



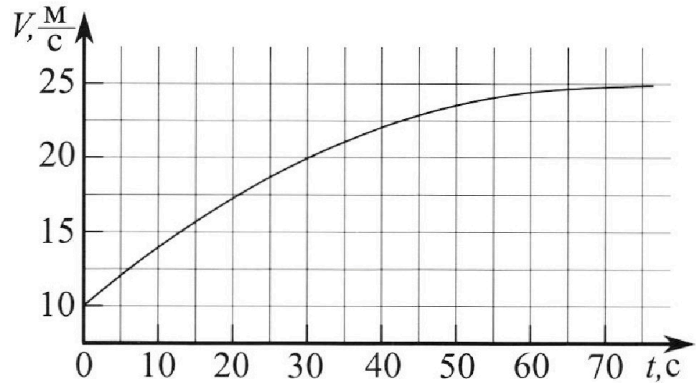
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  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  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

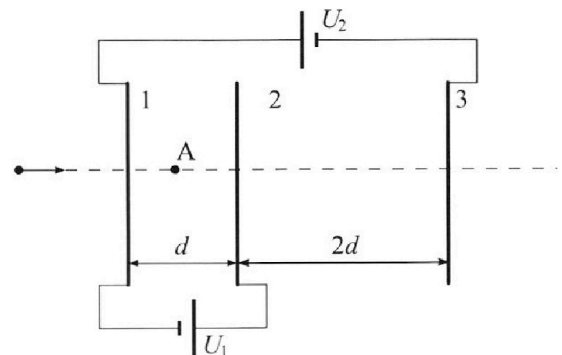
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$  ( $P_{\text{АТМ}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  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:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 от ношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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  $U_2 = 3U$ . 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  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

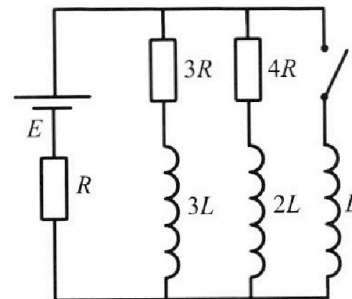
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  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  $a = 90$  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.

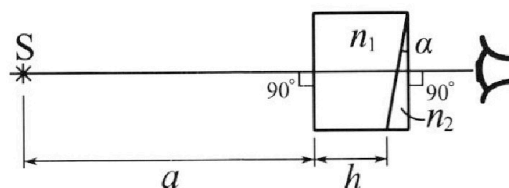


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

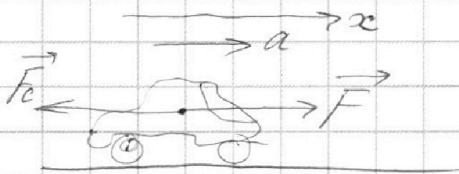
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

$m = 1500 \text{ кг}$ ;  
 $F_k = 800 \text{ Н}$   
 $F_c \sim v$



1) по теореме о движении центра масс:

$$\vec{F} + \vec{F}_c = m\vec{a}$$

$F$  - сила тяги

$F_c$  - сила сопротивления

$$\vec{F}_c = -d\vec{v} \Rightarrow |\vec{F}_c| = d|v| \quad (1)$$

$d$  - коэф. пропорц.

2) по условию:

$$F_k = 800 \text{ Н};$$

по заданию

$$v_k = 25 \text{ м/с}$$

$$\left[ d = \frac{|F_c|}{|v|} = \frac{F_k}{v_k} = \frac{800}{25} = \frac{160}{5} = 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} \right]$$

$$3) a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(17,5 - 10) \text{ м/с}}{20 \text{ с}} = \frac{7,5}{20} \text{ м/с}^2 = a_0$$

$$a_0 = \frac{7,5}{20} = \frac{15}{40} = \frac{3}{8} \text{ м/с}^2 \Rightarrow a_0 = \frac{3}{8} \text{ м/с}^2 = 0,375 \text{ м/с}^2$$

4) структурируем теорему ШМ на ось  $x$ :

„математическая модель“  $\rightarrow$  что

$$F_{\text{то}} - F_{c0} = ma_0 \Rightarrow F_{\text{то}} = ma_0 + F_{c0}, \text{ где } F_{c0} = d \cdot v_0$$

$$F_{\text{то}} = ma_0 + d \cdot v_0$$

5) по заданию можно заметить, что

в конце движения  $a = 0 \Rightarrow$

$$F_{\text{то}} F_k - F_{c0} = 0 \Rightarrow F_k = d \cdot v_k \Rightarrow d = \frac{F_k}{v_k} = \frac{800 \text{ Н}\cdot\text{с}}{25 \text{ м}}$$

$$6) F_{\text{то}} = 1500 \text{ кг} \cdot \frac{3}{8} \text{ м/с}^2 + 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} \cdot 10 \quad \left[ d = 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} \right]$$

$$F_{\text{то}} = 562,5 + 240 \text{ Н} = 802,5 \text{ Н} \Rightarrow F_{\text{то}} = 802,5 \text{ Н}$$

$$7) P_0 = F_{\text{то}} \cdot v_0 = 802,5 \cdot 10 = 8025 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $a_0 = \frac{3}{8} \text{ м/с}^2$ ; 2)  $F_{\text{то}} = 802,5 \text{ Н}$ ; 3)  $P_0 = 8025 \text{ Вт}$   
 $a_0 = 0,375 \text{ м/с}^2$

$$\begin{array}{r} 224 \\ + 187,5 \\ \hline 552,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1500 \cdot \frac{3}{8} \\ 562,5 \\ + 240 \\ \hline 802,5 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

