

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

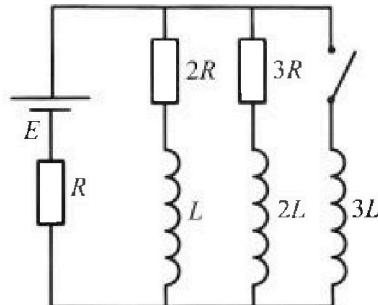
Вариант 11-01

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

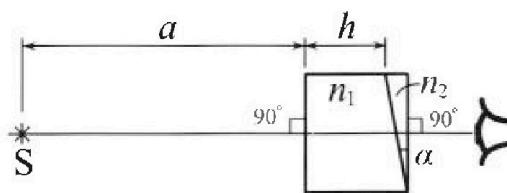
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} 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 $n_b = 1,0$. 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.



- 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.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

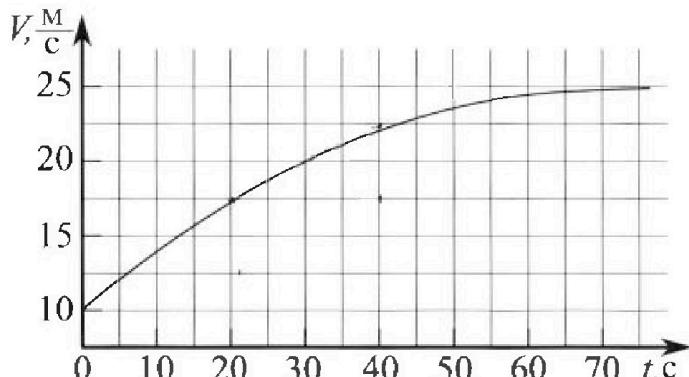


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

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

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

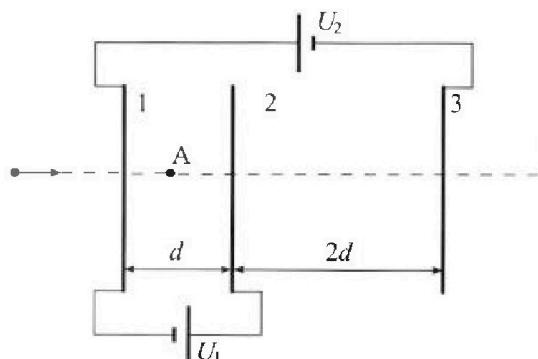


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 чистое 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 А 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 |
| X | | | | | | |

МФТИ

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

Задача №1.

$m = 1800 \text{ кг}$

$F_k = 500 \text{ Н}$ при begin часах. В тече же скорость $V = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$a_1?$ $F_1?$ ($a = V_{1(+)}$) $\rightarrow a_1 = \frac{22,5 - 17,5}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$

2) $F_1 = m a_1$ в начале первого момен.

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

$$F_1 - kV = ma_1$$

в момент ~~начала~~ когда скорость стала постоянной

т.е. $a = 0$

$$23 \text{ Н: } F_k - kV_{\text{пер}} = 0 \quad V_{\text{пер}} - \text{пер. скорость}$$
$$\rightarrow k = \frac{F_k}{V_{\text{пер}}} = \frac{500}{25} = 20$$

$$F_1 - kV = ma_1$$

$$(F_1 - kV + ma_1) = \frac{F_k}{V_{\text{пер}}} + ma_1 = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot \frac{1}{4} = 400 + 450 = 850 \text{ Н}$$

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

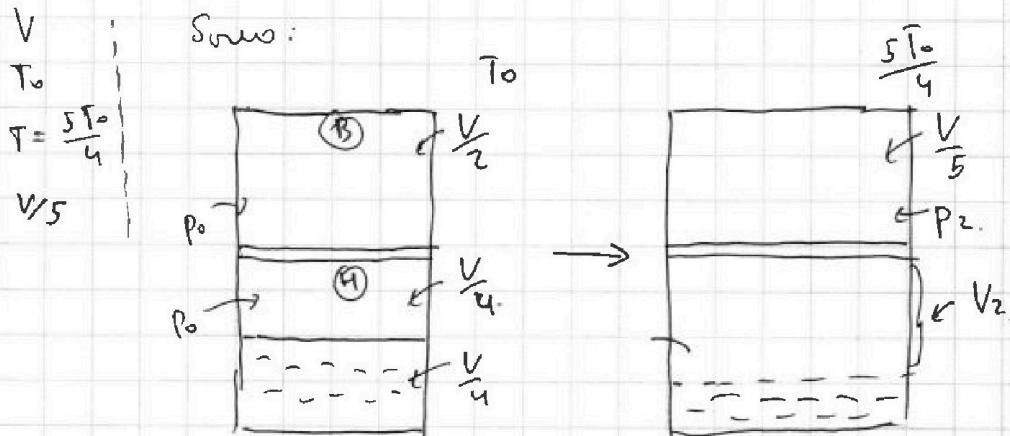
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



