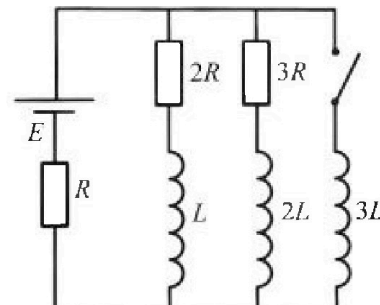


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

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



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд про течет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

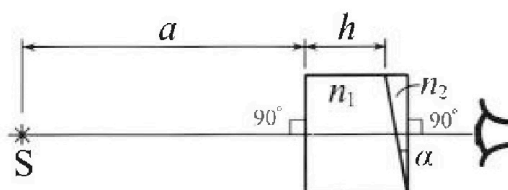


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



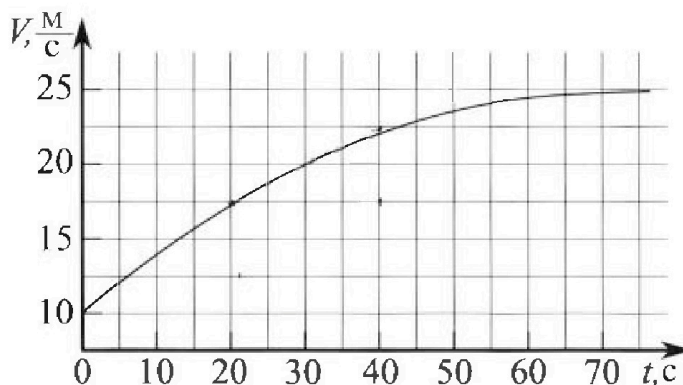
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

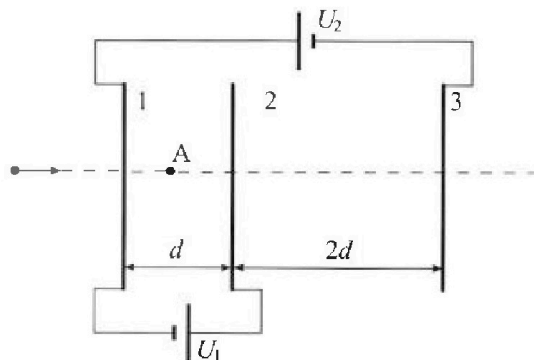
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 на чальное 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.

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!

Задача 501

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$F_k = 900 \text{ Н}$ и v ведёт к касат. В точке где скорость $v = 20 \text{ м/с}$.

$$a_1 = ? \quad (a = v(t)) \rightarrow a_1 = \frac{22,5 - 17,5}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) $F_1 = m a_1$ — это и есть искомый момент.

$$F_1 = 1800 \cdot \frac{1}{4} = 450 \text{ Н.}$$

$$F_1 - k v = m a_1$$

В момент ~~то~~ когда скорость стала постоянной

$$\text{т.е. } a = 0$$

23 Н:

$$F_k - k v_{\text{уст}} = 0$$

$v_{\text{уст}}$ — уст. скорость

$$\rightarrow k = \frac{F_k}{v_{\text{уст}}} = \frac{900}{25} = 36$$

$$F_1 - k v = m a_1$$

$$(F_1 - k v + m a_1 = \frac{F_k}{v_{\text{уст}}} + m a_1 = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot \frac{1}{4} = 400 + 450 = 850 \text{ Н})$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

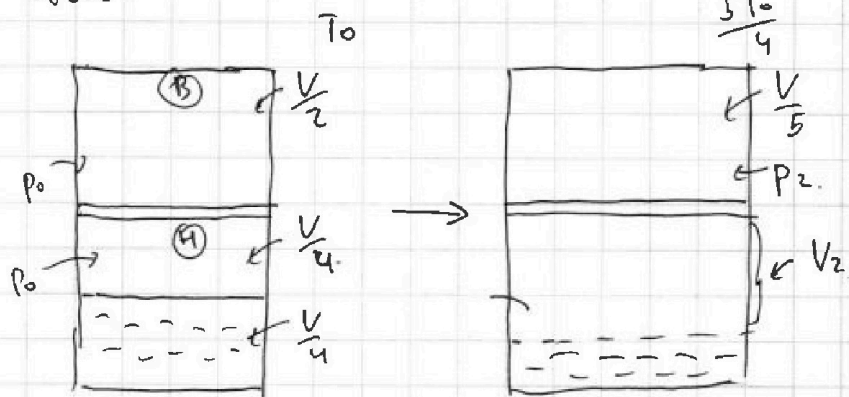
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\begin{aligned} V \\ T_0 \\ T = \frac{5T_0}{4} \\ V/5 \end{aligned}$$

