



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

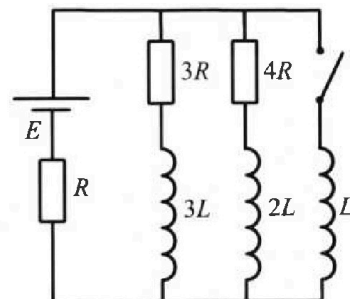


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

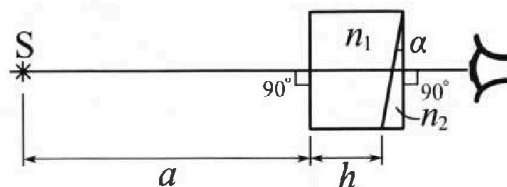
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



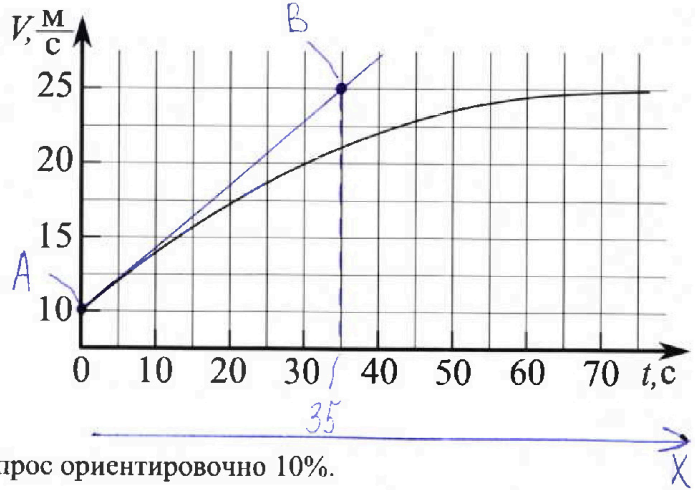
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



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

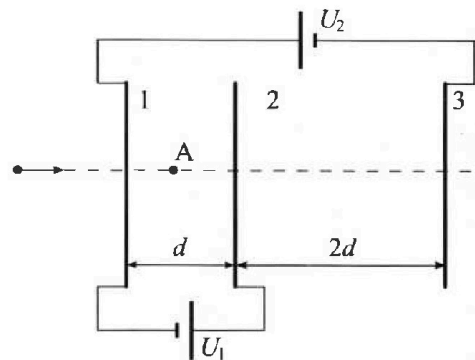
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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.

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



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

№ 1.

1) Проверим касательную к точке с координатами

$$t_0 = 0 \text{ [с]}, v_0 = 10 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

Касательная пересекает точки А и В с координатами

$t_A = 0 \text{ [с]}, v_A = 10 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$  и  $t_B = 35 \text{ [с]}, v_B = 25 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$ , примем координата точки начала ракета совпадает с координатами точки А. Тогда:

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{25 - 10}{35 - 0} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7} \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

2) Из второго закона Ньютона:

$$ma_0 = F_0 - F_c, \quad F_0 = ma_0 + F_c, \quad \text{где } F_c = BV_0$$

При максимальной скорости  $F_{\text{max}} = F_c = BV_{\text{max}}$ ,

$$B = \frac{F_c}{V_{\text{max}}} = \frac{600}{25} = 24$$

$$F_0 = ma_0 + BV_0 = 1500 \cdot \frac{3}{7} + 24 \cdot 10 = \frac{4500}{7} + 240 = \frac{6180}{7} \text{ [Н]}$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot v_0 = \frac{6180}{7} \cdot 10 = \frac{61800}{7} \text{ [Вт]}$$

Ответ: 1)  $a_0 = \frac{3}{7} \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$ , 2)  $F_0 = \frac{6180}{7} \text{ [Н]}$ , 3)  $P_0 = \frac{61800}{7} \text{ [Вт]}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

