



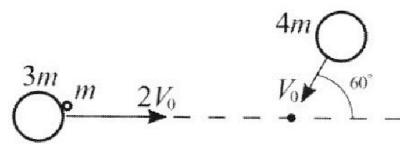
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 11-07

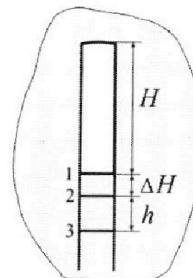
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $3m$, скорость $2V_0$, масса второй шайбы $4m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы m .



- 1) Наайдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
 - 2) На какую величину E_0 увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
 - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину $2E_0/5$ (см. предыдущий пункт задачи). Найдите модуль скорости одной шайбы относительно другой после такого удара.
- Движения шайб до и после удара поступательные. В ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

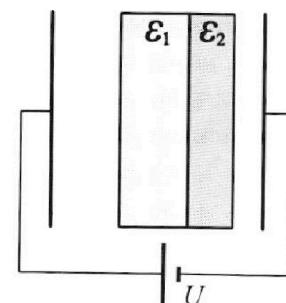
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину $H = 30$ см, температура установилась $t_1 = 17^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 77^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h = 10$ см. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти расстояние ΔH между первым и вторым уровнями.
- 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.

Примечание: давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 15$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 305$ мм. рт. ст.

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость $\epsilon_1 = 3$, толщина $d/2$, у другой пластины $\epsilon_2 = 4$, толщина $d/3$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



- 1) Найти напряженность электрического поля E в левом воздушном зазоре конденсатора.
- 2) Найти заряд Q положительно заряженной обкладки конденсатора.
- 3) Найти связанный (поляризационный) заряд q на границе соприкосновения пластин.

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

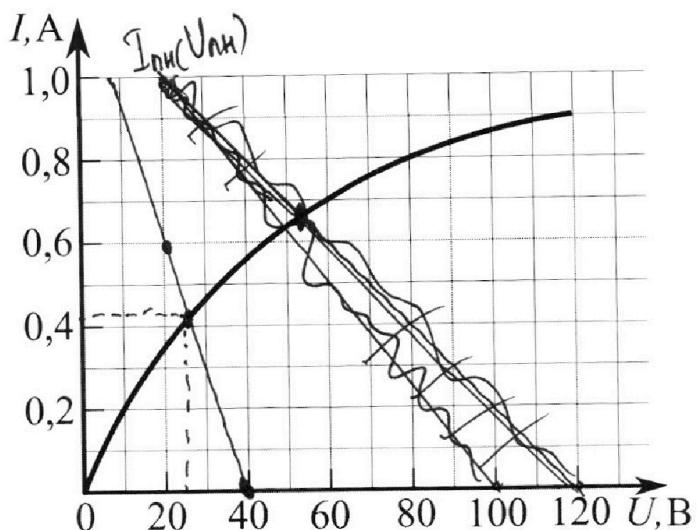
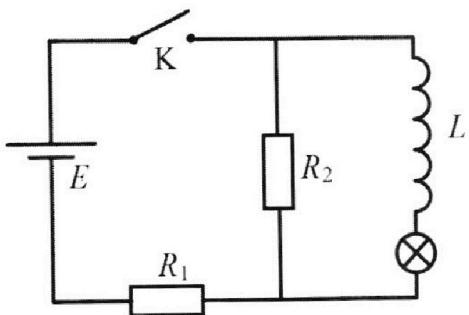
Вариант 11-07

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

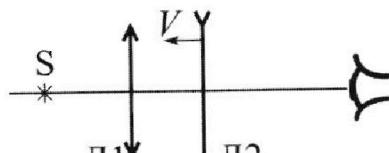


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,25 \text{ Гн}$, $E = 120 \text{ В}$, $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 50 \text{ Ом}$. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через R_1 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через катушку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через лампочку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = 20 \text{ см}$, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = -10 \text{ см}$. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 10 \text{ см}$ от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 1 \text{ см/с}$. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 20 \text{ см}$?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 20 \text{ см}$.

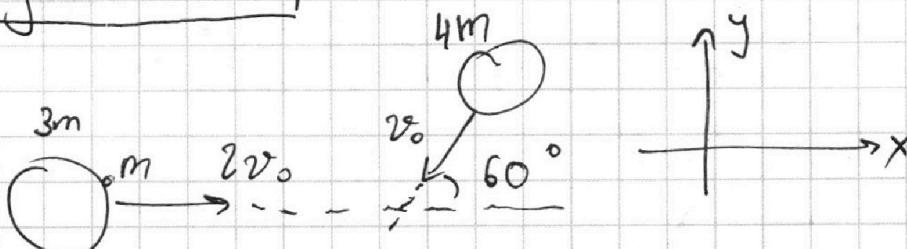


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

Задача № 1



Do столкновения.

Поскольку в т.р. в силу того, что поверхность
твёрдая, на шары на неё действует никаких втекущих
горизонтальных сил, то можно воспользоваться
(см законом сохранения импульса (далее - ЗСИ)).