Схема:



1. Итого: ~~го~~ поршень не движется $\rightarrow$ давление снизу = давлению сверху = p_0 .

$$\begin{aligned} \text{м-к для (B): } (p_0 \cdot \frac{V}{2} &= \nu_B \cdot R \cdot T_0) \rightarrow \frac{2\nu_B}{4\nu_H} = 1. \\ \text{(H): } p_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu_H \cdot R \cdot T_0 \end{aligned}$$

$$\boxed{\frac{\nu_H}{\nu_B} = 2}$$

2. В конечном состоянии ~~го~~ кол-во ун. газа не изменилось ~~ниже~~. Снизу добавился вод. пар.

Поршень по причине в равновесии.
 $\rightarrow$ давление равно. Парциальное давление пара при $T = 373 \text{ K} = p_{\text{атм}}$.

Давление ун. газа внизу = p_c .

$$\cancel{p_2} \quad p_2 = p_c + p_{\text{атм}}.$$

$$\begin{aligned} \text{м-к для (B) внизу: } p_2 \cdot \frac{V}{5} &= \nu_B \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \\ (p_2 V &= \nu_B \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}) \\ \left(\frac{p_2}{p_0} = \frac{\nu_B \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}}{2\nu_B \cdot R \cdot T_0} = \frac{25}{8} \right) & \quad (***) \end{aligned}$$



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!

какой объем чм. газа расе?

$$\Delta V = k p \omega$$

$$\omega = \cos \alpha t = \frac{V}{4}$$

p - парциальное давление газа (чм.)

~~т.к. в произвольный момент~~

~~p_c - давление углерода~~

$$p_c \cdot V_c = 2RT$$

$$p_c = \frac{2RT}{V_c}$$

$$\Delta V = k \cdot \omega \cdot \frac{2RT}{V_c}$$

k моменту когда достигнет темп $\frac{5T_0}{4}$

$$\Delta V = k \cdot p_c \cdot \omega = k \cdot p_c \cdot \frac{V}{4}$$

$$\omega = \cos \alpha t = \frac{V}{4}$$

т.к. для оставшегося в (4) чм. газа.

$$p_c \cdot V_c = (2 - \Delta V) R \frac{5T_0}{4}$$

$$V_c = \frac{V}{4} + \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{5} \right) = \frac{V}{4} + \frac{5V - 2V}{10} = \frac{V}{4} + \frac{3}{10} V = 0,55V$$

$$p_c \cdot 0,55V = (2 - k p_c \cdot \frac{V}{4}) \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$p_c \left(0,55V + k \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \right) = 2R$$

$$\text{из н.1} \quad 2R = \frac{p_0 \cdot V}{4RT_0}$$

$$p_c \left(0,55V + \frac{k \cdot V}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \right) = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$P_c = \frac{P_0 V}{4RT_0 \left(0,55V + \frac{KV}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \right)}$$

$$P_2 = P_c + P_{\text{парм.}}$$

$$P_c = \frac{P_0 V}{4RT_0 V \left(0,55 + \frac{K}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \right)} + P_{\text{парм.}}$$

из (***)

$$8 P_0 V + 8 P_{\text{парм.}} \underbrace{\left(4RT_0 V \left(0,55 + \frac{K}{4} R \cdot \frac{5T_0}{4} \right) \right)}_L = 25 P_0 \cdot L$$

$$P_0 (8V - 25L) = -8 P_{\text{парм.}} L$$

$$P_0 = \frac{8 P_{\text{парм.}} L}{25L - 8V}$$

$$L = 4RT_0 \cdot T_0 \left(0,55 + \frac{K}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} \right) = 4RT_0 \cdot \left(0,55 + \frac{1}{4} \right) = 4RT_0 \cdot 0,8$$

$$R \cdot \frac{5T_0}{4} = 3 \cdot 10^3$$

$$RT_0 = 2,4 \cdot 10^3$$

$$= 4 \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot 0,8$$

$$= 8 \cdot 4 \cdot 2,4 \cdot 10^2$$

$$P_0 = \frac{8 P_{\text{парм.}} \cdot 8 \cdot 4 \cdot 2,4 \cdot 10^2}{25 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 2,4 \cdot 10^2 - 8} = \frac{P_{\text{парм.}} \cdot 8 \cdot 4 \cdot 2,4 \cdot 10^2}{25 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 2,4 \cdot 10^2 - 1}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

