



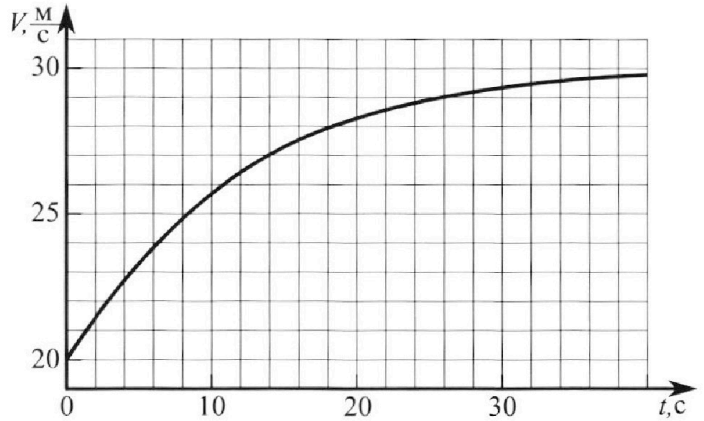
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $v_1 = 27$  м/с.

2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $v_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $v_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

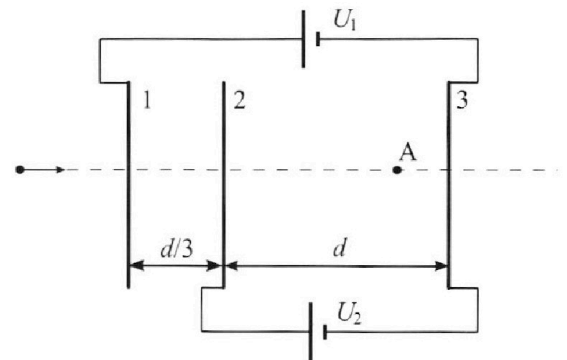
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите конечное давление в сосуде  $P$ . 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.

2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

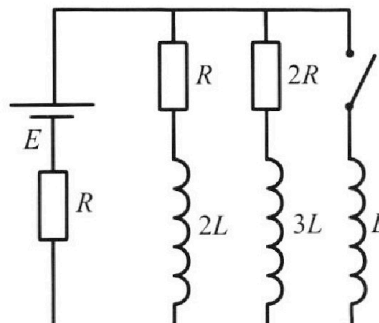
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  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  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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.

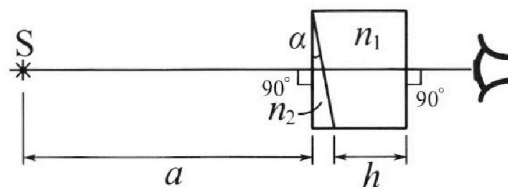


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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!

как и формулу:  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$  м. е.  $\frac{9600}{1}$   
 есть касательной к графику  $v(t)$ , м. е.  $\frac{dv}{dt}$

хотим узнать  $a(v)$ , мы находим касательную в точке с ординатой  $v$ , и узнаем угл. коэф.

Так, я нашел касательную и получил  $a \approx \frac{29 \frac{m}{c} - 23 \frac{m}{c}}{20,5c - 0c} = \frac{6 \frac{m}{c}}{20,5c} \approx 0,29 \frac{m}{c^2}$  первый вынос не успе-

завел  $a$  мы считаем, что в начале она не считалась, но  $P_{мотор} = P_{сопр} + P_{разгон}$ ;  $P_{мотор}$  - мощность от мотора;  $P_{сопр}$  - мощность, затраченная на сопр. возмущения;  $P_{разгон}$  - мощность на разгон;

в конце  $a = 0$  тогда  $P_{сопр} \text{ конек} = P_{сопр} \text{ к}$ ;

выражаем:  $P = F \cdot v$  тогда  $P_{мотор \text{ к}} = F_{сопр \text{ к}} \cdot v = 405 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с}$  (линейка к означаем зная величину в конце срезаемого);  $P_{мотор} = P_{сопр} + P_{разгон}$

$P_{мотор} = F_{сопр} \cdot v_1 + m \cdot a \cdot v_1$  ( $F_{разгон} = m \cdot a \cdot v_1$ )  
 и з.п. так-то  $F_{разгон} = m \cdot a$ ;  $F_{мотор} - F_{сопр} = m \cdot a$ , но мы

и обозначаем  $F_{разгон} = F_{мотор} - F_{сопр}$ ; тогда  $F_{сопр} \cdot v_1 = (P_{мотор} - m \cdot a \cdot v_1) / v_1 =$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

$$= \frac{405 \text{ Н} - 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{29 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 300 \text{ кг} \cdot 0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 450 \text{ Н} - 300 \cdot 0,28 \text{ Н} =$$

$$= 450 \text{ Н} - 84 \text{ Н} = 400 \text{ Н} - 34 \text{ Н} = \boxed{366 \text{ Н}}$$