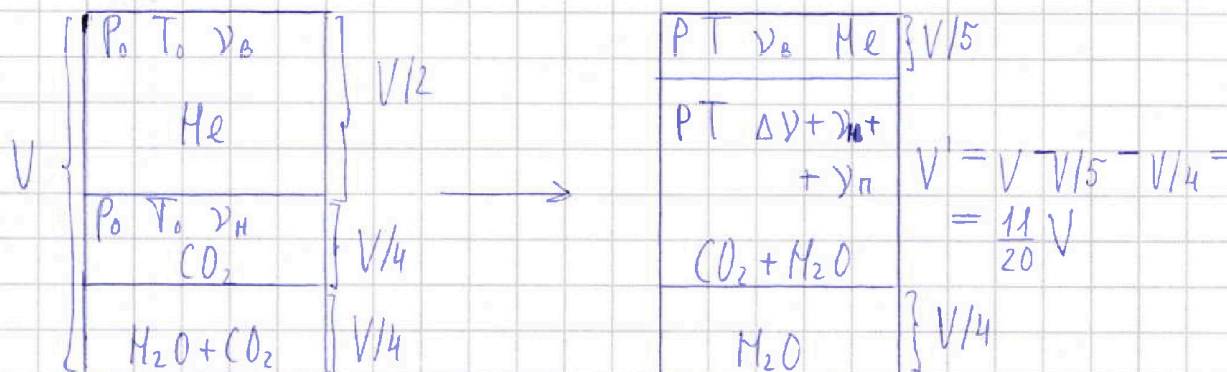
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



ср 2



1) До нагревания в верхней и нижней части сосуда:

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_B R T_0 \quad (1)$$

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_H R T_0$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{\nu_B}{\nu_H} = \frac{4}{2} = 2}$$

2) После нагревания в верхней части сосуда:

$$\frac{P V}{5} = \nu_B R T \quad (2), \text{ разделим (1) на (2):}$$

$$\frac{P_0 V}{2} \cdot \frac{5}{P V} = \frac{\nu_B R T_0}{\nu_B R T}, \quad \frac{T_0}{T} = \frac{5 P_0}{2 P}, \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2 P}{5 P_0} = \alpha$$

$$P = P_{CO_2} + P_H, \quad P_H = P_{atm}, \text{ так как } T = 373 \text{ K}$$

После нагревания в нижней части сосуда:

$$\frac{11}{20} P_{CO_2} V = \Delta \nu R T + \nu_H R T, \quad \frac{11}{20} P_{CO_2} V = \frac{1,5 P_0 V}{4} + \frac{\alpha P_0 V}{4}$$

$$\frac{11}{5} P_{CO_2} V = 1,5 P_0 V + \alpha P_0 V = P_0 V (1,5 + \alpha), \quad P_{CO_2} = \frac{7,5 P_0 + 5 \alpha}{11}$$

$$P = P_{CO_2} + 2 P_0 = \frac{29,5 P_0 + 5 \alpha}{11}, \quad \alpha = \frac{59 P_0 + 10 \alpha}{55 P_0}, \quad \boxed{\alpha = \frac{59 P_0}{55 P_0 - 10}}$$

Ответ: 1)  $\nu_B / \nu_H = 2$ , 2)  $\alpha = (59 P_0) / (55 P_0 - 10)$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

