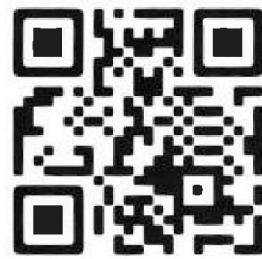




**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**



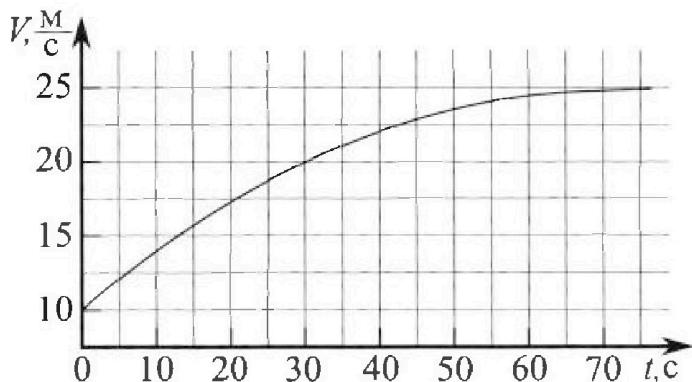
**Вариант 11-03**

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 ориентировано 10%.

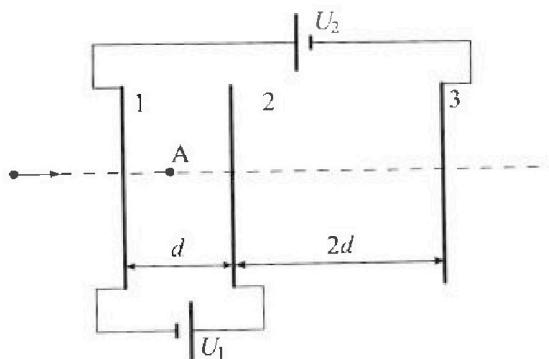


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p v$ . 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  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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

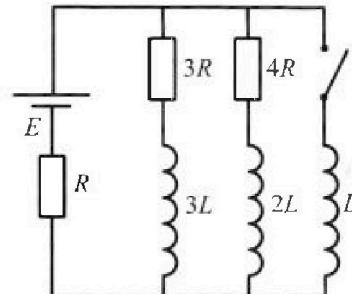


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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

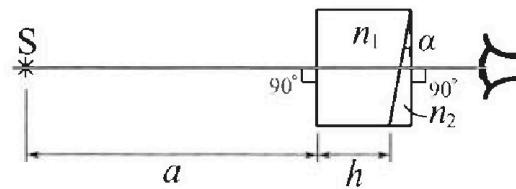
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд про течет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

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  $n_b = 1,0$ . 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.

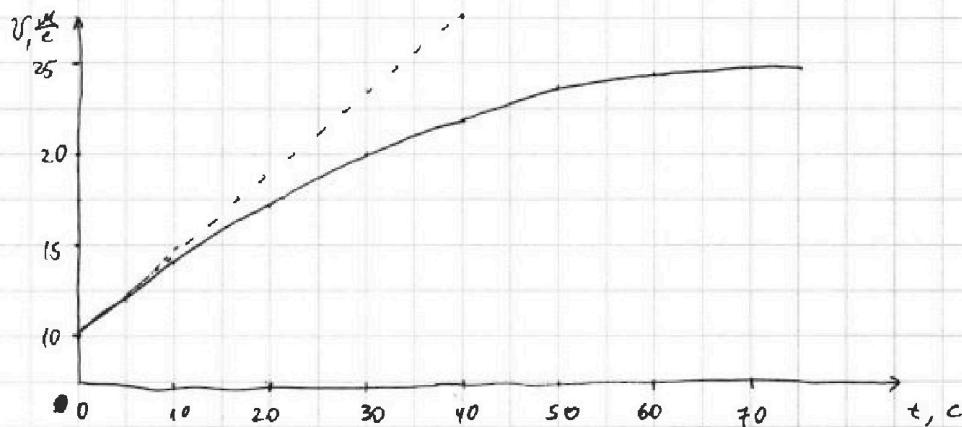
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$\begin{aligned}m &= 1500 \text{ кг} \\F_K &= 600 \text{ Н} \\a_0 &=? \\F_0 &=? \\P_0 &=?\end{aligned}$$



1)  $\alpha = \frac{dV}{dt} \Rightarrow a_0 = V'_t(0)$  Приведём касательную б н.о и  
определим её угловой коэффициент:

$$k = \frac{27,6 - 10}{40} \text{ м/с}^2 = \frac{7}{16} \text{ м/с}^2 \Rightarrow a_0 = \frac{7}{16} \text{ м/с}^2$$