Введем ось OX , направленную вправо и параллельную скорости шара $3m$ с массой m , и ось OY , перпендикулярную оси OX и направленную вверх (ниже рисунок).
Запишем ЗСИ: $OX: (3m+m)2v_0 + 4m(-v_0 \cos 60^\circ) = (3m+m+4m)v_x$, где v_x - скорость в сей системе "2 шара + пластинка", по оси OX (при этом v_x не обязательно > 0) после абсолютно неупругого (но условно, т.к. шары приключились) удара
ЗСИ по OY : $(3m+m) \cdot 0 + 4m(-v_0 \sin 60^\circ) = (3m+m+4m)v_y$, где v_y - скорость в сей системе "2 шара + пластинка" после удара (v_y не обязательно > 0)

Получаем систему ~~$\begin{cases} (3m+m)2v_0 + 4m(-v_0 \cos 60^\circ) = (3m+m+4m)v_x \\ (3m+m) \cdot 0 + 4m(-v_0 \sin 60^\circ) = (3m+m+4m)v_y \end{cases}$~~

$$\begin{aligned} & \left\{ \begin{array}{l} (3m+m)2v_0 + 4m(-v_0 \cos 60^\circ) = (3m+m+4m)v_x \\ (3m+m) \cdot 0 + 4m(-v_0 \sin 60^\circ) = (3m+m+4m)v_y \end{array} \right. \Rightarrow \\ & \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 8mv_0 - 4mv_0 \cos 60^\circ = 8mv_x \\ -4mv_0 \sin 60^\circ = 8mv_y \end{array} \right. \Rightarrow \\ & \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 8mv_0 - 4mv_0 \cdot \frac{1}{2} = 8mv_x \\ -4mv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8mv_y \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 6mv_0 = 8mv_x \\ -2\sqrt{3}mv_0 = 8mv_y \end{array} \right. \Rightarrow \\ & \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 3v_0 = 4v_x \\ -\sqrt{3}v_0 = 4v_y \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} v_x = 0,75v_0 \\ v_y = -(\sqrt{3}/4)v_0 \end{array} \right. \end{aligned}$$

cнр. § 1/13



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

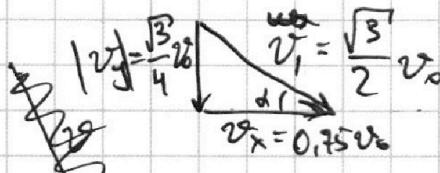
МФТИ

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

По теореме Пифагора модуль вектора скорости систе-
мы ~~после~~ после удара равен:

$$V_1 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\left(\frac{9}{16}\right) V_0^2 + \left(\frac{3}{16}\right) V_0^2} = \frac{2\sqrt{3}}{4} V_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0.$$

Таким образом, скорость направлена след. образом:



Поскольку $\frac{V_1}{V_0} = 2$, то $\angle d = 30^\circ$ (см. рисунок);
d - угол между \vec{V}_x и \vec{V}_1 ; угол между \vec{V}_x и \vec{V}_y ;

таким образом, $V_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$, V_1 направлена
вправо выше ного угла 30° к OX .

Разница энергий E_0 в начальном и конечном
состояниях E_0 будет равна - разности кинетиче-
ской энергии передней машины в 2 состояниях. ~~поскольку~~
~~потерянной~~ (т.е. при гашении по отб. к этой разности)

Изменение словесно, в первом (начальном) состоя-
нии суммарная кинетическая энергия $E_{K1} =$
 $= (3m+m) \cdot (2V_0)^2 + \frac{4m \cdot V_0^2}{2} = \frac{4m \cdot 4V_0^2}{2} + \frac{4mV_0^2}{2} =$
 $= 8mV_0^2 + 2mV_0^2 = 10mV_0^2$; во втором (после
столкновения) состоянии суммарная кинетическая
энергия $E_{K2} = \frac{(3m+m+4m) \cdot (\sqrt{3}/2 V_0)^2}{2} = \frac{8m \cdot (3/4) V_0^2}{2} =$
 $= 3mV_0^2$

Таким образом, $E_0 = -(E_{K2} - E_{K1}) = -(3mV_0^2 -$
 $- 10mV_0^2) = 7mV_0^2$.

(Т.к. по ЗСГ (здесь и далее - закону сохранения энергии)
 $E_{K1} = E_{K2} + E_0$, т.е. выделившаяся в результате изменения
кинетической энергии может на 100% -
пойти в выделенную энергию)

Для решения п.3 задачи предположим
систему отсчета центра масс системы "машина + машина"
В до столкновения произведена масса центра
работа $W_1 = 1 / \left(\frac{1}{4m} + \frac{1}{3m} \right) = 2m$, относительная
скорость V_{rel} ~~массы~~ относит. друг друга
рабта $V_{1,OTH}$.