1. Идея: давление нормальное \rightarrow давление снаружи = давление сверху = P_0 .

$$\text{д-р для } \textcircled{B}: \left(P_0 \cdot \frac{V}{2} = \omega_B \cdot R \cdot T_0 \right) \rightarrow \frac{2\omega_B}{4\omega_H} = 1.$$

$$\text{д-р для } \textcircled{H}: P_0 \cdot \frac{V}{4} = \omega_H \cdot R \cdot T_0 \quad \boxed{\frac{\omega_H}{\omega_B} = 2}.$$

2. В начальном состоянии ~~давление~~ какое ур. газа не изменяется ~~давление~~. Снаружи добавился ~~давление~~ извн.

Нормальное изохорическое равновесие.
 \rightarrow давление равно. Парциальное давление паров при $T=373$ K = 1 атм.

давление ур. газа внутри = P_c .

~~P~~ $P_2 = P_c + P_{\text{атм}}$

$$\text{д-р для } \textcircled{B} \text{ в конф.: } P_1 \cdot \frac{V}{5} = \omega_B \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$\left(P_2 V = \omega_B \cdot R \cdot \frac{25T_0}{4} \right)$$

$$\left(\frac{P_2}{P_0} = \frac{\omega_B \cdot R \cdot \frac{25T_0}{4}}{2 \omega_B \cdot R \cdot T_0} = \frac{25}{8} \right) \quad (\text{не верно})$$

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 checked="" 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!

Какой объем чи. газа паров?

$$\Delta \bar{V} = k P \bar{W}$$

$$\bar{W} = \cos \pi t = \frac{V}{4}$$

р - начальное давление газа (чи.)

~~При в производстве можно менять~~

~~Пc - давление
членов~~

$$P_c \cdot V_c = \bar{J} \bar{R} T$$

$$P_c = \frac{\bar{J} \bar{R} T}{V_c}$$

$$\Delta V = k \cdot \bar{W} \cdot \frac{\bar{J} \bar{R} T}{V_c}$$

~~k~~ можно менять чтобы извлечь тепло $\frac{5T_0}{4}$.

$$\cancel{\Delta \bar{V}} = K \cdot P_c \cdot \bar{W} = K \cdot P_c \cdot \frac{V}{4}$$

$$\bar{W} = \cos \pi t = \frac{V}{4}$$

Ч-к. газ оставшись в ④ чи. газ.

$$P_c \cdot V_c = (\bar{W} - \Delta \bar{V}) P_c \frac{5T_0}{4}$$

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

$$P_c \cdot 0,55V = (\bar{W}_H - K P_c \cdot \frac{V}{4}) \cdot P_c \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$\underline{P_c (0,55V + K \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{5T_0}{4})} = \bar{W}_H$$

$$\text{из н.1 } \bar{W}_H = \frac{P_0 \cdot V}{4 RT_0} \cdot 10^3$$

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

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 checked="" 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!

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

$$P_2 = P_c + P_{\text{арм.}}$$

$$P_2 = \frac{P_0 V}{4RT_0 \left(0,55 + \frac{k}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}\right)} + P_{\text{арм.}}$$

из (***)

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

$P_0 \neq 0$

$$8 \cdot (8 - 25L) = -8 P_{\text{арм.}} \cdot L$$

$$P_0 = \frac{8 P_{\text{арм.}} +}{25L - 8}$$

$$\begin{aligned} L &= 4R \cdot T_0 \left(0,55 + \frac{k}{4} \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4}\right) = 4RT_0 \cdot \left(0,55 + \frac{1}{4}\right) \\ &= 4RT_0 \cdot 0,8 \end{aligned}$$