2) Рассмотрим, что касательная в точке начала разгона касательна оси времени  $\Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow m a_x = 0$

$$\Rightarrow F_K = F_{\text{comp}} = \alpha V_K \Rightarrow \alpha = \frac{F_K}{V_K}$$

$$\begin{aligned}2 \text{ з. т. } \text{же } \text{ начала } \text{ разгона: } m a_0 &= F_0 - F_K \cdot \frac{V_0}{V_K} \\ \Rightarrow F_0 &= m a_0 + F_K \cdot \frac{V_0}{V_K} = 1500 \cdot \frac{7}{16} \text{ Н} + 600 \cdot \frac{10}{25} \text{ Н} = 896,25 \text{ Н}\end{aligned}$$

$$3) P = \frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot ds}{dt} = F \cdot V \Rightarrow P_0 = F_0 V_0 = 896,25 \cdot 10 \text{ Вт} = 8962,5 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $a_0 = \frac{7}{16} \text{ м/с}^2$  2)  $F_0 = 896,25 \text{ Н}$  3)  $P_0 = 8962,5 \text{ Вт}$

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!

-	- He
$P_0, \frac{V}{2}, \nu_{He}$	
-	-
$P_0, \frac{V}{4}, \nu_1$	$\text{CO}_2$
-	-
$\frac{V}{4}$	$H_2O$
-	-

Уравнение состояния газов:

$$\begin{aligned} P_0 \cdot \frac{V}{2} &= \nu_{He} R T_0 \quad \Rightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_1} \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_1} = 2 \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu_1 R T_0 \end{aligned}$$

-	- $P_0, \frac{V}{5}, \nu_{He}$
-	- $\text{CO}_2$
-	-
$P_1, \frac{11V}{20}, \nu_2$	
-	-
$\frac{V}{4}$	$H_2O$
-	-

Уравнение состояния газов:

$$\begin{aligned} P_1 \cdot \frac{V}{5} &= \nu_{He} R T \\ P_1 \cdot \frac{11V}{20} &= \nu_2 R T \end{aligned}$$

Некое же мы знаем, что:  $\nu_2 = \nu_1 + \Delta\nu = \frac{P_0 V}{4 R T_0} + K P_0 \frac{V}{4}$

$$\Rightarrow \frac{11 P_1 V}{20 R T} = \frac{P_0 V}{4 R T_0} + K \frac{P_0 V}{4}$$

$$\begin{aligned} \nu_{He} &= \frac{P_0 V}{2 R T_0} \quad \Rightarrow \frac{P_0 V}{2 R T_0} = \frac{P_0 V}{5 R T} \Rightarrow P_1 = \frac{5 P_0}{2} \cdot \frac{T}{T_0} \\ \nu_{He} &= \frac{P_1 V}{5 R T} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{20 R T} \cdot \frac{5 P_0 T}{2 T_0} = \frac{P_0}{4 R T_0} + \frac{K P_0}{4} \Rightarrow 55 = 10 + 10 R T_0 K$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R T_0 &= \frac{9}{2 K} = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \quad \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{RT}{RT_0} = \frac{1}{3} \\ RT &= 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \end{aligned}$$

$$\text{Очевидно: 1) } \frac{\nu_{He}}{\nu_1} = 2 \quad 2) \frac{T}{T_0} = \frac{1}{3}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

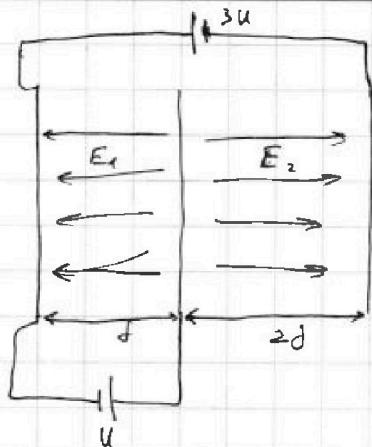
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



$$1) m\alpha = qE_1$$

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

$$\Rightarrow \alpha = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d} = \frac{qU}{md}$$

$$2) A_{\text{полн}} = -qU$$

$$\Rightarrow \Delta W = A_{\text{полн}} = -qU$$

$$\Rightarrow K_2 - K_1 = -qU \Rightarrow K_1 - K_2 = qU$$

$$3) A_{\text{полн},A} = -E_1 \cdot \frac{d}{4} = -\frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{qU}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{qU}{4} \Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{qU}{4}$$

$$\Rightarrow V_A^2 = V_0^2 - \frac{qU}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\text{Решение: } 1) \alpha = \frac{qU}{md} \quad 2) K_1 - K_2 = qU \quad 3) V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

