



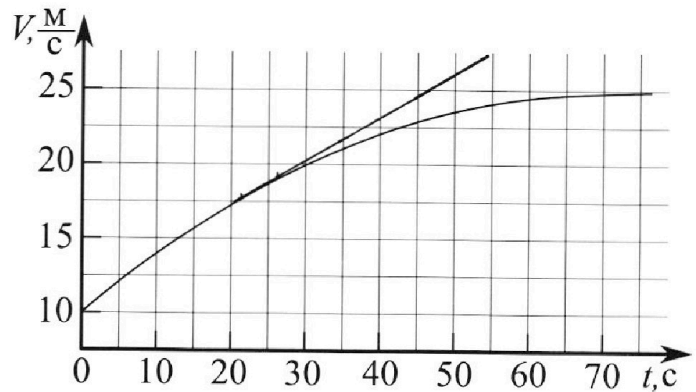
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



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

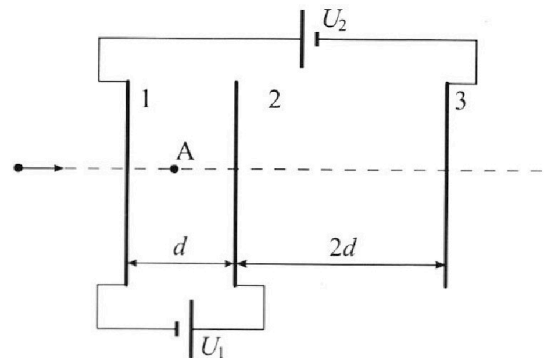
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·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.

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



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

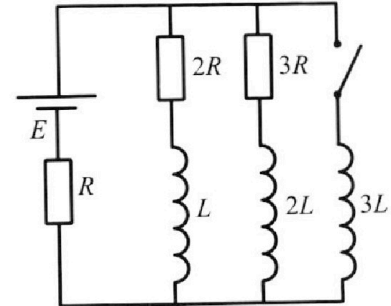
Вариант 11-01

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  $n_b = 1,0$ . 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.

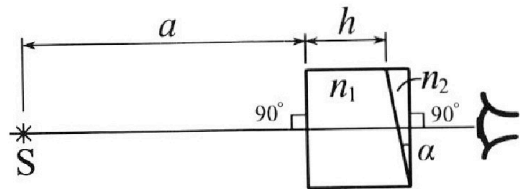


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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

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

$$= 400 + 514 = 914 \text{ Н} - \text{Взя погреш-}$$

ность в условии.

$$\begin{array}{r} 3600 \\ - 35 \\ \hline 10 \\ - 7 \\ \hline 30 \\ - 28 \\ \hline 2 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 7 \\ 514,0 \\ ,0 \\ ,0 \\ ,0 \end{array}$$

но я взял макс. значение 2.

точно, чтобы ее уменьшить

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

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

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

$$= v_1 F_{T1}$$

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

$$\approx 18,3 \text{ кВт}$$

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

$$F_1 = 914 \text{ Н}$$

$$P_1 = 18,3 \text{ кВт}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



1.

$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\vec{V};$$

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

тогда  $F_k = F_{\text{упр}}$ .

$V_{\text{max}} \rightarrow$  максимальная скорость  $125 \text{ м/с}$ .

$k$  - коэффициент сопротивления.

$$F_k = kV_{\text{max}}$$

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

2 3  $k$ .

$$ma = F_T - kV;$$

$F_T$  - сила тяги, зависящая от  $t$

$a_1 = \frac{dV_1}{dt}$  - положительная к ускорению (скорь)

из ускорения

эти точки стоят на  
положительной

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

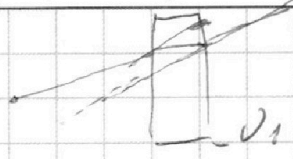
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



2.



$\rho_1$  - нач. во газа над

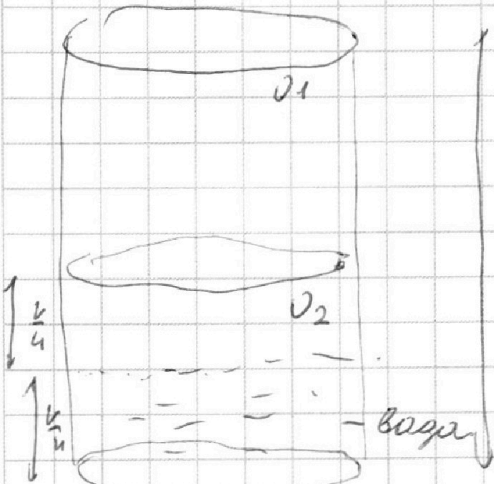
поршнем.