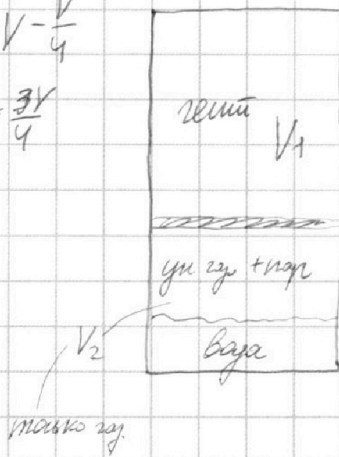
**МФТИ**

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



$$V_1 + V_2 = V - \frac{V}{4}$$

$$V_1 + V_2 = \frac{3V}{4}$$



$$1) p_a = p_{atm}$$

$$\frac{p_a}{2} V_1 = V_1 R T_0$$

$$\frac{p_a}{2} V_2 = (V_{2a} + V_{2b}) R T_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_{2a} + V_{2b}}{V_1}$$

$$V_{2a} = V_{2a} + V_{2b}$$

газ в микрометре

$$2) (p_{2a} + p_{2b}) \tilde{V}_1 = V_1 R T$$

$$(p_{2a} + p_{2b}) \tilde{V}_2 = (V_{2a} + V_{2b}) R T$$

$$\tilde{V}_1 + \tilde{V}_2 = \frac{3V}{4}$$

$$\tilde{V}_1 = \frac{V}{5} \Rightarrow \tilde{V}_2 = \frac{3V}{4} - \frac{V}{5}$$

$$\tilde{V}_2 = \frac{15V - 4V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$3) T = 373 K$$

В конечном итоге газы стали идеальными!

$$p_n \tilde{V}_2 = \tilde{V}_n R T \Rightarrow \tilde{V}_n = \frac{p_n \tilde{V}_2}{R T} = \frac{p_n V}{20 R T} \quad p_n = p_a$$

$$\Delta V_1 = \kappa \frac{p_a}{2} \cdot \frac{V}{4}; \quad \Delta V_2 = \kappa p_{2a} \frac{V}{4}$$

$$V_{2a} + \frac{\kappa p_a V}{2 \cdot 4} = \tilde{V}_{2a} + \kappa p_{2a} \frac{V}{4} \Rightarrow V_{2a} + \frac{\kappa p_a V}{8} = \tilde{V}_{2a} + \frac{\kappa p_{2a} V}{4}$$

$$\tilde{V}_{2a} = \tilde{V}_{2a}$$

$$4) V_1 = V_2 + \frac{V}{4} \Rightarrow \begin{cases} V_1 - V_2 = \frac{V}{4} \\ V_1 + V_2 = \frac{3V}{4} \end{cases}$$

$$V_2 = \frac{V}{4}$$

по условию

$$2V_1 = V \Rightarrow V_1 = \frac{V}{2}$$

$$5) \frac{V_{2a} + V_{2b}}{V_1} = \frac{V \cdot 2}{4 \cdot 4} \Rightarrow \frac{V_1}{V_{2a} + V_{2b}} = 2$$



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!



$$6) \quad v_{из} + \frac{\kappa p_a V}{g} = \tilde{v}_{из} + \frac{\kappa p_{из} V}{g}$$

$$7) \quad \frac{\tilde{v}_2}{v_1} = \frac{\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n}{v_1} \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{v_{из} + v_n}{v_1} = 2 \Rightarrow v_{из} + v_n = 2v_1$$

$$v_1 = \frac{v_{из} + v_n}{2}$$

$$\frac{\tilde{v}_2}{v_1} = \frac{(\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n) \cdot 2}{v_{из} + v_n} \quad \tilde{v}_1 = \frac{v}{5}; \quad \tilde{v}_2 = \frac{11v}{20};$$

$$\frac{11v \cdot 5}{20 \cdot v} = \frac{2(\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n)}{v_{из} + v_n}$$

$$11(v_{из} + v_n) = 8(\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n)$$

$$11v_{из} + 11v_n = 8\tilde{v}_{из} + 8\tilde{v}_n$$

$$8) \quad \begin{cases} p_a v_1 = 2v_1 RT_0 \\ p_a v_2 = 2(v_{из} + v_n) RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 2 \Rightarrow v_2 = 2v_1; \quad v_1 = \frac{v}{2}; \quad v_2 = \frac{v}{4};$$

$$\tilde{v}_1 = \frac{v}{5}; \quad \tilde{v}_2 = \frac{11v}{20};$$

$$\begin{cases} (p_{из} + p_n) \tilde{v}_1 = v_1 RT \\ (p_{из} + p_n) \tilde{v}_2 = (\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n) RT \end{cases}$$