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

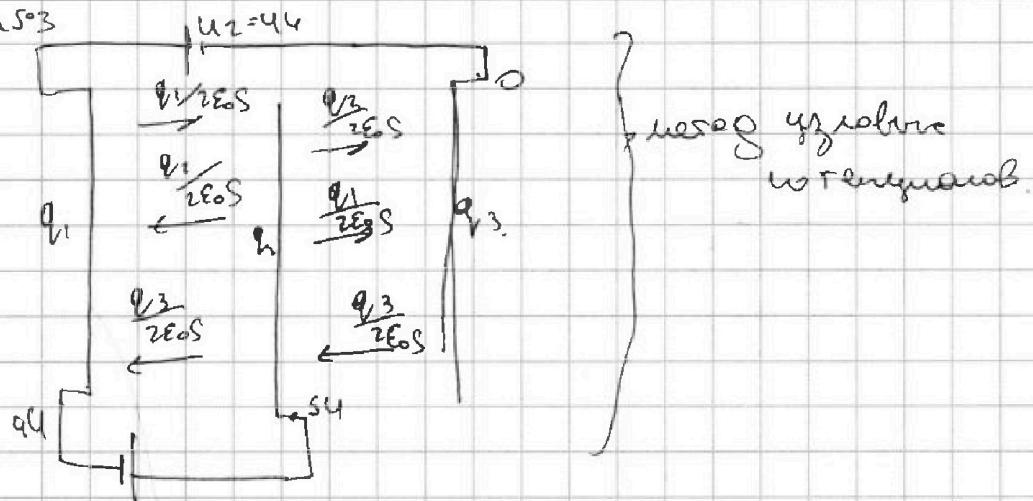
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$1. \text{ ЗСЗ: } q_1 + q_2 + q_3 = 0.$$

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

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

$$\text{Из: } \frac{U \cdot 2EoS}{d} = q_1 - q_2 + q_3$$

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{aligned} q_1 &= -\frac{2UEoS}{2d} \\ q_3 &= -\frac{5UEoS}{2d} \\ q_2 &= \frac{7UEoS}{2d} \end{aligned}$$

2. если консистентность обнаружена в ур.
то на нее действует сила $= Eq$.

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

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

9



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

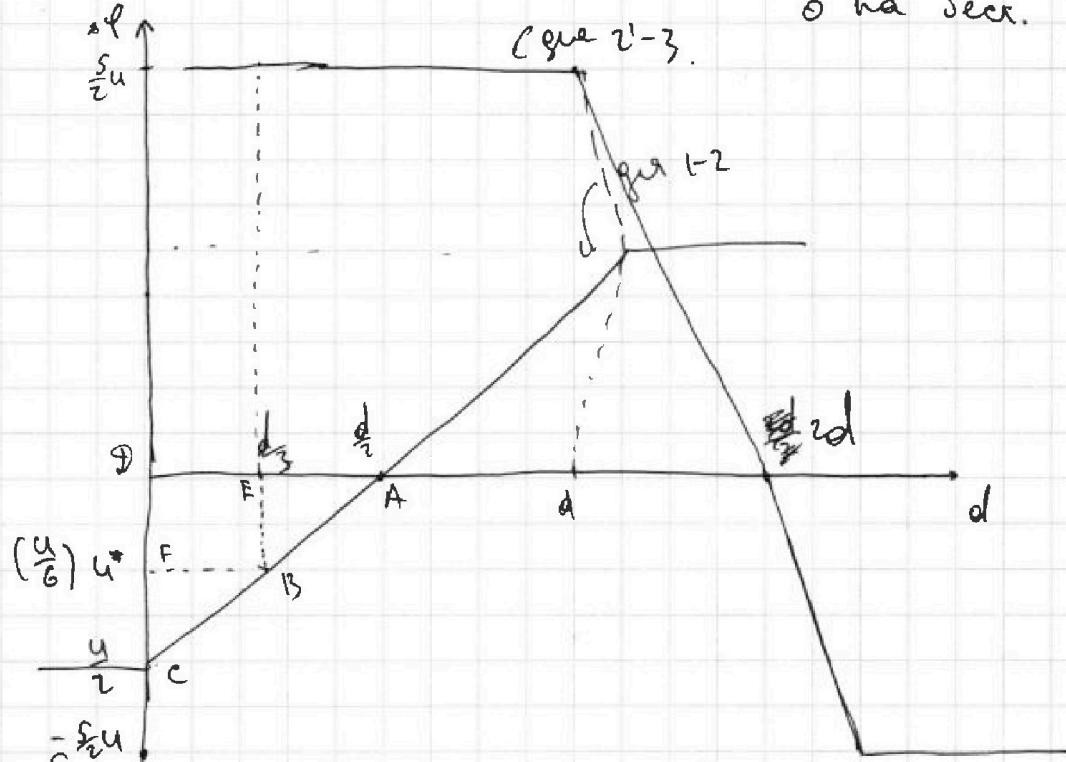
МФТИ.

