



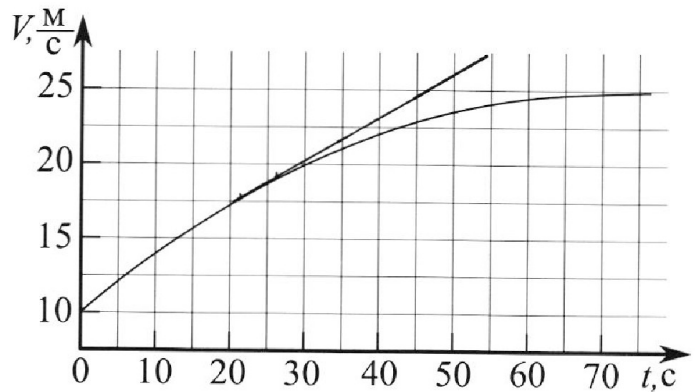
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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 ?

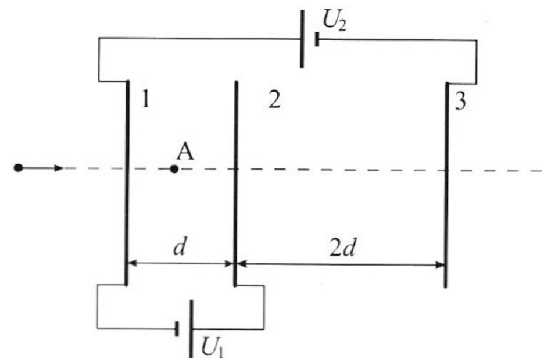
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

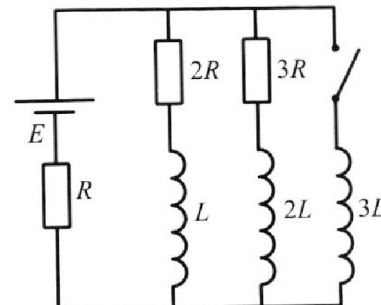
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 протечет 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.

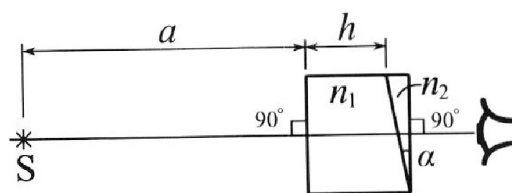


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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!

$$F_{T1} = \left(500 \cdot \frac{20}{255} + 1800 \cdot \frac{2}{7} \right) H =$$

$$= 400 + 514 = 914 H - \text{взя погреш-}$$

ность в ускорении.

$$\begin{array}{r} 3600 \overline{) 7} \\ \underline{35} \\ 10 \\ \underline{7} \\ 30 \\ \underline{28} \\ 2 \end{array} \quad \begin{array}{l} 514,0 \end{array}$$

но я взял max ускорен. 2.

точно, чтобы ее уменьшить

$$P_1 dt = \Delta(E_k) + F_{\text{возр}} v_1 dt$$

$$P_1 dt = m v dv + k v^2 dt,$$

$$P_1 = m v_1 a_1 + k v_1^2 = v_1 (m a_1 + k v_1) =$$

$$= v_1 F_{T1}$$

$$P_1 = 20 \cdot 914 B = \cancel{1820} \quad 18280 B \approx$$

$$\approx 18,3 \text{ кВт.}$$

Ответ: $a_1 = \frac{2}{7} \text{ м/с}^2$

$$F_1 = 914 H$$

$$P_1 = 18,3 \text{ кВт}$$

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.

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\vec{V};$$

В момент разгона $V_{\text{const}} = 25 \text{ м/с}$,

тогда $F_k = F_{\text{упр}}$.

$V_{\text{max}} \rightarrow$ максимальн. скор. 125 м/с .

k - коэф. сопротивления.

$$F_k = k V_{\text{max}}$$

$$k = \frac{F_k}{V_{\text{max}}}$$

2 3 4.

$$ma = F_T - kV;$$

F_T - сила тяги, завис. от t

$a_1 = \frac{dV}{dt}$ - положительн. ускорение скор.

из ускорения

эти точки идут на
положительное

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{27,5 - 17,5}{55 - 20} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{10}{35} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_{T1} = kV_1 + ma_1 = F_k \frac{V_1}{V_{\text{max}}} + ma_1,$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

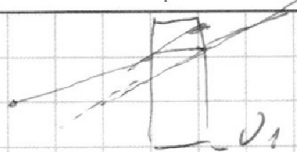
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



2.