$$p_n = p_a \text{ (из равновесия)}$$

$$p_a \cdot \frac{v}{2} = 2v_1 RT_0$$

$$9) \quad \tilde{v}_{из} = v_{из} + \frac{\kappa v}{g} \left( \frac{p_a}{2} - p_{из} \right)$$

$$p_a \cdot \frac{v}{4} = 2(v_{из} + v_n) RT_0$$

$$p_{из} \frac{(p_{из} + p_a) \kappa \cdot 2}{5 \cdot p_a \kappa} = \frac{T}{2T_0}$$

$$(p_{из} + p_a) \frac{v}{5} = v_1 RT$$

$$p_{из} \frac{11v}{20} = \tilde{v}_{из} RT$$

$$(p_{из} + p_a) \frac{11v}{20} = (\tilde{v}_{из} + \tilde{v}_n) RT$$

$$\frac{p_{из} \cdot 11v}{20} = \left( v_{из} + \frac{\kappa v}{g} \left( \frac{p_a}{2} - p_{из} \right) \right) RT$$

$$\left( \frac{v}{4} \cdot \frac{p_a}{2} = v_{из} RT_0 \Rightarrow v_{из} = \frac{p_a v}{8 RT_0} \right)$$

$$\frac{p_{из} \cdot 11v}{20} = \left( \frac{p_a}{2 RT_0} + \frac{\kappa v p_a}{8} - \frac{\kappa v p_{из}}{4} \right) RT$$

$$\begin{cases} (p_{из} + p_a) \tilde{v}_1 = v_1 RT \\ p_a v_1 = 2v_1 RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{p_a \kappa \cdot 5}{2 \cdot (p_{из} + p_a) \kappa} = \frac{2T_0}{T}$$

$$(p_{из} + p_a) \frac{v}{5} = v_1 RT$$

$$2 \cdot 2T_0 (p_{из} + p_a) = T p_a \cdot 5$$

$$p_a \cdot \frac{v}{2} = 2v_1 RT_0$$

$$p_{из} + p_a = \frac{5 T p_a}{4 T_0} \Rightarrow p_{из} = p_a \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

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!

$$P_{pa} \cdot \frac{11V}{20} = \left( \frac{8PaV}{8RT_0} + \frac{kVpa}{8} - \frac{kVpa}{4} \right) RT \cdot RT$$

$$P_{pa} = Pa \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

~~$$\frac{Pa(5T-4T_0)11V}{4T_0 \cdot 20RT} = \frac{Pa}{2RT_0} + \frac{kVpa}{8} - \frac{kV}{4} P_{pa}$$~~

~~$$\frac{Pa(5T-4T_0)11V}{80RT \cdot T_0} = \frac{Pa}{2RT_0} - \frac{kVpa}{8} - \frac{kV}{4} Pa \left( \frac{5T-4T_0}{4T_0} \right)$$~~

~~$$\left( \frac{5T-4T_0}{4T_0} \right) \frac{11V}{20RT} + \left( \frac{5T-4T_0}{4T_0} \right) \frac{kV}{4} = \frac{1}{2RT_0} - \frac{kV}{8}$$~~

~~$$\left( \frac{5T-4T_0}{4T_0} \right) \frac{kV}{4}$$~~

$$\frac{Pa}{RT} \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \frac{11V}{20} = \frac{8PaV}{8RT_0} + \frac{kVpa}{8} - \frac{kV}{4} \cdot Pa \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

мыслим  $T = dT_0$

$$\left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \frac{11V}{20RdT_0} = \frac{V}{8RT_0} + \frac{kV}{8} - \frac{kV}{4} \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

$$\left( \frac{5}{4}d - 1 \right) \left( \frac{11V}{20RdT_0} + \frac{kV}{4} \right) = \frac{V}{8RT_0} + \frac{kV}{8}$$

$$\frac{11V \cdot 5d}{20RdT_0 \cdot 4} + \frac{5kVd}{16} - \frac{11V}{20RdT_0} - \frac{kV}{4} = \frac{V}{8RT_0} + \frac{kV}{8}$$

$$P_{pa} = Pa \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

$$PaV = 2V_1 RT_0$$

~~$$PaV = 2V_1 RT_0$$~~

$$\frac{11Vd}{16RdT_0} + \frac{5kVd}{16}$$

$$(\cdot P_2 + Pa)V = 5V_1 RT$$

~~$$Pa \frac{5T}{4T_0} V = 5V_1 RT$$~~

$$\frac{11V}{16RT_0} + \frac{5kVd}{16} - \frac{11V}{20RdT_0d} - \frac{kV}{4} = k \left( \frac{1}{8RT_0} + \frac{k}{8} \right)$$

$$\frac{11}{16RT_0} + \frac{5kVd}{16} - \frac{11}{20RdT_0d} - \frac{k}{4} = \frac{1}{8RT_0} + \frac{k}{8}$$

$$C = \left( \frac{11}{16RT_0} - \frac{1}{8RT_0} - \frac{k}{4} - \frac{k}{8} \right) = \frac{11}{20RdT_0d} - \frac{5kVd}{16}$$

