



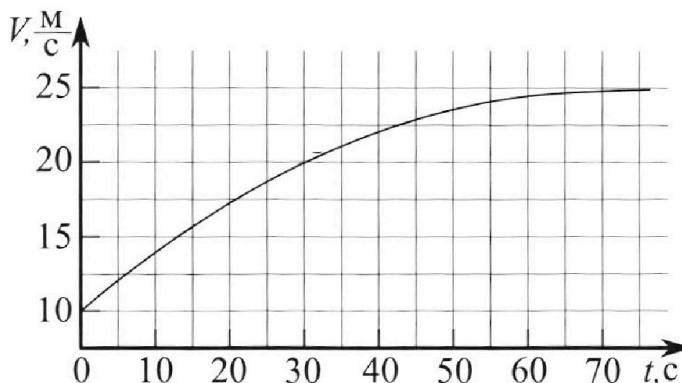
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



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



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $v_1 = 20$ м/с.
- Найти силу тяги F_1 при скорости v_1 .
- Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости v_1 ?

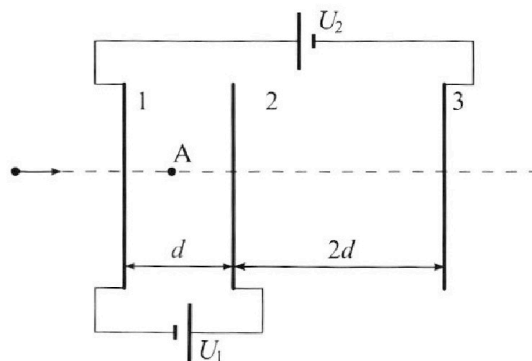
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

По закону Генри, при заданной температуре количество 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

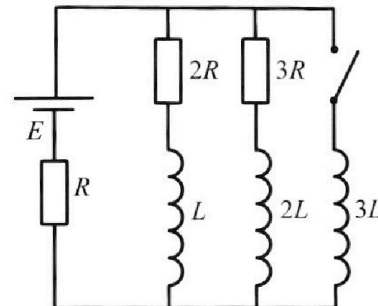
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. 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.

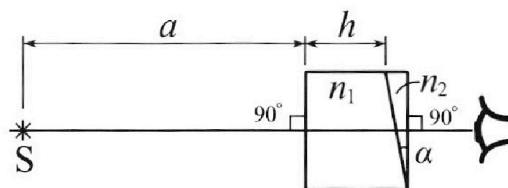


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

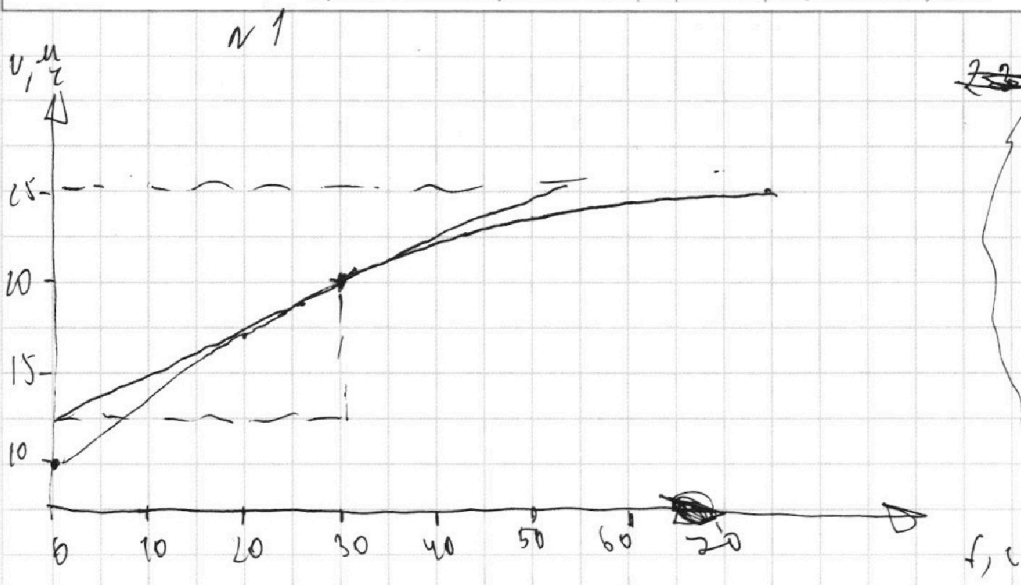
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

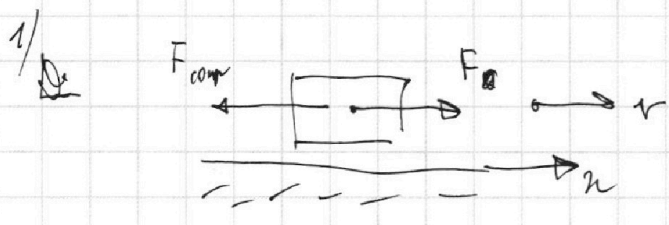
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



~~2, 24~~
 Ответ:
 1) $a_1 = 0,25 \frac{m}{c^2}$
 2) $F_1 = 850 \text{ H}$
 3) $P_1 = 17 \text{ кВт}$