(иногда  $29 \text{ м/с}$   
вместо  $29 \text{ м/с}$ )

масса найдена тем же способом по формуле

$$\frac{P_{\text{соед. } 29}}{P_{\text{мотор. } 29}} = \frac{F_{\text{соед. } 29}}{F_{\text{мотор. } 29}} = \frac{366 \text{ Н}}{450 \text{ Н}} = \frac{122}{150} = \frac{244}{300} = \frac{244+1}{300}$$

$$= \frac{81}{100} + \frac{1}{300} = 0,81(3) \approx \boxed{81,3\%}$$

ответ:  $0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 366 \text{ Н}; 81,3\%$

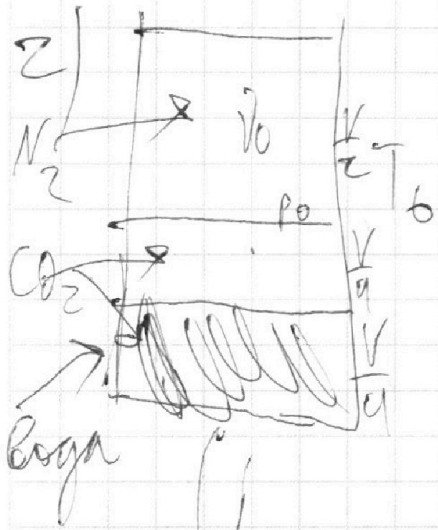
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



на ~~сверху~~  $V_0$  сверху - кол-во  $N_2$ ;

$V$  снизу - кол-во  $CO_2$ ;

масса  $N_2$  и  $CO_2$   $\frac{V_0}{V}$ ;

з.м-к.:  $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_0 R T_0$ ;

$p_0 \cdot \frac{V}{4} = (\nu - \Delta \nu) R T_0$ ;  $\Delta \nu$  - расмб  $CO_2$ ;

$\Delta \nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$ ;  $p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T_0 - k p_0 \cdot \frac{V}{4} R T_0$ ;

$\nu R T_0 = p_0 \cdot \frac{V}{4} (1 + k R T_0)$ ;

$\varphi = \frac{\nu_0}{\nu} = \frac{\nu_0 R T_0}{\nu R T_0} = \frac{p_0 \cdot \frac{V}{2}}{p_0 \cdot \frac{V}{4} (1 + k R T_0)}$

$= \frac{2}{1 + k R T_0} = \frac{2}{1 + 0,6 \cdot 10^3 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{2}{9}} = \frac{2}{\frac{47}{20}}$

$= \frac{40}{47} = \frac{1}{\frac{47}{40}} = \frac{1}{\frac{7}{5}} = \frac{5}{7}$

Если же  $CO_2$  не считаем за  $CO_2$  (а считаем  $\delta/k$ ), то  $\varphi = \frac{\nu_0}{\nu - \Delta \nu} = \frac{p_0 \cdot \frac{V}{2}}{p_0 \cdot \frac{V}{4}} = 2$ ; номер 2)

при температуре  $T$  весь  $CO_2$  не в воде;  
если  $V$ :  $V_x = V - \frac{V}{6} - \frac{V}{9} = V \left( \frac{12 - 2 - 3}{12} \right) = \frac{7}{12} V$ ; масса

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!

сравнение смеси - сравнение  $\rho_{\text{смеси}}$  с  $\rho_{\text{воздуха}}$  (равенство через  
формулу  $\rho_{\text{смеси}} = \frac{m}{V}$  по ф. Дальтона (парци. давления):

$$\text{масса } p_1 \cdot \frac{V}{12} = \nu RT; \quad p \cdot \frac{V}{6} = \nu_0 RT.$$

$p_1 = p - p_{\text{атм}}$ ; м.к. нормируем в смеси (по условию же

принимая  $p_0$  как давление от  $N_2$ , масса  
смеси от  $\text{CO}_2$ ); масса  $\frac{(p - p_{\text{атм}}) \frac{V}{12}}{p \cdot \frac{V}{6}} = \frac{\nu RT}{\nu_0 RT} =$

$$= \frac{47}{140}; \quad \frac{(p - p_{\text{атм}}) \frac{V}{12}}{p \cdot \frac{V}{6}} = \frac{47}{140}; \quad p - p_{\text{атм}}$$

$$1 - \frac{p_{\text{атм}}}{p} = \frac{47}{140}; \quad \frac{p_{\text{атм}}}{p} = \frac{140 - 47}{140} = \frac{93}{140}; \quad p = \frac{140}{93} p_{\text{атм}}$$