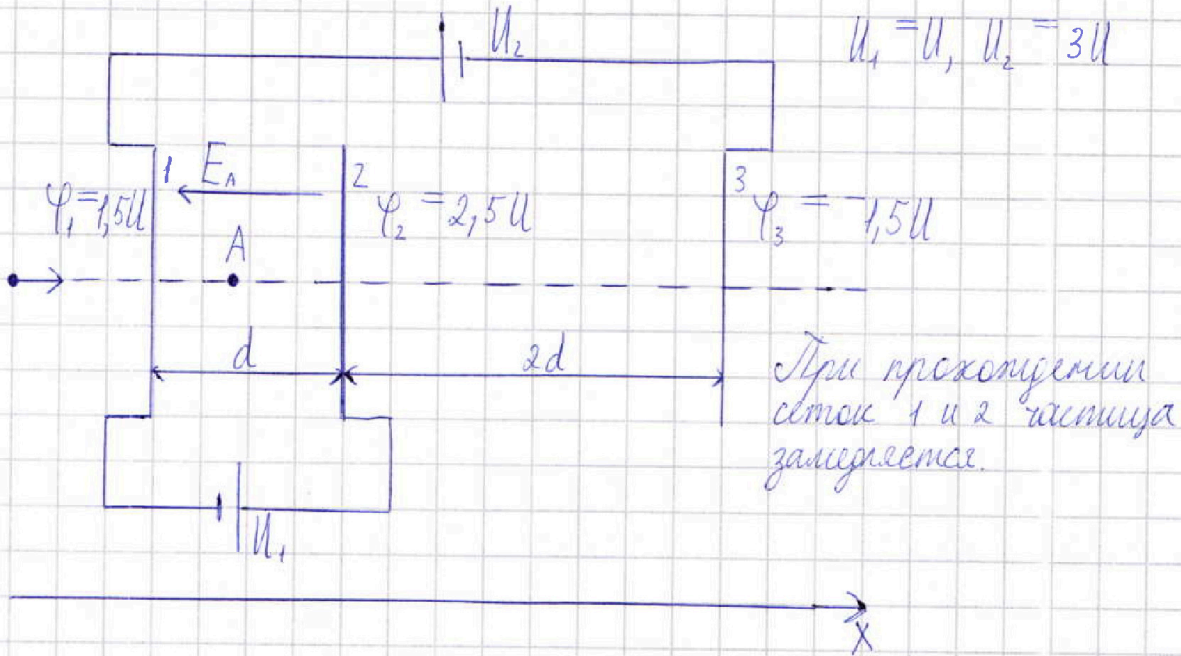
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



№ 3



1) Из второго закона Ньютона:

$$ma = qE, \quad E = -U/d,$$

$$|a| = \frac{qU}{md}$$

2)  $K_1 - K_2 = A_{эл.п.}, \quad A_{эл.п.} = q \cdot \Delta\varphi_{12} = qU$

$$K_1 - K_2 = qU$$

3)  $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + q\Delta\varphi_A,$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q\Delta\varphi_A}{m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q \cdot 7U}{2m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{7qU}{2m}}$$

Ответ: 1)  $|a| = \frac{qU}{md}$ , 2)  $K_1 - K_2 = qU$ , 3)  $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{7qU}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

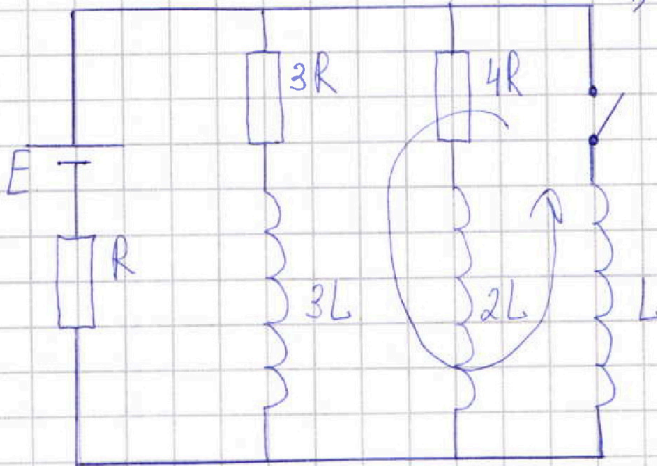
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



№4



1) После размыкания  
ключа в цепи устано-  
вится режим, ток:

$$I = \frac{E}{R + R_0}$$

$$R_0 = \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R} = \frac{12R}{7}$$

Напряжения на  
резисторах 3R и 4R  
равны. Тогда:

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

Из первого правила Кирхгофа:

$$I = I_{10} + I_{20}, \quad \times$$

$$I = \frac{E}{\frac{12}{7}R + R} = \frac{7E}{19R} \implies \frac{7E}{19R} = I_{10} + 3I_{10}/4$$

$$\frac{7E}{19R} = \frac{7I_{10}}{4}, \quad \boxed{I_{10} = \frac{4E}{19R}}$$

$$2) L \frac{dI}{dt} = \frac{E}{R}$$

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{IR}{R}, \quad \frac{dI}{dt} = \frac{IR}{LR} =$$

$$= \boxed{\frac{7E}{19LR}}$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4E}{19R}$ , 2)  $\frac{dI}{dt} = \frac{7E}{19LR}$

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!



