



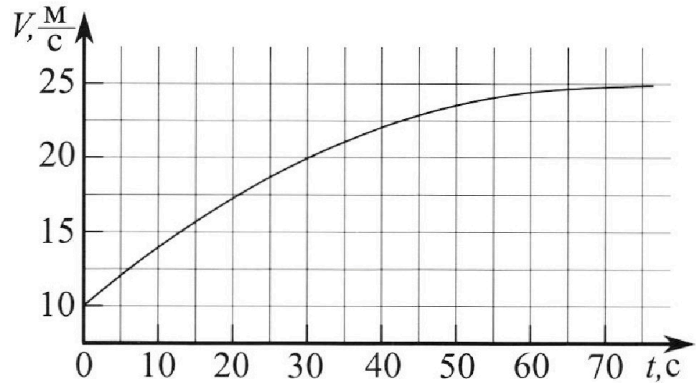
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

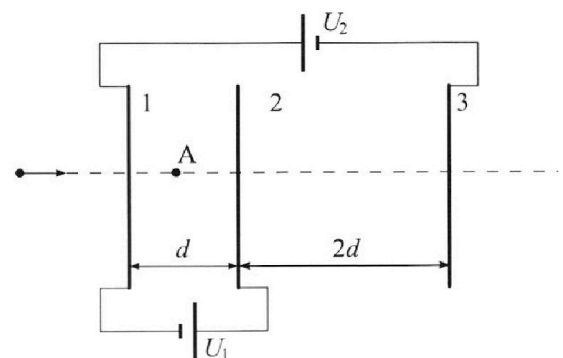
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δv 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/(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.

- 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

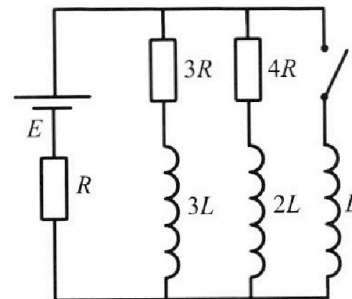
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

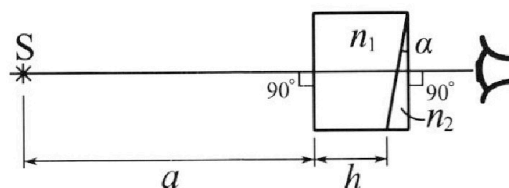


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

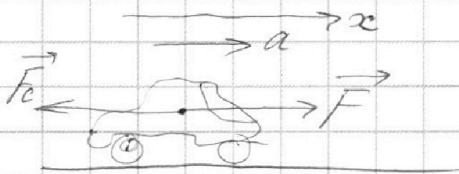
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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

$$v_k = 25 \text{ м/с}$$

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

$$3) a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(17,5 - 10) \text{ м/с}}{20 \text{ с}} = \frac{7,5}{200} \text{ м/с}^2 = a_0$$

$$a_0 = \frac{7,5}{200} = \frac{15}{40} = \frac{3}{8} \text{ м/с}^2 \Rightarrow a_0 = \frac{3}{8} \text{ м/с}^2 = 0,375 \text{ м/с}^2$$

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 $a = 0 \Rightarrow$

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

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

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

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

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

$$a_0 = 0,375 \text{ м/с}^2$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

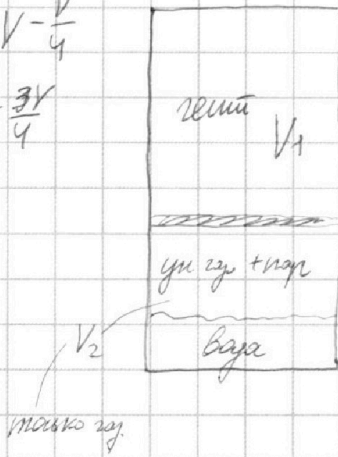
МФТИ

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



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

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



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

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

$$\frac{p_a}{2} V_2 = (V_{n2} + V_{n1}) R T_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_{n2} + V_{n1}}{V_1}$$

$$V_{n2} = V_{n2} + V_{n1}$$

газ в вакууме

$$2) (p_{n2} + p_a) \tilde{V}_1 = V_1 R T$$

$$(p_{n2} + p_a) \tilde{V}_2 = (V_{n2} + V_{n1}) R T$$

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

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

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

$$3) T = 373 K$$

В конечном итоге газы стали идеальными!