используем: давл. смеси  $p_{\text{атм}}$ ; м.к.  $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$

$$\text{Смесь: } \frac{40}{47}; \quad \frac{140}{93} p_{\text{атм}}$$

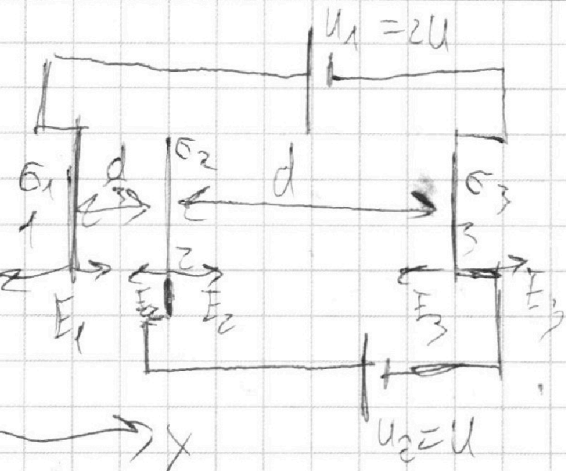
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



раз  $U_1 = 2U$   
 потенциал не является  
~~равным во всех~~

~~равно~~  $q_1, q_2, q_3$  могут  
 заряды на пластине не

равны. Потенциал не  
 может быть

Без пластин:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \text{const}$  тогда  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 > 0$ ; т.е.  $E_1, E_2, E_3$  от них

поэтому  $E_{2x1} = E_1 - E_2 - E_3$  ~~средняя по x~~ между 1 и 2;

где  $Ox$  на пластине;  $E_{2x2} = E_1 + E_2 - E_3$  ~~средняя~~ между 2 и 3;

на пластине т.к. поле строго направлено; т.е.

векторы поля их складываем. тогда заряды

по ~~тому~~ закону сохранения заряда  $\Rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$  по  $z$ ;

$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\epsilon_0} = 0$ ;  $E_1 + E_2 + E_3 = 0$

Тогда  $U = Ed$  тогда по II з. Кирхгофа

$U_1 = E_{2x1} \cdot d = E_1 \cdot d - E_2 \cdot d - E_3 \cdot d$ ;  $U_2 = E_{2x2} \cdot d$ ;  $E_{2x2} = \frac{U}{d}$ ;  
 $(0 - 2E_3) = \frac{U}{d}$ ;  $E_3 = -\frac{U}{2d}$ ; т.е. заряды  $E_3$  к пластине  $\sigma_3 < 0$ ;

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$U = U_1 - U_2 = E_{2x1} \cdot \frac{d}{3} \cdot (0 - 2E_2 - 2E_3) \cdot d = \frac{3U}{d},$$

$$2E_2 = -E_3 - \frac{3U}{2d} = \frac{U}{2d} - \frac{3U}{2d} = -\frac{U}{d}, \text{ тогда } E_1 =$$

$$= -E_2 - E_3 = \left( \frac{U}{2d} + \frac{3U}{2d} \right) - E_3 = \frac{3U}{2d}; \text{ тогда } \sigma_1 > 0, \sigma_2, \sigma_3 < 0;$$

но это не так, это не вышло; тогда 1)  $\sum \sigma \cdot M = E_3 / (\epsilon_0 \epsilon_3 H)$

$$a_{\Sigma M} = \frac{E \cdot q}{2 \times 2} = \frac{Uq}{d}, a_{2x} = \frac{Uq}{md} > 0; a_3 = \frac{Uq}{md};$$

$$2) K_3 - K_2 = A_{23} = E_{2x2} \cdot q \cdot d = Uq;$$

$$3) \text{Изменим } v_2; \text{ З(т): } \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + E_{2x1} \cdot \frac{q \cdot d}{3} + E_{2x2} \cdot \frac{q \cdot 2d}{3}$$
$$= \frac{mv_0^2}{2} + Uq = U \cdot q \cdot \frac{2}{3} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{Uq}{3}; v_2 = \sqrt{v_0^2 + \frac{2Uq}{3m}}$$

нужно это все максимум 1  $E_3 = -E_1 + E_2 + E_3 = 0$   
м.д. А сов. только между 1 и 2 и между 2 и 3



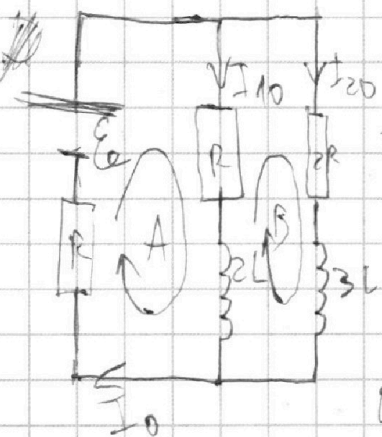
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