~~$$\frac{5kVd}{16}$$~~

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!

$$C = \frac{11}{20RT_0 d} - \frac{5kd}{16} \quad | \cdot d$$

$$Cd = \frac{11}{20RT_0} - \frac{5kd^2}{16}$$

$$\frac{5k}{16} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 2} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{32}$$

$$\frac{5kd^2}{16} + Cd - \frac{11}{20RT_0} = D$$

~~$$C = \frac{11}{20RT} - \frac{5kd}{16}$$~~

$$\frac{T}{T_0} = d$$

$$T = T_0 d$$

$$T_0 = \frac{T}{d}$$

$$C = \frac{11d}{16RT} - \frac{d}{8R} - \frac{3k}{8}$$

$$\frac{5kd^2}{16} + \frac{11d^2}{16RT} - \frac{d^2}{8R} - \frac{3kd}{8} - \frac{11d}{20RT} = D \quad | : d$$

~~$$\frac{5kd^2}{16}$$~~



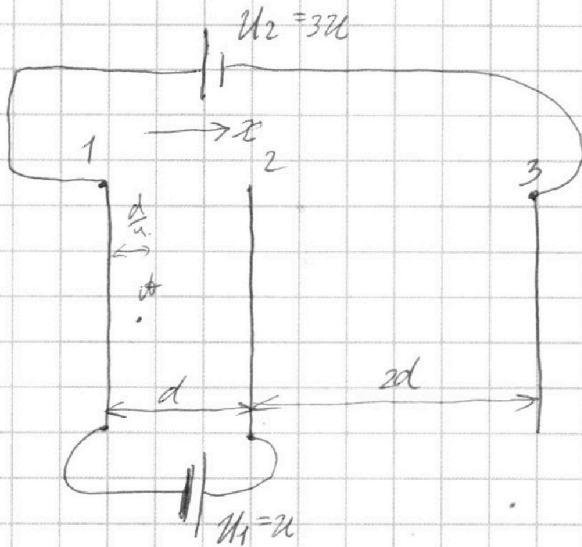
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1)  $\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U$   
 $\varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 3U$   

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U, \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 3U \end{cases} \text{ (по условию)}$$

2)  $E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$   
 $E_x dx = -d\varphi$

3) Определим, что между соседними сегментами образуется электрическое поле

4)  $E_{12x} d = -(\varphi_2 - \varphi_1)$   
 $E_{12x} d = -U$   
 $E_{23x} 2d = -(\varphi_3 - \varphi_2)$

$$\begin{cases} \varphi_3 - \varphi_1 = -3U \\ \varphi_2 - \varphi_1 = U \end{cases}$$
  
 $\varphi_3 - \varphi_2 = -4U$

$$\frac{E_{12x} \cdot d = -U,}{E_{23x} \cdot 2d = 4U,}$$

5)  $E_{12} = \frac{U}{d}$  (смотрит влево)  
 $E_{23} = \frac{2U}{d}$  (смотрит вправо)

6) по Гауссу  
 цилиндра:

Во все поле нет, т.к. это плоский конденсатор

$\epsilon_0 \Delta \varphi = -\rho$   
 $\Delta \varphi = -\frac{qU}{\epsilon_0 d} \Rightarrow \Delta \varphi = -\frac{qU}{\epsilon_0 d}$

7)  $K_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2^2}{2\epsilon_1}$   
 $K_2$  по закону сохр. энергии:

~~8)  $\varphi_0 = \varphi_0 = E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$   

$$\begin{cases} E_{12x} \cdot \frac{d}{4} = -(\varphi_0 - \varphi_1) \\ E_{12x} \cdot \frac{3d}{4} = -(\varphi_2 - \varphi_0) \end{cases}$$
  

$$\begin{cases} -\frac{U}{4} = -(\varphi_0 - \varphi_1) \\ -\frac{3U}{4} = -(\varphi_2 - \varphi_0) \end{cases}$$
  
 $\frac{U}{4} = \varphi_0 - \varphi_1$   
 $\frac{3U}{4} = \varphi_2 - \varphi_0$~~

$$\frac{\epsilon_1 \epsilon_2^2}{2} K_1 + q\varphi_0 = K_2 + q\varphi_2$$
  

$$K_1 - K_2 = qU$$

$\varphi_0 = 0$  (на бесконечности)  
 поле может возникнуть в центре

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!