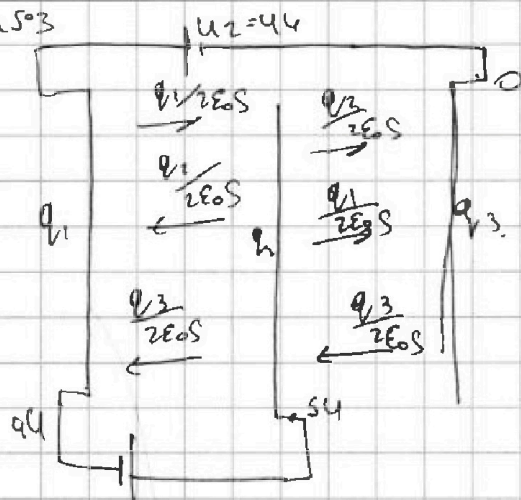
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 53



исходные условия
и потенциалов.

1. ЗОЗ: $q_1 + q_2 + q_3 = 0$.

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

2-3: $\frac{5U}{2d} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$ (2)

Итого:
$$\begin{cases} \frac{U \cdot 2\epsilon_0 S}{d} = q_1 - q_2 + q_3 \\ \frac{5U \cdot \epsilon_0 S}{d} = q_2 + q_1 - q_3 \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{cases}$$

→
$$\begin{cases} q_1 = -\frac{2U\epsilon_0 S}{2d} \\ q_3 = -\frac{5U\epsilon_0 S}{2d} \\ q_2 = \frac{7U\epsilon_0 S}{2d} \end{cases}$$

2. Если частица между обкладками 1 и 2,
на нее действует сила $F = Eq$.

$E = \frac{U}{d}$

$\frac{E \cdot q}{d} = ma \rightarrow \left(a = \frac{F \cdot q}{dm} = \frac{Uq}{d^2 m} \right)$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