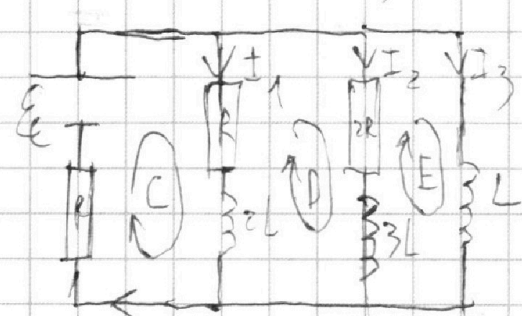


До замыкания ключа решим бы-  
-те уравнения по узлам; масса  
тока  $I_{10}$  (через  $2L$ ) и  $I_{20}$  (через  $2R$ )  
не меняются; напряжение  
на катушке равно  $-(L\dot{I}) = LI$  - то

емкость на обеих катушках  $U=0$ ; из  $I$  закона Кирхгофа  
 $I_0 = I_{10} + I_{20}$ , где  $I_0$  - ток через источник.  $I$  закона Кирхгофа  
для контуров A и B (связи на рисунке):

$$\begin{cases} E_0 = R \cdot I_0 + R \cdot I_{10} \\ 0 = 2R \cdot I_{20} - R \cdot I_{10} \end{cases} \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}; \quad I_0 = I_{10} + I_{20} = 3I_{20}$$

$$E_0 = 3I_{20} \cdot R + 2I_{20} \cdot R = 5I_{20} \cdot R \Rightarrow I_{20} = \frac{E_0}{5R}$$



кнопку замыкаем; напомним ток  
 $I, I_1, I_2, I_3$  как показано на рисунке  
зададим  $I_3(0)$ . Заметим, что  
 $I_3(0) = 0; I_2(0) = I_{20}; I_1(0) = I_{10}$

сразу - момент замыкания ключа. Эти три равенства бу-  
-дут, так как ток через катушку мгновенно изменился  
не можем решить. Они верны все, как и до замыка-  
ния. масса  $I$  по Кирхгофа для внешнего контура  
 $E_0 - L - R: E_0 - LI_3(0) = I(0) \cdot R; I(0) = I_1(0) + I_2(0) + I_3(0) =$

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!

$$= 3I_{20} = \frac{3\epsilon}{5R}. \quad \epsilon - LI_3(0) = \frac{3\epsilon \cdot R}{5R}. \quad LI_3(0) = \frac{2\epsilon}{5}$$

$I_3(0) = \frac{2}{5} \frac{\epsilon}{L}$  ; ~~и далее найдем, что через~~  
Без. движение электрона  $I_2(t) = I_1(t) = 0$

и к. катушки  $L$  смещем по цепи перемещением  
тока выходящим зарядом через  $z$ . ~~здесь~~  $I_1$  и  $I_2$  ~~катушки~~

где катушка  $E$ :  ~~$z \frac{dI_3}{dt} - 3 \frac{dI_2}{dt} = -2I_2 R$~~   $LI_3' + 3LI_2' = -2I_2 R$

где  $L \left( \frac{dI_3}{dt} - 3 \frac{dI_2}{dt} \right) = z \frac{dq_2}{dt}$ ; где  $dq_2$  - заряд  
прошедший через  $z$  за  $dt \rightarrow 0$  тогда  $L(dI_3 - 3dI_2) =$

$= dq_2$ ; интегрируем от  $t=0$  до  $\infty$ :  $\frac{L}{zR} (I_3(\infty) - I_3(0) -$   
 $- 3I_2(\infty) + 3I_2(0)) = \Delta q_2$ ; ~~где~~  $I_3(\infty) = I_3(0)$  в стационарном  $t$ .

$I_3(\infty) = I_3(0)$ , з.п. катушка где ток катушка =  $\epsilon = I_3(\infty)$

$I_3(\infty) = \frac{\epsilon}{R}$ ,  $I_3(0) = 0$ ,  $I_2(\infty) = 0$ ,  $I_2(0) = \frac{\epsilon}{5R}$ ;  $\Delta q_2 =$

$$= \frac{L}{zR} \left( \frac{\epsilon}{R} + 3 \cdot \frac{\epsilon}{5R} \right) = \frac{\epsilon L \cdot 8}{R^2 \cdot 2.5} = \frac{4}{5} \frac{\epsilon L}{R^2}$$

Ответ:  $\frac{\epsilon}{5R}$ ,  $\frac{2}{5} \frac{\epsilon}{L}$ ,  $\frac{4}{5} \frac{\epsilon L}{R^2}$

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

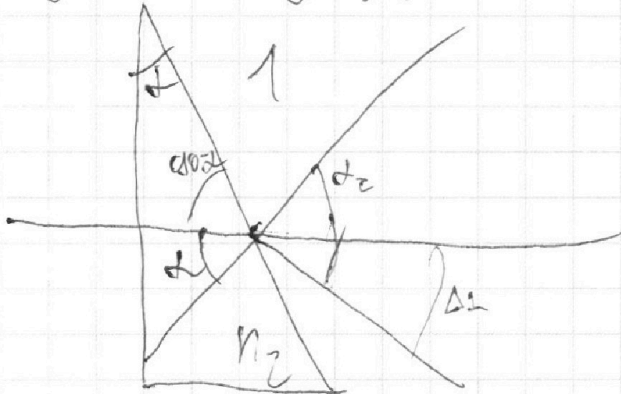
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

