



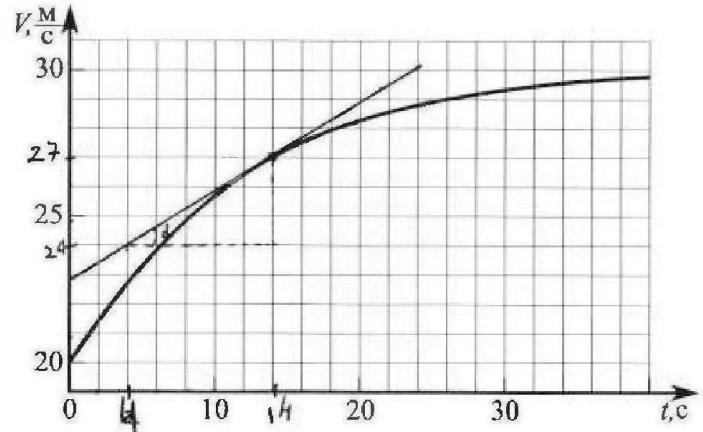
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

✗ 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.



✗ Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.

✗ Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

✗ 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%.

✗ 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 объем  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объем его верхней части стал равен  $V/6$ .

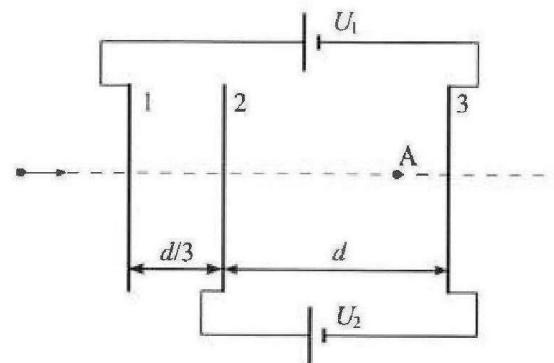
По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объеме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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

✗ Определите конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

*оригинал*

✗ 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.



✗ Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

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

✗ Найти скорость частицы в точке A 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.

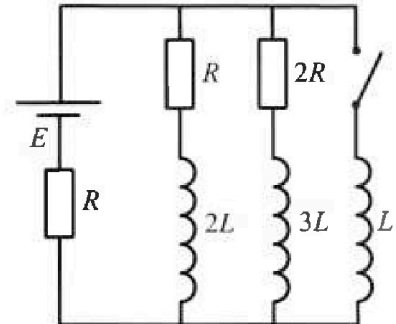
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

✗ Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

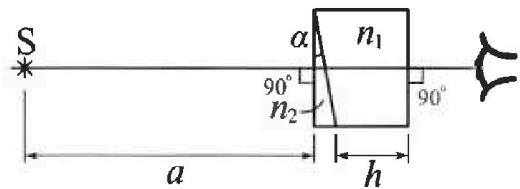
✗ Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

3) К какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



✗ 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.



✗ 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.

✗ Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

✗ Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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!

N 1  
1)  $a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} \Rightarrow$  ускорение - это производная скорости по времени

Для того, чтобы найти ускорение мотоциклиста при скорости  $v_1 = 27 \text{ м/с}$  проведем касательную к графику в этой точке и найдем тангенс наклона

$$\text{tg } \alpha = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$a = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Запишем второй закон Ньютона теорему о движении центра масс в произвольный момент времени

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = ma_x$$

$F_{\text{тяги}}$  - сила возмущающая при из-за мощности двигателя

$F_{\text{сопр}}$  - сила сопротивления воздуха

$a_x$  - ускорение в этот момент времени

3) В момент когда скорость - максимальна (в конце разгона)  $a_x = 0$   
 $F_{\text{сопр}} = F_k$

$$F_{\text{тяги}} - F_k = 0$$

$$F_{\text{тяги}} = F_k$$

4) Мощность - постоянна, значит  $F_{\text{тяги}} = \text{const}$

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = ma$$

$$F_1 = F_{\text{сопр}} = \frac{F_k - ma}{1} = 405 - 300 \cdot 0,3 = 405 - 90 = 315 \text{ Н}$$

$$5) P \sim F \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{F_{\text{сопр}}}{F_{\text{тяги}}} = \frac{315}{405} = \frac{21}{27} = \frac{7}{9}$$

Ответ: 1)  $a = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 2)  $F_1 = F_k - ma = 315 \text{ Н}$ ; 3)  $\frac{7}{9}$



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!