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

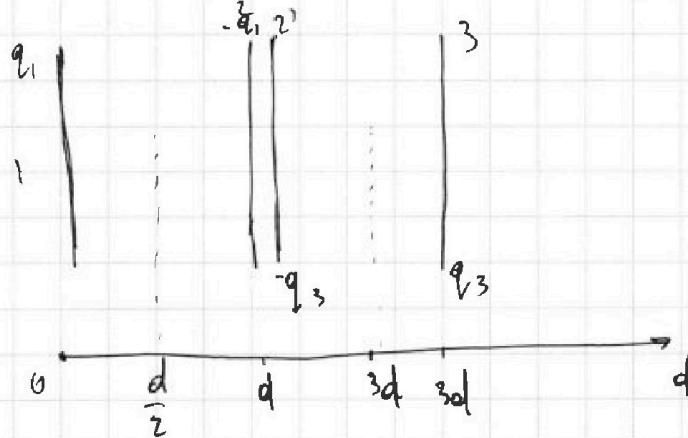
из ЗС7:

$$\Delta E_k = \Delta E_{p,} = \Delta p q = Uq.$$

Потенциал переопределения
о на дист.



Разобьем исходный пасеки таким образом:



$\triangle ACD \sim \triangle AEB$.

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

$$\frac{\frac{d}{6}}{\frac{d}{2}} = \frac{(\frac{U^*}{6})}{\frac{U^*}{2}} \rightarrow \frac{d}{6}(\frac{U^*}{6}) = \frac{U^*}{2} \rightarrow \text{погрешность } B \leq \frac{d}{3} = \frac{4}{6} + \frac{5}{2}U$$



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!

железный результат. В $\frac{d}{3} = 4 \left(\frac{15}{6} - \frac{1}{6} \right) \cdot 4 \cdot \frac{14}{6}$

$$\Delta E_k = \frac{m V_i^2}{2} - \frac{m V_f^2}{2}$$

$$\Delta E_k = \Delta W = 4 \cdot \frac{14}{6} \cdot q - 0 \quad \begin{matrix} \text{затрачена} \\ \text{взрывчаткой} \\ \text{энергия} \end{matrix}$$

$$\frac{m V_i^2}{2} - 4 \cdot \frac{14}{6} q = \frac{m V_f^2}{2}$$

$$m V_i^2 - \frac{2}{3} 4 q = m V_f^2$$

$$V_f = \sqrt{V_i^2 - \frac{2}{3} \frac{4q}{m}}$$

Ответ: 1) $\frac{4q}{dm}$

2) $4q$

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

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

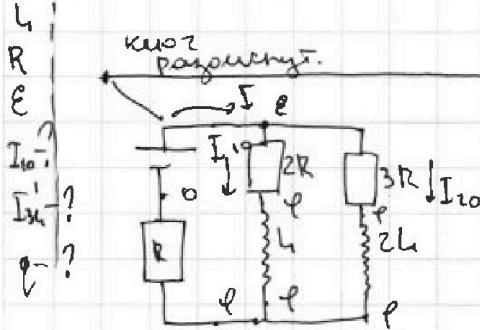
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



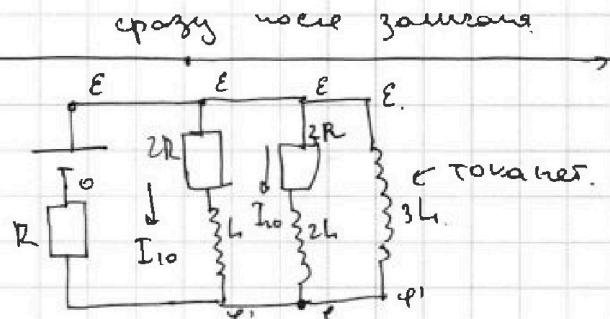
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Решим уст. в час
рением напряже
ния $\varphi = 0$