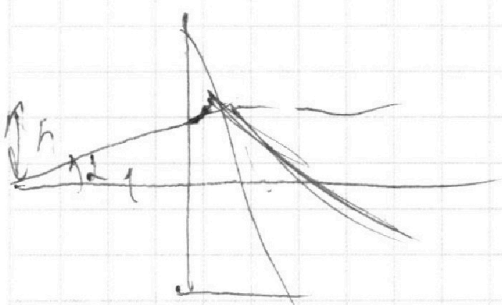
1, 2 муршам:  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 1,6$   $\Delta d$   $d_1 = 0,05$   $d_2 = 0,03$



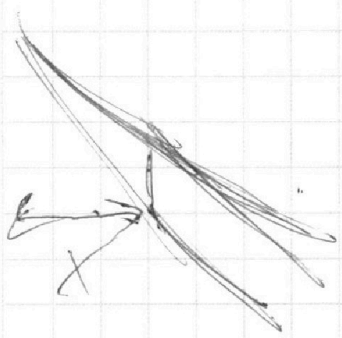
2 - угол к нормали:  
мощь  $n_2 \cdot \alpha_2 = 1 \cdot \alpha$   
м.к.  $\sin \alpha \approx \alpha$  при малых  $\alpha$   
мощь  $\alpha \cdot d_2 = n_2 \cdot \alpha_2$ ;  $\Delta d = d_2 - d_1 =$

$$= (n_2 - 1) d_2 = (1,6 - 1) 0,05 \text{ рад} = 0,03 \text{ рад}$$

мощь  $\alpha_2$   $d_2$ ; угол  $\alpha$   $d_1$   
 $\Delta d = d_2 - d_1$  к нормали, а до  $n =$



$$= a_2 \alpha_1; a_1 \alpha =$$



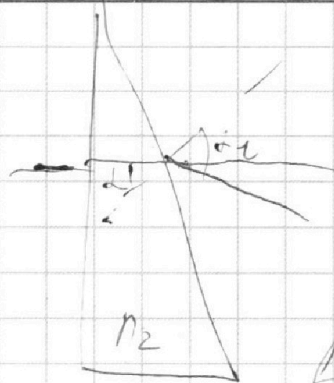
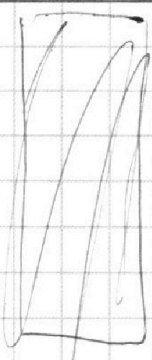
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

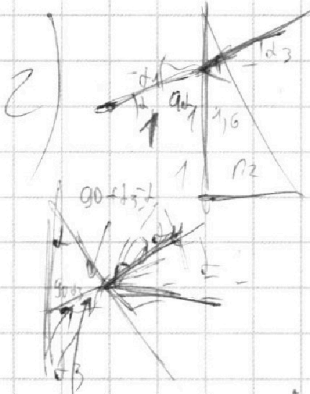


$$d \cdot n_2 = d_2 \cdot n_1$$

$$d_2 = 16 \cdot 0,05 \text{ рад} = 0,08 \text{ рад}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{16}{10} = 1,6$$

$$d = 0,03 \text{ рад}$$

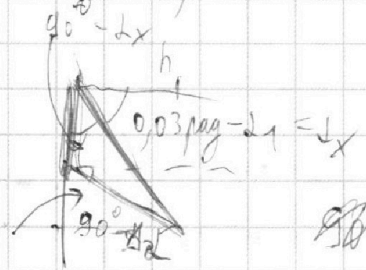
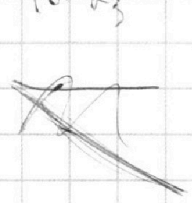


$$n_2 d_3 = d_1 \cdot n_1$$



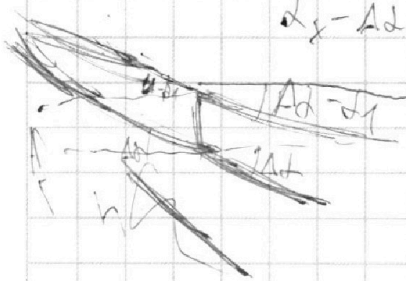
$$d_1 \cdot n_2 - d_1 - d = 0,03 \text{ рад} - d_1$$