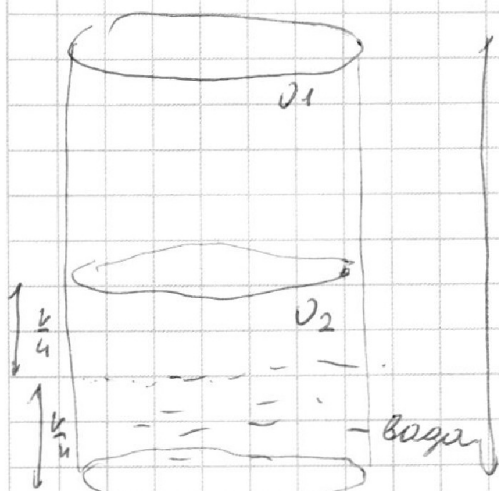
D_1 - пар. во газ над поршнем.

D_2 - не раствор. газ

над поршнем.

$$pV = \nu RT;$$

$$\frac{D_1 R T_0 2}{V} = \frac{D_2 R T_0 4}{V};$$



Для второго газа, учитываем 1 сводку
объем (из воды.

$$D_1 = 2 D_2;$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2 - 11$$

Упрощаем

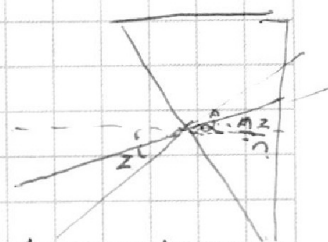
$\frac{5}{4} T_0 - T_{\text{пар}}$ - давление паров воды $p = p_A,$

p_0 - нач. давление

p_2 - давление после нагревания

$$p_0 D_1 \quad p_0 \frac{4}{2} R T_0 = p_2 \frac{4}{5} \frac{4}{5 T_0 R}$$

$$p_2 = p_0 \frac{25}{8}$$



$$\left(2 - \frac{2}{n}\right)h = \frac{2}{n}$$

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

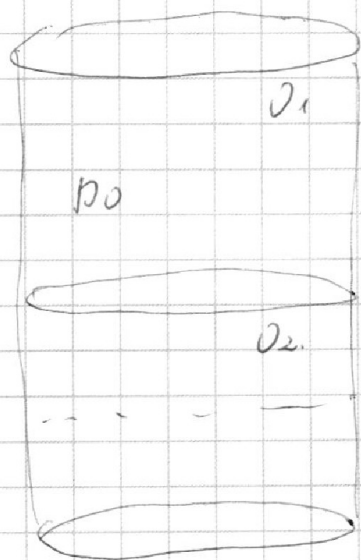
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2.



D_1 - кон. брызг под пор.

D_2 - кон. не раствор. брызг
под поршнем.

$$p_0 \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = D_2 R T_0$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$

$$\Delta D_2 = p_0 \kappa \frac{V}{4}$$

После нагревания под поршнем.

$$D_1 R \frac{5T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5}$$

Реш:

давление после нагревания

$$D_1 R = p_0 \frac{V}{2} T_0$$

$$p_0 \frac{V}{2 T_0} \frac{5 T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5} \quad p_2 = \frac{25}{8} p_0$$

$D_2' = D_2 + \Delta D_2$ - газ под поршнем кон-бз
т.е. кон. газа раствор почти нет.

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!

$$p_2' = \frac{p_0 V}{4 R T_0} + p_0 \frac{K V}{4};$$

при $T = 373 \text{ К}$, $p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}$;

$$p_2' R \frac{5}{4} T_0 = (p_2 - p_{\text{атм}}) \left(V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right)$$

$$\frac{p_0 V}{4} \left(\frac{1}{R T_0} + K \right) = \frac{5}{4} R T_0$$

объем воздуха под
поршнем.

Удли воздуха = $\frac{V}{4}$;

$$= \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11 V}{20 \cdot 5}$$

$$\frac{p_0 V}{4} \left(\frac{1}{R T_0} + K \right) = \frac{11}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \text{ заменим } p_2 = p_{\text{атм}} \text{ заменим } p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{атм}} = \left(\frac{25}{8} - \frac{5}{11} \left(\frac{1}{R T_0} + K \right) \right) p_0$$

$$p_0 = p_{\text{атм}} \quad \frac{25}{8} - \frac{5}{11}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{5} = p_0 \left(\frac{1}{R T_0} + K \right) \frac{5}{4} R T_0$$

$$\frac{11 \cdot 5}{8} p_0 - \frac{11}{5} p_{\text{атм}} = p_0 \left(\frac{5}{4} + \frac{5}{11} R T_0 K \right)$$

$$p_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{5}{11} \left(\frac{5}{4} + \frac{5}{11} R T_0 K \right) \right) = p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\left(\frac{25}{8} - \frac{5}{11} \left(1 + R T_0 K \right) \frac{5}{4} \right)$$



