



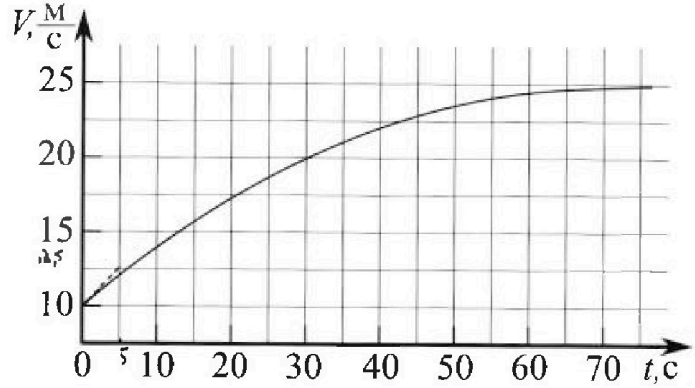
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  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  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

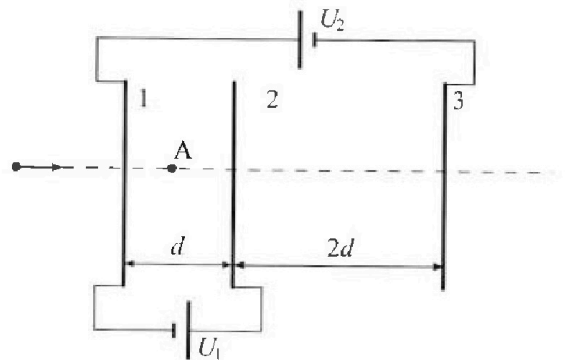
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{атм}}/2$  ( $P_{\text{атм}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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  $U_2 = 3U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

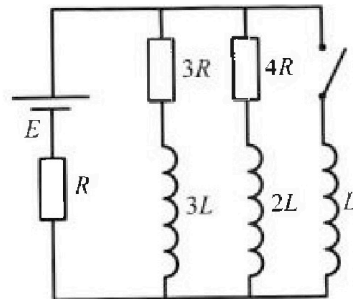
Вариант 11-03

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

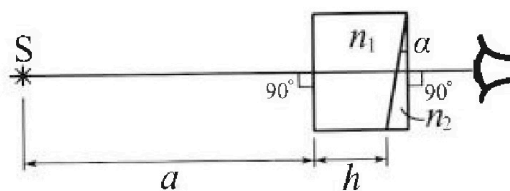
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  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  $a = 90$  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  $h = 14$  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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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!

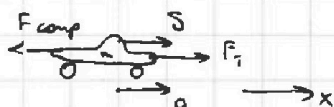
1) Уменьшение угла, когда меняется высота колеблющейся

в начальной точке  $\Rightarrow$  т.к. угловая  $\delta(t) \Rightarrow \tan \alpha_0 = \frac{d\delta}{dt}$ , что

соответствует ускорению, т.к. зв-ие по углам  $\Rightarrow a_n = 0 \Rightarrow a_i = a$ ,  
 где  $a_i = \frac{d\delta}{dt}$  - тангенциальное ускорение  $\Rightarrow \tan \alpha_0 = a_0$  - ускорение

в начальной   $\Rightarrow$  из угловой:  $\tan \alpha_0 = \frac{2,5 \cdot 10}{5 \cdot 0} \cdot \frac{2,5}{5} \text{ м/с}^2 = 0,5 \text{ м/с}^2$   
 $\Rightarrow \alpha_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$

2) рассмотрим зв-ие абсцисс в произвольной моменте:  
 (в центре)



23 кг груз  $m$  на  $x$ :  $F_k - F_{comp} = ma(x)$

т.к. абсциссы привязаны к угловой

где  $F_k$  - сила пружины,  $F_{comp}$  - сила сопротивления воздуха,  $\propto$  ускорению:  
 $F_{comp} = d \dot{\delta}$ ,  
 $d = \text{const}$

$\Rightarrow$  т.к. при  $t > 70 \text{ с}$  коэффициент к угловой  $\delta(t)$  почти равно

константа  $\Rightarrow$  при  $t > 70 \text{ с}$ ,  $a = 0 \Rightarrow$  рассмотрим  $(x)$  в моменте

$t > 70 \text{ с}$ :  $F_k - d_{70} \dot{\delta} = 0 \Rightarrow \dot{\delta} = \frac{F_k}{d_{70}} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 24 \frac{\text{м/с}}{\text{с}}$   
 - эк-ва при  $t = 70 \text{ с}$

$\Rightarrow (x)$  груз  $t = 0$  - начальный моменте:  $F_0 - d \dot{\delta}_0 = m a_0$ , где

в начальный моменте  $\dot{\delta}_0 = 10 \text{ м/с} \Rightarrow F_0 = d \dot{\delta}_0 + m a_0 = (24 \cdot 10 + 1500 \cdot 0,5) \text{ Н} =$

$\Rightarrow F_0 = 990 \text{ Н}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" 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!