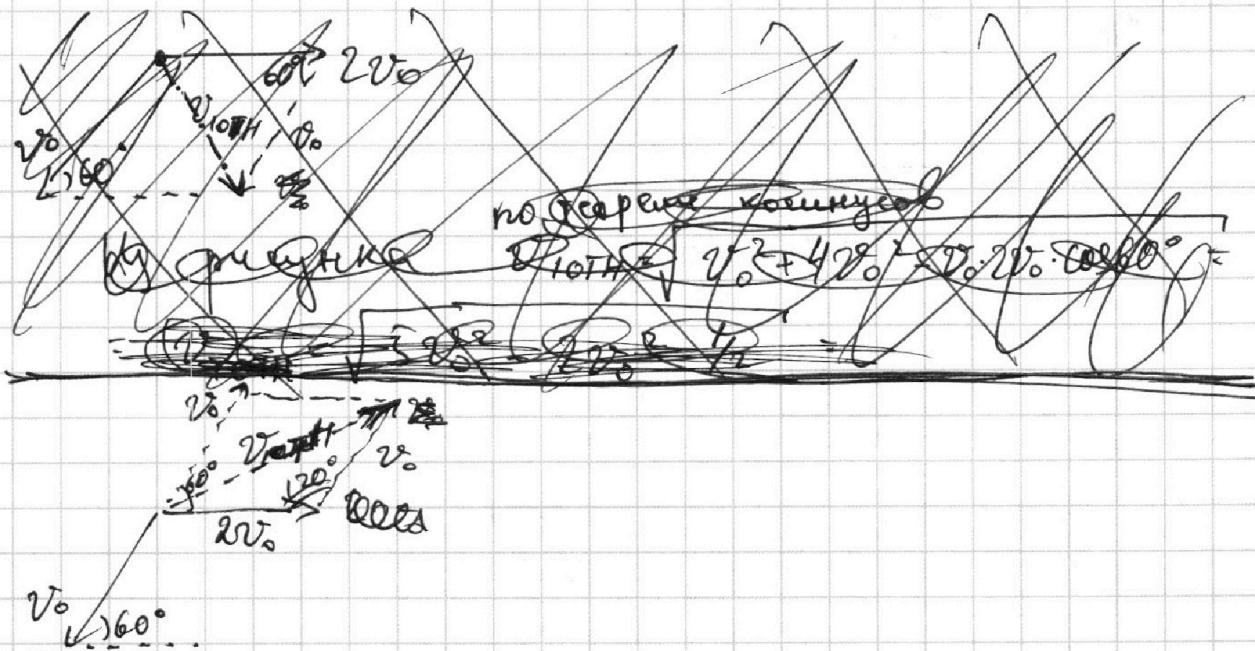
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



По т. коминусов из рисунка выше

$$v_{1,0\text{TH}} = \sqrt{4v_0^2 + v_0^2 - 2 \cdot v_0 \cdot 2v_0 \cdot \cos 120^\circ} = \\ = \sqrt{5v_0^2 + 4v_0^2 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{7} v_0.$$

~~После удара~~ Рассмотрим
приведенную массу $\mu_2 = 1 / \left(\frac{1}{3m} + \frac{1}{4m+m} \right) =$

$$= \frac{1}{\frac{1}{3m} + \frac{1}{5m}} = \frac{1}{\frac{5m+3}{15m}} = \frac{15m}{8}$$

Пусть $v_{2,0\text{TH}}$ — искомая скорость шарика
относительно земли. Тогда по закону сохранения энергии:

$$\frac{\mu_1 \cdot v_{1,0\text{TH}}}{2} = \frac{\mu_2 \cdot v_{2,0\text{TH}}}{2} + 2E_0/5.$$

$$\frac{2m \cdot \sqrt{7} v_0^2}{2} = \frac{(15m/8) \cdot v_{2,0\text{TH}}^2}{2} + 2mv_0^2 \cdot \frac{2}{5}$$

С.р. 3/13



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 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!

$$7mv_0^2 \cdot \frac{3}{5} = \frac{15m}{16} \cdot v_{20\text{TH}}^2$$

$$7mv_0^2 = \frac{15m}{16} \cdot \frac{5}{3} \cdot v_{20\text{TH}}^2$$

$$7v_0^2 = \cancel{20\text{млрд}} \frac{25}{16} v_{20\text{TH}}^2$$

$$\frac{7 \cdot 16}{25} v_0^2 = v_{20\text{TH}}^2$$

$$v_{20\text{TH}} = \frac{4\sqrt{7}}{5} v_0$$

- Ответ:
- 1) $v_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$
 - 2) $E_0 = 7mv_0^2$
 - 3) $v_{20\text{TH}} = \frac{4\sqrt{7}}{5} v_0$



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

Задача №2

В тригонометрических табличках Кельвина для
воды в трех состояниях: $t_1 = 12^\circ\text{C} \approx (17+273) \text{ K} = 290 \text{ K}$
~~табличка 1~~
~~табличка 2~~
~~табличка 3~~

$$t_2 = 77^\circ\text{C} \approx (77+273) \text{ K} = 350 \text{ K}$$

При решении за 5 шагов основания проблемы.