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!

$$p_0 = \frac{p_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{25}{44} \left(1 + \frac{3 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^3} \right)}$$

$$= \frac{p_{ATM}}{\frac{25}{8} - \frac{25}{22}} =$$

$$= \frac{p_{ATM}}{25} \cdot \frac{22 \cdot 8}{(22 - 8)} = p_{ATM} \cdot \frac{22 \cdot 8}{7 \cdot 44 \cdot 25}$$

$$p_0 = p_{ATM} \cdot \frac{88}{175}$$

Ответ: $\frac{88}{175} = 2$; $p_0 = p_{ATM} \cdot \frac{88}{175}$;

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!

$$\begin{aligned}
 \varphi &= \frac{\pi \epsilon_0}{2} \frac{1}{\sqrt{x^2 + h^2}} \\
 \varphi_p &= \frac{\pi \epsilon_0}{2} \left(\sqrt{L^2 + \left(\frac{1}{2}d\right)^2} \right) \\
 \varphi &= \frac{\pi \epsilon_0}{2} \left(\sqrt{\frac{d^2}{4} + R^2} - R - \sqrt{\frac{d^2}{4} + R^2} + R \right) \\
 &= \frac{\pi \epsilon_0}{2} \left(R - \frac{d^2}{4R} - \frac{d^2}{4R} + R \right) \\
 &= \frac{\pi \epsilon_0}{2} \left(\frac{d^2}{R} - \frac{d^2}{2R} \right)
 \end{aligned}$$

Кривые эллипсы неэллиптические.

$$m \frac{v_0^2}{2} - m \frac{v_A^2}{2} = \frac{1}{3} q d$$

$$m v_0^2 - m v_A^2 = \frac{2}{3} q d$$

$$\sqrt{m v_0^2 - \frac{2}{3} q d} \frac{1}{m} = v_A$$

Ответим: $a = \frac{q}{m} d$

$$K_1 - K_2 = U d$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{q d}{m}}$$

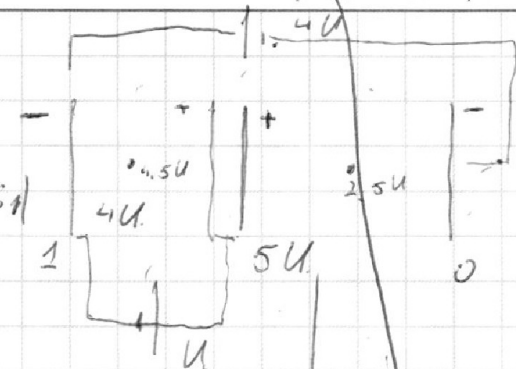
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Цель задачи найти
скорости по в 1 плоскости.

$$\frac{G_1}{\epsilon_0} = \frac{U}{d^2} \quad G_1 = \frac{U}{2d} \epsilon_0;$$

$$G_2 = \epsilon_0 \frac{5}{u} \frac{U}{d};$$

нужно учесть правое заряды

~~на объектах дельта-функции нулевые~~

$$U_1 - U_3 = 4U;$$

$$U_2 - U_1 = U;$$

$$U_2 - U_3 = 5U; \quad U_3 = 0; \quad U_2 = 5U; \quad U_1 = 4U;$$

цель интегрировать потенциалы по плоскостям.

$$E = \frac{G}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}}; \quad V = 250 \cdot 11 - \frac{x^2}{R^2 + x^2};$$

$$E = \frac{G}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$dV = \frac{G}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \cdot dx =$$

$$= \frac{G}{2\epsilon_0} \left(\int dx - \frac{dx^2}{2\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

$$= \frac{G}{2\epsilon_0} \left(\int_{x_0}^x dx - \frac{1}{2} \int_{x_0}^x \frac{dx^2 + R^2}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) - \text{суммируем}$$