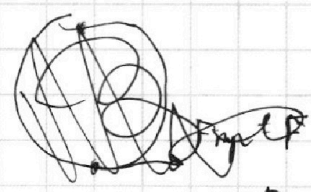
23H Дх:
 $F_д - F_{сomp} = m a_x$
 $F - 2v = m a_x$

В конце разгона автомобиля движение с постоянной скоростью \Rightarrow
 $F_k = d v \Rightarrow d = \frac{F_k}{v} = \frac{500 \text{ H}}{25 \frac{m}{c}} = 20 \left(\frac{H}{c} \right)$

~~Катающиеся к колесу~~ коэф. качения катающейся к колесу
 тогда ускорения равно ускорению автомобиля.
 Плоский образон при скорости $v_1 = 20 \text{ (m/c)}$ $a_1 = \frac{dv_1}{dt} = \frac{2,5}{30} =$
 $= \frac{2,5}{30} = 0,25 \text{ (m/c}^2\text{)}$

2) $F_1 - 2v_1 = m a_1 \Rightarrow F_1 = 2v_1 + m a_1 \Rightarrow F_1 = 20 \cdot 20 + 1100 \cdot 0,25 =$
 $= 400 + 450 = 850 \text{ (H)}$

3) ~~Работа силы тяги:~~
~~Сила тяги направлена в сторону движения автомобиля.~~
~~Работа силы тяги направлена в сторону движения автомобиля.~~



По определению.
 $P = \frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot ds}{dt}$

$= F v$. Плоский образон
 $P_1 = F_1 v_1 = 850 \cdot 20 = 17 \text{ (кВт)}$

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"/>	<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!

12 (продолжение)

$$V_2 = V_{20} + \Delta V_0 - \Delta V = V_{20} + k p_0 \frac{V}{4} - k p_2 \frac{V}{4} = V_{20} + k \frac{V}{4} (p_0 - p_2)$$

$p_2 = p - p_{\text{атм}} \tau \Rightarrow V_2 = V_{20} + k \frac{V}{4} (p_0 - p + p_{\text{атм}}) = V_{20} + k \frac{V}{4} (-\frac{17}{8} p_0 + p_{\text{атм}})$

Полным образом

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}}\right) \cdot \frac{11}{20} V = \left(V_{20} + k \frac{V}{4} (p_{\text{атм}} - \frac{17}{8} p_0)\right) k T$$

$$\frac{55}{32} p_0 V - \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = V_{20} k T + \frac{k V}{4} p_{\text{атм}} k T - \frac{k V}{4} p_0 k T$$

$$- \frac{17}{8} \frac{p_0 V}{4} k T$$

По условию $k T = 1 \Rightarrow \frac{55}{32} p_0 V - \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = V_{20} k T + \frac{p_{\text{атм}} V}{4} - \frac{17}{32} p_0 V$

$$V_{20} k T = \frac{5}{4} V_{20} k T_0 = \frac{5}{76} p_0 V \quad (\text{из (3)}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{55}{32} p_0 V - \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = \frac{5}{76} p_0 V + \frac{p_{\text{атм}} V}{4} - \frac{17}{32} p_0 V =$$

$$\Rightarrow \frac{35}{32} p_0 V - \frac{10}{32} p_0 V + \frac{17}{32} p_0 V = \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V + \frac{5 p_{\text{атм}} V}{20} =$$

$$\Rightarrow \frac{31}{16} \frac{62}{32} p_0 V = \frac{415}{520} p_{\text{атм}} V \Rightarrow \frac{31}{76} p_0 = \frac{4}{5} p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{64 p_{\text{атм}}}{155}$$

Ответ: ~~$p_0 = \frac{64 p_{\text{атм}}}{155}$~~ 1) $\alpha = 2$

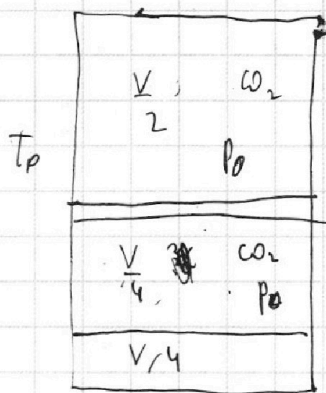
2) $p_0 = \frac{64}{155} p_{\text{атм}}$

- 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!



#2 (чисто)



Для газа три комнаты температуры: T_0
 Так как нормально в равновесии, но давление равно и температуру равны.