Задача: 1 состояние = вода на уровне 1;

2 состояния = вода на уровне 2;

3 состояния = вода на уровне 3.

Придел за P_{1B} - давление водяного пара в состоянии 1,

P_{1B} - давление оставшихся газов в сост. 1;

P_{2B} - давление водяного пара в сост. 2;

P_{3B} - давление водяного пара в сост. 3;

P_{3B} - давление оставшихся газов в сост. 3.

По условиям давление при переходе из сост. 1
в сост. 2 не меняется \Rightarrow по закону Дальтона

$$P_0 = P_{1B} + P_{1H} = P_{2B} + P_{2H}.$$

По уравнению Менделеева - Клапейрона и закону
Дальтона для состояний 1-3:

$$(P_{1B} + P_{1H})HS = 12Rt_1 \quad (\text{т.к. темп. изменили -> } t_2 \text{ - то})$$

$$(P_{2B} + P_{2H}) (H + \Delta H)S = 12Rt_2 \quad (\text{пар не меняется -> сконстантируется})$$

$$(P_{3B} + P_{3H}) (H + \Delta H + h)S = 12Rt_3 \quad (\text{конец } t_2 \text{ - переход } t_3 \text{ - тоже } \text{все})$$

т.к. изменились гидростатическое давление и молекулярное давление
и по условию давление во всех 3 состояниях постоянно и равно $P_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_0 = P_{1B} + P_{1H} = P_{2B} + P_{2H} = P_{3B} + P_{3H}.$$

То есть, получаем: $P_0HS = 12Rt_1$

$$(P_0(H + \Delta H))S = 12Rt_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{H}{H + \Delta H} = \frac{t_1}{t_2} \Rightarrow t_1(H + \Delta H) = Ht_2 \Rightarrow t_1H + t_2H = t_1\Delta H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H = H \frac{t_2 - t_1}{t_1} = 30 \text{ см.} \cdot \frac{350 \text{ K} - 290 \text{ K}}{290 \text{ K}} = 30 \text{ см.} \cdot \frac{60 \text{ K}}{290 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H = \frac{180}{29} \text{ см}$$

С.п. 5/13



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

По условию давление постоянное \Rightarrow в переходе между состояниями 2-3 объем увеличивается за счет испарения в водяной паре влаги. При этом когда объем превысит паростат (объем = объем части с газом), то в состоянии 3 водяной пар насыщает и $P_{3n} = P_2 = 305$ или $Pt \cdot c$.

Поскольку до перехода между состояниями 1-2 влагенный воздух находился состоящим зерна, то в состоянии 1 пар также насыщен, то есть $P_{1n} = P_1 = 15$ или $Pt \cdot c$.

В переходе 1-2 предыдущее давление сохраняется \Rightarrow процесс 1-2 изobarный и для водяного пара, и для оставшихся газов. Отсюда $P_{1n} = P_{2n}$ и $P_{1B} = P_{2B}$. Теперь примем за V_{12n} количество водяного пара в состояниях 1 и 2, за V_{3n} количество водяного пара в состоянии 3, за V_B количество оставшихся газов во всех трех состояниях (O_2NO , очевидно, постоянство).

Тогда по уравнению Менг.-Кн.:

$$P_{1B} HS = V_B R t_1$$

$$P_{2B} (H + \Delta H) S = V_B R t_2$$

$$P_{3B} (H + \Delta H + h) S = V_B R t_3$$

$$P_{1n} HS = V_{12n} R t_1$$

$$P_{2n} (H + \Delta H) S = V_{12n} R t_2$$

$$P_{3n} (H + \Delta H + h) S = V_{3n} R t_3$$

Отсюда:

$$P_{1n} HS = V_B R t_1$$

$$P_{1n} (H + \Delta H) S = V_B R t_2$$

$$P_{1n} (H + \Delta H + h) S = V_B R t_3$$

$$P_{1n} HS = V_{12n} R t_1$$

$$P_{1n} (H + \Delta H) S = V_{12n} R t_2$$

$$P_{1n} (H + \Delta H + h) S = V_{3n} R t_3$$

Следовательно:

$$\frac{P_1 (H + \Delta H) S}{P_2 (H + \Delta H + h) S} = \frac{V_{12n} R t_2}{V_{3n} R t_3} \Rightarrow \frac{V_{3n}}{V_{12n}} = \frac{P_2 (H + \Delta H + h)}{P_1 (H + \Delta H)}$$

При этом из того, что $(P_{2B} + P_{2n}) (H + \Delta H) S = V_{12n} R t_2$ и $(P_{3B} + P_{3n}) (H + \Delta H + h) S = V_3 R t_3$, то

$$\frac{H + \Delta H}{H + \Delta H + h} = \frac{V_{12n}}{V_3} = \frac{V_B + V_{12n}}{V_B + V_{3n}}$$

$$(P_{2B} + P_{2n}) (H + \Delta H) S = V_{12n} R t_2$$

$$(P_{3B} + P_{3n}) (H + \Delta H + h) S = V_3 R t_3$$

Получаем систему: $\begin{cases} P_1 (H + \Delta H) S = P_2 (H + \Delta H + h) S \\ V_B (H + \Delta H) + V_{12n} (H + \Delta H) = V_B (H + \Delta H + h) + V_{3n} (H + \Delta H) \end{cases} \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_B (H + \Delta H) + V_{12n} \frac{P_2 (H + \Delta H + h)}{(H + \Delta H) P_1} (H + \Delta H) = V_B (H + \Delta H + h) + V_{3n} (H + \Delta H) \Rightarrow$$