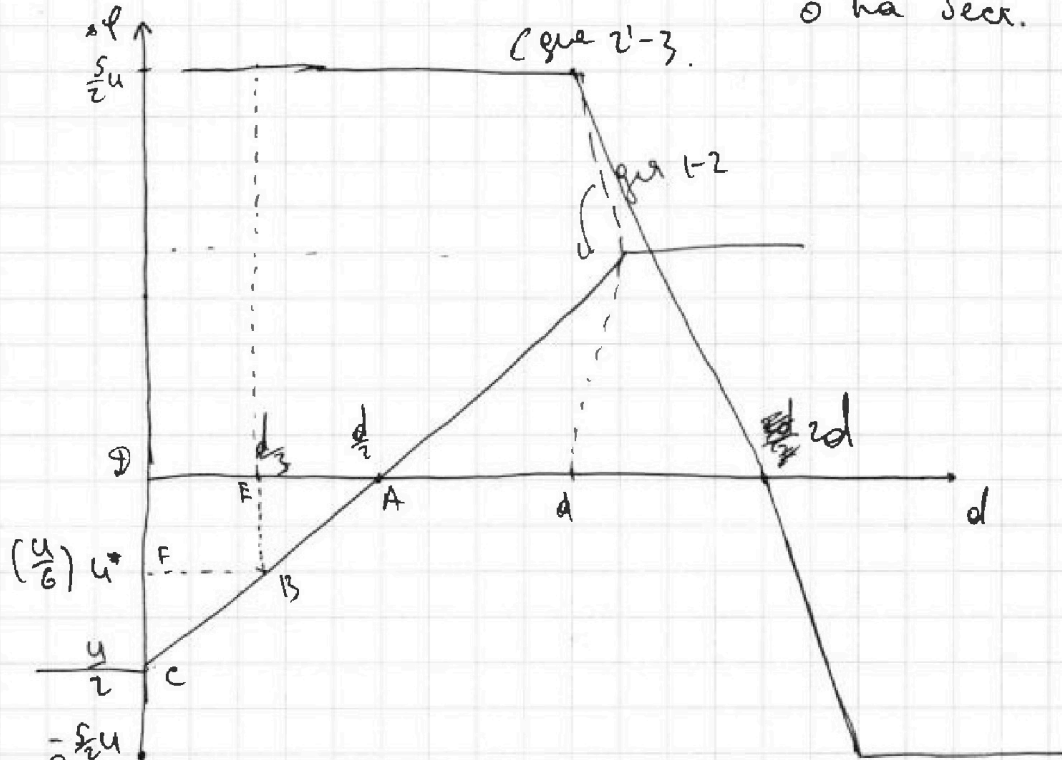
МФТИ

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

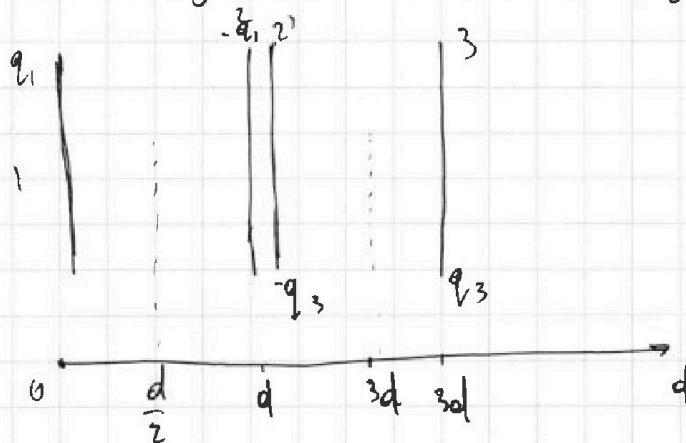
из ЗСЗ:

$$\Delta E_k = \Delta E_p = \Delta \varphi q = Uq$$

Потенциал переопределен
о на секс.



Разобьем исходный массив таким образом:



$$\Delta ACD \sim \Delta AEB$$

$$\frac{AE}{AD} = \frac{EB}{DC}$$

$$\frac{\frac{d}{6}}{\frac{d}{2}} = \frac{(\frac{U}{6})}{(\frac{U}{2})} \rightarrow \frac{d}{6} = \frac{U}{6} \rightarrow \text{потенциал в т. } \frac{d}{3} = -\frac{U}{6} + \frac{5U}{2}$$



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!

потенциал резульг. в $\frac{d}{3} = 4\left(\frac{15}{6} - \frac{1}{6}\right) = 4 \cdot \frac{14}{6}$.

$$\Delta E_k = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2}$$

$$\Delta E_k = \Delta W = 4 \cdot \frac{14}{6} \cdot q - 0 \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{энергия} \\ \text{взаимодействия} \\ \text{врем.} \end{array}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} - 4 \cdot \frac{14}{6} q = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$mV_1^2 - \frac{7}{3} 4q = mV_A^2$$

$$V_A = \sqrt{V_1^2 - \frac{7}{3} \frac{4q}{m}}$$

Order: 1) $\frac{4q}{d^2 m}$

2) $4q$

3) $\sqrt{V_1^2 - \frac{7}{3} \frac{4q}{m}}$

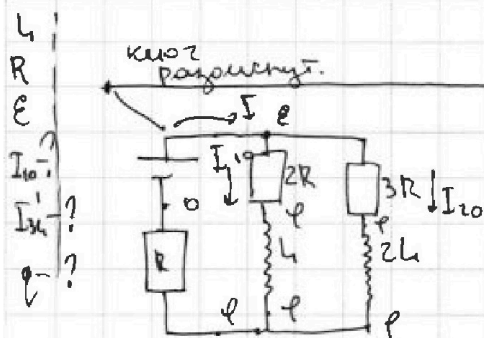
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

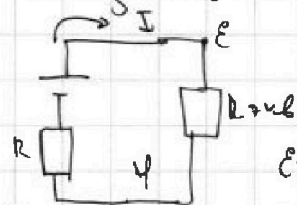
МФТИ

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



Решим уст. в уст.
решим напряжение
на $m = 0$.

исходная цепь $\equiv$



$$E - \varphi = R_{\text{экв}} \cdot I$$

$$E - \varphi = \frac{6}{5} R \cdot \frac{5E}{11R}$$

$$E - \varphi = \frac{6E}{11}$$

$$\varphi = \frac{5E}{11}$$

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R}$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{6}{5} R$$

$$E = (R + \frac{6}{5} R) \cdot I$$

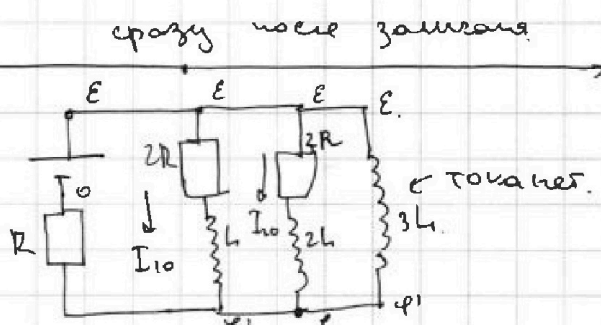
$$I = \frac{5E}{11R}$$

$$I = I_{10} + I_{20}$$

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

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

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



ток через катушку
сразу не меняется.

