

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

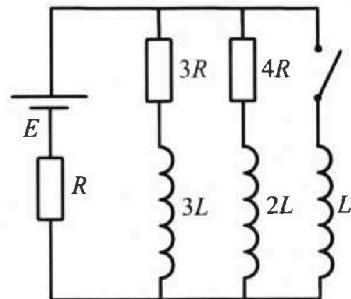
**Вариант 11-03**

*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.

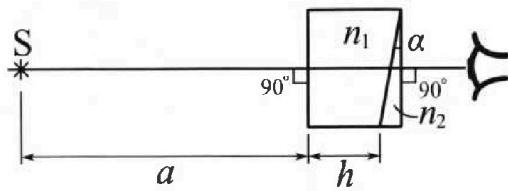
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

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  $n_b = 1,0$ . 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.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

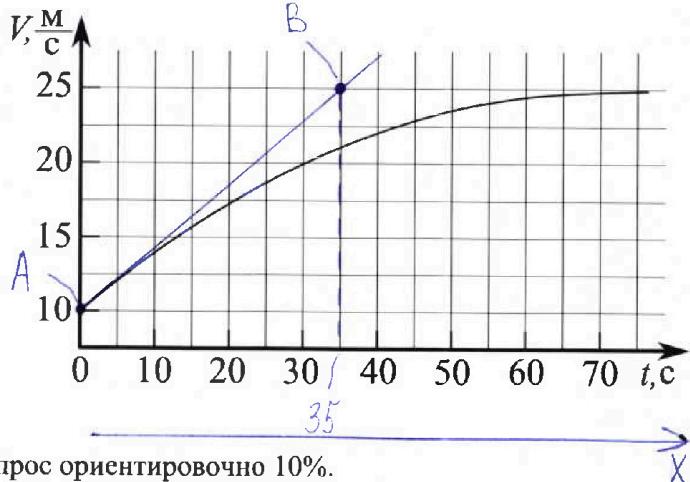


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 ч исленного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



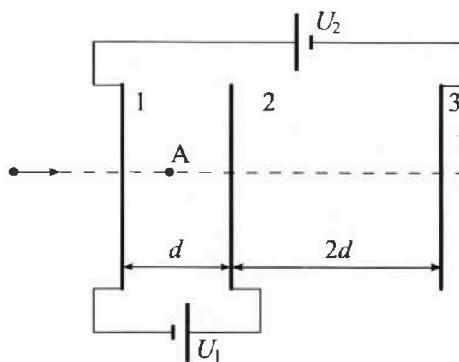
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 нагревали 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:  $\Delta v = k_{\text{ри}} w$ . 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.



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!

№ 1

1) Начнём касательное к точке с координатами

$$t_0 = 0 \text{ [с]}, \Gamma_0 = 10 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

Касательные пересекают точки A и B с координатами

$t_A = 0 \text{ [с]}$ ,  $\Gamma_A = 10 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$  и  $t_B = 35 \text{ [с]}$   $\Gamma_B = 25 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$ , при этом координата точки начала разброса совпадает с координатами точки A. Тогда:

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

2) Из второго закона Ньютона:

$$ma_0 = F_0 - F_c, \quad F_0 = ma_0 + F_c, \quad \text{где } F_c = B \Gamma_0.$$

При максимальной скорости  $F_{\max} = F_x = B \Gamma_{\max}$ ,

$$B = \frac{F_x}{\Gamma_{\max}} = \frac{600}{25} = 24$$

$$F_0 = ma_0 + B \Gamma_0 = 1500 \cdot \frac{3}{7} + 24 \cdot 10 = \frac{4500}{7} + 240 = \frac{6180}{7} \text{ [Н]}$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot \Gamma_0 = \frac{6180}{7} \cdot 10 = \frac{61800}{7} \text{ [Вт]}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

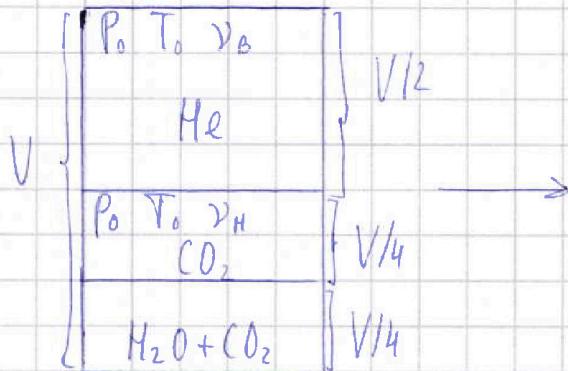


- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

cr 2



P	T	$\nu_B$	He	$\left\{ \begin{array}{l} V/5 \\ V/4 \end{array} \right.$
P	T	$\Delta \nu + \nu_H$	+ $\nu_n$	

1) До нагревания в верхней и нижней частях сосуда:

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

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

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

2) После нагревания в верхней части сосуда:

$$\frac{P_0 V}{5} = \nu_B R T \quad ②, \text{ разделим } ① \text{ на } ②:$$

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

$$P = P_{CO_2} + P_n, \quad P_n = P_{ATM}, \quad \text{так как } T = 373[K]$$

После нагревания в нижней части сосуда:

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

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

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

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

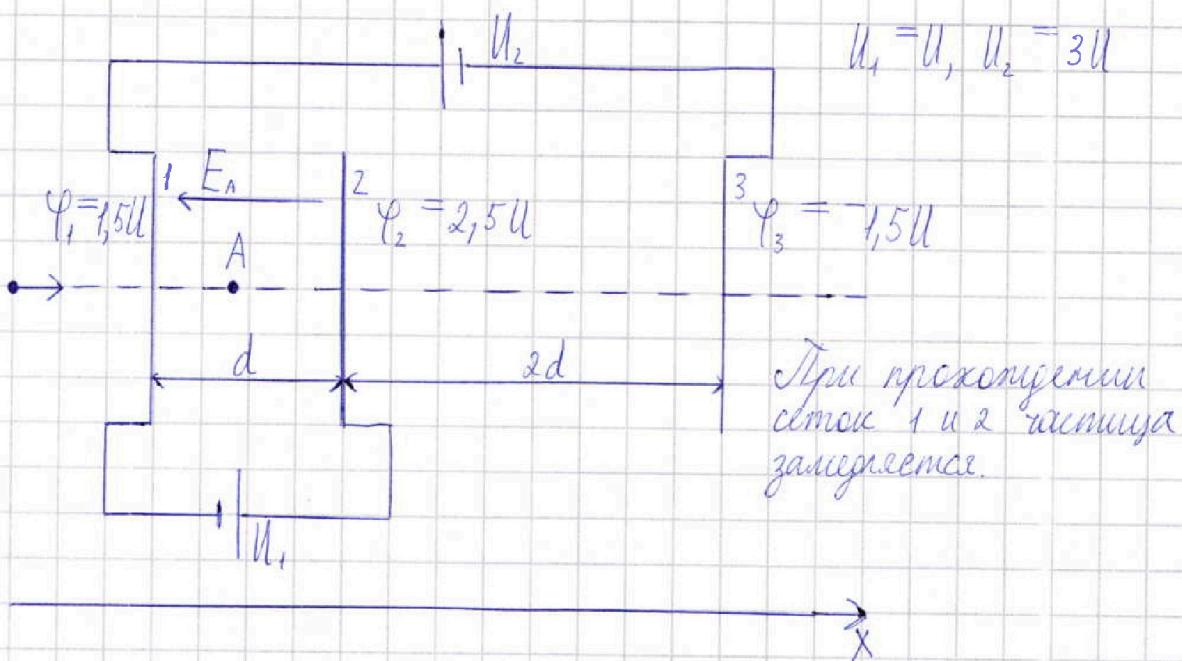
6

7

МФТИ

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

№ 3



1)  $U_2$  второго законе Ньютона:

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

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

2)  $K_1 - K_2 = A_{\text{энт}}$ ,  $A_{\text{энт}} = q \cdot \Delta \Psi_{12} = -qU$

$$K_1 - K_2 = qU$$

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + q\Delta\Psi_A,$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

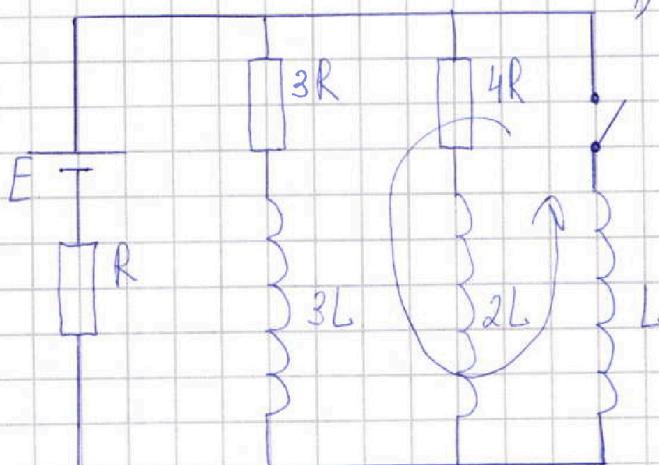
6

7

МФТИ

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

чт 4



1) После размыкания  
ключика в цепи установо-  
вился режим, ток:

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

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

Напряжение на  
резисторах  $3R$  и  $4R$   
равно. Тогда:

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

Из первого правила Кирхгофа:

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

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

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

$$2) L \frac{dI}{dt} = \frac{E}{R} \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{IR}{R}, \quad \frac{dI}{dt} = \frac{IR}{L} = \boxed{\frac{7E}{19LR}}$$

Однрем: 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!