3)  $\tau/\mu$  /  $P = dS$  -  $P$  /  $\mu$  /  $dS$  -  $P$  /  $\mu$  /  $dS$  -  $P$  /  $\mu$  /  $dS$

мощь перемещение (элементарное)

$$3) \text{ т.к. } P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{F_T \cdot dS \cdot \cos 0^\circ}{dt} = F_T S \rightarrow P_0 = F_0 S_0 = 990 \cdot 10 \text{ Вт} = 9900 \text{ Вт}$$

$\frac{\text{мощь работы}}{\text{мощь время}} \quad S = \frac{dS}{dt}$

Ответ: 1)  $a_0 = \text{tg} \alpha_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$

2)  $F_0 = \frac{F_k}{S_{T4}} \cdot S_0 + m a_0 = 990 \text{ Н}$

3)  $P_0 = F_0 S_0 = 9900 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

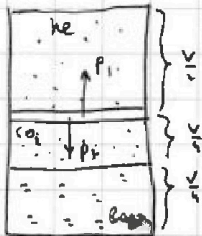
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

1) рассмотрим го нагреватель системы:



$T_0$

Т.к. по условию  $p$  поправкам  $= 0 \Rightarrow$

$$p_1 = p_{CO_2}$$

$$p_1 = p_{He}$$

т.к. по условию равновесие уже нормаль:

$$p_1 = p_3 \Rightarrow p_1 = p_3$$

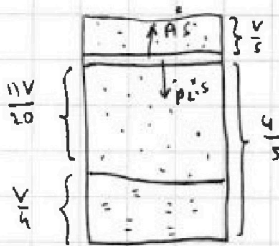
т.к. по условию равновесие  $n=1$  нормаль  $p_0 = \frac{p_{CO_2}}{2} \Rightarrow p_1 = p_3 = p_0$

$\Rightarrow$  т.к.  $v_{He} = \frac{V}{2}$ ,  $v_{CO_2} = \frac{V}{4}$ ,  $T_{He} = T_{CO_2} = T_0$  по 3-му закону Менделеева:  $p_{He} v_{He} = \nu_{He} R T_0$   
 $p_{CO_2} v_{CO_2} = \nu_{CO_2} R T_0$

$$\Rightarrow p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0 \quad (*)$$

$$\Rightarrow \left( \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = \frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_0 \frac{V}{4}} = 2 \right)$$

2) рассмотрим конденсатор системы (угл. составляющая):



Т.к. углекислоты газ нормаль не рассматриваем

$$\Rightarrow \Delta D = k^* p_{CO_2} \frac{11V}{20} = 0 \Rightarrow k^* = 0$$

3-й Менделеев. закон: газ He:  $p^* \frac{V}{5} = \nu_{He} R T \quad (**)$

газ CO2:  $p_{CO_2} \frac{11V}{20} = \nu_{CO_2} R T \quad (***)$

$$p_1^* = p^*, \quad p_1^* = p_{CO_2} + p_{CO_2}^*, \quad \text{т.к. } p_{He} = p_{He} = p_{CO_2} \text{ при } T = 373 \text{ K,}$$

гов-ме  $p^*$   
вспомогат.  $p_{CO_2}^*$

3-й закон Менделеева

т.к. углекислоты газ нормаль не рассматриваем

взаим с нормаль в равновесии равновесии.

$$\Rightarrow \text{т.к. } p^* = 2p_0 + p_{CO_2}^* \Rightarrow \text{из (**), (***)} : \frac{5p_0}{2p^*} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4p_0 + 2p_{CO_2}^*}{5p_0}$$

$$\text{т.к. } p_{CO_2} = p_{He} + \Delta D = p_{He} - \frac{k^* p_0 V}{4} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4p_0 + 2(p_0 - \frac{k^* p_0 V}{4})}{5p_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

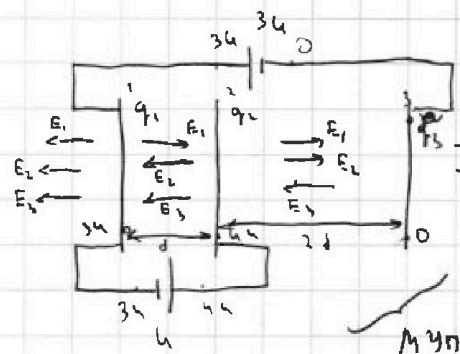
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