исходная цен. \equiv

$$\begin{aligned}
 & \text{Circuit diagram: } \text{E} - R - \text{L} - \varphi \\
 & R_{\text{экв}} = \frac{1}{2L} + \frac{1}{3R} \\
 & R_{\text{экв}} = \frac{6}{5R} \\
 & E = (R + \frac{6}{5R}) \cdot I \\
 & I = \frac{5E}{11R} \\
 & I = I_{10} + I_{3L} \\
 & \frac{I_{10}}{I_{10}} = \frac{3}{2} \Rightarrow I_{10} = \frac{2}{3} I_{3L} \\
 & \frac{5E}{11R} = \frac{2}{3} I_{3L} \\
 & I_{10} = \frac{3E}{11R}
 \end{aligned}$$



ток через начальную
скольз. не меняе.
 \rightarrow Ток в цепи остался
ненул. т.е. ток. через
не изм. \rightarrow напрое.
на него не изм. $\rightarrow \varphi = \varphi'$

$$\begin{aligned}
 & \varphi' = \frac{5E}{11} \\
 & \text{напрое на } \left\{ \begin{array}{l} L \\ 3R \end{array} \right. \\
 & = E - \frac{5E}{11} = \frac{6E}{11} \\
 & U = 3L I'_{3L} \\
 & I'_{3L} = \frac{U}{3L} = \frac{6E}{3 \cdot 11L} = \frac{2E}{11L}
 \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

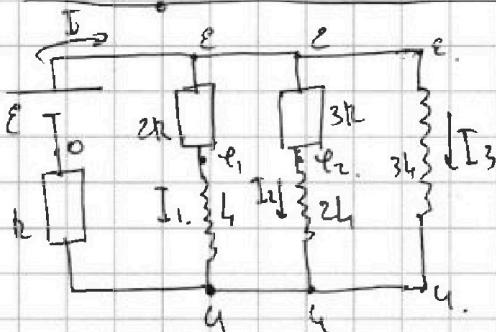
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

МФТИ

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



т с произвольной нач. .



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = \frac{U}{R}$$

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

$$(E - U) = -L \cdot I_1' = -L \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad \text{сокр.}$$

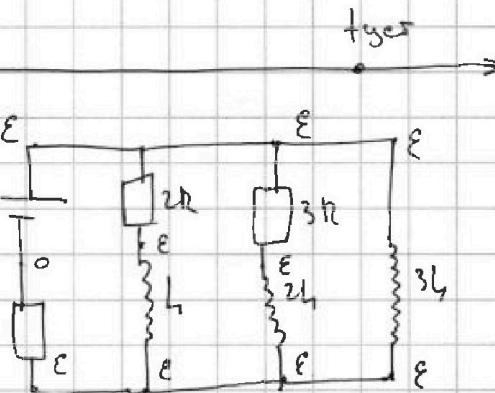
$$(E - U) = 2R \cdot I_1' = 2R \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(*) : (E - \varphi_1) = 2R \cdot I_1 \rightarrow \boxed{\varphi_1 = E - 2R \cdot I_1} \rightarrow (E - 2R \cdot I_1 - U) = -L \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(**) : E - \varphi_2 = 3R \cdot I_2 \rightarrow \boxed{\varphi_2 = E - 3R \cdot I_2} \rightarrow (E - 2R \cdot I_1 - E + 3R \cdot I_2) = -L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$(E - U) = 3R \cdot I_2' = U$$

$$(E - 3R \cdot I_2' = U)$$



Все решения неправильные
на начальных = 0.

→ Весь ток течет через 3L.

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

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

$$(E - 2R \cdot I_1 - E + 3R \cdot I_2) = -L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$-2R \cdot I_1 \cdot \Delta t + 3R \cdot \Delta I_2 = -L \cdot \Delta I_1$$