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{10} k T_0 \quad (1)$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_{20} k T_0 \quad (3)$$

$$\frac{\nu_{10}}{\nu_{20}} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

$$\frac{3\nu - \nu}{4} = \frac{11\nu}{5}$$

После нагревания

Давление общее кол-во ун газа в каждой части объема равно V .

$$V = V_{20} + \Delta V_0 = V_{20} + \Delta V = \nu_{20} k T = \frac{11}{20} \nu_{20} k T$$

По закону Гейсса $\Delta V_0 = k p_0 \frac{V}{4}$

$$\Delta V = k p_2 \frac{V}{4}$$

$$p_2 \frac{V}{5} = \nu_{10} k \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (2)$$

Поделим (2) на (1): $\frac{p_2 \frac{V}{5}}{p_0 \frac{V}{2}} = \frac{\frac{5}{4} \nu_{10} k T_0}{\nu_{10} k T_0} = \frac{2}{5} \frac{p_2}{p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p_2 = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta p = \frac{25}{8} p_0 - p_0 = \frac{17}{8} p_0$$

По нормам идеального газа при $100^\circ C \Rightarrow p_{в.н} = p_{атм}$

Нормы в равновесии $\Rightarrow p_2 + p_{атм} = p = \frac{25}{8} p_0$

Для ун. газа по нормам: $p_2 V_2 = \nu_{20} k T$

$$V_2 = V_{20} + \Delta V_0 - \Delta V = V_{20} - \frac{17}{32} k p_0 \frac{V}{4} \Rightarrow V_2 = V - \frac{V}{4} = \frac{3}{4} V \rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 \cdot \frac{3}{4} V = \nu_{20} k T = \frac{11}{20} \nu_{20} k T = \frac{11}{20} p_0 \frac{V}{4} \cdot k T$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{11}{30} p_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

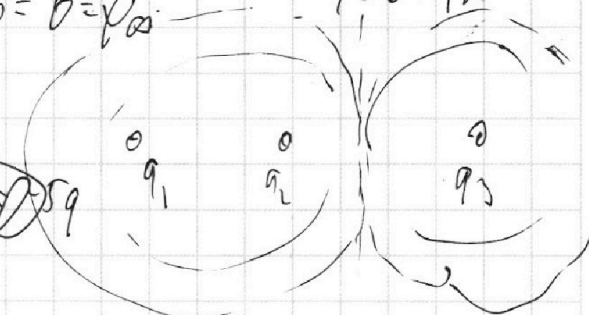
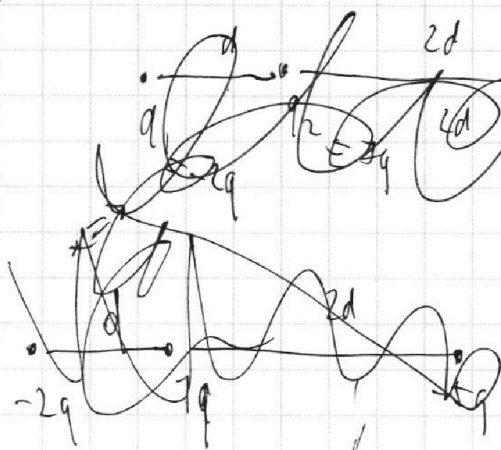
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№3 (продолжение)

не расстояния \rightarrow размеров сток, сетки вблизи поверхности зарядов: $\varphi = 0 = \varphi_0$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_3$$

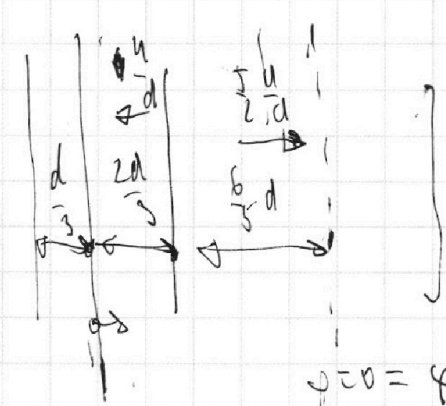
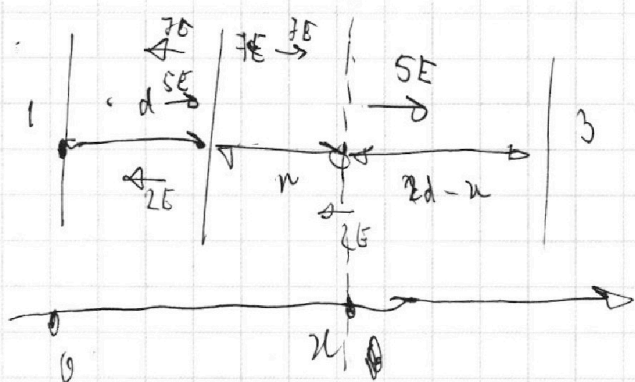
$$-4E \cdot d + 10E \cdot x = 10E(2d - x)$$

$$-4E \cdot d + 10E \cdot x = 20E \cdot d - 10E \cdot x$$

$$24E \cdot d = 20E \cdot x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{6}{5} d$$

- координата поверхности с потенциалом 0:



3C7 где $v = v_0$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$= q \left(-\frac{4}{d} \cdot \frac{2d}{3} + \frac{5}{2} \frac{4}{d} \cdot \frac{6}{5} d \right) =$$

$$= -q \left(-\frac{8}{3} + 4 \right) = \frac{4}{3} qU$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{4}{3} \frac{qU}{m}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3} \frac{qU}{m}}$$

- Ответы:
- 1) $a = \frac{Uq}{md}$
 - 2) $k_1 - k_2 = qU$
 - 3) $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3} \frac{qU}{m}}$