N2

①



②



1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для азота и угл. газа в нач. и кон. моменты

$$\left( \frac{P_0 V}{2} = \nu_N R T_0 \right)$$

$$\left( P_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{кар}} R T_0 \right)$$

$P_0$  - давление при температуре  $T_0$   
(одинаковое в обеих частях сосуда)  
н. к. поршень невесомый и сжило  
сил гравитации, на него = 0

$\nu_N$  - кол-во азота

$\nu_{\text{кар}}$  - кол-во угл. газа в нач. момент

$$\left( P_K \frac{V}{6} = \nu_N R T \right)$$

$$\left( (P_K - P_{\text{атм}}) \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{кон}} R T \right)$$

↑  
появляется давление насыщенного пара

$P_K$  - конечное давление (при  $T$ )

$\nu_{\text{кон}}$  - кол-во угл. газа в кон. момент

$$2) \nu_{\text{кон}} = \nu_{\text{кар}} + \Delta \nu$$

$$\Delta \nu = K \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Rightarrow \nu_{\text{кон}} = \nu_{\text{кар}} + \frac{K P_0 V}{4}$$

3) Разделим ур-я в нач. момент азота и угл. газа. Получим:

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\nu_N}{\nu_{\text{кар}}} \Rightarrow \frac{\nu_N}{\nu_{\text{кар}}} = 2$$



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

МФТИ

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

N2 (программист)

$$4) \nu_N = \frac{P_0 V}{2RT_0}; \quad \frac{P_K}{6} = \frac{P_0}{2} \cdot \frac{T}{T_0}; \quad \nu_N = \frac{P_K V}{6RT_0}$$

$$P_0 = \frac{P_K}{3} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$(P_K - P_{ATM}) \cdot \frac{7}{12} V = \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{\kappa P_K V}{12} \cdot \frac{T_0}{T} \right) \cdot RT$$

$$(P_K - P_{ATM}) \cdot \frac{7}{12} = \frac{P_K}{12} + \frac{\kappa P_K}{12} \cdot RT_0$$

$$7P_K - P_K - \kappa P_K RT_0 = P_{ATM} \cdot 7$$

$$P_K = \frac{7}{7 - \frac{T}{T_0} - \kappa \cdot \frac{3}{4} RT} \quad P_{ATM} = \frac{7}{7 - \frac{4}{3} - 0,6 \cdot \frac{9}{4}} P_{ATM} = \frac{42}{25,9} P_{ATM} = \frac{420}{259} P_{ATM}$$

Ответ: 1) 2 ; 2)  ~~$\frac{420}{259} P_{ATM}$~~   $\frac{420}{259} P_{ATM}$

$$6P_K - \kappa P_K RT_0 = 7P_{ATM}$$

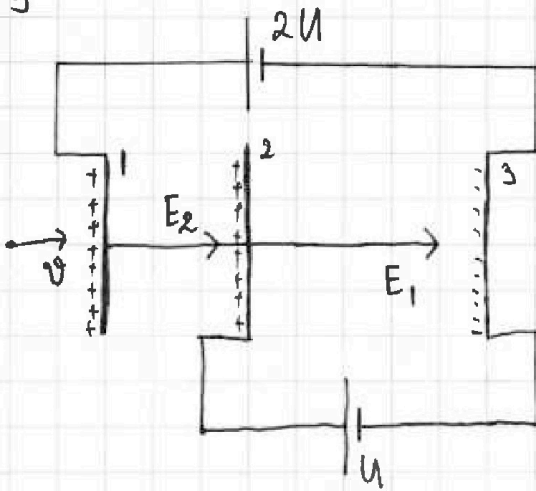
$$P_K = \frac{7P_{ATM}}{6 - 0,6 \cdot \frac{3}{4} \cdot 3} = \frac{7P_{ATM}}{6(1 - \frac{9}{40})} = \frac{7P_{ATM} \cdot 40}{6 \cdot 31} = \frac{140}{93} P_{ATM}$$

Ответ: 1) 2 ; 2)  $\frac{140}{93} P_{ATM}$

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!

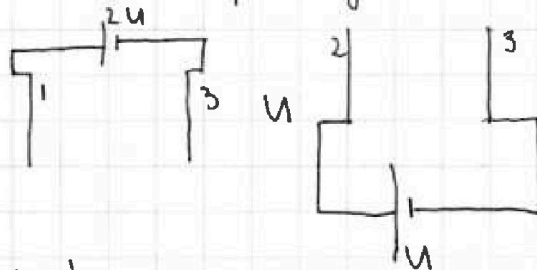
№3



1) Поток между обкладками

1-2 напряженность  $E_2$   
 между 2-3:  $E_1$

2) Рассмотрим участок



$$\begin{cases} 2U = \frac{E_2 d}{3} + E_1 d \\ U = E_1 d \end{cases} \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