(продолжение)

$$8) \quad E_{12} = \frac{qU}{d} i$$

$$\Delta U_{к1} = \frac{U}{4} - \frac{qU}{4}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + 0 = \frac{m v^2}{2} + q \frac{U}{4}$$

$$v < v_0 \text{ (электрон замедляется)}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{qU}{4} \quad | \cdot 2$$

$$m v^2 = m v_0^2 - 2q \frac{qU}{4} \quad | : m$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{qU}{2m}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

Ответ: 1)  $a_{12} = \frac{qU}{md} i$ ; 2)  $K_1 - K_2 = qU$ ; 3)  $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$

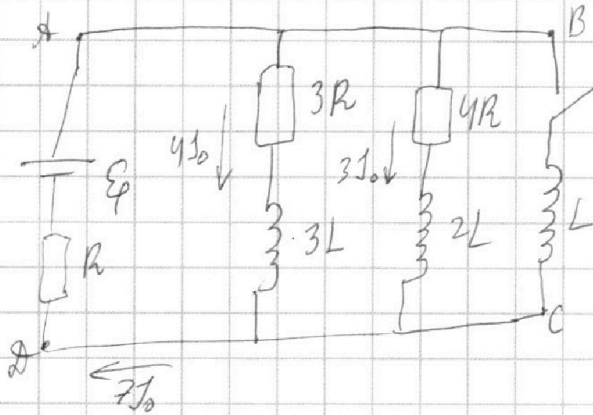
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



II правило Кирхгофа:

$$1) \quad \mathcal{E}_\varphi = 12 I_0 R + 7 I_0 R$$

$$\mathcal{E}_\varphi = 19 I_0 R \Rightarrow$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_\varphi}{19R} \quad (\text{В упр. реше.})$$

$$2) \quad \mathcal{U}_{3L} = \mathcal{U}_{2L} = \mathcal{U}_L$$

$$I_3 = \frac{4\mathcal{E}_\varphi}{19R}$$

3) Сразу после замыкания ток через все катушки индуктивно не увеличивается  $\Rightarrow$

$$\mathcal{E}_\varphi - L I_2' = 7 I_0 R \Rightarrow \mathcal{E}_\varphi - L I_2' = \frac{7\mathcal{E}_\varphi}{19}$$

$$L I_2' = \frac{12\mathcal{E}_\varphi}{19} \Rightarrow I_2' = \frac{12\mathcal{E}_\varphi}{19L}$$

4) В новой установившемся состоянии (после замыкания ключа) ток будет идти только через контур ABCD

$$5) \quad \mathcal{U}_{3R} + \mathcal{U}_{2L} = \mathcal{U}_L \quad (\text{парал. соединение})$$

$$\mathcal{E}_\varphi = \mathcal{U}_L + \mathcal{U}_R$$

$$I_3 \cdot 3R + 3L \frac{dI_3}{dt} = I_4 \cdot 4R + 2L \frac{dI_4}{dt} = L \frac{dI_4}{dt}$$

$$\mathcal{E}_\varphi = L \frac{dI_4}{dt} + (I_4 + I_3 + I_4) R \quad I_4 = \frac{\mathcal{E}_\varphi}{R}$$

$$6) \quad 3I_3 R + 3L \frac{dI_3}{dt} = L \frac{dI_4}{dt}$$

$$3dI_3 R + 3L dI_3 = L dI_4$$

$$\int_0^{q_3} 3R dI_3 + \int_0^{I_4} 3L dI_3 = \int_0^{I_4} L dI_4 \Rightarrow 3R \cdot q_3 + 3L \left(0 - \frac{4\mathcal{E}_\varphi}{19R}\right) = L \frac{\mathcal{E}_\varphi}{R}$$

$$3R \cdot q_3 = \frac{L\mathcal{E}_\varphi}{R} + \frac{12L\mathcal{E}_\varphi}{R}$$



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!



(продолжение)

$$3Rq_3 = \frac{13LE}{R} \Rightarrow q_3 = \frac{13LE}{3R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4E}{19R}$ ; 2)  $I_x = \frac{12E}{19L}$ ; 3)  $q_3 = \frac{13LE}{3R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

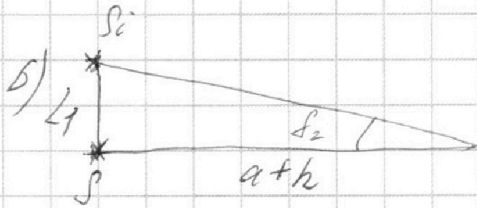
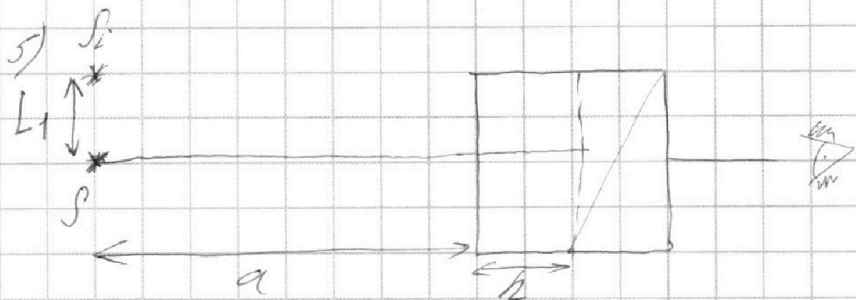
1  2  3  4  5  6  7