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

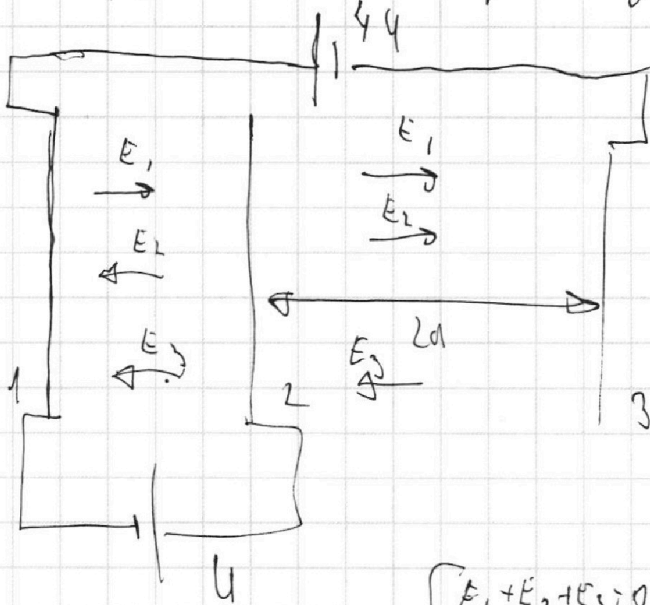
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

Размер сетки $\gg d \gg$ компетентность коле, создаваемые сеткой ~~потенциал~~ не зависят от расстояния до сетки (при малых) и пренебрежительно заряду сетки.



Электрический заряд сеток равен нулю, т.к. используем лишь разрывы зарядов, а не создаем их. Также обрывают

$$\begin{cases} E_1 + E_2 + E_3 = 0 \\ U = (E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 + E_2 + E_3 = 0 \\ U = (E_3 + E_2 - E_1)d \\ 5U = (E_1 + E_2 - E_3)2d \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} E_1 + E_2 + E_3 = 0 & (1) \\ \frac{U}{d} = E_3 + E_2 - E_1 & (2) \\ \frac{5U}{2d} = E_1 + E_2 - E_3 & (3) \end{cases}$$

(3) - (1): $5U - 0 = -(E_3 - E_1)2d \Rightarrow E_3 = -\frac{5U}{2d}$

$\Rightarrow E_3 = -\frac{5U}{2d}$

Сложим (2) и (1): $\frac{7U}{2d} = 2E_2 \Rightarrow E_2 = \frac{7U}{4d} \Rightarrow E_1 - E_2 - E_3 = -\frac{7U}{4d} + \frac{5U}{2d} = -\frac{U}{2d}$

1) 234 где разность: $(E_2 + E_3 - E_1)q = ma \Rightarrow a = \frac{U}{d} q = ma \Rightarrow a = \frac{Uq}{md}$

2) 307 где разность: $k_2 - k_1 = \Delta x \cdot \text{напряж} = (E_1 - E_2 - E_3)qd = -\frac{U}{d} qd = -Uq$
 $\Rightarrow k_1 - k_2 = qU$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

н 4 (продолжение)
Две катушки А: ~ прав. катушка:

$$-L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_3}{dt} = 2I_1 R \quad (-dt) \Rightarrow -L dI_1 + 3L dI_3 = 2I_1 R$$

Продифференцируем по времени dt : $\Rightarrow -L \Delta I_1 + 3L \Delta I_3 = 2q_1 R =$

$$\Rightarrow -L (I_{1K} - I_{10}) + 3L (I_{3K} - 0) = 2q_1 R.$$

В установившемся режиме ток не меняется и $dI/dt = 0 \Rightarrow U_{3L} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow I_{2K} = 0, I_{1K} = 0$: весь ток циркулирует по внешней катушке

и равен $I_K = I_{3K} = \frac{E}{R} \Rightarrow -L (0 - I_{10}) + 3L \frac{E}{R} = 2q_1 R \Rightarrow LI_{10} + 3LE = 2q_1 R \Rightarrow$

$$\Rightarrow L \frac{3E}{11R} + 3 \frac{LE}{R} = 2q_1 R \Rightarrow \frac{3LE}{11R} + \frac{33LE}{11R} = 2q_1 R \Rightarrow \frac{36LE}{11R} = 2q_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{18LE}{11R^2}$$

Ответ:

- 1) $I_{10} = \frac{3E}{11R}$
- 2) $\frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{11RL}$
- 3) $q_1 = \frac{18LE}{11R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

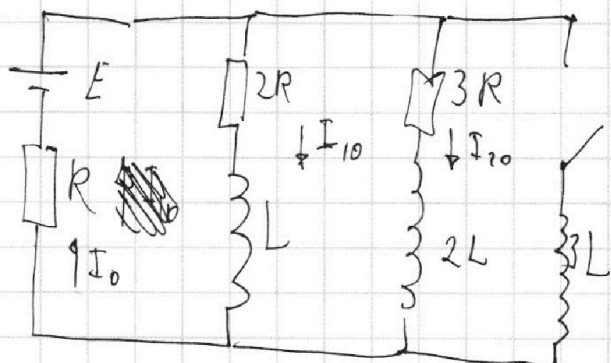
1 2 3 4 5 6 7



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

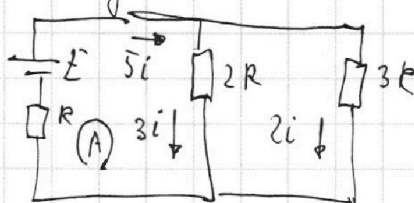


№4 (назад)