$\rightarrow$ ток в цепи остался
неизм. т.е. ток через
не изм. $\rightarrow$ напряжение
на катушке не изм. $\rightarrow \varphi = \varphi'$

$$\varphi' = \frac{5E}{11}$$

напряжение на $3L$

$$= E - \frac{5E}{11} = \frac{6E}{11}$$

$$U = 3L I'_{3L}$$

$$I'_{3L} = \frac{U}{3L} = \frac{6E}{3 \cdot 11L} = \frac{2E}{11L}$$

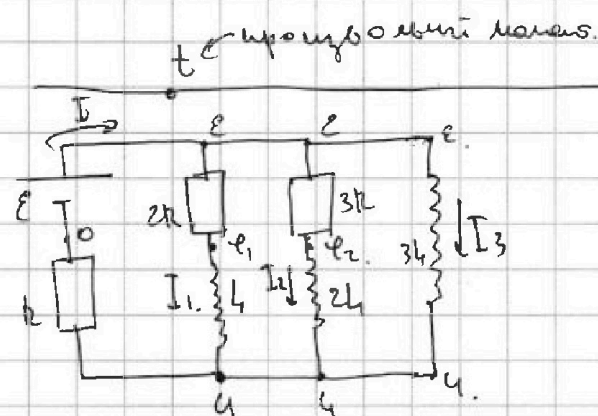
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$(*) \left(\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{2R} = I_1 \right), \quad \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} = I_2 \quad (**)$$

$$\left((\varphi_1 - U)' = -L_1 I_1' = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right) \text{ ток } \downarrow$$

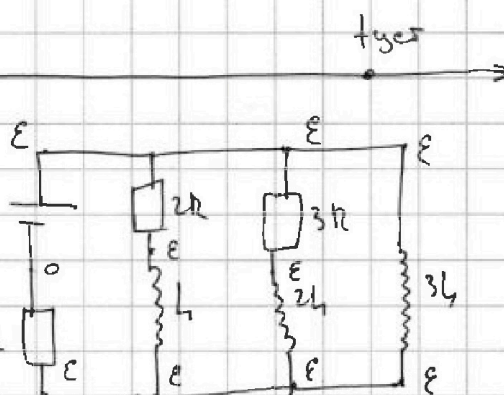
$$(\varphi_2 - U) = 3L_2 I_2' = L_2 \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$(*) : \mathcal{E} - \varphi_1 = 2R I_1 \rightarrow \varphi_1 = \mathcal{E} - 2R I_1$$

$$(**) : \mathcal{E} - \varphi_2 = 3R I_2 \rightarrow \varphi_2 = \mathcal{E} - R I_2$$

$$(\mathcal{E} - U) = 3L_3 I_3'$$

$$(\mathcal{E} - 3L_3 I_3' = U)$$



В уст regime напряжение
на катушках = 0.

$$\rightarrow \text{весь ток течет через } 3L_3$$

$$= \frac{\mathcal{E} - 0}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$(\mathcal{E} - 2R I_1 - U) = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(\mathcal{E} - 2R I_1 - \mathcal{E} + 3L_3 I_3') = -L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$-2R I_1 \Delta t + 3L_3 \Delta I_3 = -L_1 \Delta I_1$$

просуммируем от
момента замыкания до уст.

$$-2R \cdot q + 3L_3 \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = L_1 \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

$$2R q = \frac{33L_3 \mathcal{E}}{11R} - \frac{3\mathcal{E} L_1}{11R}$$

$$q = \frac{15 \cdot L_3 \mathcal{E}}{11R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{3\mathcal{E}}{11R}$

4) $\frac{2\mathcal{E}}{11L_1}$

3) $\frac{15L_3 \mathcal{E}}{11R^2}$

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!