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!

$$\Rightarrow \gamma_{12n} P_2 (H + \Delta H + h) \cdot \frac{1}{P_1} = \gamma_B h + \gamma_{12n} (H + \Delta H + h) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_{12n} \frac{P_2}{P_1} (H + \Delta H + h) - \gamma_{12n} (H + \Delta H + h) = \gamma_B h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_{12n} (H + \Delta H + h) \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) = \gamma_B h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_B = \gamma_{12n} \frac{H + \Delta H + h}{h} \cdot \frac{P_2 - P_1}{P_1}$$

Из уравнений: $\begin{cases} P_0 HS = (\gamma_{12n} + \gamma_B) RT_1 \\ P_1 HS = \gamma_{12n} RT_1 \end{cases} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{\gamma_{12n} + \gamma_B}{\gamma_{12n}} = \frac{\gamma_{12n} \left(1 + \frac{H + \Delta H + h}{h} \cdot \frac{P_2 - P_1}{P_1} \right)}{\gamma_{12n}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 = P_1 \cdot \left(1 + \frac{H + \Delta H + h}{h} \cdot \frac{P_2 - P_1}{P_1} \right) =$$

$$= 15 \text{ мм рт. ст.} \cdot \left(1 + \frac{30 \text{ см} + \frac{180}{29} \text{ см} + 10 \text{ см}}{10 \text{ см}} \cdot \frac{305 \text{ мм рт. ст.} / 15 \text{ %}}{15 \text{ мм рт. ст.}} \right)$$

$$= 15 \text{ мм рт. ст.} \cdot \left(1 + \frac{40 \cdot 29 + 180}{290} \cdot \frac{290}{15} \right) =$$

$$= 15 \text{ мм рт. ст.} \cdot \left(1 + \frac{40 \cdot 29 + 180}{15} \right) =$$

$$= 15 \text{ мм рт. ст.} \cdot \frac{205 + 40 \cdot 29}{15} =$$

$$= (205 + 40 \cdot 29) \text{ мм рт. ст.} = (205 + 360 + 800) \text{ мм рт. ст.} =$$

$$= (1005 + 360) \text{ мм рт. ст.} \Rightarrow P_0 = 1365 \text{ мм рт. ст.}$$

Ответ: 1) $\Delta H = \frac{180}{29} \text{ см}$

2) $P_0 = 1365 \text{ мм рт. ст.}$



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

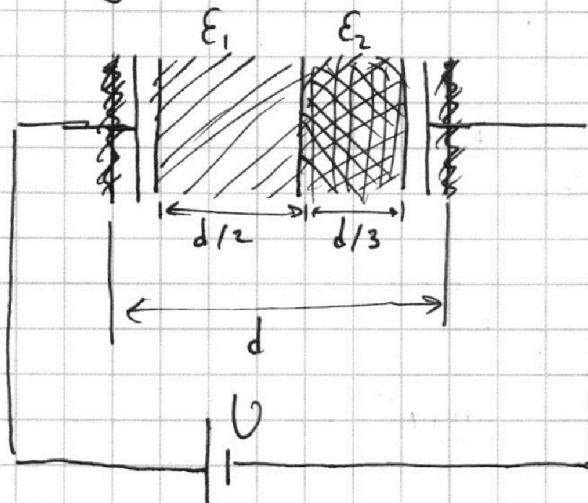
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

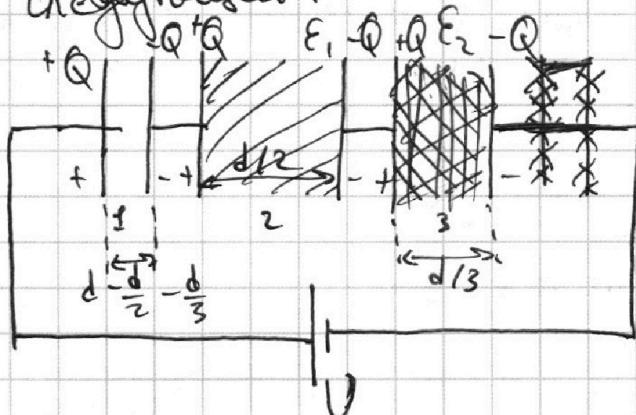
МФТИ

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

Zagara № 3



~~Задача~~ Данная схема ~~не~~ эквивалентна
следующей:



Емкость конденсатора 1 равна $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d - \frac{d}{2} - \frac{d}{3}} = \frac{6\epsilon_0 S}{d}$;
Емкость конденсатора 2 равна $C_2 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{d/2} = \frac{2 \cdot 3 \epsilon_0 S}{d} = \frac{6\epsilon_0 S}{d}$.