предположим, что при подзарядке

неизменяются потенциалы в системе

и так получим заряды  $q_1, q_2, q_3 > 0$

$$\text{ЗСЗ: } q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$\Rightarrow$  н.к. напряженности максимум:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 d}$  - т.к. розет

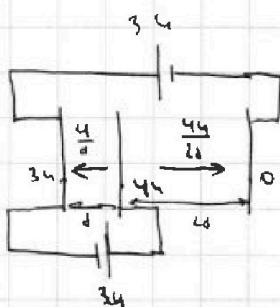
Максимум  $\Rightarrow d \Rightarrow E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 d}$

$$E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 d}$$

$$E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 d}$$

$\Rightarrow$  т.к. энергия максимум:

или  $\varphi_2 - \varphi_1 = E_{12} d \Rightarrow E_{12} = \frac{d\varphi_{12}}{d}$



$$\Rightarrow E_1 + E_3 - E_2 = \frac{3\phi}{d}$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{3\phi}{4d}$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = \frac{2\phi}{d}$$

$$\Rightarrow \text{т.к. } q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = \frac{q_1}{\epsilon_0 d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 d} + \frac{q_3}{\epsilon_0 d} = 0$$

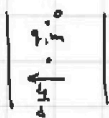
$$\Rightarrow E_1 - E_3 = \frac{4\phi}{4d}$$

$$E_1 = -\frac{5\phi}{8d}$$

$$E_1 + E_3 = -\frac{3\phi}{2d}$$

$$E_3 = -\frac{7\phi}{8d}$$

1) рассмотрим  $q$  между т.к.:



2 ЗН где "н":  $\frac{4}{d} q = \sigma_0 \Rightarrow$

$$\sigma = \frac{4q}{d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

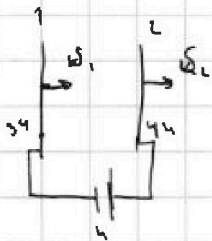
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

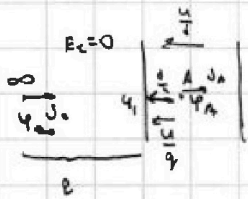
2) Т.к.  $q$ -ном равномерно зарядах пластины  $\Rightarrow$  поле пластин не меняется, где размер пластины  $\ll d \Rightarrow$  поле внутри однородное  $\Rightarrow$  потенциал  $\Rightarrow$  разности  $\varphi$ -не от  $1$  до  $2$ , где не это получается только электростатическое поле  $\Rightarrow$  верен 3сэ:



$$k_1 + \varphi_1 q = k_2 + \varphi_2 q \Rightarrow k_1 - k_2 = (\varphi_2 - \varphi_1) q, \text{ где}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = u \Rightarrow k_1 - k_2 = u q$$

3) разности  $\varphi$ -не от  $1$  до  $2$ :



т.к. получается только электростатическое поле  $\Rightarrow$

верен 3сэ:  $\frac{\sigma_0^2}{2} + \varphi_{\infty} q = \frac{\sigma_A^2}{2} + \varphi_A q \Rightarrow \sigma_A^2 = \sigma_0^2 + \frac{2}{\epsilon} (\varphi_{\infty} - \varphi_A) q$

где  $\varphi_{\infty} - \varphi_A = \frac{\varphi_{\infty} - \varphi_1 + \varphi_1 - \varphi_A}{0.2} = \frac{-\frac{u}{4q}}{-\frac{1}{q} \cdot \frac{d}{4}} \Rightarrow \sigma_A = \sqrt{\sigma_0^2 + \frac{u d}{2m}}$

Ответ: 1)  $q = \frac{u q}{m d}$

2)  $k_1 - k_2 = u q$

3)  $\sigma_A = \sqrt{\sigma_0^2 + \frac{u d}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

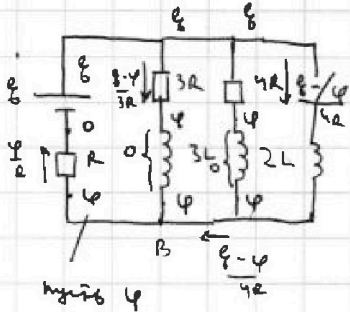
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1) рассмотрим установившиеся режим при разомкнутом ключе:



используем  
уравнение  
напряжения  
в узле. режим при разомкнутом  
ключе  $i_{L1} = i_{L2} = 0$

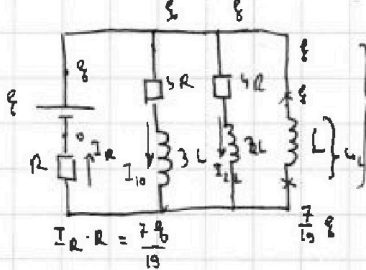
Т.к.  $I_R = \frac{u_R}{R} \Rightarrow$  используем 3 ЦЗ'а для Т.Б:  $\frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{4R}$

$\Rightarrow 11\varphi = 4\varepsilon - 4\varphi + 3\varepsilon - 3\varphi \Rightarrow 19\varphi = 7\varepsilon \Rightarrow \varphi = \frac{7\varepsilon}{19}$

$\Rightarrow$  ток в 3R:  $I_{3R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} = \frac{\varepsilon - \frac{7\varepsilon}{19}}{3R} = \frac{12\varepsilon}{57R} = \frac{4\varepsilon}{19R}$   
 $I_R = \frac{\varphi}{R} = \frac{7\varepsilon}{19R}$   
 $I_{2L} = \frac{3\varepsilon}{19R}$

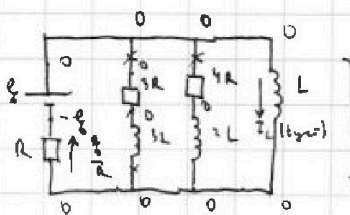
2) чтобы найти зависимость на катушка макс скорости ил

напряжения:



$u_L = \varepsilon - \frac{7\varepsilon}{19} = \frac{12\varepsilon}{19}$   
 $\Rightarrow$  Т.к.  $u_L = L \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I}(0) = \frac{12\varepsilon}{19L}$  - скорость  
 вращения  
 тока  
 катушки

3) рассмотрим элемент в установившемся режиме  $\Rightarrow$  ток в ил  $i_{L1} = i_{L2} = 0$



$u_R = 0 \Rightarrow I_R = 0 \Rightarrow I_{3R}(\frac{4\varepsilon}{19R}) = I_{2L}(t_{уст}) = 0$   
 $I_L(t_{уст}) = \frac{\varepsilon}{R}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

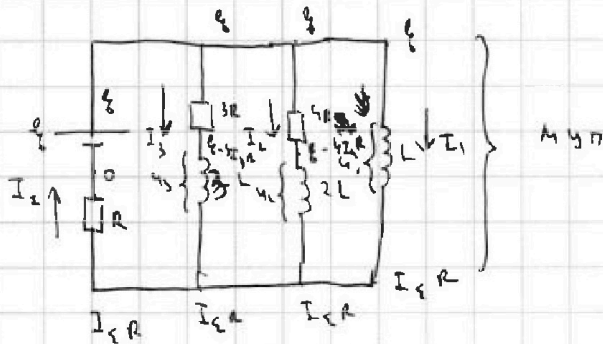
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) рассчитать в произвольный момент после замыкания цепи:



$$U_1 = \varepsilon - I_\varepsilon R \quad (1)$$

$$U_2 = \varepsilon - 4I_2 R - I_\varepsilon R$$

$$U_3 = \varepsilon - 3I_3 R - I_\varepsilon R \quad (2), \text{ где}$$

$$U_1 = I_1 L \quad (3)$$

$$U_2 = 2I_2 L$$

$$U_3 = 3I_3 L \quad (4)$$

из (1) и (2):

$$U_2 - U_1 = -3I_3 R$$

из (3) и (4):  $3I_3 L - I_1 L = -3I_3 R \quad | \cdot dt = 3L \delta I_3 - L \delta I_1 = -3R \delta q_3 \quad (5)$

проинтегрируем выразим отсюда начальные значения  $q_3$  и  $I_1$ :

$$3L \int_{I_{10}}^0 \delta I_3 - L \int_0^{q_3} \delta I_1 = -3R \int_0^{q_3} \delta q_3$$

$$\Rightarrow -3L I_{10} - L \frac{0}{R} = -3R q_3 \Rightarrow q_3 = \frac{\frac{4\varepsilon}{19R} L + \frac{\varepsilon}{2} L}{3R} = \frac{23\varepsilon L}{57R^2}$$

ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$

2)  $I_1(0) = \frac{12\varepsilon}{19L}$

3)  $q_3 = \frac{23\varepsilon L}{57R^2}$

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!