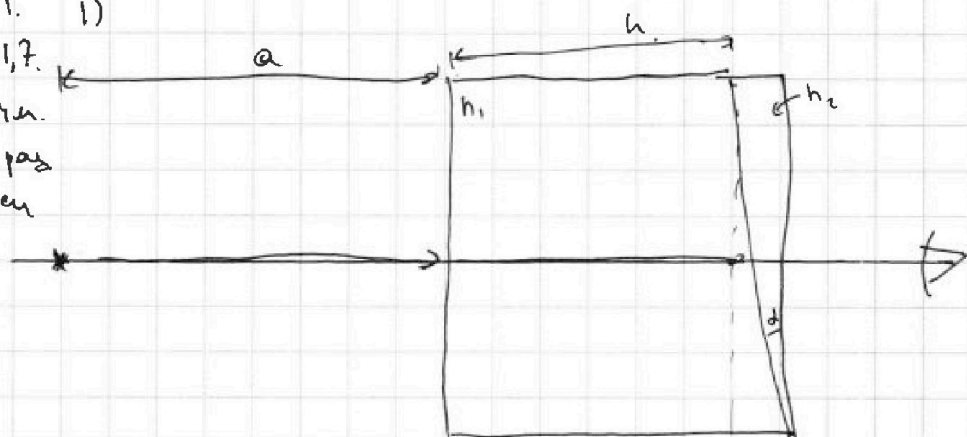
$$n_1 = 1. \quad 1)$$

$$n_2 = 1,7.$$

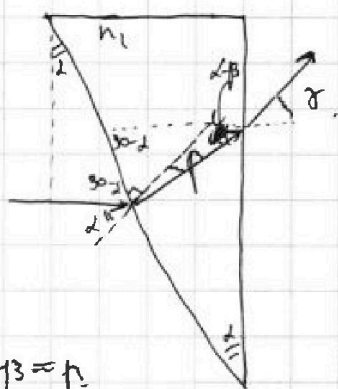
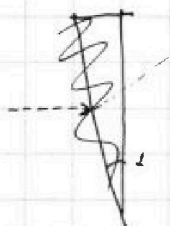
$$a = 1,9 \text{ м.}$$

$$L = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 8 \text{ см}$$



луч пройдет через n_1 без изм. направл. распр.
т.к. $\perp$ "квадрату" далее попадет в n_2 .



по закону Снеллиуса:

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

т.к. угл малые $\sin \alpha_1 \approx \alpha_1$; $\sin \alpha_2 \approx \alpha_2$

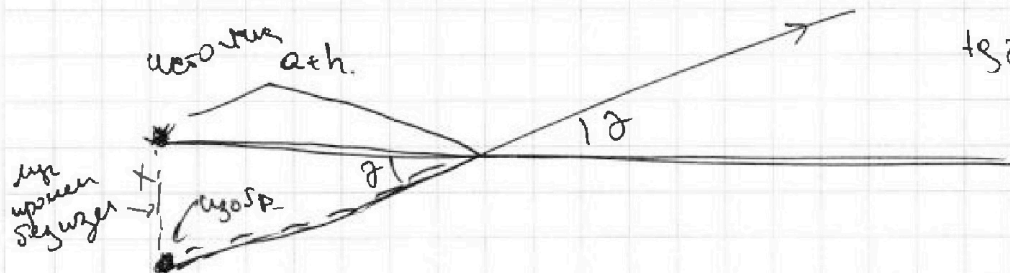
$$L = 1,7 \cdot \beta \quad 0,1 = 1,7 \cdot \beta \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1,7}{10} \cdot \beta \quad \beta = \frac{1}{17} \text{ рад.}$$

$$n_2 \cdot (L - \beta) = n_1 \cdot \sin \gamma.$$

$$\frac{1,7}{10} \cdot \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{17} \right) = 1 \cdot \gamma.$$

$$= \frac{1,7}{100} - \frac{10}{100} = 0,07 = \gamma.$$

построим:



$$\tan \gamma = \frac{x}{a+h}.$$

$$\tan \gamma \approx \gamma$$

$$\gamma = \frac{x}{a+h}.$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐



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

$$x = \gamma (a + h)$$

$$x = 0,07 \cdot (194 + 9) = 0,07 \cdot 193 = 1,351 \text{ см.}$$

$$\begin{array}{r} 193 \\ \times 7 \\ \hline 1351 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

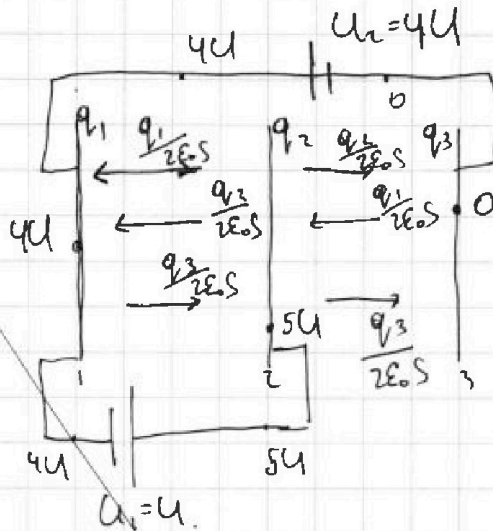
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☒	☒	☒	☒

МФТИ

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

Задача 503

$U_1 = U$
 $U_2 = 5U$
 q
 d
 m
 V_0



метод
уравнения
потенциалов.