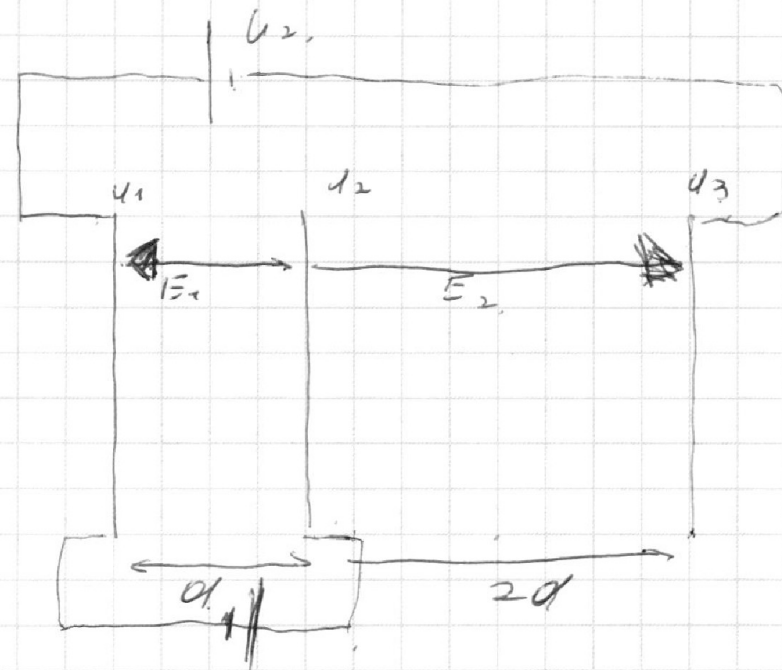
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U_1 = U;$$

$$U_2 = 4U \quad E_1 - \text{напряжён. в 1 слое}$$

$$U_1 - U_3 = 4U; \quad E_2 \rightarrow \text{напряж. во втором слое}$$

$$U_2 - U_1 = U;$$

$$\frac{E_1}{1} d = U; \quad E_1 = \frac{U}{d};$$

$$U_2 - U_3 = 5U;$$

$$E_2 \cdot 2d = 5U;$$

$$E_2 = 2,5 \frac{U}{d} \quad |a| = \frac{E_1 q}{m} = \frac{U}{d} \frac{q}{m}$$

$$K_1 - K_2 = E_1 q d - \text{потрат. на ускорение}$$

против скорости
электрона E_1 должна
падать

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!

$$K_1 - K_2 = U \cdot q = Uq;$$

Нужно найти с какой скоростью вылетели
в сетку.

Найдём заряды на 1 2 и 3 пластинах.

E_1' E_2' и E_3' — электрич. напряж. напр.

$$E_1 = \frac{U}{d} = E_2' + E_3' - E_1' \quad \text{отн отн пластины.}$$

$$E_2 = \frac{2,5U}{d} = E_2' + E_1' - E_3'$$

$$3,5Ud = 2E_2' \quad E_2' = \frac{7}{4} Ud;$$

за обшивками $E = 0$;

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

$$E_1' + E_2' = -\frac{7}{4} \frac{U}{d};$$

$$E_3' - E_1' = \frac{U}{d} - \frac{7}{4} Ud = -\frac{3}{4} \frac{U}{d};$$

$$E_3 = -\frac{5}{4} \frac{U}{d}; \quad E_1 = -\frac{1}{2} \frac{U}{d};$$

Вспомогательные 2 нужно разложить по д.е.

$$E_2'' + E_2''' = E_2. \quad E_2'' = +\frac{5}{4} Ud; \quad E_2''' = \frac{1}{2} \frac{U}{d}.$$

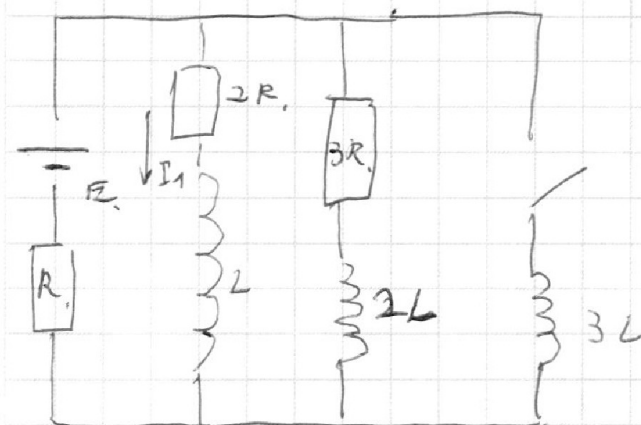
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ум. ток. $I - \text{const}$,

$$E = I_{10} 2R + (I_{10} - I_{20}) 3R$$

$$I_{20} \cdot 3R = I_{10} \cdot 2R$$

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

$$E = I_{10} R \left(2 + \left(1 + \frac{2}{3} \right) \right)$$

$$= I_{10} R \left(2 + 1 + \frac{2}{3} \right) = I_{10} R \frac{11}{3}$$

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

Граду меня замесманим.

$$E - 3L \frac{dI}{dt} = \cancel{I_{10} 2R} - \text{ток. чреу } R \text{ доуно не меняет.}$$

$$E = 3L \frac{dI_{20}}{dt} + (I_{10} + I_{20}) R = 3L \frac{dI_{20}}{dt} + E - 2I_{10} R$$

$$2I_{10} R = 3L \frac{dI_{20}}{dt}$$

$$\frac{dI_{20}}{dt} = \frac{2I_{10} R}{3L} = \frac{2R}{3L} E \frac{3}{11R} = \frac{2E}{11L}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{11L}$$

31 в. ум. резимма I_3 - токит котт. змачит.