$\rho_2$  - не раствор. газ

над поршнем.

$$pV = \rho RT;$$

$$\rho_1 R T_0 \frac{2}{V} = \rho_2 R T_0 \frac{4}{V};$$



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

$$\rho_1 = 2 \rho_2;$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = 2 \quad - 11$$

*Упрощаем*

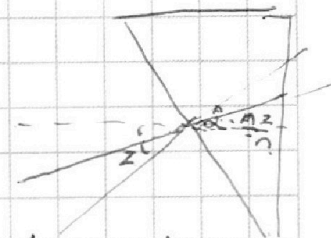
$\frac{5}{4} T_0 = T_{\text{тип}}$  - давление паров воды  $p = p_A,$

$p_0$  - нач. давление

$p_2$  - давление после нагревания

$$p_0 \rho_1 \frac{p_0 V}{2 RT_0} = p_2 \frac{V}{5} \frac{4}{5 T_0 R}$$

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



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

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.

$r_1$  - кон. брызг под пор.,  
 $r_2$  - кон. не раствор. брызг  
 под поршнем.  
 $p_0 \frac{V}{2} = r_1 R T_0$   
 $p_0 \frac{V}{4} = r_2 R T_0$   
 $\frac{r_1}{r_2} = 2$

$$\Delta r_2 = p_0 \kappa \frac{V}{4}$$

Поме нагнетания под поршнем.

$$r_1 R \frac{5 T_0}{4} = p_2 \frac{V}{5}$$

ре: давление поме нагнетания

$$r_1 R = p_0 \frac{V}{2} T_0$$

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

$r_2' = r_2 + \Delta r_2$  - кон. под поршнем кон-ва  
 тех. кон. из-за 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  $T = 3 T_0$  К,  $p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}$

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

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

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

объем воздуха по  
вертикали.  
Удлинение воздуха =  $\frac{V}{4}$

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

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

$$p_0 = p_{\text{атм}} \frac{1}{\frac{25}{8} - \frac{5}{11}}$$

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

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

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

$$p_0 = p_{\text{атм}}$$

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



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!

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

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

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

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

Ответ:  $\frac{J1}{J2} = 2$ ;  $p_0 = \frac{p_{ATM}}{175} \cdot 88$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

$$\varphi = \frac{\pi \epsilon_2}{2} \frac{1}{\sqrt{x^2 + h^2}}$$
$$d\varphi = \frac{\pi \epsilon_2}{2} \left( \sqrt{L^2 + \left(\frac{1}{2}d\right)^2} \right)$$
$$U = \frac{\pi \epsilon_2}{2} \frac{G_2}{\epsilon_0} \left( \sqrt{\frac{d^2}{4} + R^2} - R - \sqrt{\frac{d^2}{4} + R^2} + R \right)$$
$$= \frac{\pi \epsilon_2}{2} \frac{G_2}{\epsilon_0} \left( R - \frac{d^2}{4R} - \frac{d^2}{4R} + R \right)$$
$$= \frac{\pi \epsilon_2}{2} \frac{G_2}{\epsilon_0} \frac{d^2}{R} \left( \frac{1}{8} - \frac{2}{25} \right)$$

Криволинейные электростатические потенциалы.

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

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

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

Ответим:  $a = \frac{U}{d} \frac{q}{m}$

$$K_1 - K_2 = U q$$

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

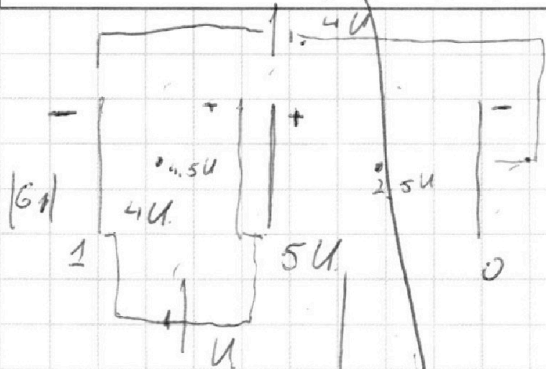
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Цель задачи найти потенциалы во всех плоскостях.