1. ЗСЭ: $q_1 + q_2 + q_3 = 0$. (1)

2. $U = Ed$. для обкладок 1-2:

$$U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

S - площадь
пластины.

для обкладок 2-3:

$$5U = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

(1) + (3): $\frac{7U}{2d} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \rightarrow q_2 = \frac{7U \cdot \epsilon_0 S}{d}$

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

(3): $\frac{5U \epsilon_0 S}{d} = q_2 + q_3 - q_1 = -2q_1 \rightarrow q_1 = \frac{5U \epsilon_0 S}{-2d}$

из (1): $q_2 + q_3 = -q_1$

$q_3 = -q_1 - q_2 = \frac{5U \epsilon_0 S}{2d} - \frac{7U \epsilon_0 S}{2d} = \frac{-2U \epsilon_0 S}{2d}$

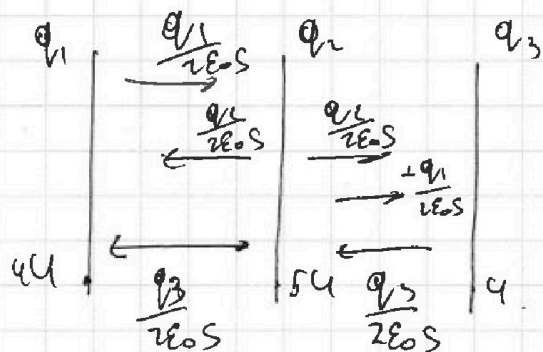
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U = E \cdot d$$

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

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

$$\frac{7}{2} + 1 - \frac{5}{2}$$

$$\frac{3d}{2} - \frac{2d}{2} = \frac{d}{2}$$

$$\frac{5U}{2} - \frac{U}{2} - \frac{U}{2} = \frac{3U}{2}$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{5U}{2d}$$

$$q_2 + q_1 - q_3 = \frac{5U \cdot \epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

$$-2q_1 = + \frac{U \cdot 2\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 = - \frac{U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$-2q_3 = + \frac{5U \epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = - \frac{5U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_2 = \frac{7U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$5U \epsilon_0 S$$

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

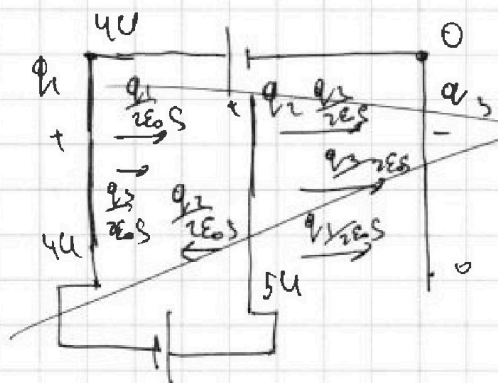
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

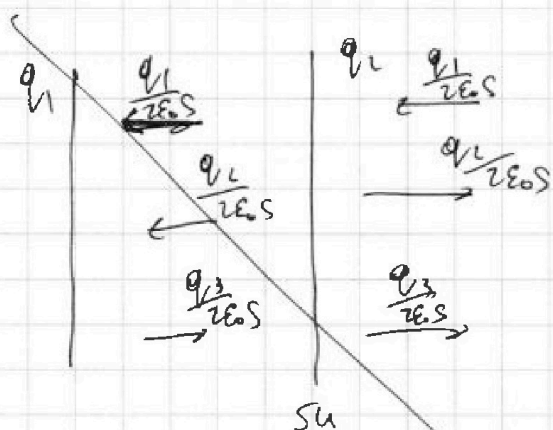
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МОТИ

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



$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{4}{d}$$



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

$$\frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{54}{2d}$$

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

$$q_2 - q_1 + q_3 = \frac{54 \cdot \epsilon_0 S}{d}$$

$$2q_2 = \frac{7\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$-2q_3 = -\frac{2\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{2\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$2q_1 = \frac{8\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$-2q_3 = -\frac{3\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$2q_3 = \frac{3\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$2q_1 = \frac{70\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$-\frac{3\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$\frac{7\epsilon_0 S \cdot 4}{d} + \frac{5\epsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