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

$$2U = \frac{E_2 d}{3} + U$$

$$E_2 = \frac{3U}{d}$$

3)  $m a_{23} = E_1 q$

$$a_{23} = \frac{Uq}{md}$$

4)  $K_3 - K_2 = q \cdot \Delta\varphi_{23}$

$$K_3 - K_2 = E_1 d \cdot q = Uq$$

5) Запишем ЗСЭ для нач. момента и точки А

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \frac{E_2 d}{3} q = \frac{E_1 \cdot 2d}{3} q$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + Uq + \frac{2}{3} Uq = \frac{m v_A^2}{2}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{10 Uq}{3m}}$$

Ответ: 1)  $a_{23} = \frac{Uq}{md}$ ; 2)  $K_3 - K_2 = Uq$ ; 3)  $v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{10 Uq}{3m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

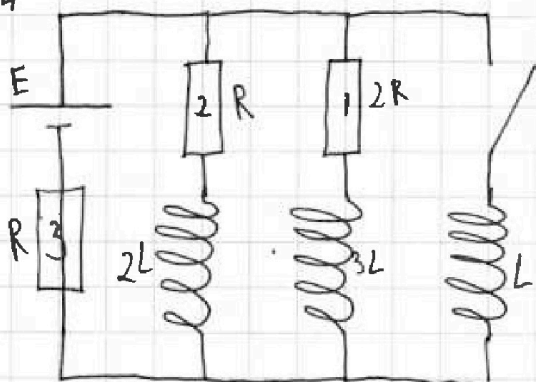
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

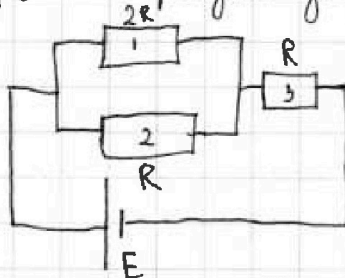
МФТИ

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

N4



1) Ключ замыкаем



$$R_0 = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

(парал. 2R и R)

$$I_0 = \frac{3E}{5R} \quad (\text{ток через резистор 3})$$

2)  $I_1 + I_2 = I_0$

$$I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot R$$

$$I_2 = I_1 = \frac{I_0}{3} = \frac{E}{5R}$$

3) Сразу после того как ключ замыкаем ток через резистор

3-й элемент

$$E = I_0 R + L \dot{I} \quad (\text{Второе правило Кирхгофа})$$

$$\dot{I} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{3E}{5}}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \dot{I} = \frac{2E}{5L}$$

4) Со временем после замыкания ключа ток перестанет

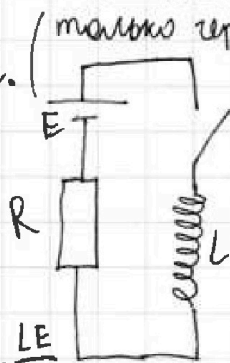
течь через резисторы 1 и 2.

5) катушка 3L разрядится через резистор 3R

$$\frac{L I_1^2}{2} = Q I_1 R$$

$$Q = \frac{L I_1}{2R} = \frac{LE}{10R}$$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{E}{5R}$ ; 2)  $\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L}$ ; 3)  $Q = \frac{LE}{10R}$



магнитное поле  
ток гаснет  
на катушке, закон  
 $L \dot{I} = 0 \Rightarrow$  напряжение на  
и резисторе тоже 0



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

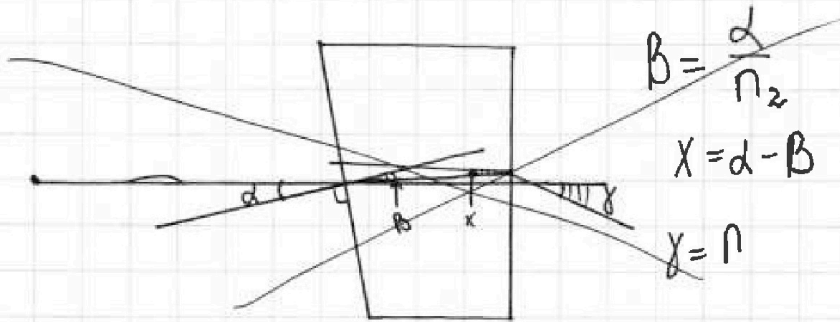
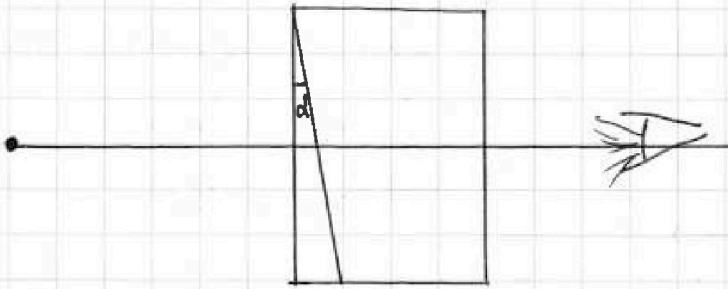
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