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



(продолжение)



$$\sin \delta_2 = \frac{L_1}{a+h} \quad \delta_2 = 0.07 \text{ рад};$$

$$\sin \delta_2 \approx \delta_2$$

$\frac{3}{+104}$   
 $\frac{207}{228}$

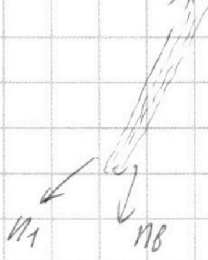
$$L_1 = \delta_2 (a+h)$$

7)  $n_1 \neq n_2$ !  
 $P_2 \rightarrow P_3$

$$L_1 = \frac{7}{100} \cdot 104 = \underline{7.28 \text{ см}}$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin B$$

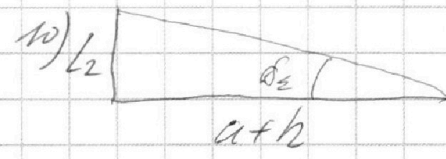
$$n_1 \alpha = n_2 B \Rightarrow B = 1.4 \cdot 0.1 = \underline{0.14 \text{ рад}}$$



$$8) \delta_2 = \alpha \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \Rightarrow \delta_2 = 0.14 \cdot 0.7 = \underline{0.07 \text{ рад}}$$

$$9) \delta_2 = B + \delta_2 = 0.14 + 0.07 = \underline{0.21 \text{ рад}}$$

$\frac{+104}{21}$   
 $\frac{+104}{208}$   
 $\frac{21.84}{229.4}$



аналогично

$$L_2 = \delta_2 (a+h)$$

Ответ: 1)  $\delta_2 = 0.07 \text{ рад};$

$$L_2 = 0.21 \cdot 104$$

2)  $L_1 = 7.28 \text{ см}$

$$L_2 = \frac{21 \cdot 104}{100} = \underline{21.84 \text{ см}}$$

3)  $L_2 = 21.84 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

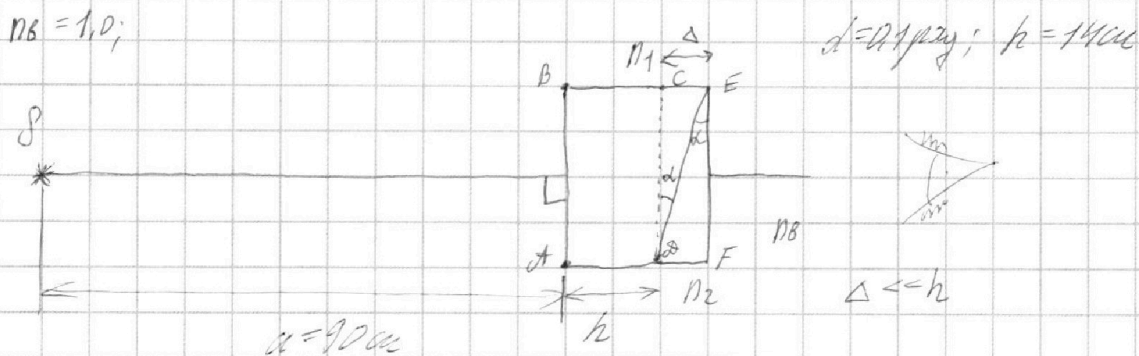
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

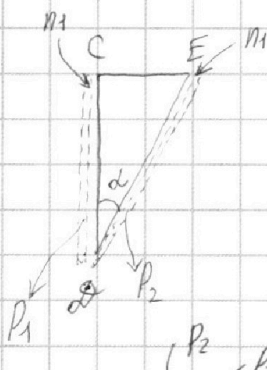


$n_B = 1,0;$



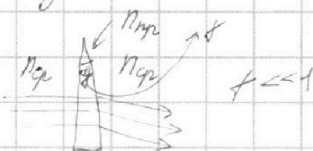
1) ABCD — прямоугольник, луч не стесняется, лучи, выходящие по нормали к ней (по закону Снеллиуса)

2) CDE и EDF — углы

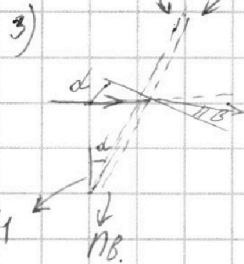


Вспомогательный прямоугольный треугольник выстроим малый треугольник по обе стороны от CDE с нормалью  $n_1$

$S_1 = d \left( \frac{n_1}{n_1} - 1 \right) \Rightarrow S_1 = 0$



$S = d \left( \frac{n_{pr}}{n_{sp}} - 1 \right)$



Вспомогательную за перпендикуляром  $P_2$  еще одну с проекцией перпендикуляра  $n_B$

$n_1 \sin \alpha = n_B \sin B \Rightarrow \text{т.к. } \alpha, B \ll 1, \text{ то:}$

$n_1 d = n_B B \Rightarrow B = d$

4)  $S_2 = d \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \Rightarrow S_2 = d \cdot 0,7 = 0,07 \mu\text{m}$

$n_1 = n_B = 1!$

$S_2 = 0,07 \mu\text{m}$



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!