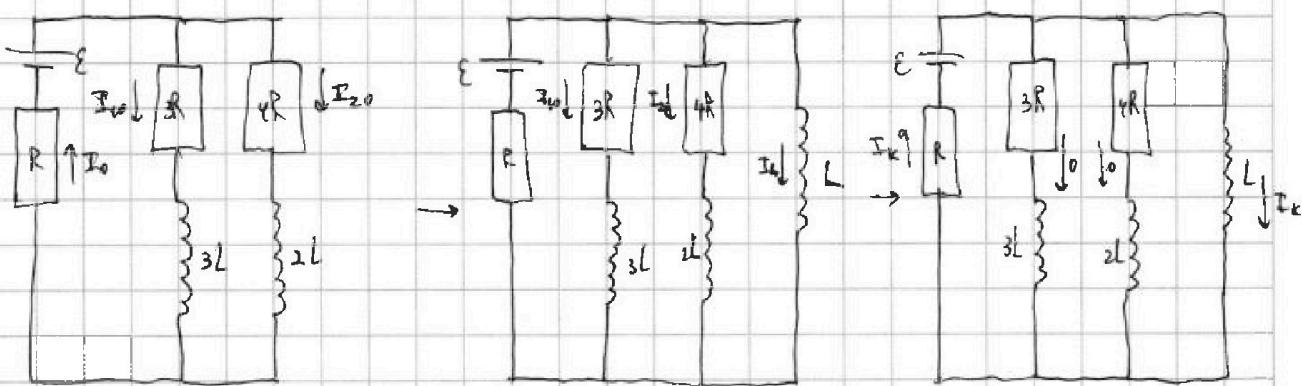
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



1) И.е. ток устанавливающийся, то  $U_{3L} = U_{2L} = 0$

$$\text{Закон Ома: } \bullet I_{10} = \frac{E}{R + \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R}} = \frac{4E}{19R}$$

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

$$3 \cdot R \cdot I_{10} = 4R \cdot I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \Rightarrow \frac{7E}{19E} = I_{10} + \frac{3}{4} I_{10} = \frac{19}{4} I_{10}$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

2) Так как не уменьшается, значит:

$$L \cdot \frac{dI_L}{dt} = E - I_{10}R = E - \frac{7}{19} E = \frac{12}{19} E \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$$

3) В конце во резисторах 3R и 4R не будет, а в 8 катушке L будет ток  $I_K = \frac{E}{R}$ .

Для производственного момента:

$$L \cdot \frac{dI_L}{dt} = 3R \cdot I_{3L} - L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$L \cdot dI_L = 3R \cdot I_{3L} \cdot dt - L \cdot dI_{3L} \Rightarrow \int_L^I dI_L = \int_0^{E/R} 3R \cdot dI_{3L} - \int_0^{I_{10}} L \cdot dI_{3L}$$

$$\Rightarrow L \cdot \frac{E}{R} = 3R \cdot q_{3L} + L \cdot I_{10} = 3R \cdot q_{3L} + \frac{4E}{19R} L$$

$$\Rightarrow 3R \cdot q_{3L} = \frac{15EL}{19R} \Rightarrow q_{3L} = \frac{5EL}{19R^2}$$

$$\text{Ответ: 1)} I_{10} = \frac{4E}{19R} \quad 2) \frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L} \quad 3) q_{3L} = \frac{5EL}{19R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

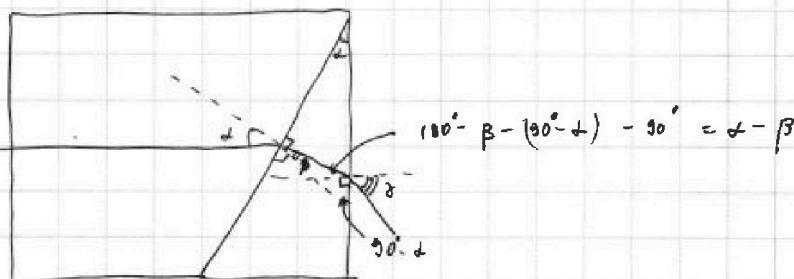
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