ток. перестомит мне чреу резистор



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!

$$3L \frac{dI_3}{dt} = 2 \frac{dI_1}{dt} + I_1 2R;$$

$$3L \int_0^{I_3 K} dI_3 = L \int_{I_{10}}^0 dI_1 + \int_0^q d\varphi 2R.$$

$$I_{3K} = \frac{2E}{R} \text{ — величина макс. через } 3L;$$

$$3L \frac{2E}{R} = L(0 - I_{10}) + 2Rq$$

$$\left(3L \frac{2E}{R} + LI_{10} \right) \frac{1}{2R} = q;$$

$$\left(\frac{3L}{2} \frac{2E}{R} + \frac{L}{2R} \frac{3E}{11R} \right) \frac{1}{2R} = q;$$

$$\frac{EL}{R^2} \left(\frac{3}{2} + \frac{3}{2 \cdot 11} \right) = \frac{3E}{2R^2} L \frac{12 \cdot 6}{11} =$$

$$= \frac{18}{11} \frac{EL}{R^2};$$

$$\text{Ответ: } I_{10} = \frac{3E}{11R};$$

$$\frac{dI_{30}}{dt} = \frac{2E}{11L}$$

$$q = \frac{18}{11} \frac{EL}{R^2}$$

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!



из рисунка.

$$h \cdot \frac{2}{h} = (h - \Delta l) \cdot 2$$

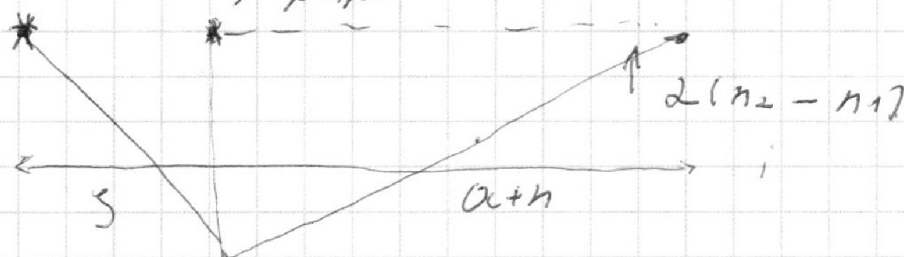
Δl - разность между источниками.

$$\Delta l = h \left(1 - \frac{1}{n_1} \right) - \text{тол.}$$



миллиметр, на источ-
ник как от центра

излуч. 1 - это излуч. 2.



$$S_2^2 = \Delta l^2 + (a + h - \Delta l)^2 \cdot 2^2 (n_2 - n_1)^2.$$

$$S_2^2 = \sqrt{h^2 \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right)^2 + \left(a + h - h \left(\frac{n_2 - 1}{n_1} \right) \right)^2 \cdot 2^2 (n_2 - n_1)^2}.$$

$$S_2 = \sqrt{8,1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{9} + \left((194 + 9 - 9 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3}) \cdot 0,1 \cdot 0,2 \right)^2} \text{ см}$$

$$S_2 = \sqrt{9 + \left(200 \cdot \frac{2}{100} \right)^2} =$$

$$= \sqrt{9 + 16} \text{ см} = 5 \text{ см}$$

Ответ: $\gamma = 0,07 \text{ рад}$

$$S_1 = 14,21 \text{ см} \quad S_2 = 5 \text{ см}$$

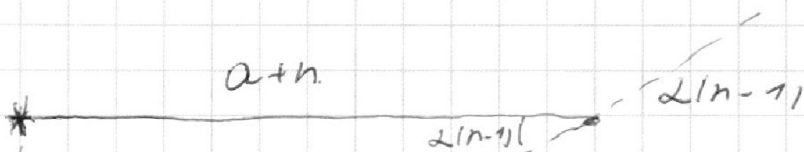
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Для малых углов