$$\frac{G_1}{\epsilon_0} = \frac{U}{d_2} \quad G_1 = \frac{U}{2d} \epsilon_0$$

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

нужно учесть правое заряды

~~на плоскостях потенциалы нулевые~~

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 4U;$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U;$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 5U; \quad \varphi_3 = 0; \quad \varphi_2 = 5U; \quad \varphi_1 = 4U;$$

цель определить потенциалы на плоскостях.

$$E = \frac{G}{2\epsilon_0} U. \quad U = 250 \cdot |1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}|;$$

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

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

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

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



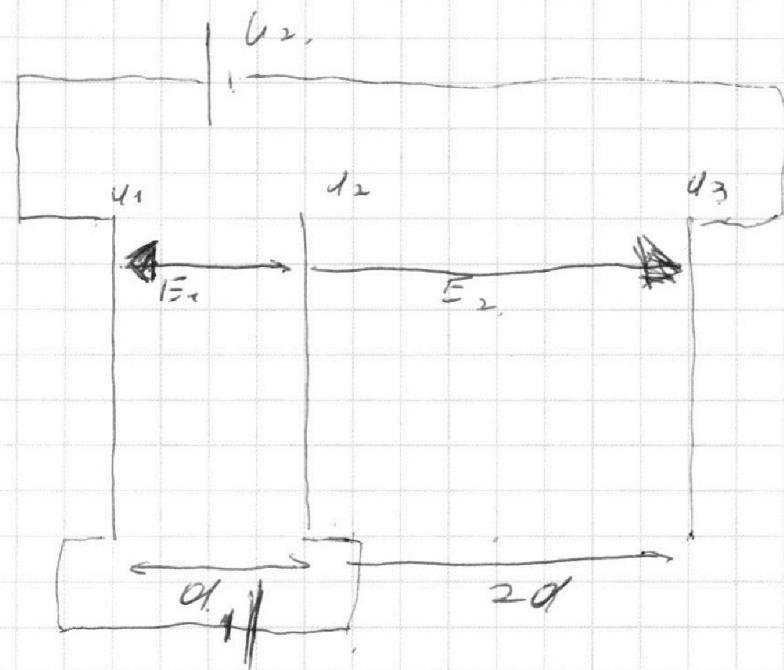
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U_1 = U;$$

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

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

$$U_2 - U_1 = U;$$

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

$$U_2 - U_3 = 5U;$$

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

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

$K_1 - K_2 = E_1 q d$  — работа, совершённая  
против скорости  
электрона  $E_1$  до момента  
подачи

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!

$$K_1 - K_2 = U \cdot d = U d;$$

Нужно найти с какой скоростью вылетели  
в сетку.

Найдём заряды на 1 2 и 3 пластинах.

$E_1'$   $E_2'$  и  $E_3'$  — их электр. напряж. напр.

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

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

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

за обшивками  $E = 0$ ;

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

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

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

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

Вывод: пластины 2 нужно раздвинуть на  $d/2$ .

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

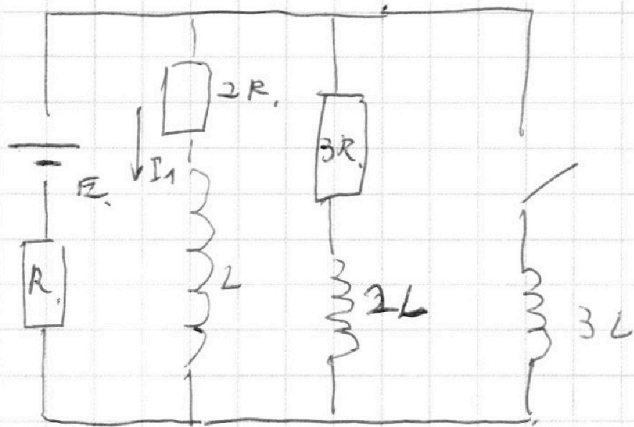
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Учит. ток.  $I - \text{const}$ ,

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

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

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

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

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

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

Граду пишем закон индукции

~~$E - 3L \frac{dI}{dt} = I_{10} 2R$  - ток. через R до конца не меняем.~~

$$E = 3L \frac{dI_{30}}{dt} + (I_{10} + I_{20}) R = 3L \frac{dI_{30}}{dt} + E - 2I_{10} R$$

$$2I_{10} R = 3L \frac{dI_{30}}{dt}$$

$$\frac{dI_{30}}{dt} = \frac{2 I_{10} R}{3L} = \frac{2}{3L} R \frac{E}{11R} = \frac{2E}{11L}$$

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

и в. учит. ток. индукции  $I_3$  - ток. индукции, ток. индукции

ток. индукции ток. индукции ток. индукции



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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

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

$$3L \int_0^{I_3} dI_3 = L \int_0^{I_1} dI_1 + \int_0^q dq 2R.$$

$$I_3 \times 3L = \frac{2E}{R} - \text{вектор через } 3L;$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

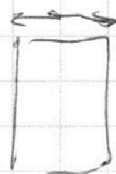


из рисунка.