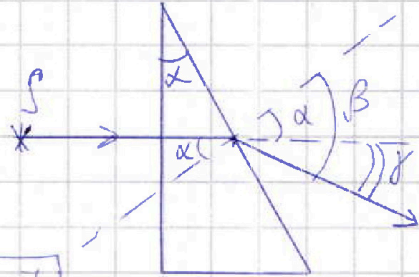
н 5

1) Из закона Снеллиуса для клина:

$$n \sin \alpha = \sin \beta, \quad \alpha \ll 1, \Rightarrow n \alpha \approx \beta$$

$$n \alpha = \alpha + \gamma, \quad \gamma = n \alpha - \alpha,$$

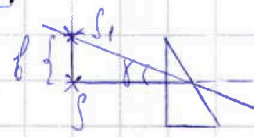
$$\boxed{\gamma = \alpha(n-1) = 0,1(1,7-1) = 0,07 [\text{рад}]}$$



2) Изображение сместится вверх

$$\frac{b}{a+h} = \text{tg } \gamma, \quad \gamma \ll 1, \Rightarrow \frac{b}{a+h} \approx \gamma,$$

$$\boxed{b = \gamma(a+h) = 0,07(90+14) = 7,28 \text{ см}}$$



3) Разобьем систему на два клина и плоскопараллельную пластинку. Тогда для плоскопараллельной пластинки:

Из треугольников ACB и A'CB:

$$\textcircled{1} \quad b = h \cdot \text{tg } \beta, \quad CB = b$$

$$\textcircled{2} \quad b = (h - \Delta x) \cdot \text{tg } \alpha$$

$$\textcircled{1} = \textcircled{2}: \quad h \cdot \text{tg } \beta = (h - \Delta x) \text{tg } \alpha$$

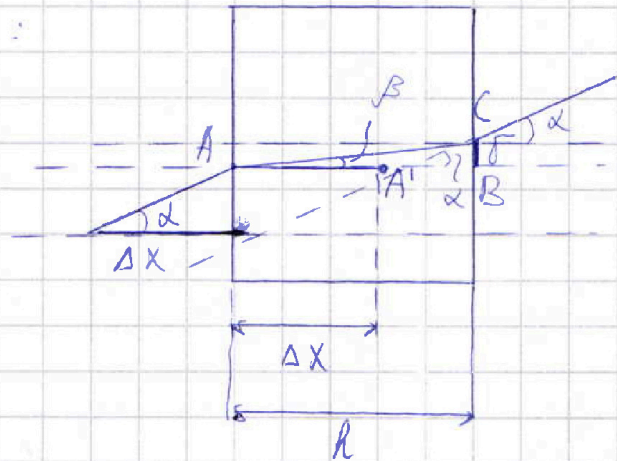
$$h = (h - \Delta x) \cdot n$$

$$h = nk - \Delta xn$$

$$\Delta xn = nk - h,$$

$$\boxed{\Delta x = \frac{h(n-1)}{n} = \frac{14(1,4-1)}{1,4} = 4 [\text{см}]}$$

Ответ: 1)  $\gamma = 0,07 [\text{рад}]$ , 2)  $b = 7,28 [\text{см}]$ , 3)  $\Delta x = 4 [\text{см}]$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

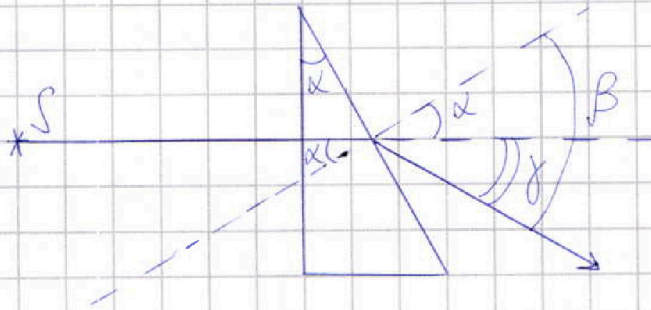
1     2     3     4     5     6     7



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



кр 5 ЧЕРНОВИК



1) Из закона Снеллиуса:

$$n \sin \alpha = \sin \beta, \text{ так как } \alpha \ll 1, \text{ то}$$

$$n \alpha \approx \beta \text{ Тогда}$$

$$n \alpha = \alpha + \gamma, \gamma = n \alpha - \alpha,$$

$$\gamma = \alpha (n - 1) =$$

$$= 0,1 (1,7 - 1) = 0,07 \text{ [рад]}$$

2)