$$V_1 p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2};$$

$$T_0; V_{\text{кв}} = \frac{V}{4};$$

$$T = 373 \text{ K};$$

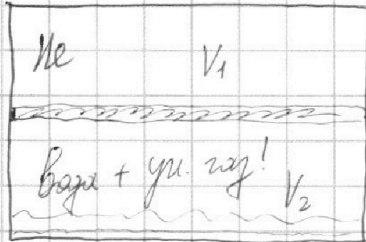
$$\tilde{V}_1 = \frac{V}{5};$$

$$\Delta V = \kappa p V$$

$$\kappa \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль}}$$

(герметич.).



$$1) \begin{cases} V_1 + V_2 = V \\ \tilde{V}_1 + \tilde{V}_2 = V \end{cases}$$

$$2) \tilde{V}_1 = \frac{V}{5}; \tilde{V}_2 = V - \frac{V}{5} = \frac{4V}{5}$$

$$V_2 = V_{\text{га}} + V_{\text{кв}} \quad V_{\text{га}} - \text{объем газа}$$

$$\tilde{V}_2 = \tilde{V}_{\text{га}} + \tilde{V}_{\text{кв}} \quad V_{\text{кв}} - \text{объем воды}$$

$$3) p_1 = p_2 = p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

$$4) p_1 V_1 = \nu_1 R T_0 \quad \Delta V = \kappa \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4}$$

~~$$p_2 V_{\text{кв}} = \nu_2 R T_0$$~~

~~→ увеличение~~

~~$$V_{2z} = V_2 + \Delta V;$$~~

~~→ уменьшился упр. газ. → объем газа увелич.~~

5)

$$p_2 V_{\text{кв}} = (V_2 + V_{\text{кв}}) R T_0$$

→ увеличение упр. газа.

$$6) \frac{V_1}{V_{\text{кв}}} = \frac{\nu_1}{\nu_2 + \nu_{\text{кв}}}$$

$$7) \tilde{p}_1 \frac{V}{5} = \nu_1 R T$$

$$(\tilde{p}_2 + p_{\text{атм}}) \tilde{V}_{\text{га}} = (\nu_2 + \nu_{\text{кв}}) R T$$



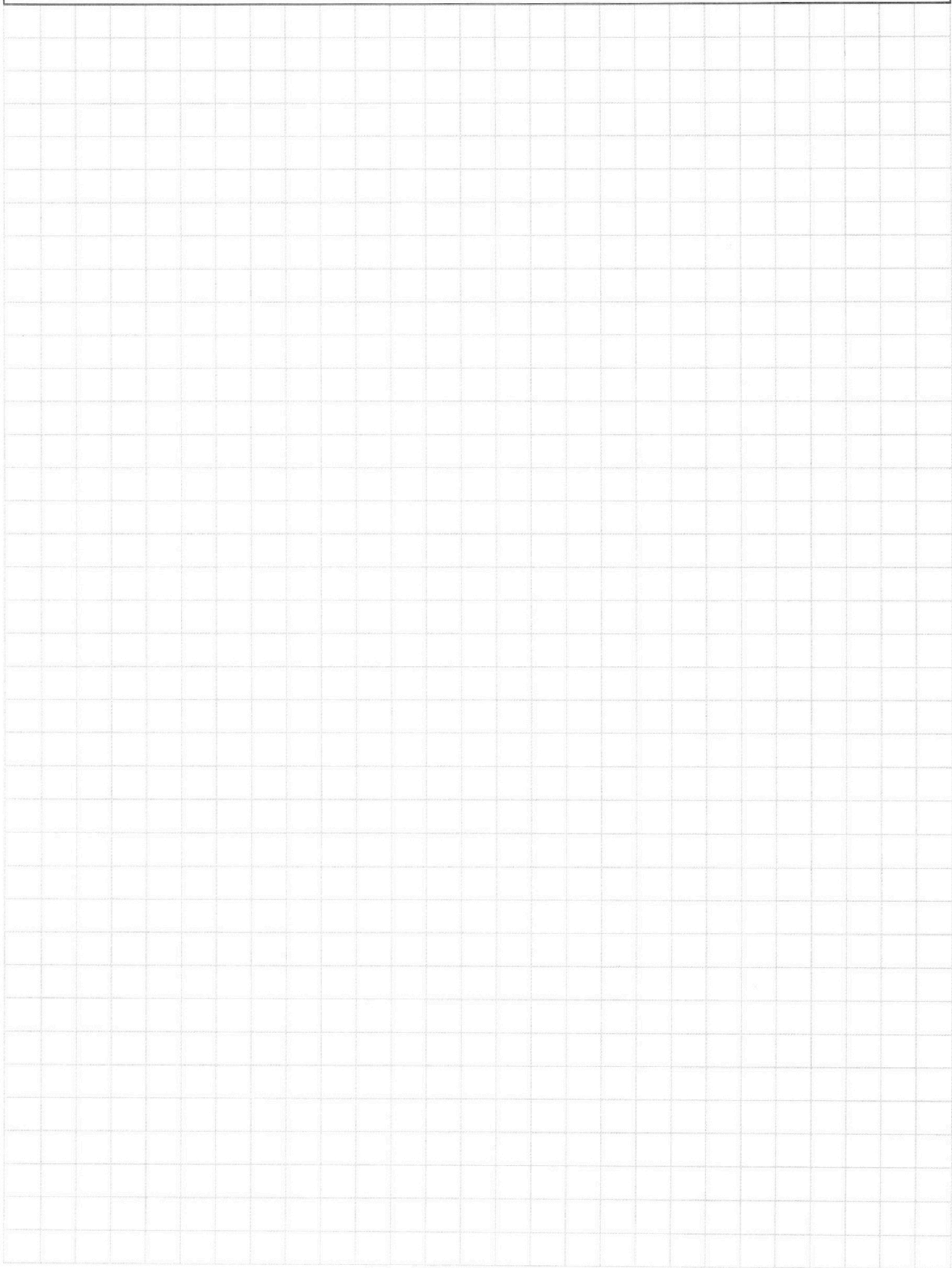
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