1) рассмотрим луч  $\perp$  правой грани призмы где  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = 1,7$ :

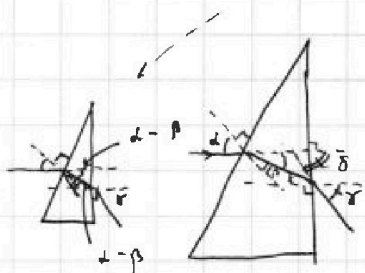


из 3-го закона Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \text{ где } \alpha - \text{max} = 1, \alpha_2 = \alpha$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{\alpha}{n_2} \Rightarrow \sin \beta - \text{max} = 1 \beta - \text{max}$$

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



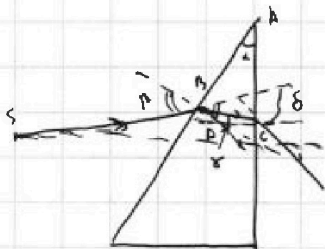
где вперед приближимся:

$$\sin(\alpha + \delta) n_1 = n_2 \cdot \sin \beta \Rightarrow (\alpha + \delta) n_1 = \beta$$

где  $\delta = \delta$  как совмещен. вып || призма:

$$\Rightarrow \delta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) n_1 = \alpha (n_2 - 1) = 0,1 \text{ рад} \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

2) рассмотрим параллельный луч в призме не сечение:



3-й закон Снеллиуса для второй грани:  $\beta = n_2 \alpha$

$$\varphi_{n_2} = \omega$$

$180 - \alpha$  (т.к.  $\triangle ABC$  - внут. вып (т.к. призма вып по 3-й))

где по 1-й формуле углы:  $\delta = \beta - \alpha + \omega - \varphi$ , где  $\delta + \varphi + 180 - \alpha = 180$

$$\Rightarrow \alpha = \delta + \varphi, \quad \delta = \beta - \alpha + \omega - \varphi = (n_2 - 1) \alpha + \omega - \varphi = (\delta + \varphi)(n_2 - 1) = \alpha (n_2 - 1)$$

$\Rightarrow$  т.к. угол делит на одной прямой  $\perp$  к правой грани призмы:

он будет равен нормальное лучу, где где норма лучей вверх

$$\delta = \alpha (n_2 - 1)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

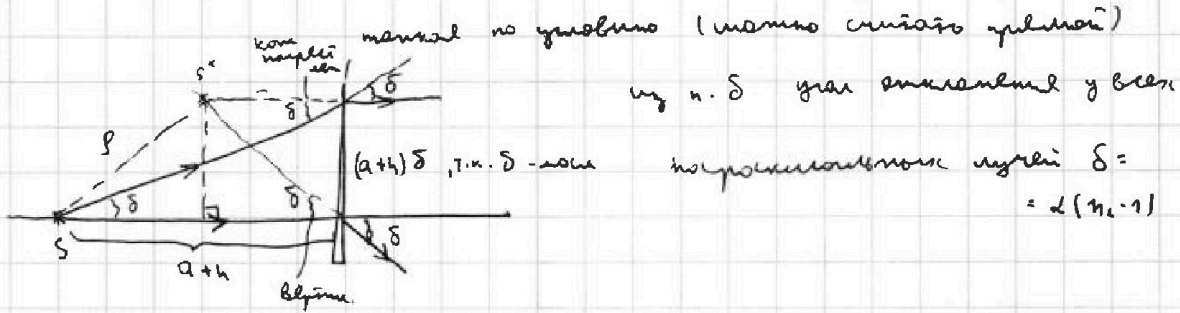
- 1  2  3  4  5  6  7



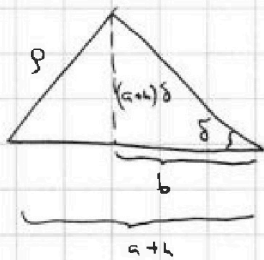
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) найти  $S^*$  - изображение точки  $S$  в зеркале  $\Rightarrow$

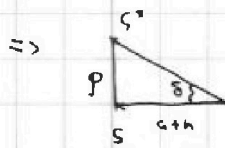
в  $S^*$  складываем все параллельные лучи  $\Rightarrow$  используем 2 луча (лучи  $0^\circ$  и луч  $\delta$ )