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

$$\Delta V_1 = \kappa \frac{p_a}{2} \cdot \frac{V}{4}; \quad \Delta V_2 = \kappa p_{a2} \frac{V}{4}$$

$$V_{n2} + \frac{\kappa p_a V}{2 \cdot 4} = \tilde{V}_{n2} + \kappa p_{a2} \frac{V}{4} \Rightarrow V_{n2} + \frac{\kappa p_a V}{8} = \tilde{V}_{n2} + \frac{\kappa p_{a2} V}{4}$$

$$\tilde{V}_{n2} = \tilde{V}_{n2}$$

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

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

по условию

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

$$5) \frac{V_{n2} + V_{n1}}{V_1} = \frac{V \cdot 2}{4 \cdot 4} \Rightarrow$$

$$\frac{V_1}{V_{n2} + V_{n1}} = 2$$

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!



$$6) \quad v_{из} + \frac{\kappa p_a V}{8} = \tilde{v}_{из} + \frac{\kappa p_{из} V}{4}$$

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

$$v_1 = \frac{v_{из} + v_n}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$p_n = p_a \text{ (из равновесия)}$$

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

$$9) \quad \tilde{v}_{из} = v_{из} + \frac{\kappa v}{4} \left(\frac{p_a}{2} - p_{из} \right)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

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

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

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

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

$$T = T_0 d$$

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

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

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

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

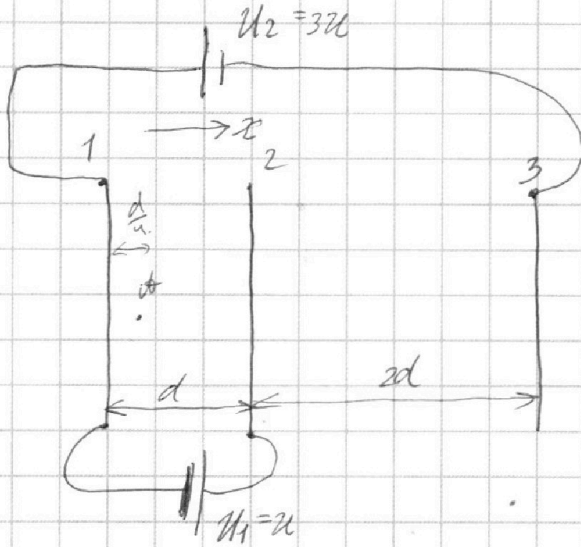
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$1) \begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 3U \end{cases} \quad (\text{по условию})$$

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

$$E_x dx = -d\varphi$$

3) Определим, что между соседними сегментами образуется электрическое поле

$$4) E_{12x} d = -(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$E_{12x} d = -U$$

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

$$\underline{E_{12x} d = -U}$$

$$\underline{E_{23x} 2d = 4U}$$

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

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

$$5) E_{12} = \frac{U}{d} \quad (\text{смотрит влево})$$

$$E_{23} = \frac{2U}{d} \quad (\text{смотрит вправо})$$

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

6) по Гауссу \vec{E} и \vec{D} в плоскости:

$$m dx_{12} = -q E_{12}$$

$$dx_{12} = -\frac{qU}{md} \Rightarrow \boxed{dx_{12} = \frac{qU}{md}}$$

$$7) K_1 = \frac{m \cdot 2U^2}{2 \cdot i}$$

K_2 по закону сохр. энергии:

$$\frac{m \cdot 2U^2}{2} K_1 + q\varphi_1 = K_2 + q\varphi_2$$

$$\boxed{K_1 - K_2 = qU}$$

$\varphi_0 = 0$ (на бесконечности)

поле может возникнуть в сегментах

~~$$8) \varphi_{12} = \varphi_{23} = E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$$~~

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

~~$$E_{12x} \cdot \frac{3d}{4} = -(\varphi_2 - \varphi_0)$$~~

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

~~$$\frac{3U}{4} = \varphi_2 - \varphi_0$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