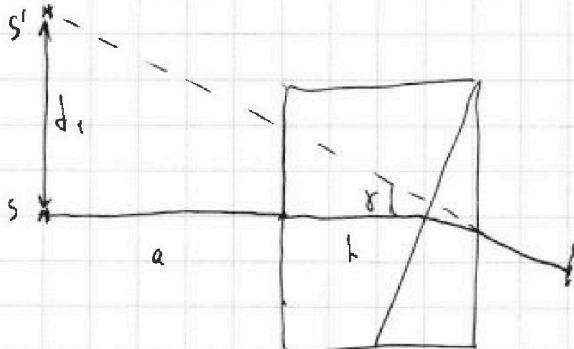
1)



$$\sin \delta = n_2 \sin \beta \quad \text{или} \quad \alpha \text{ макс} \Rightarrow \delta = n_2 / \beta$$

$$n_2 \sin (\delta - \beta) = \sin \delta \Rightarrow \delta = n_2 (\delta - \beta) = n_2 \alpha - n_2 \beta = n_2 \alpha - \alpha = \alpha (n_2 - 1) = \\ = 0,1 \cdot 0,7 \text{ rad} = 0,07 \text{ rad}$$

2)



$$\operatorname{tg} \delta = \frac{d_1}{a+h}$$

$$\Rightarrow d_1 = \operatorname{tg} \delta \cdot (a+h) = \delta \cdot (a+h) = \\ = 0,07 \cdot 104 \text{ см} = 7,28 \text{ см}$$

3) Запишем уравнения, аналогичные тем, что в 1н., но с учетом того, что  $n_1 = 1,4$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \Rightarrow \beta = \alpha \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 \sin (\alpha - \beta) = \sin \delta \Rightarrow \delta = n_1 (\alpha - \beta) = n_1 \left( \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} \right) = \alpha n_1 \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right) = \\ = 0,1 \cdot 1,4 \cdot \left( 1 - \frac{4}{7} \right) = \frac{21}{850}$$

$$\operatorname{tg} \delta \approx \delta = \frac{d_2}{a+h} \Rightarrow d_2 = \delta \cdot (a+h) = \frac{21}{850} \cdot 104 \text{ см} = \frac{1092}{850} \text{ см} \approx 2,5 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\delta = 0,07 \text{ rad}$  2)  $d_1 = 7,28 \text{ см}$  3)  $d_2 = 2,5 \text{ см}$



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!

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

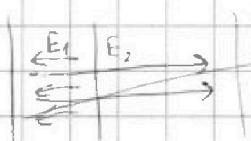


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

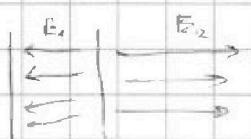
МФТИ

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

$$m\ddot{u} = qE = \frac{q}{d} u$$



$$E = E_1 - E_2 = \frac{u_1}{d} - \frac{u_2}{3d} = \frac{u}{d} - \frac{3u}{3d}$$



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

$$m\ddot{u} = q \frac{u}{d}$$

$$a = \frac{q u}{m d}$$

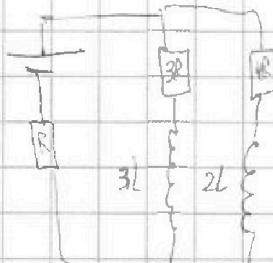
$$\gamma = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2U} = \frac{(v_0^2 - v_1^2) m d}{2q U}$$

$$2qU = m v_0^2 - m v_1^2$$

$$qU = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow K_2 = K_1 - qU$$

$$K_1 - K_2 = qU$$



$$I_0 = \frac{E}{R + \frac{3+2}{2}L} = \frac{E}{R + \left(1 + \frac{12}{7}\right)L} = \frac{7E}{19R} = I_{10} + I_{20}$$

$$\cancel{I_{10}} \quad 3R \cdot I_{10} = 4R \cdot I_{20}$$

$$I_{10} = 0.75 I_{20}$$

$$\frac{7E}{19R} = I_{10} + \frac{3}{4} I_{10} = \frac{19}{4} I_{10}$$

$$i \frac{dI_0}{dt} = 3R \cdot \frac{4E}{19R}$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

$$I = \frac{dI}{dt}$$

$$L \frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$$

$$L \cdot \frac{dI_L}{dt} = 3R \cdot I_{3L} + L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$L dI_L = 3R I_{3L} dt + L dI_{3L}$$

$$L dI_L = 3R \cdot q_{3L} - L dI_{3L}$$

$$L \cdot \frac{E}{R} = 3R \cdot q_{3L} + L \cdot \frac{4E}{19R}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$\frac{14,5}{40} = \frac{35}{80} = \frac{7}{16}$$

$$\begin{array}{r} 750 - 7 \\ \hline 8 \end{array} = \frac{375 \cdot 7}{4} + 240 = \frac{375 \cdot 7 + 960}{4}$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ \underline{-50} \\ 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ | \\ 24 \end{array}$$