$$l \approx a \cdot 2(n-1)l = (a+h) \cdot 2(n-1)l$$

$$l = 2(n-1)l(a+h) = 0,07 \cdot 2003 \text{ см.} =$$

$$= 2,03 \cdot 7 \text{ см} = 14,21 \text{ см.}$$

Далее вторым условием представим, что между
1 и 2 зрками. Это небольшая пружина,



исходящая луч отклоняется

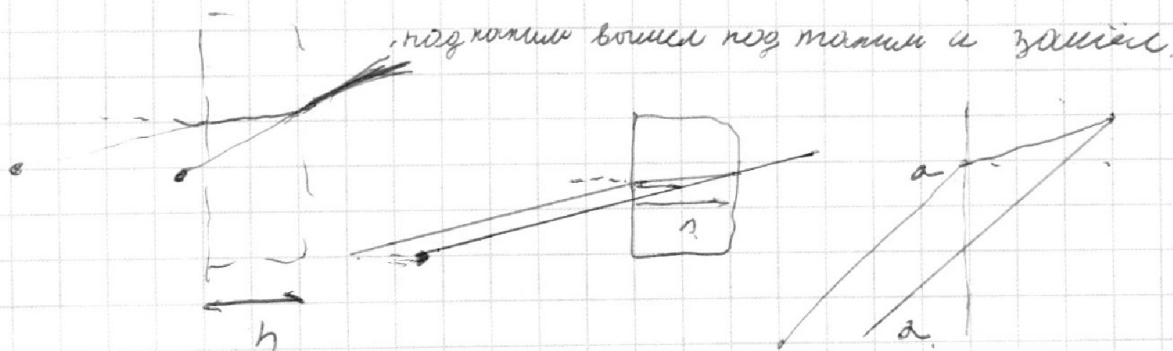
$(n_1 - 1)l$ - в одну сторону,

а затем на $(n_2 - 1)l$ в другую.

превышает $\Delta y = 2(n_2 - 1 - n_1 + 1)l =$
не меняет пог. лучи.

$$= 2(n_2 - n_1)l$$

расширения с толщиной h



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

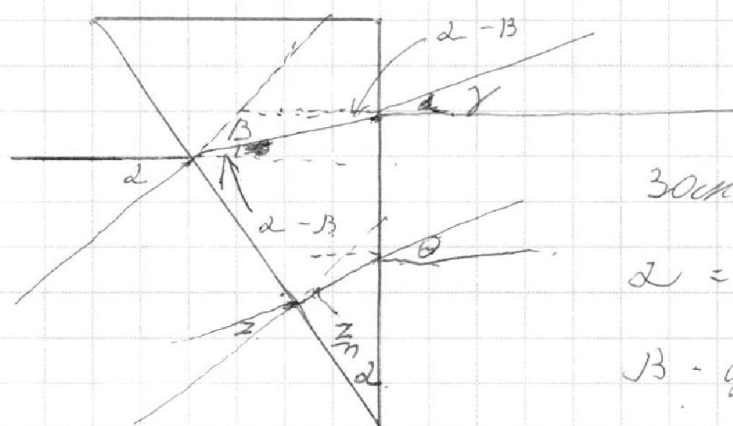
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

N 5.

ПТ.н. $n_1 = n_2$ - то первая призма никак
не влияет на луч.



угол малой $\Rightarrow$

$$\sin \alpha \approx \alpha;$$

Зак. преломления,

$$\alpha = n_2 \beta \quad \beta = \frac{\alpha}{n_2}$$

β - угол после преломления

γ - угол выхода из призмы

$n_2 (\alpha - \beta) = \gamma$; - из второй призмы

$$n_2 \left(1 - \frac{1}{n_2} \right) \alpha = \gamma$$

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

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

$$\gamma = 0.72 = 0,07 \text{ рад}$$

Для произвольного луча

$$\left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) n_2 = \theta. \quad \alpha - \text{происх. угол к перпенд. отв.}$$

$\alpha = \theta$ - переводим к 1й призме

$$\theta - (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = n_2 \alpha - \alpha - \alpha + \frac{\alpha}{n_2} =$$

$$= (n_2 - 1) \alpha. \quad - \text{Доказали что второй луч}$$

отклоняется от курса на $(n_2 - 1) \alpha$;