1) Если ключ разомкнут:

Решить угадываем => ток в ветви ветки не меняется => на катушках не падает напряжение

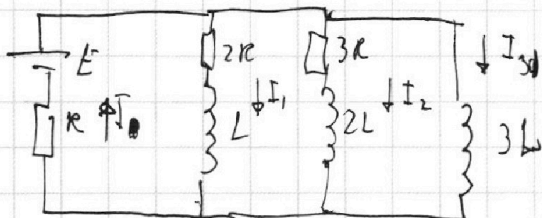


Рассмотрим ток обратно поперек сопротивлений // ветви ветвей

2 прав. контура где катушка (A): $E = 5iR + 6iR \Rightarrow i = \frac{E}{11R}$

$I_{10} = 3i = \frac{3E}{11R}$; Через резистор R: $I_0 = 5i = \frac{5E}{11R}$; через 3R: $I_{20} = \frac{2E}{11R}$

2) сразу после замыкания ключа:



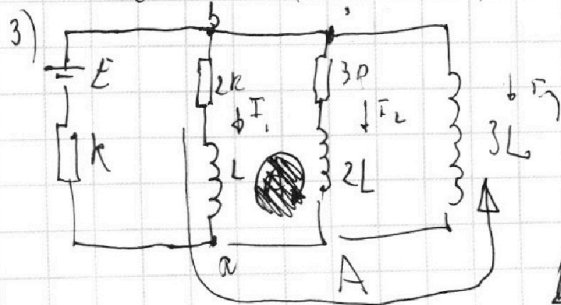
Ввиду того, что

$I = I_1 + I_2 + I_3$
 $I_1 = I_{10}$, т.к. катушка не поворачивается
~~поэтому ток необходимо поделить~~

Аналогично $I_2 = I_{20}$; $I_3 = 0 \Rightarrow$ замкнем 2 прав. контура где выделено катушка.

$$E - 3L \frac{dI_3}{dt} = I R \Rightarrow 3L \frac{dI_3}{dt} = E - I_0 R \Rightarrow 3L \frac{dI_3}{dt} = E - \frac{5E}{11R} = \frac{6E}{11R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{11R \cdot 3L} = \frac{2E}{11RL}$$



2 прав. контура где катушка (A):

$$L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt} = -2I_1 R + 3I_2 R \quad (-d)$$

$$L \frac{dI_1}{dt} - 2L \frac{dI_2}{dt} = -2I_1 R + 3I_2 R \quad (\Sigma)$$

поэтому по всем dt:

$$L \Delta I_1 - 2L \Delta I_2 = 3a_2$$

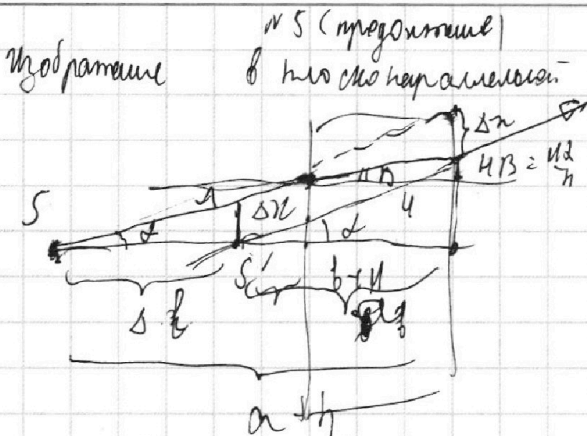
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



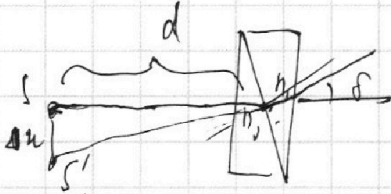
$$\Delta l = \frac{\Delta n}{2} d; \Delta x = (a+h)d =$$

$$- \frac{d}{n};$$

$$(a+h)d = \frac{d}{n} + \Delta l \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h(1 - \frac{1}{n}) = \Delta l \Rightarrow \Delta l = h \frac{(n-1)}{n}$$

изображение в сходящемся луче.