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

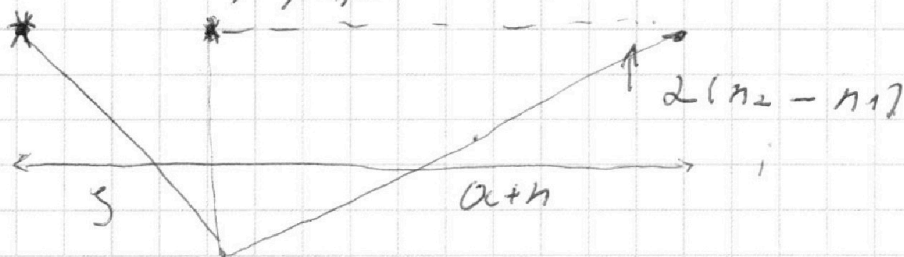
$\Delta l$  - разность между источниками и его образом.

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



мешают на источникам как на экране

луч от фр. 1 - это будет луч от фр. 2.



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

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

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

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

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

Ответ:  $\gamma = 0,07 \text{ рад}$

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

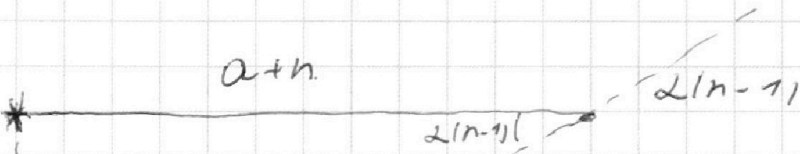
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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

$$l = a + d(n-1) = (a+h) d(n-1)$$

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

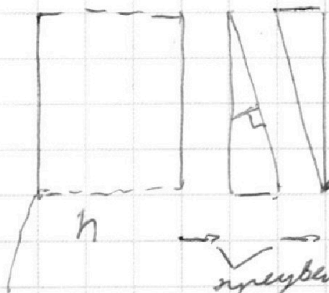
$$= 2,03 \cdot 7 \text{ см} = 14,21 \text{ см.}$$

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

покажем лучи отклоняются

$(n_1 - 1)d$  - в одну сторону

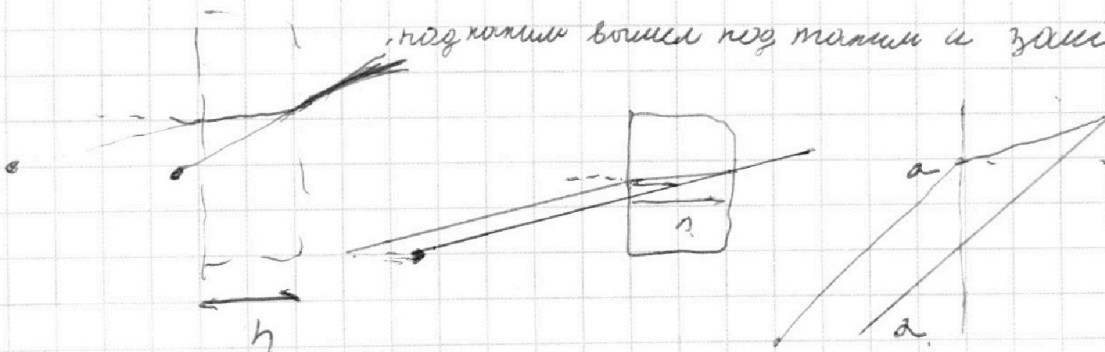
а зрками. на  $(n_2 - 1)d$  в другую.



превращается  $\Delta y = d(n_2 - 1 - n_1 + 1) =$   
не меняет по з зрками.  
 $= d(n_2 - n_1)$

расхождение с толщиной h

под углом вошли под углом и вышли.