последнее уравнение не имеет заштрихованое

$$-2R \cdot q + 3R \cdot \frac{E}{R} = L \cdot \frac{3E}{11R}$$

$$2Rq = \frac{33LE}{11R} - \frac{3EL}{11R}$$

$$\boxed{q = \frac{15 \cdot LE}{11R^2}}$$

Ответ: 1) $\frac{3E}{11R}$

2) $\frac{2E}{11R}$

3) $\frac{15LE}{11R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

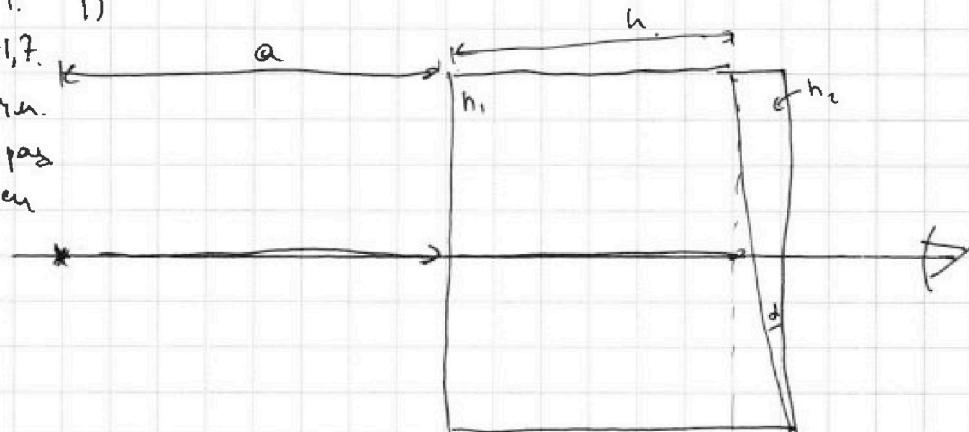
$$n_1 = 1, \quad 1)$$

$$n_2 = 1,7.$$

$$a = 19 \text{ см.}$$

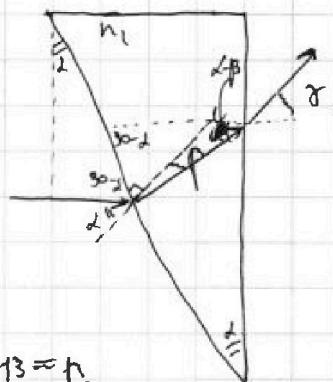
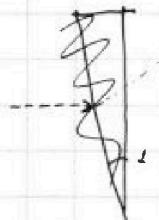
$$\angle = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 3 \text{ см}$$



луч проходит через n_1 без изгиба направлена вправо.

т.к. \perp "квадратичный" гипербола концентрических с n_2 .



по закону Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

т.к. угол между $\sin \alpha = 2$; $\sin \beta = p$.

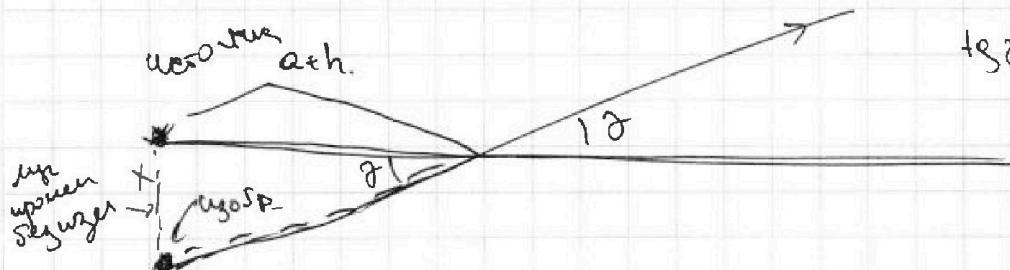
$$\angle = 1,7 \cdot \beta \quad 0,1 = 1,7 \cdot \beta \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1,7}{17} \cdot \beta \quad \beta = \frac{1}{17} \text{ рад.}$$

$$n_2 \cdot (1 - \beta) = n_1 \cdot \sin \gamma.$$

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

$$= \frac{17}{100} - \frac{1}{100} = \underline{\underline{0,07}} = \gamma.$$

настроим:



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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$t = \vartheta(a+h)$$

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

$$\begin{array}{r} & 2 \\ & | \\ 7 & \times 193 \\ & \overline{1351} \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача №3

$$U_1 = U$$

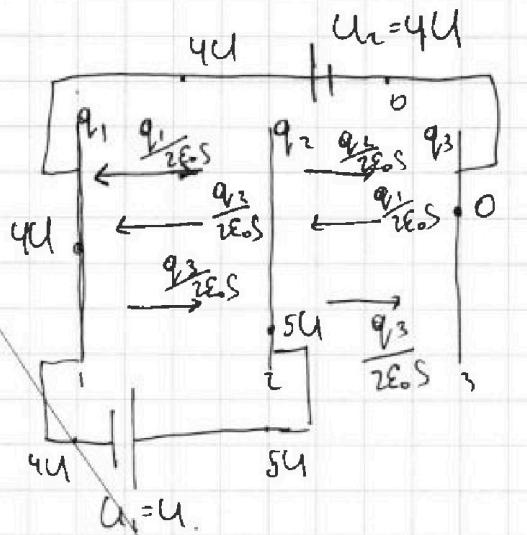
$$U_2 = U$$

$$q_1$$

$$d$$

$$m$$

$$V_0$$



метод
суммации
势能法

$$1. 3C3: q_1 + q_2 + q_3 = 0. \quad (1)$$

$$2. U = E_0 d. \quad \text{здесь общий закон } 1-2:$$

$$\frac{U}{2d} = \frac{q_1}{2E_0 S} + \frac{q_2}{2E_0 S} - \frac{q_3}{2E_0 S}$$

S - площадь
частицы.