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

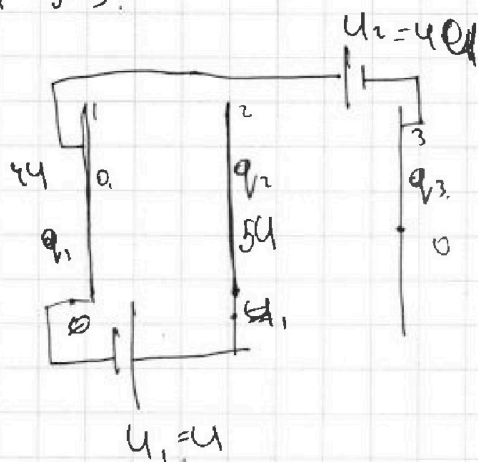
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 3.

U
 d
 U_1
 q_{10}

11



q_1, q_2, q_3

$$U = Ed$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

$$\left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot 2d = 5U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 - q_2 - q_3 = \frac{4 \cdot 4 \epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = \frac{5U \cdot 2\epsilon_0 S}{2d}$$

$$-2q_3 = \frac{5U \cdot 2\epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_3 = -\frac{5U \epsilon_0 S}{2d}$$

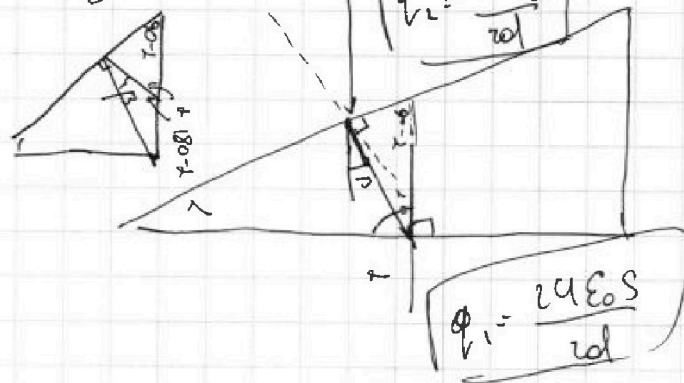
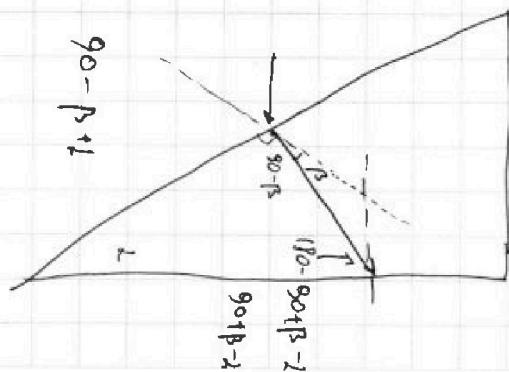
$$-2q_2 = -\frac{6U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_2 = \frac{3U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_1 = \frac{2U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$\frac{-5U \epsilon_0 S}{2d} + \frac{14U \epsilon_0 S}{2d} + \frac{3U \epsilon_0 S}{2d}$$

$$\frac{23-5}{2}$$



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!



$$\frac{144\epsilon_0 S}{2d} - \frac{54\epsilon_0 S}{2d}$$

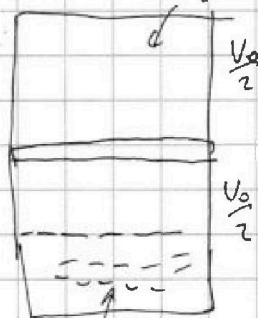
$$\frac{144\epsilon_0 S}{2d} - \frac{54\epsilon_0 S}{2d} + \frac{54\epsilon_0 S}{2d}$$

$$\frac{44\epsilon_0 S}{2d} = -\frac{54\epsilon_0 S}{2d} + \frac{144\epsilon_0 S}{2d} + q_3$$

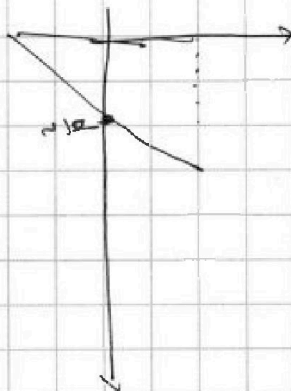
$$\frac{94\epsilon_0 S}{2d}$$

$$q_1 + q_2 - q_3$$

$$\frac{3h + 2h}{6h^2} = \frac{5h}{6h^2}$$



всего + уч. воз.



$$\frac{q_1}{\epsilon_1 \epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_2 \epsilon_0 S}$$