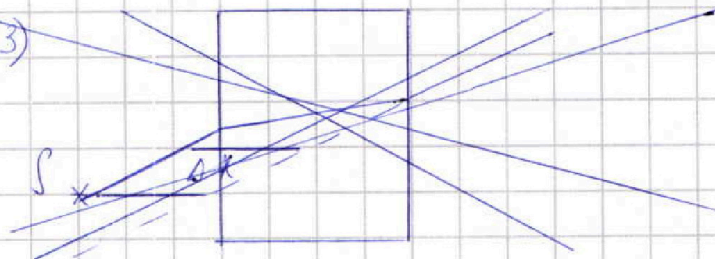


Изображение смещено  
вверх.

$$\frac{b}{a+h} = \operatorname{tg} \gamma, \gamma \ll 1, \frac{b}{a+h} \approx \gamma, b = \gamma (a+h) =$$

$$= 0,07 (90 + 14) = 7,28 \text{ см}$$

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!

ЧЕРНОВИК

№1

Проверим касательную к точке с координатами  
 $t_0 = 0 \text{ c}$ ,  $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Касательная пересекает точку с коорд.  $t_A = 0$ ,  $v_A = 10$ ,  
 $t_B = 35 \text{ c}$ ,  $v_B = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$1) a_0 = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{25 - 10}{35 - 0} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7}$$

$$2) ma_0 = F_0 - F_c \quad F_c = Bv_0$$

$$F_0 = ma_0 + F_c$$

$$F_c = Bv_{\text{max}}$$

$$F_0 = ma_0 + Bv_0 = 1500 \cdot \frac{3}{7} + 24 \cdot 10 =$$

$$B = F_c / v_{\text{max}} = \frac{600}{25} = 24$$

$$= \frac{4500}{7} + \frac{240}{1} = \frac{6180}{7}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ \times 7 \\ \hline 1680 \\ + 4500 \\ \hline 6180 \end{array}$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot v_0 = \frac{6180}{7} \cdot 10 = \frac{61800}{7}$$

$$1,5U + \frac{U}{4} = \frac{7U}{4}$$

$$2,5U - \frac{U}{4} =$$

$$\varphi_1 = U \quad u_2 = 3U$$

$$\varphi_1 = +1,5U \quad \varphi_2 = -1,5U$$

$$\varphi_3 = 2,5U$$

$$ma = qE \quad E = U/d$$

$$1) a = \frac{qE}{m/d}$$

$$2) R_1 - R_2 = A_{\text{эл.п}}$$

$$A_{\text{эл.п}} = q\Delta\varphi_{12} = qU$$

$$R_1 - R_2 = qU$$

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

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

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

$$4. I = I_{10} + I_{20}$$

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

$$I_{20} = \frac{3I_{10}}{4}$$

$$I = \frac{E}{R + R_0}$$

$$R_0 = \frac{12R^2}{7R} = \frac{12}{7}R$$

$$I = \frac{E}{R + \frac{12}{7}R} = \frac{E}{\frac{19}{7}R} = \frac{7E}{19R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

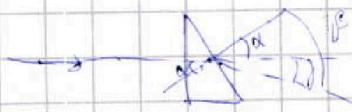
1  2  3  4  5  6  7



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



№5



$$n \sin \alpha = \sin \beta \quad \alpha \ll 1$$

$$n\alpha = \gamma + \alpha$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{7E}{19R} \approx ?$$

$$1) \gamma = \alpha(n_2 - 1) = 0,1(1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

$$2) \frac{b}{d+h} = ? \quad b = 7,28$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 107 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$\frac{b}{d+h}$$