Емкость конденсатора 3 равна $C_3 = \frac{\epsilon_0 S}{d/3} = \frac{3\epsilon_0 S}{d}$.
~~Суммарная емкость~~ C_{Σ} - ~~одинаковая емкость~~ этих
3 конденсаторов

$$\frac{1}{C_{\Sigma}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{d}{6\epsilon_0 S} + \frac{d}{6\epsilon_0 S} + \frac{d}{12\epsilon_0 S} = \frac{5d}{12\epsilon_0 S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{\Sigma} = \frac{12\epsilon_0 S}{5d} .$$

ст. 8/13

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

~~Заряды конденсаторов q_1, q_2, q_3 одинаковы.~~

Заряд на ~~одном~~ конденсаторе
будет равен $q_{\Sigma} = C_{\Sigma} V = \frac{12 \epsilon_0 S V}{5d}$.

Напряженность поля в левом зазоре ~~будет~~
~~конденсатора~~ из условия ~~будет~~, ~~работы~~
Напряженность ~~внутри~~ конденсатора, ~~работы~~
эквивалентной схеме, ~~будет~~ есть:

$$E = \frac{q_{\Sigma}}{2\epsilon_0 S} = \frac{12 \epsilon_0 S V}{5d} \cdot \frac{1}{\epsilon_0 S} \Rightarrow E = \frac{12 V}{5d}$$

Заряд положительно заряженной (т.е. левой)
области конденсатора из условия будет
равен $Q = q_{\Sigma} = \frac{12 \epsilon_0 S V}{5d}$.

вернемся к исходной ситуации.

Число на левой части диэлектрика f ,
заряд q_1 , на ~~правой~~ стеке заряд q_2 ,
на правой части заряд q_3 .

Тогда по закону сохранения заряда $q_1 + q_2 + q_3 = 0$,

$$\text{Кроме этого, } \frac{q_1}{2\epsilon_1 \epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_1 \epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_1 \epsilon_0 S}$$

$$\frac{q_2}{2\epsilon_2 \epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_2 \epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_2 \epsilon_0 S}$$

$$\text{То есть: } \begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 - q_2 = 2Q \\ q_2 - q_3 = 2Q \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 + q_3 = 4Q \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{исходный } q_2 = -4Q \Rightarrow q_2 = -\frac{48 \epsilon_0 S V}{5d}.$$

$$\text{Ответ: 1) } E = \frac{12 V}{5d}; 2) Q = \frac{12 \epsilon_0 S V}{5d};$$

$$3) q = -\frac{48 \epsilon_0 S V}{5d}.$$

ГР. 9/13



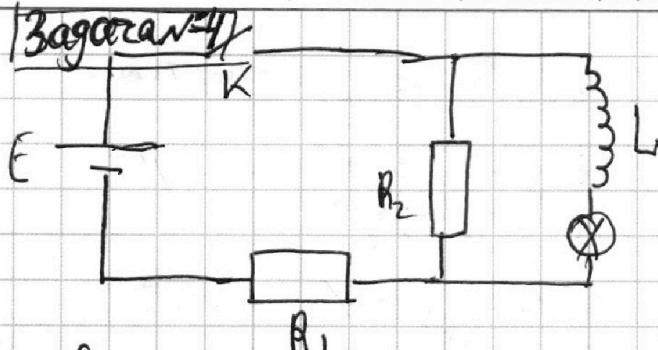
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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.



Справу после замінення котла ток зупер
безпоб C катушкою у мінімумі та підгирєт \Rightarrow
 $\Rightarrow I_{\text{н}} = \frac{E}{R + r} = \frac{120 \text{ В}}{100 \Omega + 0} = 1,2 \text{ А.}$

Справа после замыкания ключа Ток I_0 проходит через катушку L и витки N . Ток I_0 создает магнитное поле B , которое действует на проводник с силой $F = BIL$. В результате этого тока I_0 будет уменьшаться со временем. Согласно закону Фарадея-Максвелла, индукция магнитного поля изменяется со временем, что приводит к генерации ЭДС в катушке L . ЭДС генерации определяется по формуле $E = -N \frac{d\Phi}{dt}$, где $\Phi = B \cdot A$ — магнитный поток, A — площадь катушки.

$$U_{R2} = I_{10} \cdot R_2 \\ \text{To solve } L \frac{dI}{dt} = I_{10} R_2 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{I_{10} R_2}{L} = \frac{0,8A \cdot 50\Omega}{0,25\text{H}} = 160 \frac{A}{s}$$

В установленных решениях неоднократно отмечалось, что на результаты измерения тока на катодные установки влияет (т. н. «влияние к-та»).

При $R = 8$ амп. состояния ток I_{A2} : $\frac{R_2}{R_1 + R_2} I_A = \frac{8}{8 + 12} \cdot 20 = 8$ амп.

Наречие на пациент - (1) СИР. 10/13



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!