375

3585

$$\begin{array}{r} 9765 \\ \times 32 \\ \hline 38 \end{array}$$

$$\Delta V = k P W$$

$$\begin{array}{r} 2625 \\ \times 960 \\ \hline 2625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \underline{-25} \\ 11 \end{array}$$

896, 25

$$P_0 = \frac{V}{Z}$$

$$\frac{P_0}{P} \cdot \frac{V}{Z} = P_{\text{re}} R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{y} < \sum_{\text{cond}} RT_0$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} \geq \frac{\sqrt{ae}}{\sqrt{ae_{x_1}}} = 2$$

$$P_{C_1} = \frac{V_1}{5}$$

$$\frac{4}{5} - \frac{1}{4} = \frac{16 - 5}{20} = \frac{11}{20}$$

$$P_i \cdot \frac{V}{S} = \bar{J}_{xe} RT$$

$$P_1 = \frac{mV}{20} = \nu_{CO_2} RT$$

$$J_{CO_2} = J_{CO_2g} + K P_o \cdot \frac{V}{4}$$

$$= \frac{P_0 V}{4RT_0} + K \frac{P_0 V}{4} = \frac{(1 + K) P_0 V}{20RT}$$

$$\frac{\frac{P_0}{2}}{\frac{P_1 V}{5}} = \frac{T_0}{T} = \frac{5P_0}{2P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{5P_0}{2} - \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{\frac{5}{2}P_0 - T}{20 \cdot RT - T_0} = \frac{P_0}{4RT_0} + \frac{kP_0}{4}$$

$$T_{FT-k} = \frac{ds}{g}$$

$$\frac{55}{2} = 5 + 5 RT_0 K$$

$$R^{\Gamma_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$R_{T_0} = \frac{2 \cdot \frac{5}{2}}{2} \cdot 10^{-3}$$

$$R_{T_0} = \frac{2 \cdot \frac{5}{2}}{2} \cdot 10^{-3}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

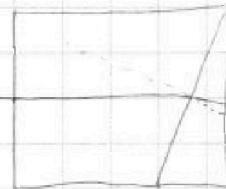
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 1 \\ \hline 104 \end{array}$$



A handwritten geometric proof on grid paper. It shows two lines,  $l$  and  $m$ , intersected by a transversal line  $t$ . Several angles are labeled with letters  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , and  $\delta$ . The proof consists of two parts:

- Top part:**  $\angle \beta - \angle \gamma = 90^\circ$ . This is derived from  $\angle \beta + \angle \gamma = 180^\circ$  and  $\angle \beta = 90^\circ + \angle \gamma$ .
- Bottom part:**  $\angle \alpha - \angle \beta = \angle \gamma - \angle \beta$ . This is derived from  $\angle \alpha + \angle \beta = 180^\circ$  and  $\angle \alpha = 90^\circ + \angle \beta$ .

$$n \sin(\alpha - \beta) = \sin \delta$$

$$\sin \alpha = h \sin \beta$$

$$d = n \beta$$

$$m_2 - m_1 = \gamma = \cancel{m_1} - \cancel{m_1} m_2 - 2 = \\ = \cancel{m_1} (k-1) = 0, t \cdot 0, 7$$

$$f = (\alpha + h) \cdot \operatorname{tg} \vartheta = (\alpha + h) \cdot \frac{\gamma}{\alpha} \Rightarrow 104 \cdot 0,07 =$$

- 7,28 cm

$$180 - \beta - 50 + 1 = 90$$

A graph on grid paper showing a function  $f(x)$ . The function is constant at  $y = 1$  for  $x < 2$ . At  $x = 2$ , there is a jump discontinuity where the function value increases from 1 to 3. For  $x > 2$ , the function increases linearly with a slope of 2, passing through the point  $(3, 3)$ .

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\beta = \alpha - \frac{h_1}{n_2}$$

$$n_1 \sin(\alpha - \beta) = \sin \gamma$$

$$\gamma = \alpha_1 - (\alpha - \beta) =$$

$$= n_1 \left( d - d \frac{h_1}{n_2} \right) =$$

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

$$= 0.1 \cdot 1.4 \left( t - \frac{1.8}{1.7} \right) =$$

$$= \frac{1}{10} - \frac{7}{5} + \frac{3}{17} = \frac{21}{850}$$

21  
52

$$\frac{10^4}{10^3}$$

$\frac{10^4}{10^3}$

$$J = \frac{21.884}{\$62.425} = \frac{1092}{225} = 2.5 \text{ cts}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

**МФТИ**