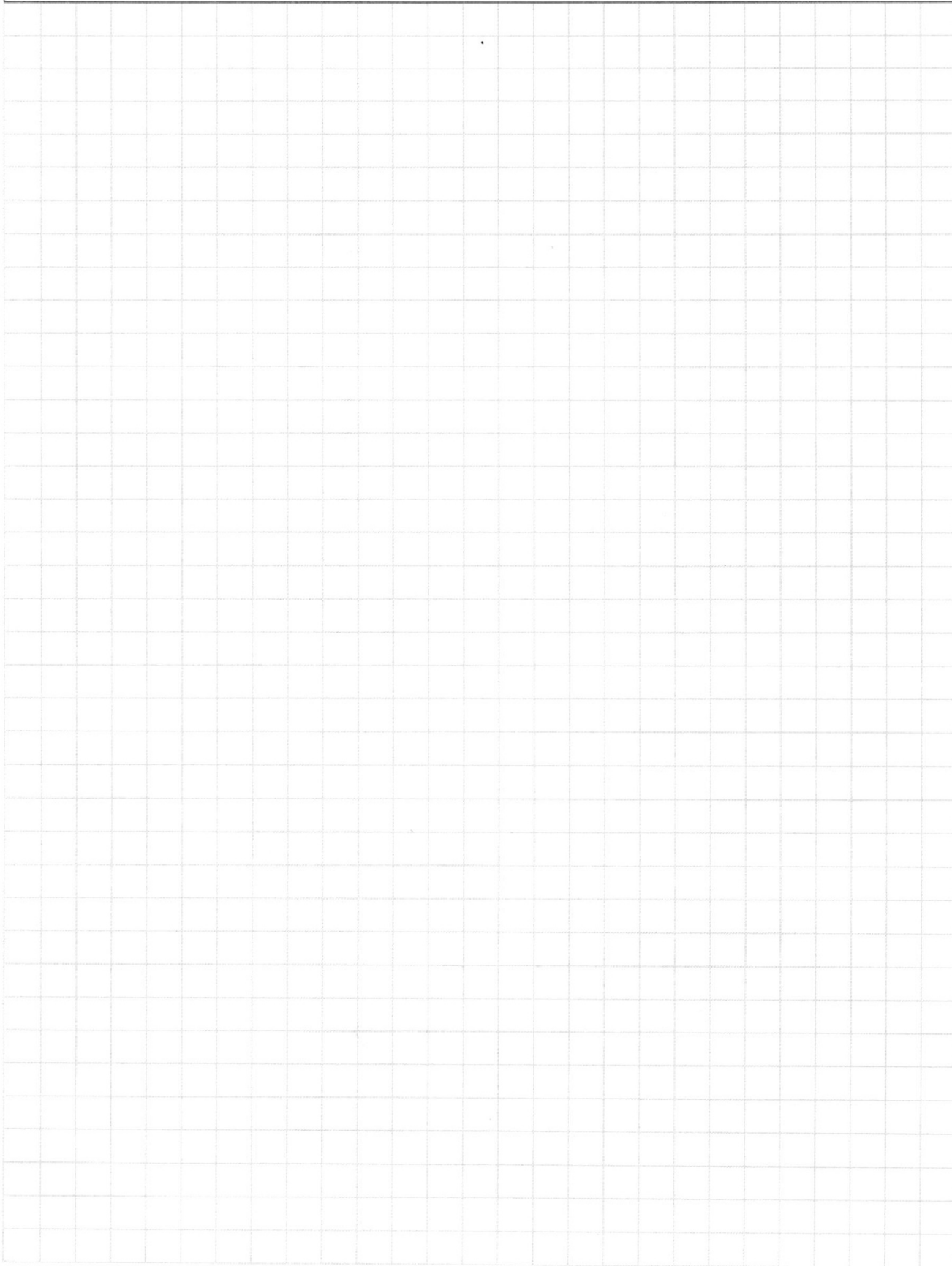
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

$$\Delta V_2 = k p_0 \frac{V}{4} - \text{ком-во измощ. полнот. газу}$$

$$V_2 + \Delta V_2 \rightarrow \text{const.}$$

$$p_2' = p_0 - p_{\text{атм}} - \text{давление газа по м. манометра.}$$

и

$$p_2' \left(V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right) = V_2' R \frac{5}{4} T_0$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{20} V =$$

не рассматрив. газ в объеме
по м. маном.

$$= \frac{5}{4} V_2' R T_0,$$

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{5}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{25} \frac{V}{R T_0} = V_2'$$

$$\frac{15-4}{20} = \frac{11}{20}$$

$$\Delta V_2' = k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{20} V$$

$$V_2 + \Delta V_2 = V_2' + \Delta V_2'$$



$$\cancel{k p_0 \frac{V}{4}} + p_0 \frac{V}{4} = V_2 R T_0, \quad V_2 = p_0 \frac{V}{4} R T_0$$

$$\cancel{\frac{p_0 V}{4 R T_0}} + \cancel{\frac{k p_0 V}{4}} = \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{25} \frac{V}{R T_0} +$$

$$+ k \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{20} V$$

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!

$$\frac{p_0}{4} \left(\frac{1}{R_{TO}} + K \right) = \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{ATM} \right) \frac{11}{44} \left(\frac{1}{R_{TO}} \frac{11}{25} + \frac{11}{20} K \right)$$

$$\frac{p_0}{4} = \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{ATM} \right) \frac{44 \left(\frac{1}{25 R_{TO}} + \frac{K}{20} \right)}{\left(\frac{1}{R_{TO}} + K \right)}$$