лучи  $\rho(S; S^*) = \rho \Rightarrow$  из геометрии



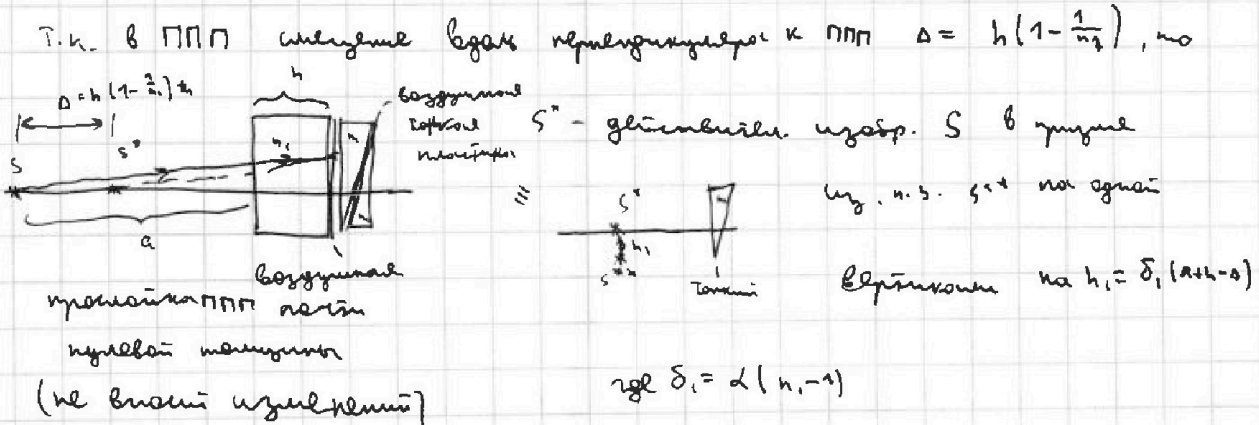
$$\rho \delta = \delta = \frac{(a+h)\delta}{b} \Rightarrow b = a+h$$



$$\rho = \delta(a+h) = 0,07 \cdot 10^4 \text{ см} = \underline{7,48 \text{ см}}$$

4) разобьем призму на ППП по высоте  $h$  и поперечной  $a$

т.к. в ППП имеем вращательное движение к ППП  $\Delta = h(1 - \frac{1}{n_2})$ , но



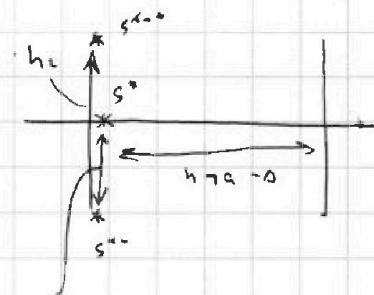
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$s^{*1}$  и  $s^{*2}$  на одной вертикали, где

$$h_2 = d(n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) = 7 \text{ см}$$

$$d(n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) = 7 \text{ см}$$

$\Rightarrow \delta$  найти



$$\rho(s; s^{*1}) = \rho^* = \sqrt{\delta^2 + (h_1 - h_2)^2}$$

$$\rho^* = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + d^2 \left( (n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) - (n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) \right)^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\delta = d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ мкм}$

2)  $\rho = d(n_2 - 1) (a + h) = 7,28 \text{ см}$

3)  $\rho^* = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + d^2 \left( (n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) - (n_2 - 1) \left( a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) \right)^2} = 5 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

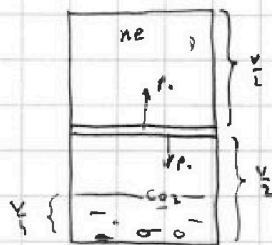
**МФТИ**

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

№2.

$$\Delta = -\left(1 - \frac{1}{\alpha_1}\right) h = \left(1 - \frac{1}{\alpha_1}\right) h = \frac{2}{\alpha_1} h = 4 \text{ см}$$

$$p_{\text{вн}} = 10^5 \text{ Па}$$



$$p_1 \frac{V}{4} = D_1 R T_0$$

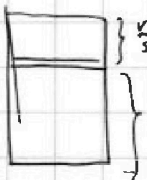


$$\Delta D = k \cdot p_0 \frac{V}{4}$$

$$h_1 = 0,7 \cdot 0,4 \cdot (10^5 - 10^4) = 4$$

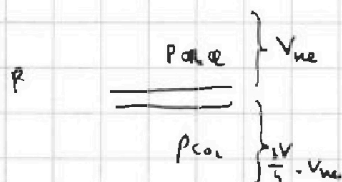
$$p_0 \frac{V}{4} = D_2 R T_0$$

$$h_2 = 0,7 \cdot 0,4 \cdot \frac{(10^5 - 4)}{100}$$



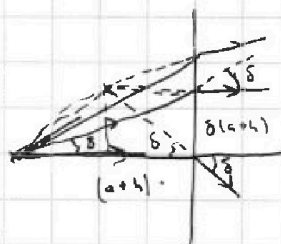
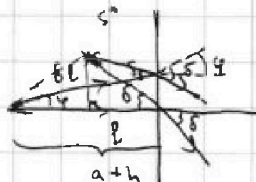
проек.