$$3) \sigma = (h - \Delta x) \cdot n_1 \cdot n_2$$

$$\sigma = h \cdot n_1 \cdot n_2$$



$$n_1(h - \Delta x) = h n_2$$

$$\Delta x = \frac{h(n_2 - 1)}{n_1}$$

$$\frac{14 \cdot 0,4}{1,4} = 4$$

$$\Delta x n_1 = h n_2 - h$$

$$\Delta x n_1 - h n_1 = h$$

$$n_1(\Delta x - h) = h$$

$$\begin{array}{r} 1404 \\ - 12135 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35014 \\ - 28125 \\ \hline 70 \\ 70 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{140}{14} = 10$$

$$\frac{14 - 0,4}{1,4} = 9,14$$

$$\frac{14 \cdot 4}{10} = \frac{5,6}{1,4}$$

$$\frac{5,6}{1,4} = 4$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

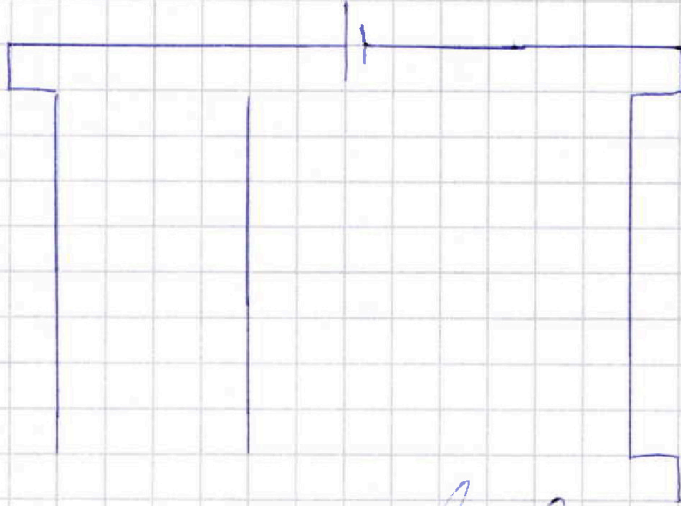
- 1    2    3    4    5    6    7



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

№ 3

ЧЕРНОВИК



Handwritten signature or initials in blue ink.

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

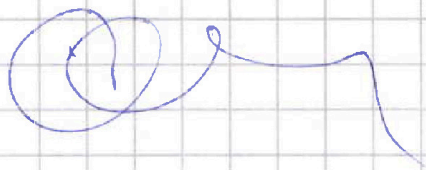
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Черновик

~~12~~

$$3L \frac{dI}{dt} = \frac{4E}{10R}$$



~~12~~

~~12~~

$$L \frac{dI}{dt} = 3L \frac{dI}{dt} + L \left( \frac{E}{R} - 0 \right)$$

$$\frac{E-R}{L}$$

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{E}{R}$$

$$3L(0 - q) = L \left( \frac{E}{R} \right) + \dots$$

$$\frac{7E}{10R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

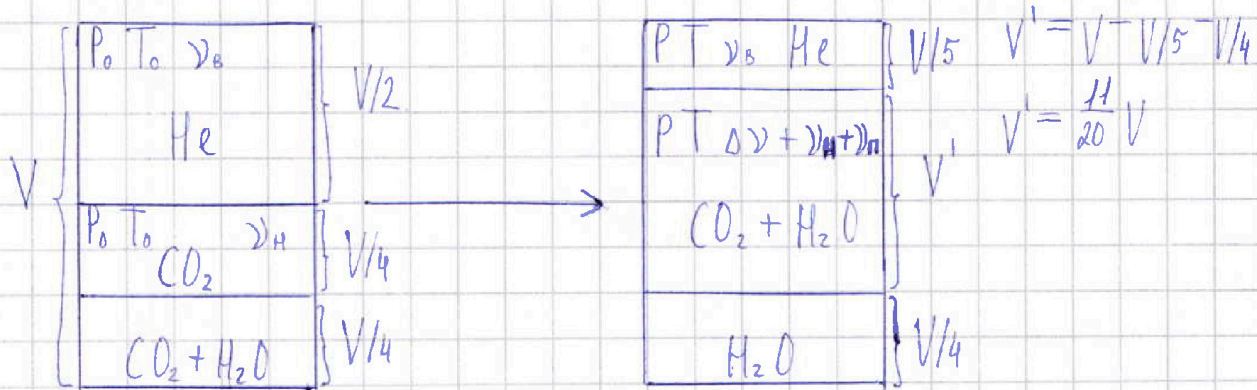
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