~~Точка пересечения двух линий с графиком~~
~~из условия находиться в точке~~ $I_{NH} = 0,55 A$, $I_{R2H} = 0,65 A$
~~Отсюда~~ $\frac{I_{R2H}}{R_{2H}} = \frac{U_{NH}}{R_2} = 1,1$

$$\text{По Току: } E = (I_{NH} + I_{R2H}) R_1 + I_{R2H} R_2 = (I_{NH} + I_{R2H}) R_1 + U_{NH}$$

$$U_{NH} = I_{R2H} R_2$$

$$I_{R2H} = \frac{U_{NH}}{R_2}$$

$$I_{NH} R_1 = E - U_{NH} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right)$$

$$I_{NH} = \frac{E - U_{NH} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right)}{R_1} \Rightarrow I_{NH} = \frac{120 - U_{NH} (2+1)}{100} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{NH} = 1,2 - 0,03 U_{NH}$$

При этом ~~данном~~ ~~данном~~ ~~данном~~ будет находиться
 на графике ~~на~~ на пересечении полученной
 функции $I_{NH}(U_{NH})$ и ~~линии~~ B/A линии
 из условия; это точка $U_{NH} \approx 25 V$; $I_{NH} \approx 0,45 A$.

Ответ: 1) $I_{10} = 0,8 A$

$$2) \frac{dI}{dt} = 160 \frac{A}{C}$$

$$3) I_{NH} \approx 0,45 A$$

ГСП: 11/13

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

Zagara № 51

Когда A_2 будет находиться вплотную к A_1 , то он также будет получаться из двух мин. Междуду будет равна ~~расстояние между~~ сумма отверстий. Тогда F_Σ то есть:

$$\frac{1}{F_\Sigma} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}, \text{ где } F_\Sigma - \text{суммарное расстояние}$$

существует мин. $\Rightarrow \frac{1}{F_\Sigma} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 F_2} \Rightarrow F_\Sigma = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2}$.

По формуле теневой минус:

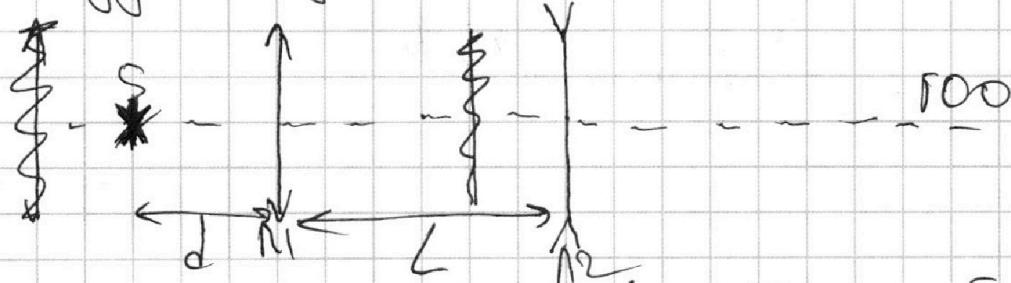
$$\frac{1}{F_\Sigma} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} \Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_\Sigma} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{d - F_\Sigma}{F_\Sigma d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{F_\Sigma d}{d - F_\Sigma} = \frac{F_1 F_2 d}{(F_1 + F_2)(d - \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2})} = \frac{20 \text{ см} \cdot (-10 \text{ см}) \cdot 10 \text{ см}}{(20 \text{ см} + 10 \text{ см}) \cdot (10 \text{ см} - \frac{20 \cdot (-10)}{20+10} \text{ см})}$$

$$= \frac{-200 \cdot 10}{10 \cdot (10 - \frac{-200}{10})} \text{ см} = \frac{-2000 \text{ см}}{10(10+20)} = \frac{-200}{300} \text{ см} = -\frac{20}{3} \text{ см},$$

т.е. изображение будет на расстоянии $\frac{20}{3}$ см слева от минуса мин.

Теперь решим задачу, когда расстояние между минусами:



изображение источника S собирающей линзы A_1 будет на расстоянии F_1 справа от A_1 . По формуле теневой минус (для A_1):

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{d - F_1}{F_1 d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{F_1 d}{d - F_1} = \frac{20 \text{ см} \cdot 10 \text{ см}}{10 \text{ см} - 20 \text{ см}} = \frac{200}{-10} \text{ см} = -20 \text{ см} \Rightarrow \text{изображение}$$

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!

менее меньше, находится на расстоянии
 $x_1 = 20 \text{ см}$ слева от мишени \Rightarrow на рассто-
длине $x_2 = 1 + x_1 = 40 \text{ см}$ слева от рассеива-
ющей мишенью 12.

По формуле Тоттова митуби (задача 12):

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{X} \Rightarrow \frac{1}{X} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{x_2} \Rightarrow \frac{1}{X} = \frac{x_2 - F_2}{x_2 F_2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow X = \frac{x_2 F_2}{x_2 - F_2} = \frac{40 \text{ см} \cdot (-10 \text{ см})}{40 \text{ см} + 10 \text{ см}} = \frac{-400}{50 \text{ см}} = -8 \text{ см} \Rightarrow$$

\Rightarrow изображение в 12 будет находиться слева
от мишени на расстоянии 8 см.