γ -перевозначим

$$p_0 = \left(\frac{25}{8} p_0 - p_{ATM} \right) \gamma$$

$$\gamma p_{ATM} = p_0 \left(\frac{25}{8} \gamma - 1 \right)$$

$$p_0 = \frac{\gamma}{\frac{25}{8} \gamma - 1} \cdot p_{ATM}$$

$$\frac{25}{8} \gamma - 1$$

$$\frac{U}{d} = E_3 + E_2 - E_1$$

определем γ

$$\gamma = 44 \cdot \left(\frac{1}{25 \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{Дж}}} + \frac{1}{20 \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{Дж}}} \right) \frac{\text{моль}}{\text{Дж}}$$

$$\gamma = 44 \cdot \left(\frac{1/25 + 1/20}{2} \right) = \frac{22}{25} + \frac{22}{20}$$



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!

$$\gamma = \frac{88}{100} + \frac{110}{100} = 1,98$$

$$p_1 = \frac{2}{\frac{25}{8} \gamma - 1} \quad p_{AT} = \frac{1,98}{\frac{25}{8} 1,98 - 1} \quad p_{AX} =$$

$$= \frac{99}{50} \quad p_{AT1} = \frac{99}{50} \quad \frac{468}{2550} \quad \frac{83}{83}$$

$$\frac{25}{8} \frac{99}{50} - 1 = \frac{99 - 16}{16}$$

$$p_0 = p_{AT1} \frac{99}{25} \frac{8}{83}$$

$$\text{Ans} \quad \frac{U}{a} = E_2 + E_3 - E_1$$

$$2,5 \frac{U}{a} = E_2 + E_1 - E_3$$

$$3,5 \frac{U}{a} = 2E_2, \quad \frac{U}{a} - \frac{1}{4} \frac{U}{a} = E_2 - E_3$$

$$\frac{7}{4} \frac{U}{a} = E_2$$

$$-\frac{3}{4} \frac{U}{a} = E_3 - E_1$$

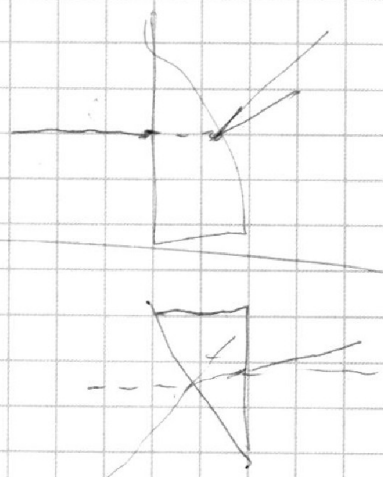
$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

$$E_1 + E_3 = -\frac{7}{4} \frac{U}{a}, \quad 2E_3 = -2,5 \frac{U}{a}$$

$$E_3 - E_1 = -\frac{3}{4} \frac{U}{a}$$

$$E_3 = -\frac{5}{4} \frac{U}{a}$$

$$E_1 = -\frac{1}{2} \frac{U}{a}$$





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!

$$\frac{G}{2\epsilon_0} (L - L_0) = \frac{G}{4\epsilon_0} 2 \sqrt{L^2 + R^2} - 2 \sqrt{L_0^2 + R^2},$$

$$\frac{dL}{\sqrt{L^2 + R^2}} = 2 \sqrt{L^2 + R^2};$$

$$\frac{G}{2\epsilon_0} (L - L_0) = \frac{G}{2\epsilon_0} (\sqrt{L^2 + R^2} - \sqrt{L_0^2 + R^2}) = -\Delta U,$$

формула для изменения энергии при изменении заряда. в области заряда.

$$5U = \text{потенциал} = \frac{U}{2d} \left(L - L_0 - 0 - \sqrt{L^2 + R^2} \right)$$

$$+ \frac{R}{L - L_0} + \sqrt{L^2 + d^2 + R^2} - \sqrt{L_0^2 + R^2} +$$

$$\frac{U}{2d} \frac{\epsilon_0}{2\epsilon_0} \left(\right)$$

$$G_2 = -250 \times \frac{d \times G_2}{\sqrt{x^2 + h^2}} \frac{1}{450 \epsilon_0} = dU$$

$$50 \frac{d(x^2 + h^2)}{\sqrt{x^2 + h^2}} G_2 = dU;$$

$$\int dU = 50 G_2 \frac{1}{2} \sqrt{x^2 + h^2} \Big|_{0.5d}^{0.5d+L}$$