$$\Delta D = k p_{\text{вн}} \left(\frac{V}{4} - \frac{V}{4}\right)$$



$$p_{\text{вн}} = p_{\text{св}}$$

$$p_{\text{вн}} \frac{V_{\text{вн}}}{4} = D_{\text{вн}} R T$$



$$\frac{104}{7} = \frac{718}{7}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

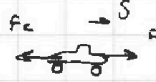


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



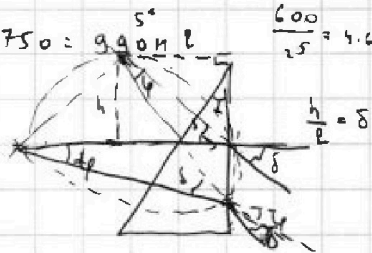
№ 1.

$$\vec{r}_c = 2\delta$$



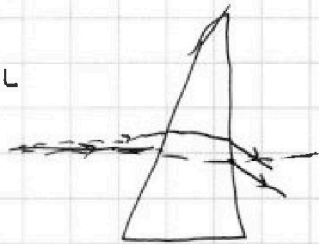
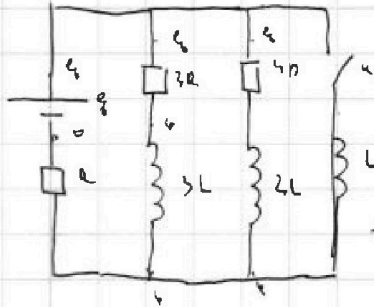
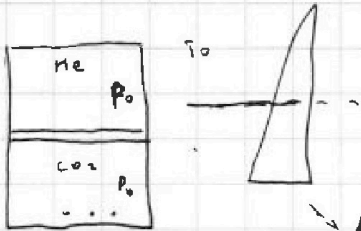
$$m = 1500 \text{ кг}, \quad \mu = 60 \text{ см}$$

$$240 + 750 = 990 \text{ Н} \quad \frac{600}{25} = 24 = 24$$

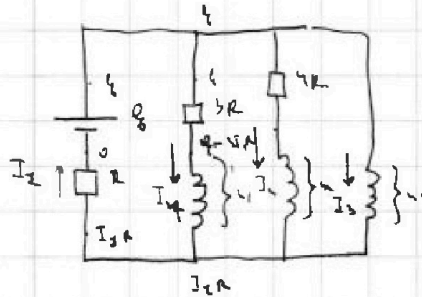
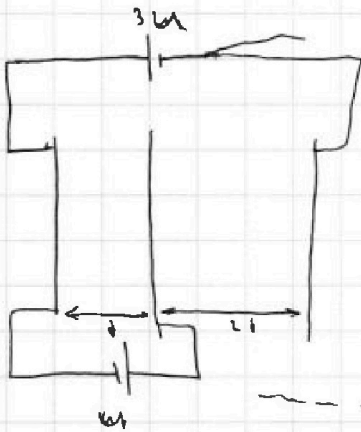


№ 2.

№ 4.



№ 3.



$$\begin{aligned} \varepsilon - I_1 r &= 3I_1 R + U_1 \\ \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r &= U_1 \\ U_2 &= \varepsilon - I_2 r - 2I_2 L \\ U_3 &= \varepsilon - I_3 r \end{aligned}$$

$$U_1 = I_1 \cdot L \Rightarrow \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r = I_1 L$$

$$\varepsilon - 4I_2 R - 2I_2 L = I_2 L$$

$$\varepsilon - I_3 r = I_3 R$$

$$I_2 = I_1 + I_3$$

$$\varepsilon - 4I_2 R - 2I_2 L = I_2 L \Rightarrow \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r = I_1 L - I_2 L$$

$$4I_2 R - 3I_2 L = \varepsilon - I_1 r - I_2 L$$

$$-3I_1 R = I_1 L - I_2 R$$

$$\delta = 270$$

$$p = 270$$

$$\varphi = 90^\circ$$

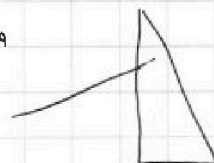
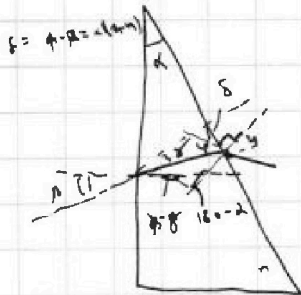
$$180 - 2 + p - 2 + 90 - \varphi = 180 \Rightarrow$$