$$\text{здесь общий закон } 2-3:$$

$$(2) \quad \frac{U}{2d} = \frac{q_2}{2E_0 S} + \frac{q_3}{2E_0 S} - \frac{q_1}{2E_0 S}$$

$$(1) + (2): \quad \frac{U}{2d} = \frac{q_2}{2E_0 S} \rightarrow q_2 = \frac{U \cdot E_0 S}{d}$$

$$(2): \quad \frac{2U E_0 S}{d} = q_1 + q_2 - q_3$$

$$(3): \quad \frac{5U E_0 S}{d} = q_2 + q_3 - q_1 = -2q_1 \rightarrow q_1 = \frac{5U E_0 S}{-2d}$$

$$\text{из (1): } q_2 + q_3 = -q_1$$

$$(4): \quad q_3 = -q_1 - q_2 = \frac{5U E_0 S}{-2d} - \frac{14U E_0 S}{-2d} = \frac{-9U E_0 S}{2d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

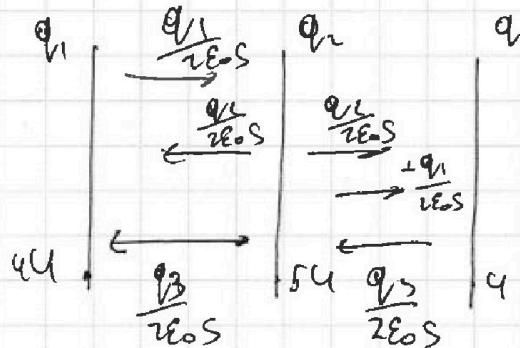
6

7

МФТИ



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



$$U = E \cdot d$$

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

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

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

$$\frac{2d}{6} - \frac{2d}{6}$$

$$\begin{matrix} q_1 & q_2 & q_3 \\ \frac{5U}{2} & \frac{U}{2} & \frac{U}{2} \\ \frac{5}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} \end{matrix}$$

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

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

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

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

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

$$5U \epsilon_0 S$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

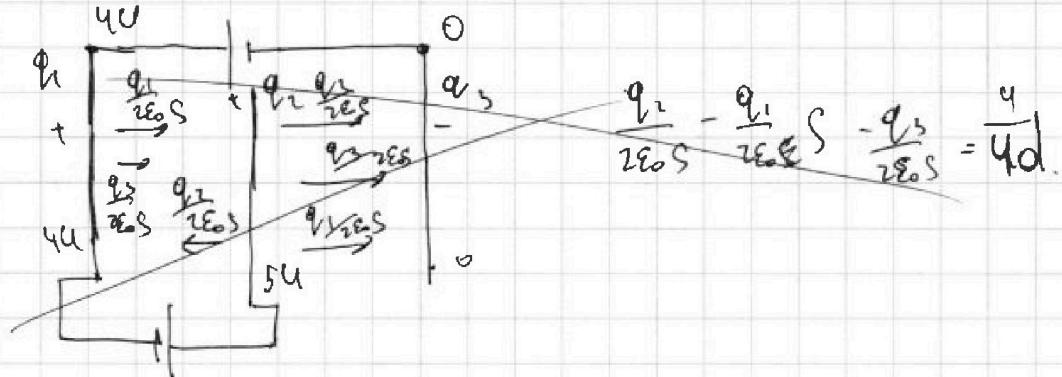
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!



$$\frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{q}{4d}$$

$$\frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{U}{d}$$

$$\frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{5U}{2d}$$

$$q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\varepsilon_0 S \cdot 4}{d}$$

$$q_2 - q_1 + q_3 = \frac{5U \cdot \varepsilon_0 S}{d}$$

$$2q_2 = \frac{7\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$-2q_1 = -\frac{2\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{2\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$2q_1 = \frac{-8\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$-2q_3 = \frac{-3\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$2q_1 = \frac{-10\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$-\frac{3\varepsilon_0 S U}{d}$$

$$\frac{7\varepsilon_0 S U}{d}, \frac{5\varepsilon_0 S U}{d}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