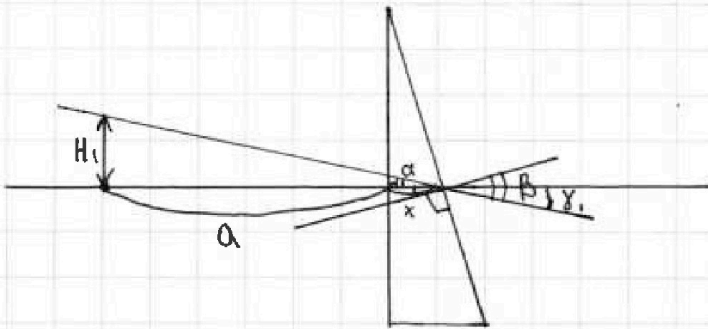


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N5



1)



$B = n_2 d$   
 $\gamma_1 = B - d = d(n_2 - 1)$   
 $\gamma_1 = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \text{ (рад)}$

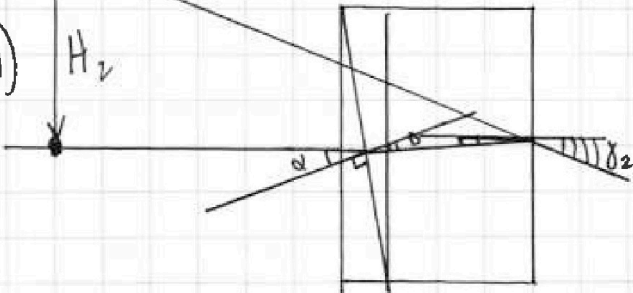
2)  $x \ll a$

изображение будет на расстоянии H от вертикали

(все лучи сходятся на одну точку и наблюдательная линза должна быть)

$\frac{H_1}{a} = \gamma_1$   
 $H_1 = a \cdot \gamma_1 = 200 \cdot 0,03 = 6 \text{ см}$

3)



$B = d \cdot \frac{n_2}{n_1}$   
 $x = d - B = d \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$   
 $\gamma_2 = n_1 x = d(n_1 - n_2) = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

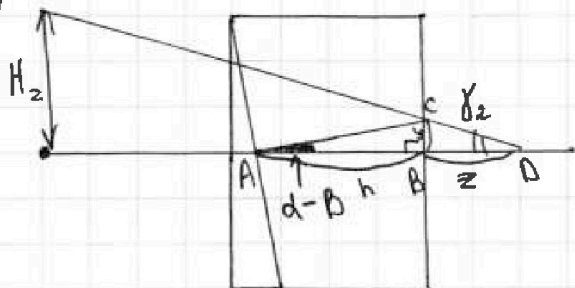
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

N 5 (программирование)

4)



$$BD = z; BC = y; AB \approx h \left( \begin{matrix} \text{m. k. d-} \\ \text{max} \end{matrix} \right)$$

лучи соединяются на расеем y и z

$$y = h(d-B) \left( \begin{matrix} \text{m. k. d-} \\ \text{max} \end{matrix} \right)$$

$$z = \frac{y}{\gamma_2} = \frac{h(d-B)}{n_1(d-B)} = \frac{h}{n_1}$$

$$5) H_2 = (a + h + z) \gamma_2 = \left( 200 + 9 + \frac{9}{1,8} \right) \cdot 0,01 = (209 + 5) \cdot 0,01 = 2,14 \text{ cm}$$