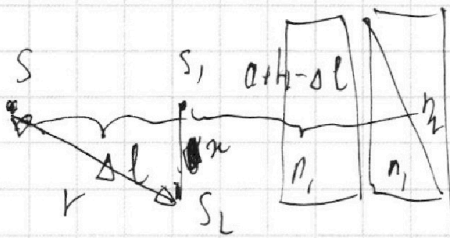
Анализировать можно так:

$$n_1 d = n_2 \delta \Rightarrow \delta = \frac{n_1 d}{n_2}$$

$$n_2 \delta = \delta \Rightarrow \delta = (n_2 - n_1) d \Rightarrow$$

\Rightarrow анализировать изображение $x = d \delta = d(n_2 - n_1) d = (a+h)(n_2 - n_1) d = 200 \cdot 0,02 = 0,1 = 100 \mu\text{m}$

3) у нас имеется бы плоскопараллельная пластинка и сходящийся луч
 S_1 - изображение S в пластинке, S_2 - изображение S_1 в линзе



$$r = \sqrt{(\Delta l)^2 + x^2} = \sqrt{h^2 \frac{(n_2 - n_1)^2}{n_1^2} + ((a+h - \Delta l)(n_2 - n_1) \delta)^2}$$

$$S_1 \text{ - изображение } \Rightarrow r = \sqrt{(\Delta l)^2 + (x)^2} =$$

$$= \sqrt{(\Delta l)^2 + ((a+h - \Delta l)(n_2 - n_1) \delta)^2} =$$

$$= \sqrt{h^2 \frac{(n_2 - n_1)^2}{n_1^2} + ((a+h - h \frac{n_2 - n_1}{n_1})(n_2 - n_1) \delta)^2} = \sqrt{h^2 \frac{(n_2 - n_1)^2}{n_1^2} + (a+h)^2 (n_2 - n_1)^2 \delta^2}$$

$$= \sqrt{9^2 \cdot (\frac{1,5 - 1}{1,5})^2 + (194 + \frac{9}{1,5})^2 \cdot (0,2)^2 \cdot (0,1)^2} = \sqrt{1 + (200 \cdot 0,02)^2} =$$

$$= \sqrt{17} \text{ см}$$

Ответ: 1) ~~100~~ 100 мкм

2) 19,2 см

3) $\sqrt{17}$ 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

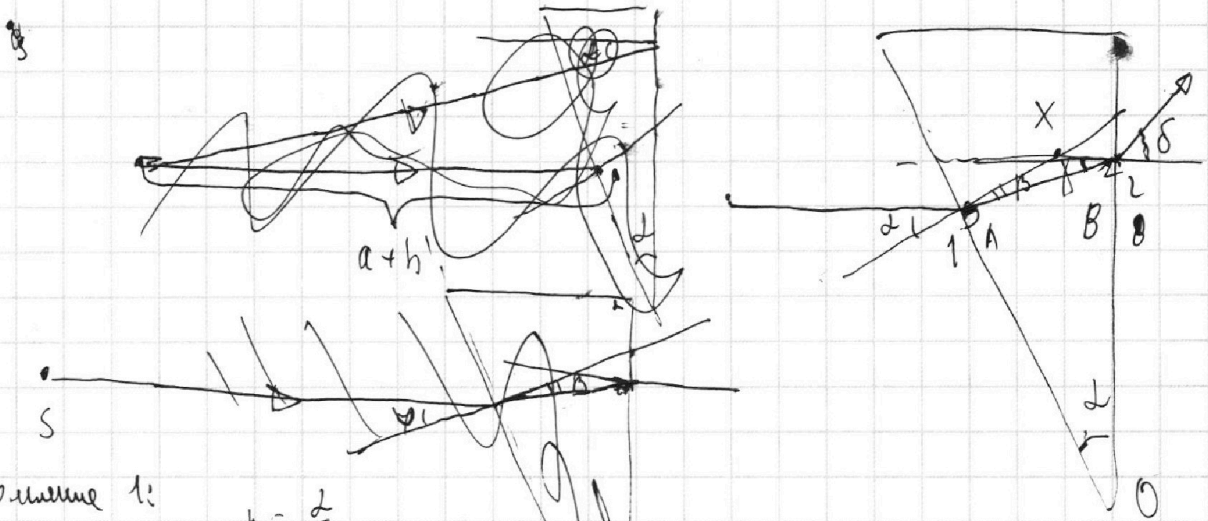
МФТИ

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



№5 (карандаш)

1) Если $n_1 = n_2$, то толщину кристалла можно вообще убрать.
Рассмотрим преломление лучей, идущих под углом α к GO .



1) Преломление 1:

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

Преломление 2: $n_2 \gamma = \delta$

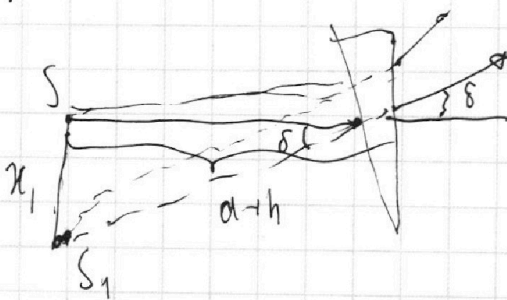
Четырехугольник $OAXB$ - вписанный $\Rightarrow \angle AXB = 180^\circ - \alpha$

В $\triangle AXB$: $180^\circ = \beta + \gamma + (180^\circ - \alpha) \Rightarrow \beta + \gamma = \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow \gamma = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} \Rightarrow \delta = n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1)\alpha =$$

$$= 0,07 \text{ рад}$$

2)