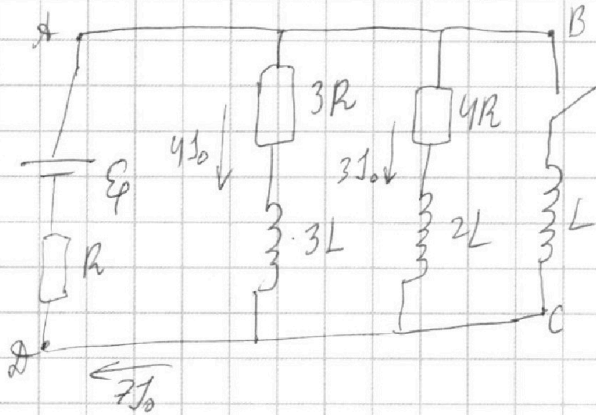
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

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

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

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

$$2) \quad \mathcal{U}_{3R} = \mathcal{U}_{3L} = 4 I_0$$

$$I_1 = \frac{4 I_0}{R}$$

3) Сразу после замыкания ток через все катушки индуктивности 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

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

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

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

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

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

$$3 d q_3 R + 3L d I_3 = L d I_4$$

$$\int_0^{q_3} 3R dq_3 + \int_0^{I_3} 3L d I_3 = \int_0^{I_4} L d I_4 \Rightarrow 3R \cdot q_3 + 3L \left(0 - \frac{4 \mathcal{E}_\varphi}{19R}\right) = L \frac{\mathcal{E}_\varphi}{R}$$

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

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:

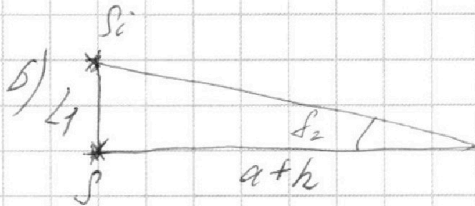
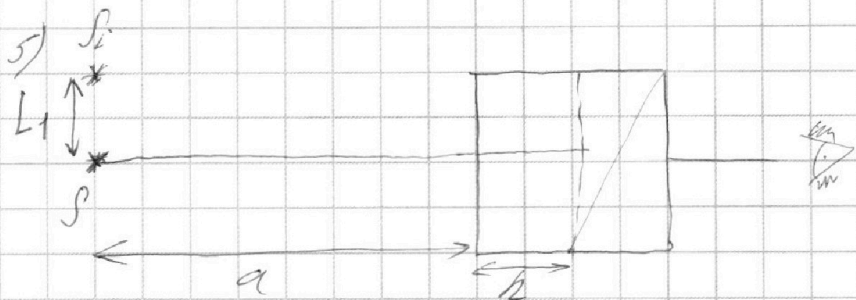
- 1 2 3 4 5 6 7



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



(продолжение)



$$\sin \delta_2 = \frac{L_1}{a+h}$$

$$\delta_2 = 0.07 \text{ рад};$$

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

$$\begin{array}{r} 3 \\ + 104 \\ \hline 207 \\ \hline 228 \end{array}$$

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

7) $n_1 \neq n_2$!

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

$P_2 \rightarrow P_3$

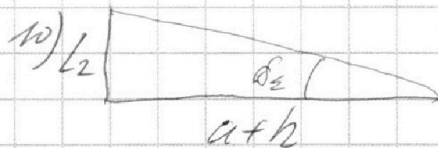
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin B$$

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

$$8) \delta_2 = \alpha / (n_2 - 1) \Rightarrow \delta_2 = 0.14 / 0.7 = \underline{0.2 \text{ рад}}$$

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

$$\begin{array}{r} + 104 \\ 21 \\ \hline + 104 \\ \hline 208 \\ \hline 228 \end{array}$$



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:

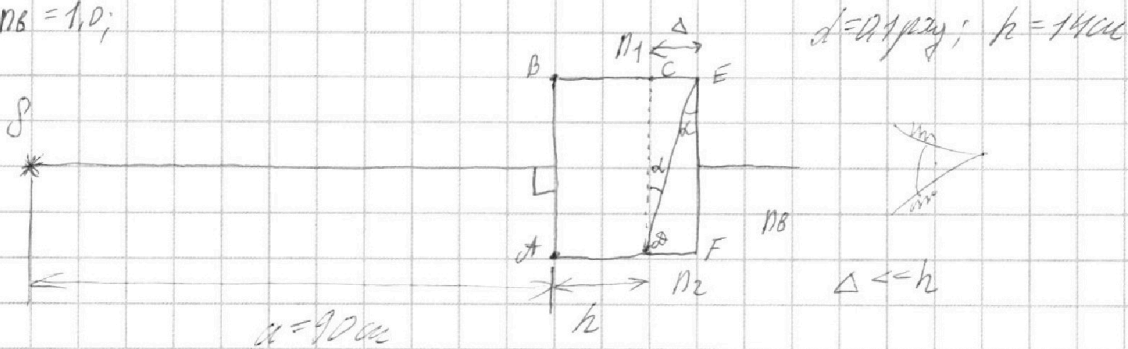
- 1 2 3 4 5 6 7



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

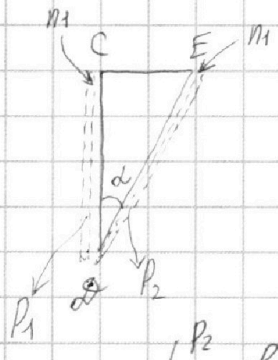


$n_B = 1,0;$



1) ABCD — прямоугольник, луч не стесняется, лучи, взаимно нормальны к ней (по закону Шнейдера)

2) CDE и EDF — углы

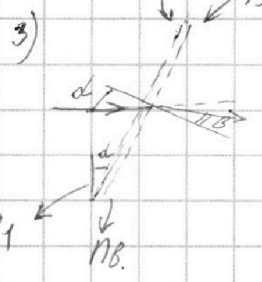


Вспомогательный прямоугольный треугольник с катетами по обе стороны от CDE с углом α и n_1

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



$\delta = d \left(\frac{n_{up}}{n_{down}} - 1 \right)$



Вспомогательную за параллельной P_2 еще одну C продолжим параллельно AB

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

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

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

$n_1 = n_B = 1!$

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!



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

$$T_0; V_{\text{кв}} = \frac{V}{4};$$

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

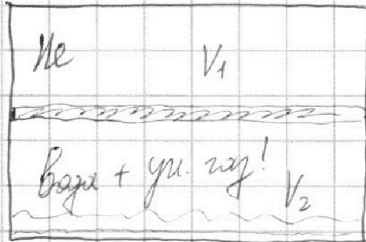
$$\tilde{V}_1 = \frac{V}{5};$$

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

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

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

(гермоцилиндр).



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

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

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

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

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

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

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

~~→ 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.

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

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

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



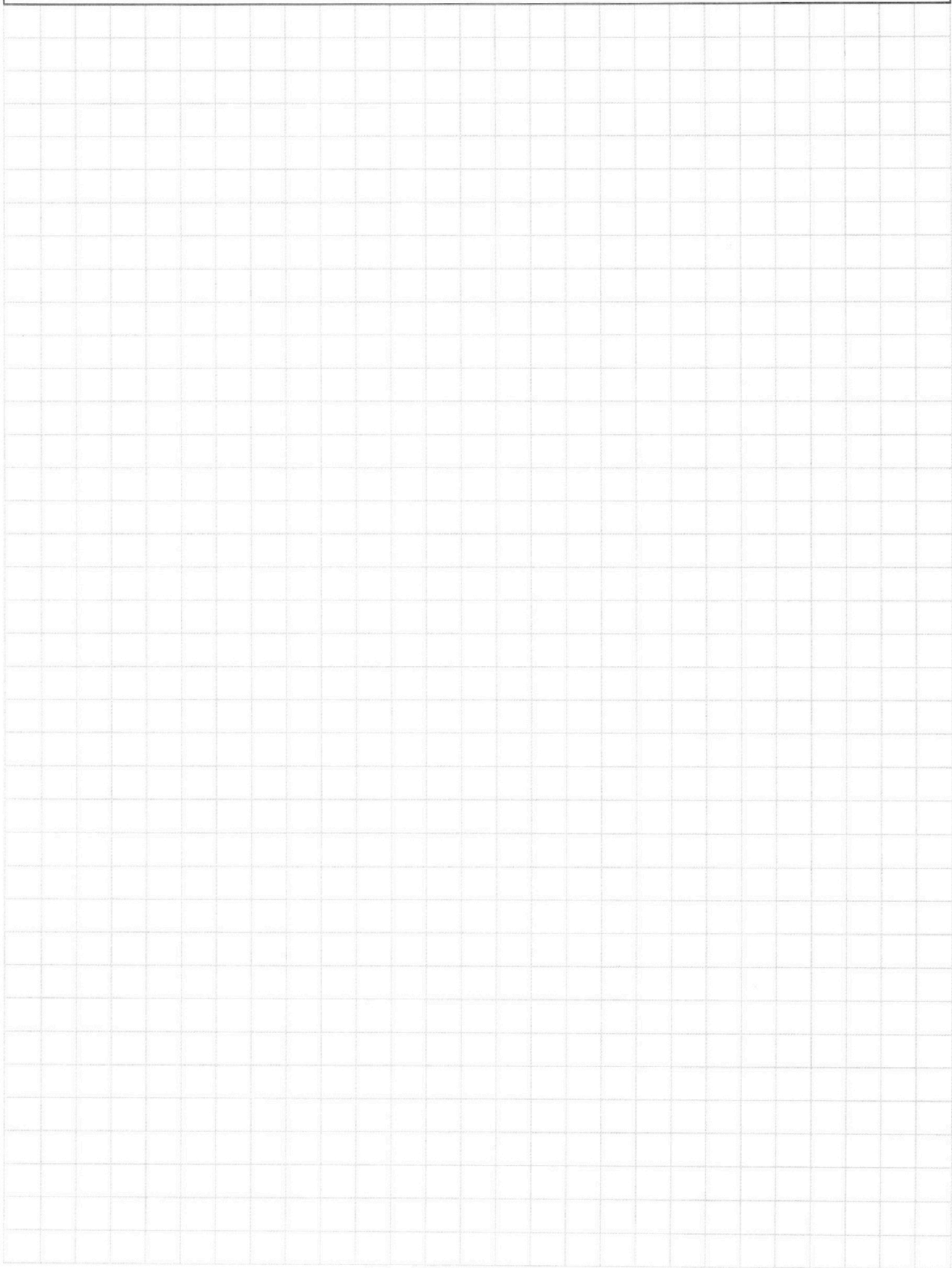
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