Ответ: 1)  $\gamma_1 = d(n_2 - 1) = 0,03 \text{ рад}$

2)  $H_1 = a \cdot \gamma_1 = 6 \text{ cm}$

3)  $H_2 = \left( a + h + \frac{h}{n_1} \right) = 2,14 \text{ cm}$



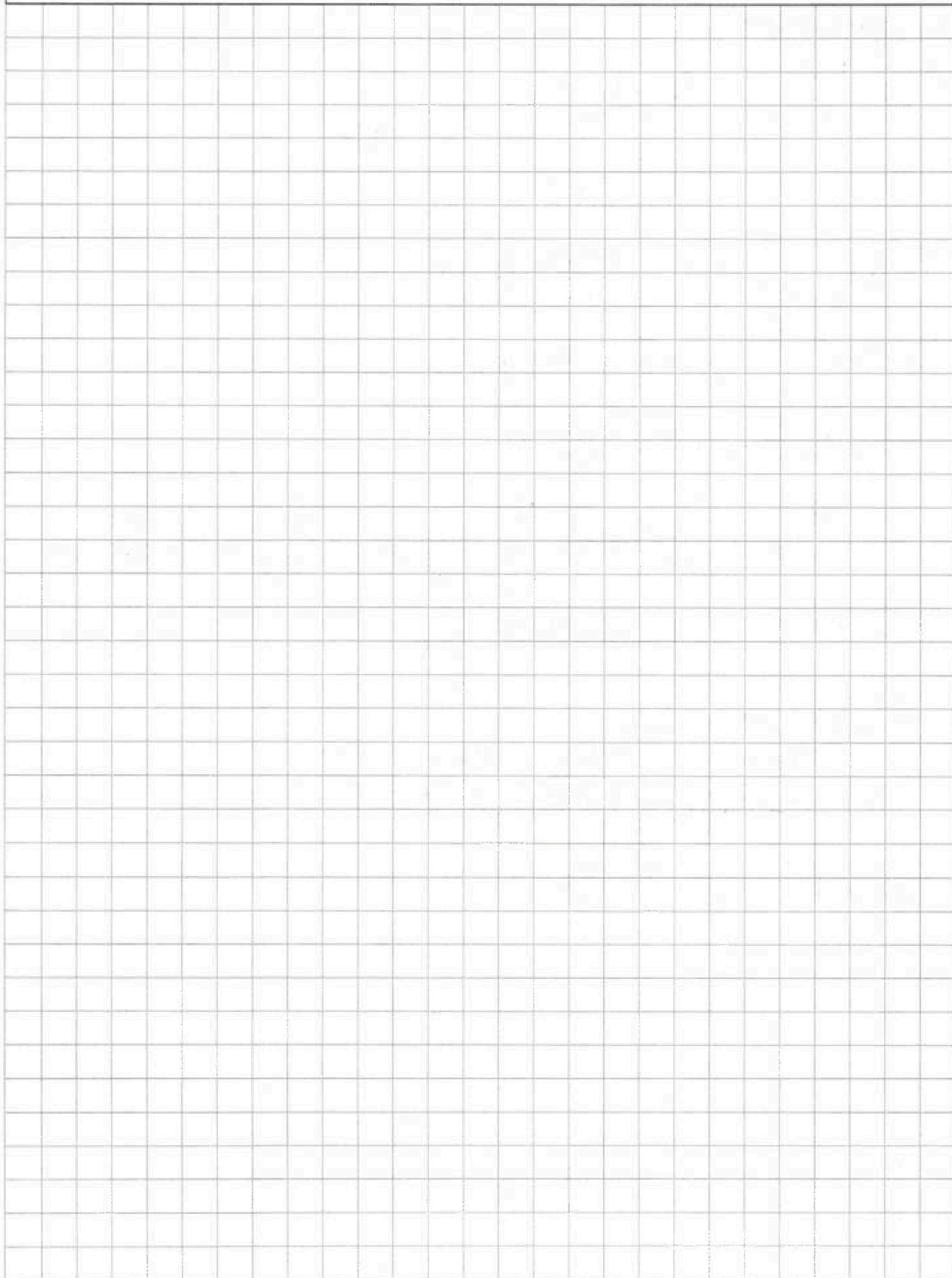
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

N1

$$1) \sin \alpha \cdot g \cdot d = a = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2 \quad a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}$$

$$2) ma = F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}}$$

$$F_{\text{тяги}} = \text{const} = F_k$$

$$\Rightarrow F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяги}} - ma$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 15} \\ \underline{30} \phantom{0} \\ 105 \end{array}$$

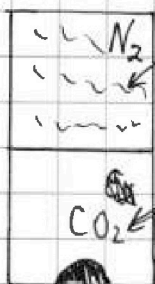
$$\begin{array}{r} 3 \overline{) 15} \\ \underline{15} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 315 \overline{) 15} \\ \underline{30} \phantom{0} \\ 15 \end{array}$$

~~20~~

$$\frac{27}{21} = \frac{9}{7}$$

$$3) p \sim \frac{F_s}{z} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{F_{\text{сопр}}}{F_k} = \frac{F_k - ma}{F_k}$$