Путь с малым углом смещает картинку на x , но "внутренний" путь:

$$x_1 = (a+h) \tan \delta \approx (a+h) \delta =$$

$$= (a+h) (n_2 - 1) \alpha = 203,0,07 \approx$$

$$\approx 14,2 \text{ см}$$



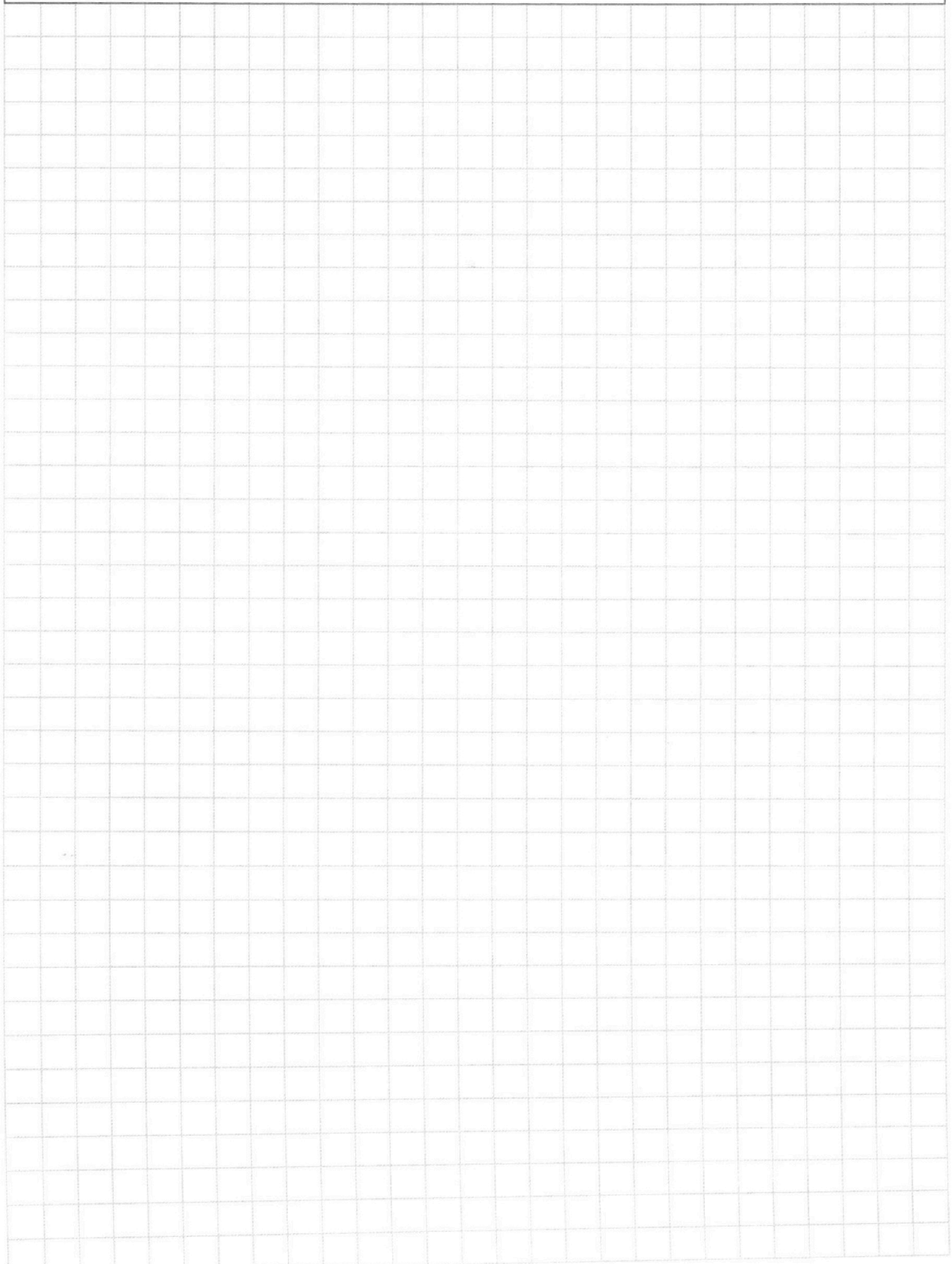
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



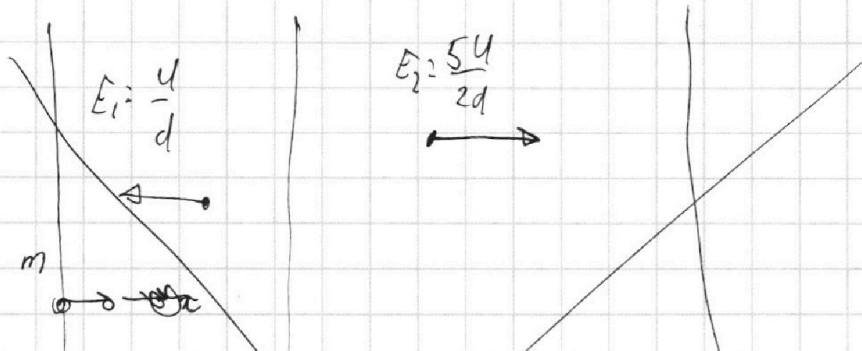
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) 2 34 ~~was ~~something~~ que ~~something~~~~