$$L = (2 + \varphi)(n - 1)$$

$$L = 2(n - 1) + \varphi(n - 1)$$

$$d = \delta(n - 1)$$

$$2 \times 270 \times 0.01$$





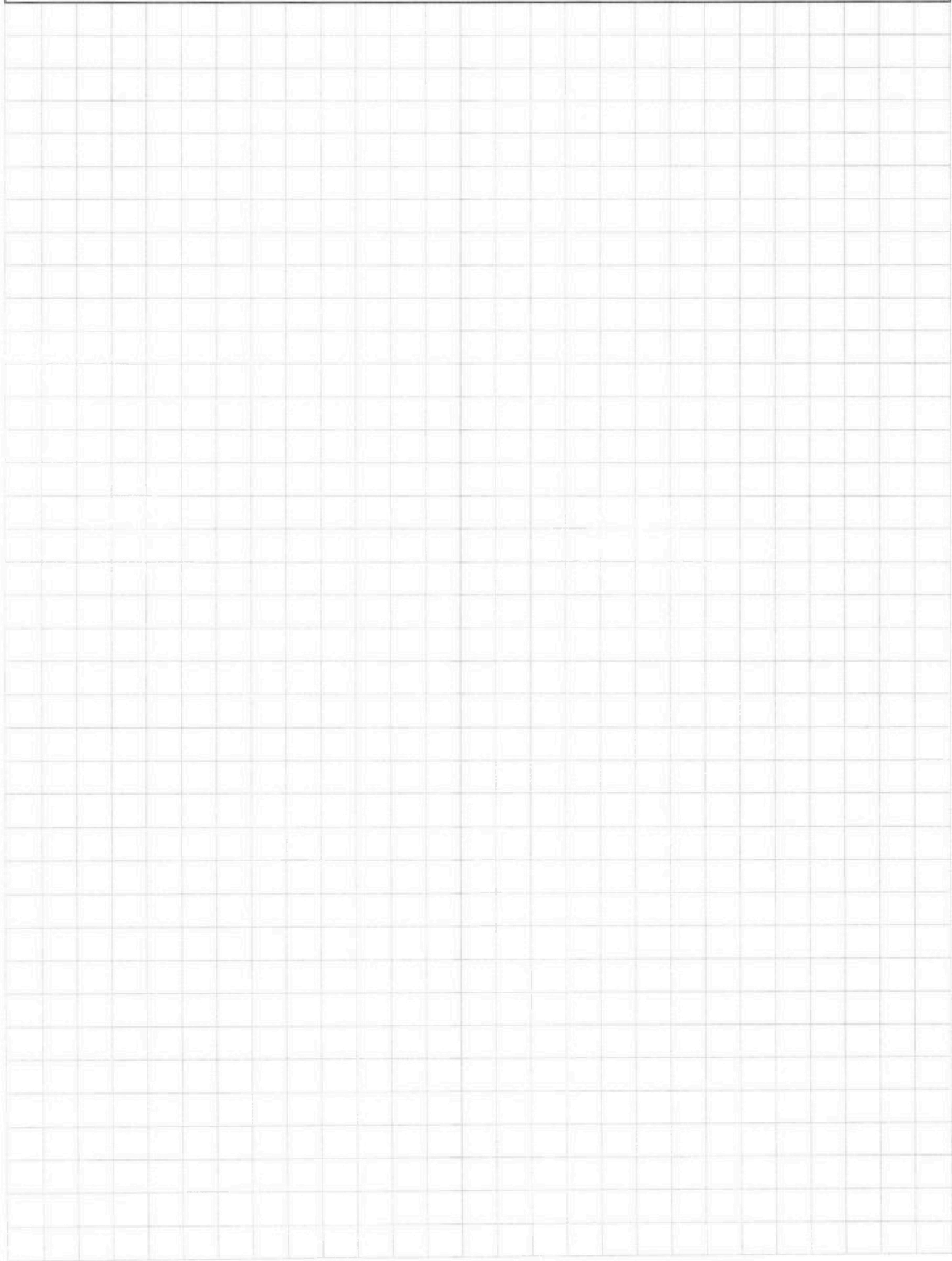
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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
<input type="checkbox"/>	<input 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!

3)