N2



динамичн!!!

$$\Delta V = K \frac{P \cdot W}{P_{\text{атм}}} \cdot \frac{V}{W} \\ W = 4 \\ P = P_k(\text{CO}_2)$$

$$1) \nu RT = PV$$

P-динамиче  
изменяет

$$\nu_N RT_0 = \frac{P_k V}{2}$$

$$\nu_{\text{CO}_2} RT_0 = P \left( \frac{3}{2} V - \frac{V}{4} \right) = \frac{PV}{4}$$

$$\frac{\nu_N}{\nu_{\text{CO}_2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2$$

$$2) P_k V_N = \nu_N RT$$

$$\nu_N = \frac{P_0 V}{2RT_0}$$

~~$$P_k \left( \frac{3}{4} V - \frac{V}{4} \right) = \left( \frac{P_0 V}{2} - K P_{\text{атм}} \frac{V}{4} \right) RT$$~~

$$P_N \left( \frac{3}{4} V - V_N \right) = \left( \nu_{\text{CO}_2} - K (P_N + P_{\text{атм}}) \frac{V}{4} \right) RT$$

$$P_N = P_k - P_{\text{атм}}$$

$$\begin{cases} P_k V_N = \nu_N RT \\ (P_k - P_{\text{атм}}) \left( \frac{3}{4} V - V_N \right) = \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_k V}{4} \right) RT \end{cases}$$

~~$$P_k V_N = \nu_N RT$$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

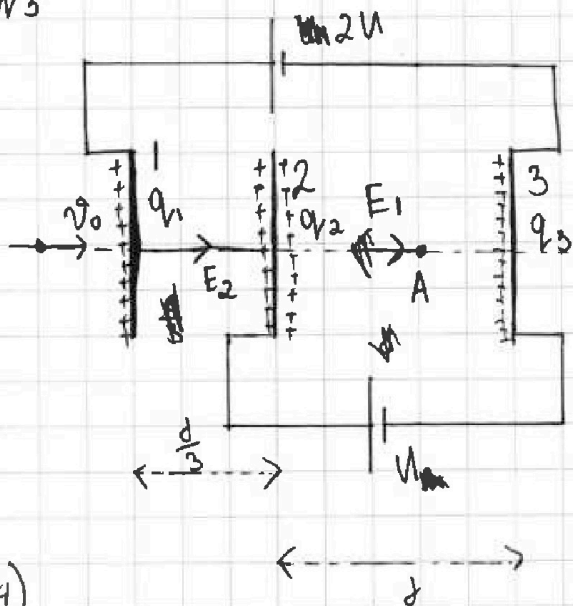
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



N3



$$1) q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$2) 2U = (E_1 + E_2) E_1 d + \frac{E_2 d}{3}$$

$$U = E_1 d$$

$$3) E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2S\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{q_1}{2S\epsilon_0} + \frac{q_3}{2S\epsilon_0} - \frac{q_2}{2S\epsilon_0}$$

$$E_1 = \frac{q_1}{2S\epsilon_0} + \frac{q_2}{2S\epsilon_0} - \frac{q_3}{2S\epsilon_0}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$4) 2E_2 \cdot S\epsilon_0 = q_1 - q_3 - q_2$$

$$2E_1 \cdot S\epsilon_0 = q_1 + q_2 - q_3$$

$$q_3 = -(q_1 + q_2)$$

$$2E_2 S\epsilon_0 = q_1 + q_1 + q_2 - q_2$$

$$q_1 = E_2 S\epsilon_0$$

$$2E_1 S\epsilon_0 = q_1 + q_2 + q_1 + q_2$$

$$2E_1 S\epsilon_0 - 2E_2 S\epsilon_0 = 2q_2$$

$$q_2 = S\epsilon_0 (E_1 - E_2)$$

$$q_3 = -(E_2 S\epsilon_0 + E_1 S\epsilon_0 - E_2 S\epsilon_0) = -E_1 S\epsilon_0$$

$$q_3 = -E_1 S\epsilon_0$$

$$5) E_1 = \frac{U}{d}$$

$$6) K_3 - K_2 = \Delta\varphi_{23} q$$

$$mq = E_1 q$$

$$a = \frac{Uq}{md}$$

$$7) \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_r^2}{2} + \frac{E_2 dq}{3} + \frac{E_1 q \cdot 2d}{3}$$

$$\Delta\varphi_{23} = U \Rightarrow K_3 - K_2 = Uq$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