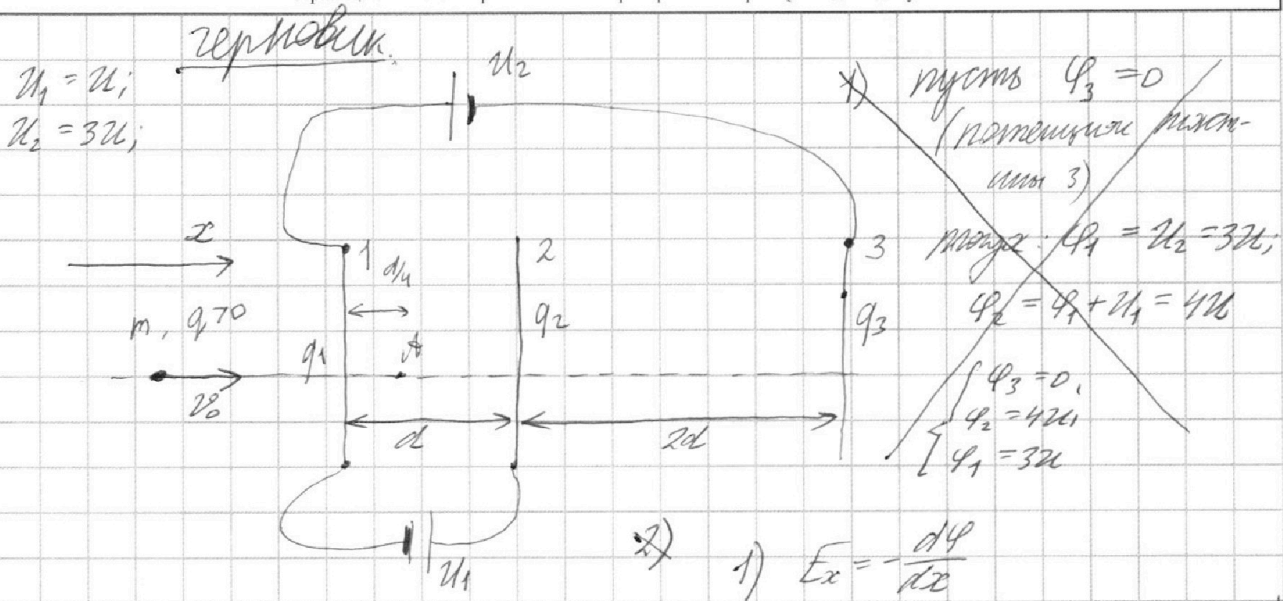
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



2)  $E_{12} \cdot d + E_{23} \cdot 2d = -(-3U)$

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 3U \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_3 - \varphi_1 = -3U \\ \varphi_2 - \varphi_1 = U \end{cases}$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = -3U - U$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = -4U$$

3)  $E_{23} \cdot 2d = -(\varphi_3 - \varphi_2)$

$$E_{23} \cdot 2d = 4U$$

$$(q_1 + q_2 - q_3) \frac{2d}{2\epsilon_0 S} = 4U$$

5)  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$  (ЗСЗ) (по условию) Б)

$$4q_2 + 4q_3 - 4q_1 = 2q_1 + 2q_2 - 2q_3$$

$$2q_2 + 6q_3 = 6q_1 : 2$$

$$\boxed{q_2 + 3q_3 = 3q_1}$$

1)  $E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$

$$E_x dx = -d\varphi \Rightarrow E_x \Delta x = -\Delta\varphi$$

→ пока все уравнение

$$E_{12} \cdot d = -U_1$$

~~$$(q_1 - q_2) \frac{1}{2\epsilon_0 S} = -U_1 = -U$$~~

~~$$U = \frac{(q_2 - q_1)}{2\epsilon_0 S}$$~~

~~$$(q_1 - q_2 - q_3) \frac{1 \cdot d}{2\epsilon_0 S} = -U_1 = -U$$~~

~~$$U = (q_2 + q_3 - q_1) \frac{1 \cdot d}{2\epsilon_0 S}$$~~

плоскость  $C = \frac{2\epsilon_0 S}{d}$

4)  $CU = q_2 + q_3 - q_1$   
 $4CU = 2(q_1 + q_2 - q_3)$