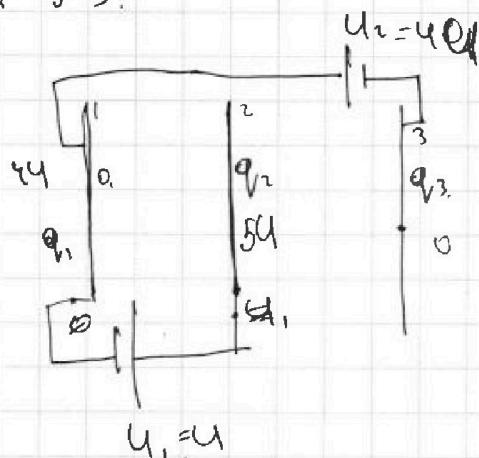
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.

Ч
д
чи
970.



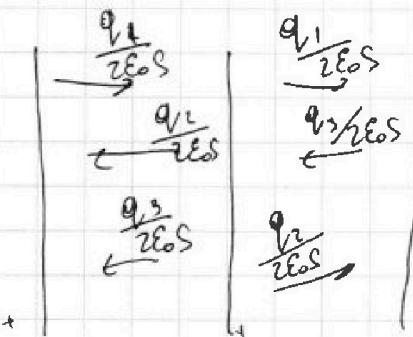
$$q_1, q_2, q_3$$

$$U = Ed$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

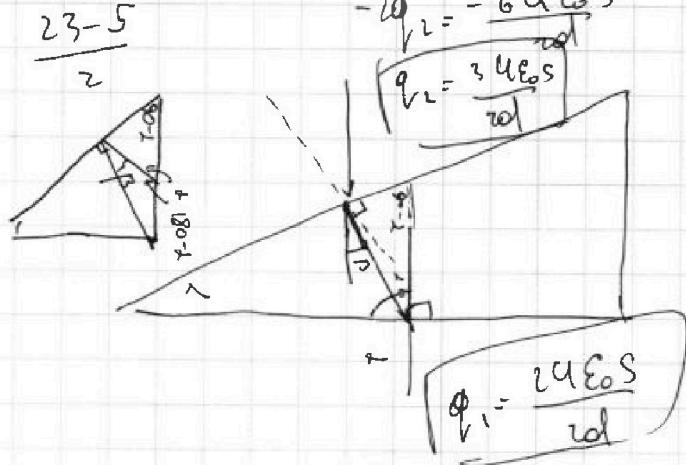
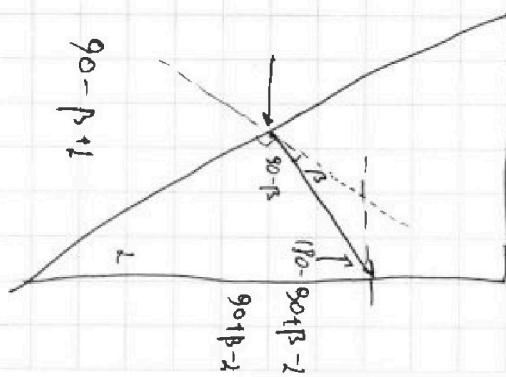
$$-2q_3 = \frac{5U \cdot 2 \epsilon_0 S}{2d}$$

$$\frac{-5U \epsilon_0 S}{2d} + \frac{14U \epsilon_0 S}{2d} + \frac{8U \epsilon_0 S}{2d}$$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

$$\frac{144E_0S}{2d} - \frac{54E_0S}{2d}$$

$$I_1 = \frac{E - q}{2d}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{3h}{2d}$$

$$\frac{144E_0S}{2d} - \frac{54E_0S}{2d} + \frac{54E_0S}{2d}$$

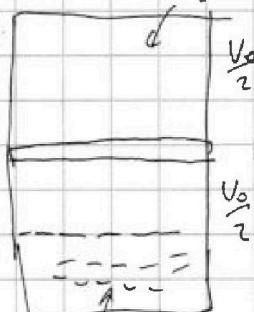
$$I_2 = \frac{E - q}{3h}$$

$$\frac{44E_0S}{2d} = - \frac{54E_0S}{2d} + \frac{144E_0S}{2d} + q_3$$

$$\frac{8E_0S}{2d}$$

$$q_1 + q_2 - q_3$$

члены синхр.



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

бога + чл. воз.