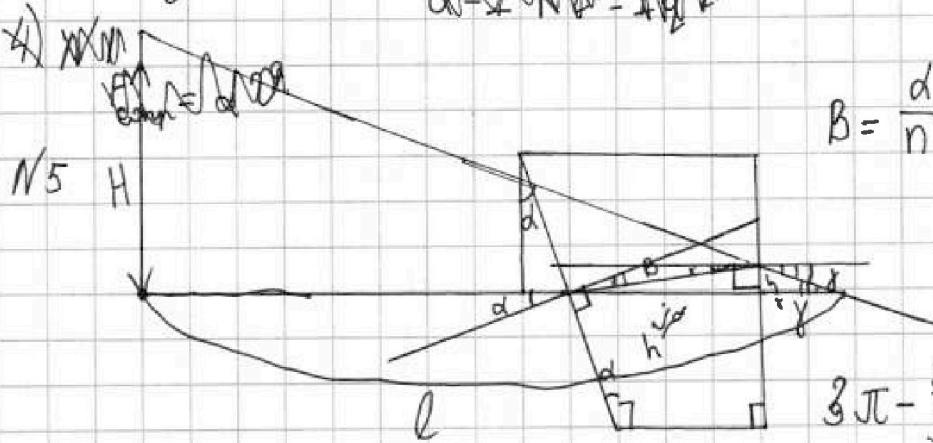
МФТИ

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



N 4 (n-ого угла)

$$Q = \sqrt{R^2} = R/n$$



$$B = \frac{d}{n} \quad y = h(d-B)$$

$$X = \frac{y}{\gamma} = \frac{h(d-B)}{n_1(d-B)}$$

$$3\pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} - \alpha - \frac{\pi}{3} =$$

$$H = y \cdot l$$

$$y = h(d-B) \quad \frac{9}{9-0,2} = \frac{1}{2} = \frac{5}{n} \quad = \pi - \alpha$$

$$X = \pi - \pi + \alpha - \beta$$

$$X = \alpha - \beta$$

$$\frac{y}{X} = \gamma$$

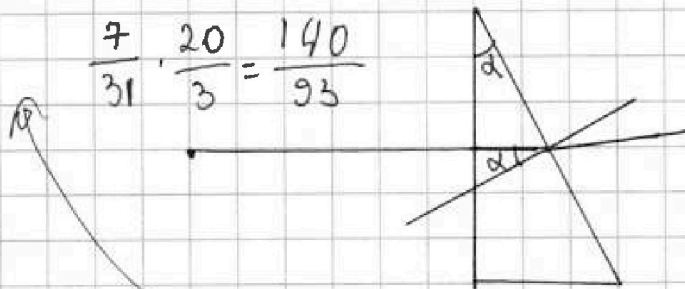
$$X = \frac{y}{\gamma} = \frac{h(d-B)}{n(d-B)} = \frac{h}{n} \quad \gamma = nX = n(d-B)$$

$$\gamma = nd \left(1 - \frac{1}{n}\right) = nd - d(n-1)$$

$$H = y \cdot \left(d + h + \frac{h}{n}\right) \quad (2)$$

$$\gamma = d(n-1) \quad (1)$$

$$\frac{7}{31} \cdot \frac{20}{3} = \frac{140}{93}$$



$$n_1 d = n_2 B$$

$$B = \frac{n_1}{n_2} d$$

maxime

$$\gamma = d(n_1 - 1) + d(n_2 - 1)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

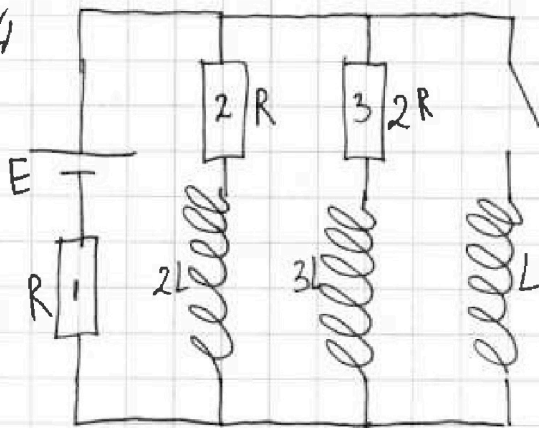
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

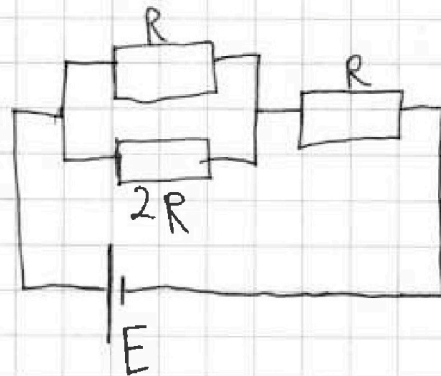
МФТИ

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

N4



1)



$$2) I_0 R = I_{20} 2R$$

$$I_{10} = 2I_{20}$$

$$I_{10} + I_{20} = I_0$$

$$3I_{20} = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{20} = \frac{E}{5R}$$

