Абсолютно аналогичные рассуждения проведем для сеток 2, 3 соединенных.



Продолж. далее



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

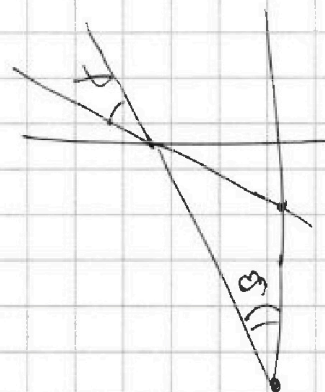
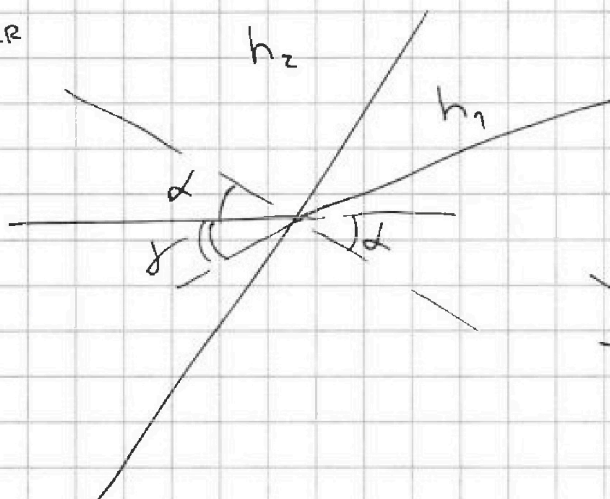
МФТИ

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

$$\begin{array}{r} 130 \overline{) 22} \\ 110 \\ \hline 20 \end{array} \quad \begin{array}{l} 180 \\ 132 \end{array}$$

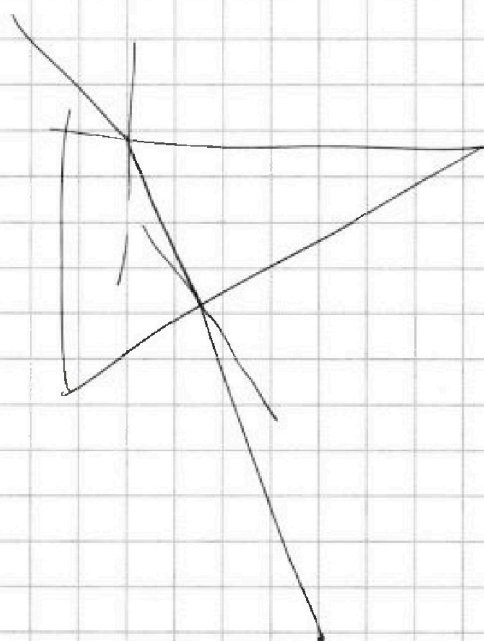
$$q_{2R} = ?$$

$$I_{2R}$$



$$\frac{f_{dx}}{d+}$$

$$\begin{array}{r} x^{1318} \\ 2 \\ \hline 2638 \end{array}$$



$$\frac{3L}{d+} = 2R \cdot L$$



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!

$$RT_0 = \frac{12}{5} \cdot 10^3$$

$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$\Delta V = \frac{10^{-3}}{3} \frac{V}{4} p_0 = \frac{10^{-3}}{12} p_0 V$$

$$4 \cdot 10^3 \cdot 12$$
$$6 \cdot 10^3 \cdot 6$$

para

$$p_{\text{н.в.}} \frac{11}{20} V = \left(p_{\text{н.в.}} + \frac{10^{-3}}{12} p_0 V \right) 3 \cdot 10^3$$

$$p_0 V = 4 p_{\text{н.в.}} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3$$

~~para~~

$$p_{\text{н.в.}} = \frac{10}{11} p_0 \cdot \frac{3 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3} \left(1 + \frac{10^{-3}}{12} \cdot 4 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3 \right) \cdot 5$$

$$\frac{10^2}{11} \cdot \frac{5}{84} \cdot \frac{9}{8} = \frac{45}{44} \checkmark$$

$$\frac{2 \cdot 5 \cdot 3}{12 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3}$$

$$= \frac{15}{15}$$

$$\frac{30 \cdot 5}{48} - \frac{45}{44}$$

$$\frac{515}{24} - \frac{45}{44}$$

$$168720$$

$$\frac{825 - 270}{264} =$$

$$\begin{array}{r} 12 \cdot 22 \\ 26211 \\ \times 45 \\ \hline 270 \\ 13105 \\ \hline 825 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 203 \\ 1421 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -825 \\ 270 \\ \hline 555 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 75 \\ 111 \\ \hline 750 \times 45 \\ 825 \\ \hline 225 \\ 45 \\ \hline 270 \end{array}$$