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

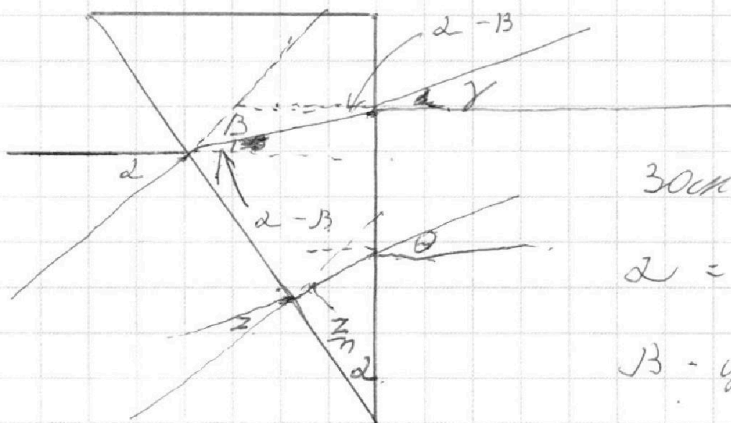


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 5.

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



угол малый  $\Rightarrow$

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

Зак. преломления,

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

$\beta$  - угол после преломления

$\gamma$  - угол выхода из призмы

$$n_2 (\alpha - \beta) = \gamma; \text{ - второй угол}$$

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

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

$$\gamma = 0.7 \alpha = 0,07 \text{ рад}$$

Для произвольного луча

$$\left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) \cdot n_2 = \theta. \quad \alpha - \text{происх. угол к нормали, } \theta - \text{ преломл. угол.}$$

$\alpha - \theta$  - перепад к 1й призме

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

$$= (n_2 - 1) \frac{\alpha}{n_2}. \quad \text{- Доказали что малый угол}$$

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



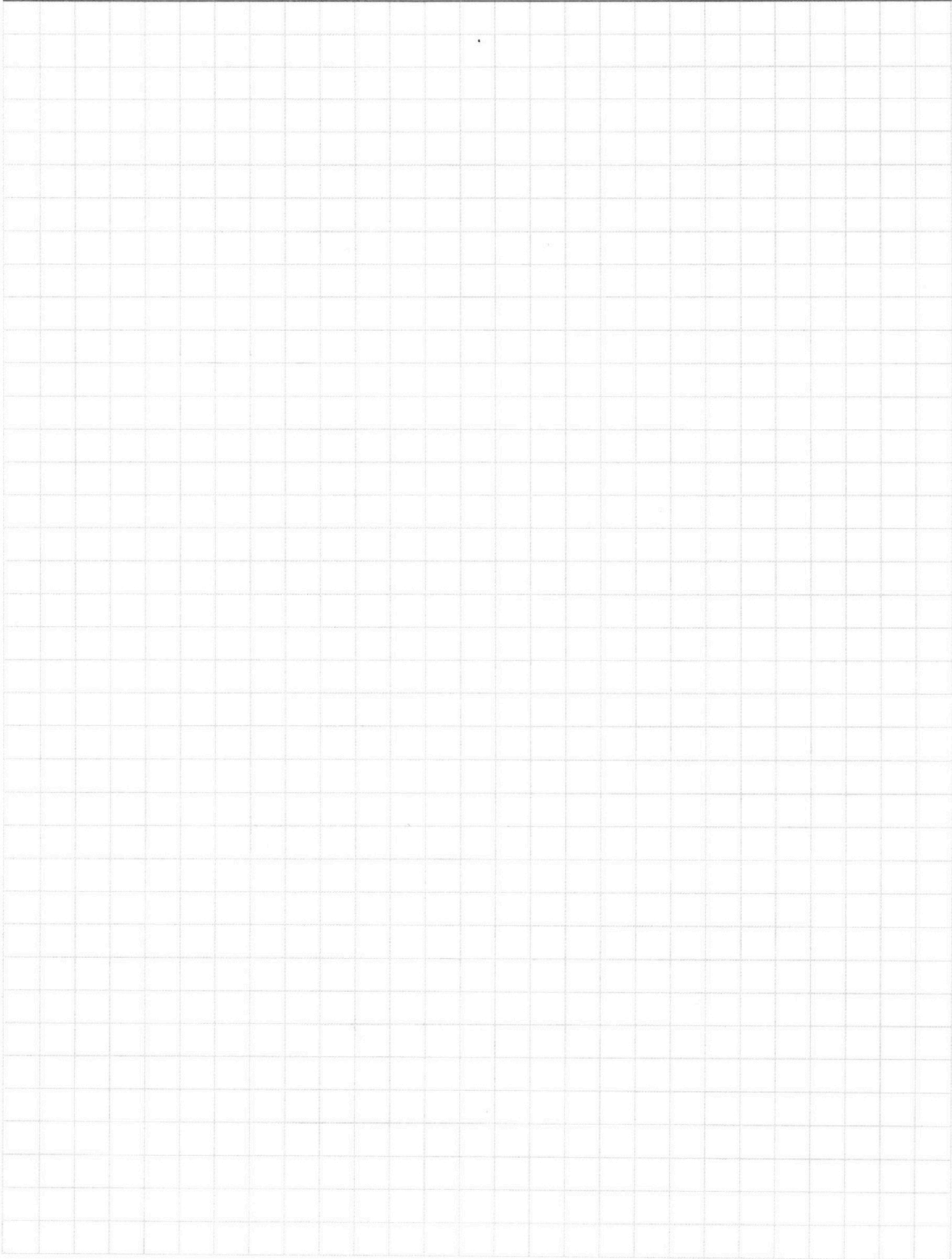
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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!