$$E, q = ma \Rightarrow a = \frac{E_1 q}{m} = \frac{U q}{d m}$$

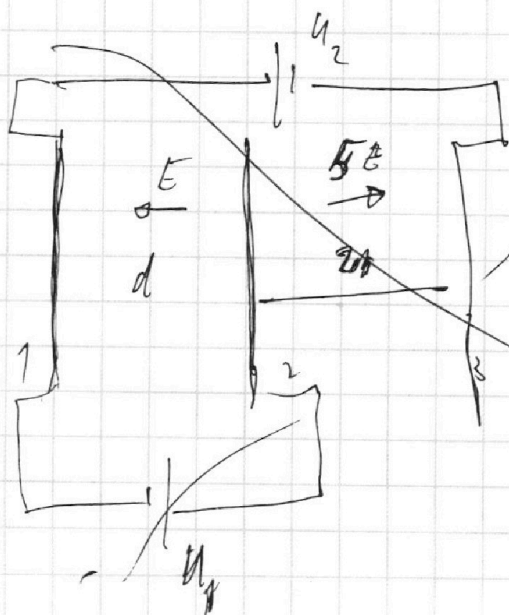
2) 3 6 7 que ~~something~~: $k_2 - k_1 = \Delta_{something} 1 \rightarrow 2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow k_2 - k_1 = -E_1 q d \Rightarrow k_2 - k_1 = E_1 d = U q$$

3) 3 6 7 que ~~something~~:

$$k_{1/3} - k_1 = -E_1 q \frac{d}{3} \Rightarrow \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -\frac{U q}{3} \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{U q}{3}$$

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



$$v_2 = v_1 + E_2 \cdot 2d$$

$$E_2 = \frac{5U}{2d}$$

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

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

$$E = kq, \quad E_1 = kq_1, \quad E_2 = kq_2$$

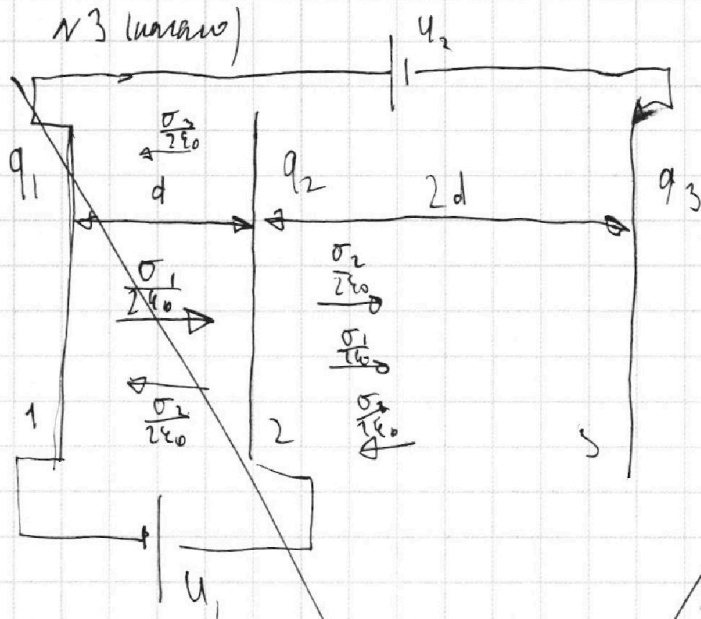
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Заметим, что $q_1 + q_2 + q_3 = 0$, т.е. используем закон сохранения заряда. Так как $s \gg d$, но конденсаторы длинные и плоские.

$$\epsilon_i E_i = \frac{q_i}{2\epsilon_0 s} = \frac{\sigma_i}{2\epsilon_0}$$

$$U_1 = \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3 d}{2\epsilon_0} = U$$

$$U_2 = \frac{\sigma_1 d}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2 d}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3 d}{2\epsilon_0} = -U$$

$$+ \frac{\sigma_2 \cdot 2d}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_1 \cdot 2d}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3 \cdot 2d}{2\epsilon_0} = 4U$$

Получаем систему:

$$\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 & (1) \\ U = \frac{d}{2\epsilon_0} (\sigma_2 - \sigma_1 + \sigma_3) & (2) \\ 5U = \frac{d}{\epsilon_0} (\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3) & (3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 & (1) \\ 2\epsilon_0 U = \sigma_2 - \sigma_1 + \sigma_3 & (2) \\ 5U \epsilon_0 = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 & (3) \end{cases}$$

Вычитая из (1) (3): $0 - 5U \epsilon_0 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1 - \sigma_2 + \sigma_3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sigma_3 = -\frac{5U \epsilon_0}{2d}$$

Возьмем (2) и (3): $\frac{7U \epsilon_0}{d} = \sigma_2 - \sigma_1 + \sigma_3 + \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sigma_2 = \frac{7U \epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 = -\sigma_2 - \sigma_3 = -\frac{7U \epsilon_0}{2d} + \frac{5U \epsilon_0}{2d} = -\frac{2U \epsilon_0}{2d} = -\frac{U \epsilon_0}{d}$$

Напряженность между пластинами $E_1 = \frac{U_1}{d}$