$$d_4 = n_2(d - d_3) = n_2 d - d_1 = 1,6 \cdot 0,05 \text{ рад} - d_1$$



$$h \cdot \cot(\alpha_2) - h \cdot \cot(\alpha_1) = a d_1$$

$$h = \frac{a d_1}{d_2 - d_1} = \frac{a d_1}{0,05 \text{ рад} - 0,03 \text{ рад}}$$



$$h \cdot \cot(\alpha_2) - h \cdot \cot(\alpha_1) = a d_1$$

$$h d_1 = a d_1 \quad h = a \cdot k \quad k = h \Delta d =$$

$$= 0,03 \text{ рад} = 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$$

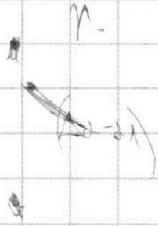
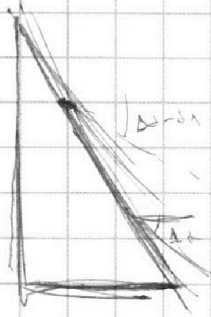
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$n_1 d_2 = n_2 d_1$$

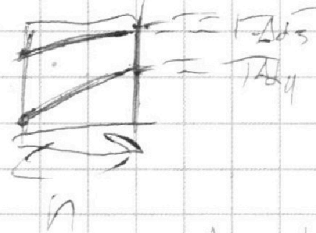
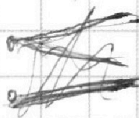
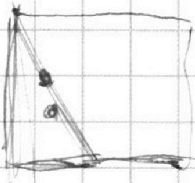
$$d_2 = \frac{n_2}{n_1} d_1$$

$$\Delta d = d_1 - d_2 = d_1 \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) = \frac{d_1(n_1 - n_2)}{n_1} = \Delta d$$

$$(d_1 - d_2) n_2 = n_1 d_x$$

$$d_x = \left(d_1 - \frac{d_1 n_2}{n_1}\right) \frac{n_2}{n_1}$$

$$= d_1 \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{n_1} \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) n_2$$



$$\Delta h = \Delta h_1 - \Delta h_2 = d_1 a - \frac{d_1 \cdot h}{n_1}$$

$$\Delta h_1 = d_1 a + \left(\Delta d - \frac{d_1}{n_1}\right) \cdot h$$

$$\Delta d_3 = n_1 \left(\Delta d - \frac{d_1}{n_1}\right), \Delta d_4 = n_1 \Delta d$$

$$t \cdot n_1 \Delta d - t \cdot n_1 \left(\Delta d - \frac{d_1}{n_1}\right) = d_1 \left(a - \frac{h}{n_1}\right)$$

$$t \cdot d_1 = a - \frac{h}{n_1}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$\sigma_1 - 10\sigma_3 + \sigma_3 = 0, \quad \sigma_1 = 9\sigma_3, \quad 9\sigma_3 - 10\sigma_3 - \sigma_3 = 2\epsilon\epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad \sigma_3 = -\epsilon\epsilon_0 \frac{U}{d}$$

$$\sigma_1 + 10\sigma_3 - \sigma_3 = -\frac{q}{2\epsilon\epsilon_0} \frac{U}{d}, \quad 18\sigma_3 = -\frac{qU}{2\epsilon\epsilon_0 d}, \quad \sigma_3 = -\frac{qU}{36\epsilon\epsilon_0 d}$$

$$\sigma_2 = 10\epsilon\epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad \sigma_1 = -9\epsilon\epsilon_0 \frac{U}{d}$$

$$F_{2x} \cdot g = \frac{Uq}{d}, \quad a = \frac{Uq}{md}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} + E_{1x} g \frac{d}{3} = k_2$$

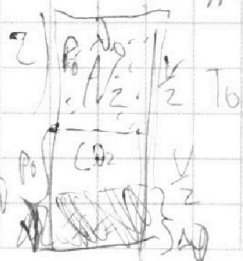
$$\frac{m\omega_0^2}{2} + E_{1x} g \frac{d}{3} + E_{2x} \cdot g \cdot d = k_3$$

$$k_3 - k_2 = E_{2x} g d = Uq$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} + E_{1x} g \frac{d}{3} + E_{2x} \cdot g \cdot \frac{2d}{3} = \frac{m\omega_2^2}{2}$$

$$\omega_2^2 = \omega_0^2 + \frac{2g d}{m} \left( \frac{E_{1x}}{3} + E_{2x} \cdot \frac{2}{3} \right) = \omega_0^2 + \frac{2g d}{m} \cdot \left( -\frac{3U}{d} + \frac{U}{d} \cdot \frac{2}{3} \right)$$

$$= \omega_0^2 + \frac{2g d}{m} \left( -\frac{7U}{3d} \right) = \omega_0^2 - \frac{14gU}{3m}$$



$$373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$$

$$p_0 \frac{V}{2} = 2p_0 V_0; \quad \Delta V = k p_0 \frac{V}{4}$$

$$(p - \Delta p) \cdot RT_0 = p_0 \frac{V}{4}$$

$$2(p - \Delta p) = p_0 \left( \frac{V_0 = 2}{V - \Delta V} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$p \frac{V}{6} = 6 p_0 RT;$$

$$p \frac{V}{4} = 2 p_0 RT_0;$$

$$\frac{p_0 RT_0}{p} = \frac{2 RT_0}{6 RT} = \frac{1}{3} = \frac{1}{4} \cdot 1.119$$

$$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{6} = \frac{3V}{4} - \frac{V}{6} = \frac{9V}{12} - \frac{2V}{12} = \frac{7V}{12}$$