$$\Delta v_2 = k p_0 \frac{V}{4} - \text{ком-во изгиба пластин газу}$$

$$v_2 + \Delta v_2 \rightarrow \text{const.}$$

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

$\approx$

$$p_2' \left( V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} \right) = v_2' R \frac{5}{4} T_0$$

$$\left( \frac{25 p_0 - p_{\text{атм}}}{8} \right) \frac{11}{20} V = \text{не рассматривать газ в камере по мн. камер}$$

$$\frac{25}{4} v_2' R T_0$$

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

$$\left( \frac{25 p_0 - p_{\text{атм}}}{8} \right) \frac{11}{25} \frac{V}{R T_0} = v_2'$$

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

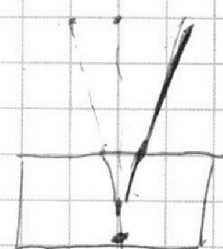
$$\Delta v_2' = k \left( \frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{20} V$$

$$v_2 + \Delta v_2 = v_2' + \Delta v_2'$$

$$\cancel{k p_0 \frac{V}{4}} + p_0 \frac{V}{4} = v_2 R T_0, \quad v_2 = p_0 \frac{V}{4} R T_0$$

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

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





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!

$$\frac{p_0}{4} \left( \frac{1}{RT_0} + K \right) = \left( \frac{25}{8} p_0 - p_{ATM} \right) \frac{1}{44} \left( \frac{1}{RT_0} \frac{11}{25} + \frac{11}{20} K \right)$$

$$p_0 = \left( \frac{25}{8} p_0 - p_{ATM} \right) \frac{44}{44} \left( \frac{\frac{1}{25RT_0} + \frac{K}{20}}{\frac{1}{RT_0} + K} \right)$$

$\gamma$ -переводим

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

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

$$\frac{4}{d} = E_3 + E_2 - E_1$$

оформим  $\gamma$

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

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



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!

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

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

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

$$\frac{25}{8} \frac{99}{80} - 1 \quad \frac{99 - 16}{16}$$

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

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

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

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

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

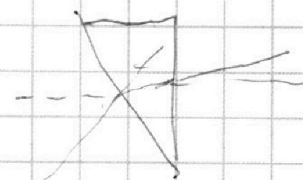
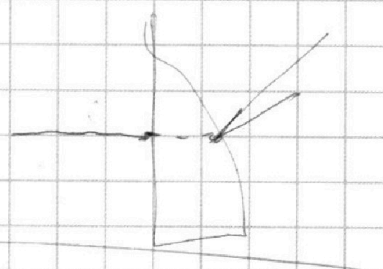
$$-\frac{3}{4} \frac{U}{d} = E_3 - E_1$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

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

$$E_3 - E_1 = -\frac{3}{4} \frac{U}{d} \quad E_3 = -\frac{5}{4} \frac{U}{d}$$

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



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!

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

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

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

формула для изменения энергии при изменении заряда. множитель в скобках.

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

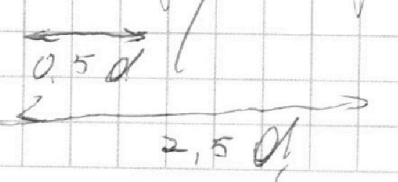
$$+ \frac{R - L - d + \sqrt{L^2 + d^2 + R^2}}{\sqrt{d^2 + R^2}} +$$

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



$$- 255 \times \frac{d \times G_2}{\sqrt{x^2 + h^2}} \frac{1}{450 \epsilon_0} = dU$$

$$\int du = \int \frac{d(x^2 + h^2) G_2}{\sqrt{x^2 + h^2}} \frac{1}{2}$$



0.5d