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$$

$$R_x = \frac{2R}{3}$$

$$R_0 = \frac{2R}{3} + R = \frac{5R}{3}$$

$$I_0 = \frac{3E}{5R}$$

3) Сразу после замыкания ключа ток в резисторе 1 неважно  
уменьшается или увеличивается

$$E = I_0 R + L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{3}{5}E}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{5L}$$

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!



$$\frac{P_k V}{6} = \frac{P_0 V}{2} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$P_k = 3P_0 \cdot \frac{T}{T_0} \quad P_0 = \frac{P_k}{3} \cdot \frac{T_0}{T} \quad \nu_N = \frac{P_0 V_0}{2RT_0} = \frac{P_k V}{6RT}$$

$$(P_k - P_{ATM}) \left( \frac{7}{12} V \right) = \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_k V}{12} \cdot \frac{T_0}{T} \right) RT$$

$$\frac{7}{12} P_k - \frac{7}{12} P_{ATM} = \frac{P_k}{12RT} + \frac{K P_k}{12} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$7P_k - P_k = K P_k R \cdot \frac{T_0}{T} + 7P_{ATM}$$

~~6P\_k~~

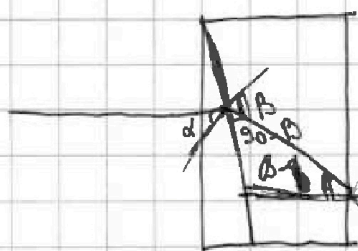
$$6P_k - K P_k R T_0 = 7P_{ATM}$$

$$P_k = \frac{7P_{ATM}}{6 - K R T_0} = \frac{7P_{ATM}}{6 - K \cdot \frac{3}{4} T R} = \frac{7P_{ATM}}{6 - 0,6 \cdot \frac{3}{4} \cdot 3}$$

$$7 - \frac{4}{3} - 0,45 = \frac{9 \cdot 2,7}{2} = 7 - \frac{4}{3} - \frac{2,7}{2} \quad 6 - \frac{0,6 \cdot 3 \cdot 3}{4} = \frac{0,6 \cdot 9}{4} = \frac{2,7}{2}$$

$$7 - \frac{4}{3} - \frac{2,7}{2} = \frac{42 - 8 - 8,1}{6} = \frac{25,9}{6}$$

$$P_k = \frac{14P_{ATM}}{2,7}$$



$$180 - 90 - \alpha - 90 + \beta$$

$$\beta = \alpha$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 42 \\ 16 \\ \hline 26 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

N4 (продолжение)

после замыкания ключа ток будет течь только через  
правую катушку

N2

~~продолжение~~

~~$A_N = A_{CO_2} = P \Delta V$~~

~~$\Delta U_N = \Delta U_{CO_2}$~~

~~$i_N = 5$   
 $i_{CO_2} = 6$  (если он-прозрачный)~~

$1 - \frac{1}{6} - \frac{1}{4} = \frac{12-2-3}{12} = \frac{7}{12}$

~~$\frac{i_N}{2} \nu_N R \Delta T = \frac{i_{CO_2}}{2} \nu_{CO_2} \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_0 V}{4} \right) RT_0 - \frac{i_{CO_2}}{2} \nu_N RT_0$~~

~~$5 \nu_N R \left( \frac{4T_0}{3} - T_0 \right) = 6 \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_0 V}{4} \right) RT_0 - 6 \frac{\nu_N}{2} RT_0$~~

~~$\frac{P_0 V}{2} = \nu_N RT_0$   
 $P_0 = \frac{2 \nu_N RT_0}{V}$~~

~~$5 \nu_N R \left( \frac{T_0}{3} \right) = 6 \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K \cdot 2 \nu_N RT_0}{4} \right) RT_0 - 6 \frac{\nu_N}{2} RT_0$~~

~~и 2 произвольн~~

~~на катушк~~

$\frac{P_0 V}{2} = \nu_N RT_0$

$\frac{P_0 V}{4} = \nu_{CO} RT_0$

$\nu_{CK} = \nu_{CO} + \frac{K P_0 V}{4}$

$P_K \frac{V}{6} = \nu_N RT$

$(P_K - P_{atm}) \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CK} RT$

$P_K$