Пусть скорость изображения в 1 мишенью 99.

Прием направление к изображению от мишени положительное.

Тогда для 1-й митуби $\Gamma_1 = \frac{v_1}{d} = \frac{v_1}{\vartheta} \Rightarrow \vartheta_1 = \frac{\vartheta_1 v_1}{d} =$
 $= \frac{1(\text{см}/\text{с}) \cdot (-20 \text{ см})}{10 \text{ см}} = -2 \text{ см}/\text{с}.$

$$\text{Для 2-й митуби } \Gamma_2 = \frac{X}{x_2} = \frac{u}{v_1} \Rightarrow u = \frac{X v_1}{x_2} =$$
$$= \frac{-2(\text{см}/\text{с}) \cdot (-8 \text{ см})}{40 \text{ см}} = -2(\text{см}/\text{с}) \cdot \left(\frac{1}{5}\right) = +0,4 \text{ см}/\text{с}.$$

Ответ: 1) $|x_0| = + \frac{20}{3} \text{ см}$ (слева от мишени)
2) $|x| = 8 \text{ см}$ (слева от мишени 12),
3) $u = 0,4 \text{ см}/\text{с}.$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$E = (I_1 + I_2)R_1 + I_2 R_2 = (I_1 + I_2)R_1 + V_A \quad E = \frac{q}{2\epsilon_0 S} \quad E = \frac{12V}{10d}$$

Q

$$\begin{array}{c} \frac{d}{6} \\ \frac{d}{2} \\ \frac{d}{3} \\ \frac{d}{2a} \\ \frac{d}{2a} \\ \frac{d}{3a} \\ \frac{d}{2a} \end{array} \quad \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{array} \quad \begin{array}{c} U_A = I_2 R_2 \\ I_2 = \frac{U_A}{R_2} q_1 + q_4 = 0 \\ I_1 R_1 = E - U_A \left(\frac{q_1}{R_1} + 1 \right) \\ E = \frac{q}{2\epsilon_0 S} = \frac{12V}{10d} \\ I_1 = \frac{E - U_A \left(\frac{q_1}{R_1} + 1 \right)}{R_1} = \frac{q}{2\epsilon_0 S} = \frac{12V}{5d} \\ q = \frac{12\epsilon_0 S V}{5d} \end{array}$$

$$E_A = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_4}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_n = \frac{q_1}{8\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{8\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{8\epsilon_0 S} - \frac{q_4}{8\epsilon_0 S} \quad I_n = \frac{120 - U_n(2+1)}{8\epsilon_0 S}$$

$$E_n = \frac{q_1 - q_2 - q_3 - q_4}{8\epsilon_0 S} \quad -q_1, q_2, q_3, q_4 \quad I_n = \frac{120 - U_n(2+1)}{8\epsilon_0 S}$$

$$E \frac{d}{6} + E \cdot \frac{d}{3} + E \cdot \frac{d}{2} + E \cdot \frac{d}{4} \quad \boxed{\cancel{q_1}, \cancel{q_2}, \cancel{q_3}, \cancel{q_4}} \quad \boxed{\cancel{q_1}, \cancel{q_2}, \cancel{q_3}, \cancel{q_4}} \quad I_n = 1,2 - 0,08 U_n$$

$$\frac{d}{6} + \frac{d}{3} + \frac{d}{2} + \frac{d}{4} = \frac{5d}{12} \quad \frac{5d}{12} \left(\frac{E}{6} + \frac{E}{3} + \frac{E}{2} + \frac{E}{4} \right)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = Q \\ q_3 + q_4 = -Q \end{cases}$$

$$1,2 = 0,03 U_n$$

$$U_n = \frac{12}{0,03}$$

$$E \frac{E}{3} \frac{E}{4}$$

$$q_1 + q_2 = Q$$

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

$$q_2 - q_3 = D$$

$$q_{2n} = \epsilon q \quad q_{2n} = \frac{20}{6} \quad q_1 + q_2 + q_3 = \frac{20}{6}$$

$$\frac{120}{5d}$$

$$\frac{5E^2}{12} = U$$

$$E = \frac{12V}{5d} \quad \boxed{Q}$$

$$\begin{cases} q_1 - q_2 = Q \\ q_2 - q_3 = D \\ q_3 - q_4 = -Q \end{cases}$$

$$\frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{D}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{q_3 - q_4}{2\epsilon_0 S} = \frac{-Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q - Q$$

$$q_3 + q_4 = -Q$$

$$\boxed{q_2, q_3, q_4}$$

$$\boxed{q_1, q_2, q_3, q_4}$$

$$q_{10} = -q_{11} \quad q_9 = -q_{12}$$

$$q_2 = -q_3 \quad q_1 = -q_4$$

$$q_6 = -q_7 \quad q_8 = -q_5$$

$$q_{10} = -q_{11} \quad q_9 = -q_{12}$$