310373  
337  
334  
373  
1119  
2924  
309963

*Решение*

$$p \frac{7V}{12} = p_0 RT;$$

$$\frac{7V}{12} (p - p_{atm}) = \nu RT = \left( \frac{V_0}{2} + \Delta V \right) RT =$$

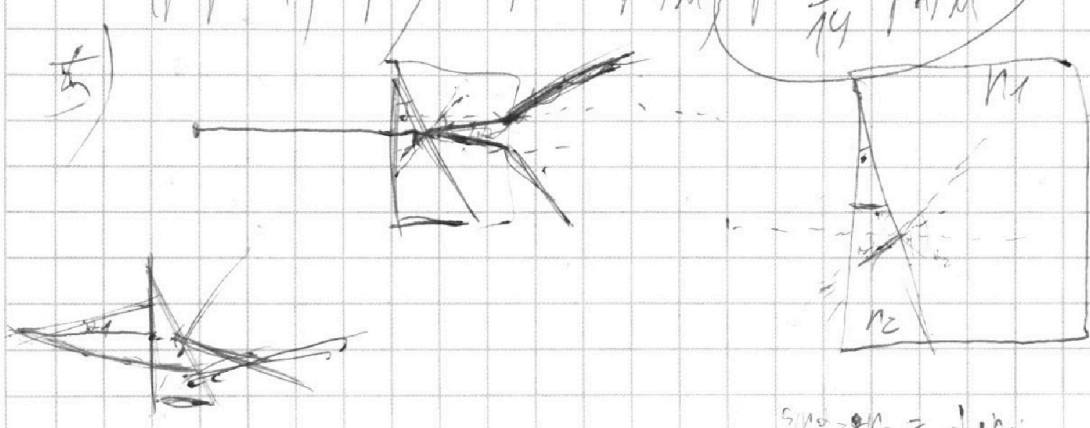
$$= \left( \frac{V_0}{2} + \frac{k p_0 V}{4} \right) RT; \quad \frac{(p - p_{atm}) 7V}{12} = \left( \frac{V_0}{2} + \frac{k p_0 V}{4} \right) RT = \frac{V_0 + \frac{k}{2} V_0 RT_0}{6 p_0}$$

$$= \frac{1}{6} + \frac{k}{6} RT_0$$

$$= 1 + 0,6 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль}} =$$

$$= \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{1800}{20} \right) = \frac{1}{6} \cdot \frac{2004}{20} = \frac{2004}{120} = \frac{167}{10} = \frac{167}{10} \cdot \frac{15}{15} = \frac{2505}{150}$$

$$15(p - p_{atm}) = p \quad \Rightarrow 14p = 15 p_{atm} \quad \Rightarrow p = \frac{15}{14} p_{atm}$$



$$\frac{19}{4} \cdot 3 =$$

$$= \frac{9}{20} \cdot 3 =$$

$$= \frac{27}{20}$$

$$510 \cdot 20 \cdot 12 = 2 \cdot n_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$\frac{29 \mu\text{с} - 23,6 \mu\text{с}}{20,8 \text{с}} = \frac{5,4 \mu\text{с}}{20,8 \text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 540 \\ 415 \\ \hline 1240 \\ 1040 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\frac{208}{0,25} = 832$$

$$\frac{405}{9} = 45$$

$$\frac{30}{3} = 10$$

$P = F_k \cdot v$ .  $P_k = F_k \cdot v = 405 \text{ Н} \cdot \frac{30 \mu\text{с}}{10} = 12150 \text{ Вт}$

$F - F_c = m a$ ;  $F = m a + F_c$ ;  $P_{01} = (m a + F_c) v_1 = 12150 \text{ Вт}$

$m a + F_{c1} = \frac{12150 \text{ Вт}}{27 \mu\text{с}} = 450 \text{ Н}$

$300 \text{ кг} \cdot 0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + F_{c1} = 450 \text{ Н}$