№ 2



1) До нагревания в верхней части сосуда:

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_0 R T_0 \quad \frac{P V}{5} = \nu_0 R T \quad \frac{T}{T_0} = \frac{P \cdot 2}{5 P_0} = \frac{2P}{5P_0} \Rightarrow$$

До нагревания в нижней части сосуда:

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_H R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{P V}{2} \cdot \frac{4}{P_0 V} = \frac{\nu_0 R T_0}{\nu_H R T_0}, \quad \frac{\nu_0}{\nu_H} = \frac{4}{2} = 2$$

2) Пусть  $\frac{T}{T_0} = \alpha$ , тогда для нижней части сосуда до нагревания:

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_H R T_0$$

Для нижней части сосуда после нагревания:

~~$$\frac{11 P V}{20} = (\Delta \nu + \nu_H) R T, \quad P = P_{CO_2} + P_H, \quad \text{где}$$~~

$$P_H = P_{\text{атм}}, \quad \text{так как } T = 373 \text{ [K]}$$

$$\frac{11 P_{CO_2} V}{20} = (\Delta \nu + \nu_H) R T$$

$$\frac{11 P_{CO_2} V}{20} = \Delta \nu R T + \nu_H R T, \quad \text{где } T = \alpha T_0 \Rightarrow$$

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!

→ (Проложение №2)  $\frac{11 P_{\text{CO}_2} V}{20} = \Delta V R \alpha T_0 + \nu_{\text{H}_2} R \alpha T_0$

$$\frac{11 P_{\text{CO}_2} V}{20} = \Delta V R \alpha T_x + \alpha P_0 V / 4$$

Из условия  $\Delta V = k p w = k P_0 V / 4 \Rightarrow$  преобразуем уравнение

$$\frac{11 P_{\text{CO}_2} V}{20} = \frac{k P_0 V R \alpha T_x}{4} + \frac{\alpha P_0 V}{4}, \text{ где } k \cdot R T = 1,5$$

$$\alpha = \frac{59 P_0 + 10 \alpha}{55 P_0}$$

$$\frac{11 P_{\text{CO}_2} V}{20} = \frac{1,5 P_0 V}{4} + \frac{\alpha P_0 V}{4}$$

$$55 P_0 \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha$$

$$\frac{11 P_{\text{CO}_2} V}{20 \cdot 5} = \frac{P_0 V (1,5 + \alpha)}{4}, \quad \frac{11 P_{\text{CO}_2}}{5} = \frac{P_0 (1,5 + \alpha)}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 7,5 P_0 + 5 \alpha = 11 P_{\text{CO}_2}, \quad P_{\text{CO}_2} = \frac{7,5 P_0 + 5 \alpha}{11}$$

$$p = \frac{7,5 P_0 + 5 \alpha}{11} + 2 P_0 = \frac{29,5 P_0 + 5 \alpha}{11}$$

$$\frac{P_{\text{ATM}}}{2} = P_0$$

$$55 P_0 \alpha - 10 \alpha = 59 P_0 \quad \alpha (55 P_0 - 10) = 59 P_0$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 29,5 \\ \hline 59,0 \end{array}$$

$$\alpha = \frac{p}{T} = \frac{2 P}{5 P_0} = \frac{2 \cdot 29,5 P_0 + 10 \alpha}{55 P_0}$$

$$\alpha = \frac{59 P_0}{55 P_0 - 10}$$

$$55 P_0 \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha$$

$$55 P_0 \alpha - 10 \alpha = 59 P_0$$

$$\alpha (55 P_0 - 10)$$

$$55 P_0 \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha$$

$$L \frac{dT}{dt} = \frac{7E}{19}$$

$$55 P_0 \alpha - 10 \alpha = 59 P_0$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{7E}{19L}$$

$$\alpha (55 P_0 - 10) = 59 P_0 \quad \alpha = \frac{59 P_0}{55}$$