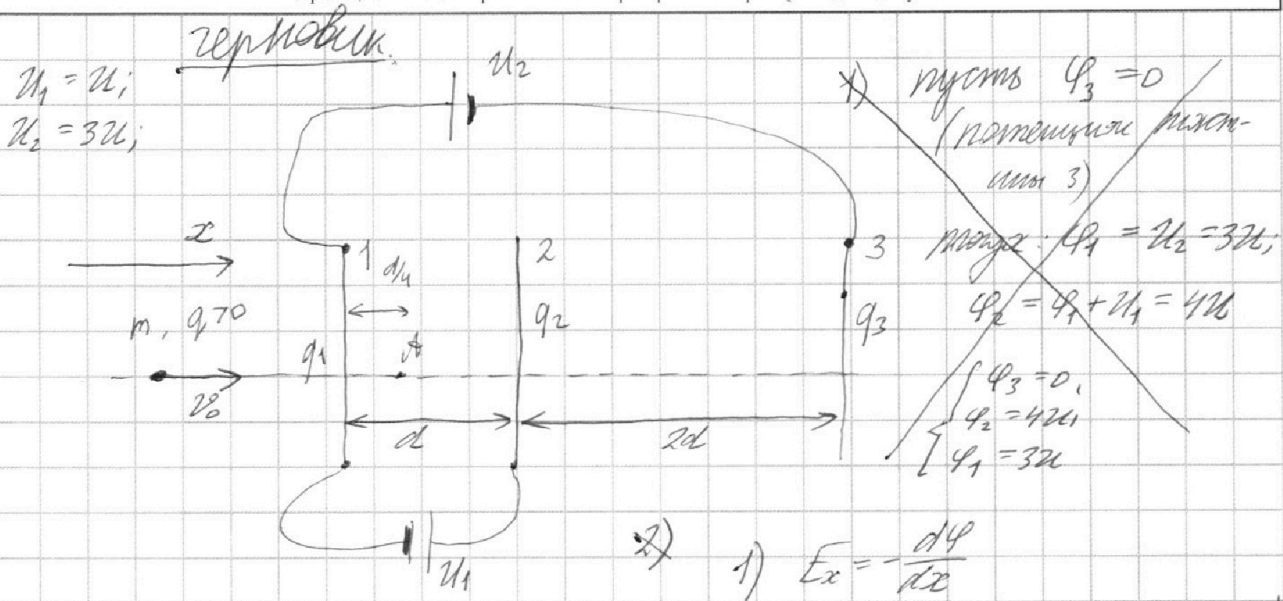
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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

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

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

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

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

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

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

4) $CU = q_2 + q_3 - q_1$

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