$F_{c1} = 450 \text{ Н} - 84 \text{ Н} = 400 \text{ Н} - 34 \text{ Н} = 366 \text{ Н}$

$$\frac{366}{450} = 0,813$$

$405 \cdot 3 = 1215$ ;  $1215 \cdot 10 = 12150$ ;  $12150 / 1000 = 12,15$



$q_1 + q_2 + q_3 = 0$ ;  $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$

$q = \epsilon \epsilon_0 E$ ;  $q = \epsilon \epsilon_0 \frac{U}{d} = \epsilon \epsilon_0 \frac{U}{d}$

$E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0}$ ;  $F_{\text{пл}} = \frac{\sigma^2}{2 \epsilon \epsilon_0}$

$F_{\text{пл}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2 \epsilon \epsilon_0}$ ;  $F_{\text{пл}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2 \epsilon \epsilon_0}$ ;  $U = \frac{U_0}{d}$

$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = 2 \epsilon \epsilon_0 \frac{U}{d}$ ;  $U = \frac{U_0}{d}$ ;  $F_{\text{пл}} = \frac{U}{d}$ ;  $F_{\text{пл}} = \frac{U}{d}$

$\sigma_2 - \sigma_3 = -q$ ;  $\sigma_2 = -100$ ;  $\sigma_3 = -20$



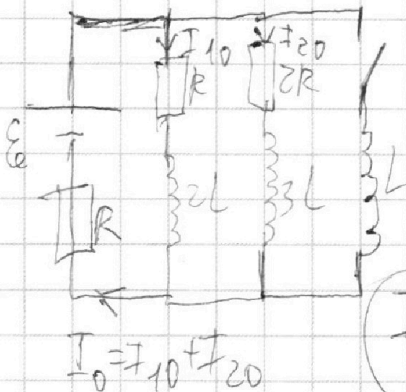
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$(I_{10} + I_{20}) \cdot R + I_{10} R = \mathcal{E}$$

$$I_{20} \cdot 2R = I_{10} \cdot R \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

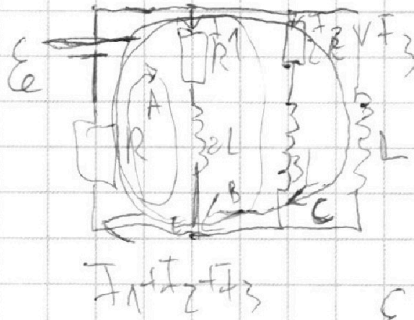
$$I_0 = 3I_{20}, \quad \mathcal{E} = I_{20} \cdot 2R + 3I_{20} \cdot R = 5I_{20} R$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}, \quad \text{причем тогда } \mathcal{E} - LI_1' = \frac{3\mathcal{E} \cdot R}{5R}$$

$$LI_1' = \frac{5\mathcal{E}}{5} - \frac{3\mathcal{E}}{5} = \frac{2\mathcal{E}}{5}$$

$$I_1' = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$$

$I_3$  — коэффициент при  $\Delta, B, C$



~~$$\mathcal{E} - 2LI_1' = R(I_1 + I_2 + I_3)$$~~

~~$$\mathcal{E} - 3LI_2' = R(I_1 + 3I_2 + I_3)$$~~

$$\mathcal{E} - LI_3' = R(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$\mathcal{E} - 2LI_1' = I_1 R + \mathcal{E} - LI_3', \quad L\left(\frac{I_3'}{3} - 2I_1'\right) = I_1 R$$

$$R \cdot L I_3' - 3LI_2' = 2I_2 R \Rightarrow I_3' = I_1 R + 2I_2', \quad dI_3' = I_1 R dt + 2dI_2'$$

$$\Delta I_3' = 3\Delta I_2' + 2I_2' \frac{R}{L}; \quad \Delta I_3' = 3\Delta I_2' + 2dq_2 \frac{R}{L}$$

$$\Delta I_3' = 3\Delta I_2' + \frac{2R}{L} \Delta q_2, \quad \Delta q_2 = \left( \Delta I_3' - 3\Delta I_2' \right) \frac{L}{2R} = \frac{L}{2R} \left( \frac{I_3}{3} + 3\mathcal{E} \right) - I_1$$

$$\Delta q_2 = \left( \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{5R} \right) \cdot \frac{L}{2R} = \frac{8\mathcal{E} \cdot L}{5R \cdot 2R} = \frac{4\mathcal{E}L}{5R^2}$$

$$a = \frac{29 \mu\text{C}}{20,5 \text{C}} = \frac{5,8 \mu\text{C}}{20,5 \text{C}}$$

$$\left( \frac{R}{kV} \right)^2 = \frac{kV^2/c^2}{kV/c^2} = \frac{kV^2/c^2}{kV/c^2}$$

$$\begin{array}{r} 580/205 \\ 416 \\ \hline 1700 \\ 1640 \\ \hline 600 \\ 4900 \end{array}$$

$$[0, 028 \mu\text{C}; 0, 308 \mu\text{C}; 0, 252 \mu\text{C}]$$



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!