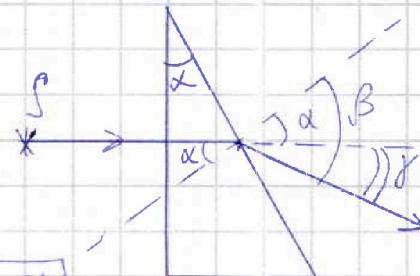
в 5

1) Угол закона Снеллуса для клина:

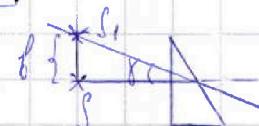
$$n \sin \alpha = \sin \beta, \quad \alpha \ll 1, \Rightarrow n \alpha \approx \beta$$

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

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



2) Изображение предмета вверх



$$\frac{f}{a+h} = \tan \gamma, \quad \gamma \ll 1, \Rightarrow \frac{f}{a+h} \approx \gamma, \quad \boxed{f = \gamma(a+h) = 0,07(90+14) = 7,28 \text{ [cm]}}$$

3) Разбейте систему на два клина и плоскопараллельную

подсистему. Потом для плоскопараллельной подсистемы:

(1)  $\delta = h \cdot \tan \beta, \quad CB = \delta$

(2)  $\delta = (h - \Delta x) \cdot \tan \alpha$

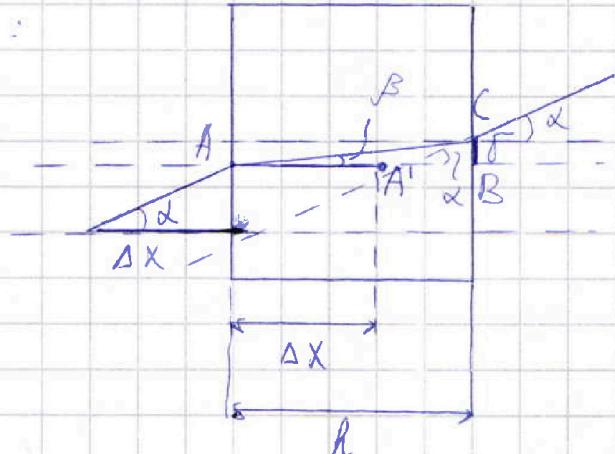
$$(1) = (2): \quad h \cdot \tan \beta = (h - \Delta x) \cdot \tan \alpha$$

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

$$h = nh - \Delta x n$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

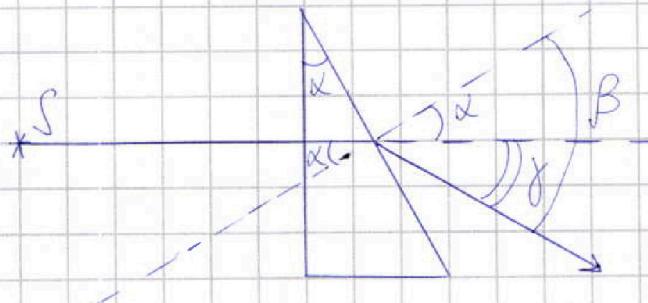


- 1    2    3    4    5    6    7

МФТИ

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

ч 5 ЧЕРНОВИК



1) Из закона Снеллуса

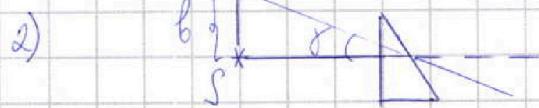
$$n \sin \alpha = \sin \beta, \text{ так как } \alpha \ll 1, \text{ то}$$

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

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

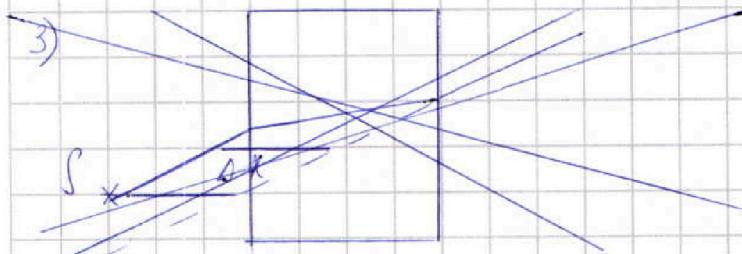
$$\gamma = \alpha(n-1) =$$

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



изображение симметрично  
вверх.

$$\frac{f}{a+h} = \operatorname{tg} \gamma, \gamma \ll 1, \frac{f}{a+h} \approx \gamma, f = \gamma(a+h) = \\ = 0,07(90+14) = 7,28 \text{ см}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" 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  
н1

Установка касательную к тонкой с кондитерами

$$t_0 = 0^\circ\text{C}, \quad V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Касательная пересекает точки с коэф.  $t_A = 0, \quad t_B = 10,$

$$t_B = 35^\circ\text{C}, \quad V_B = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1) \alpha_0 = \frac{V_B - V_0}{t_B - t_0} = \frac{25 - 10}{35 - 0} = \frac{15}{35} = \frac{3}{7}$$

$$2) F_k \quad m\alpha_0 = F_0 - F_c \quad F_c = B V_0$$

$$F_0 = m\alpha_0 + F_c$$

$$F_c = B V_{\max}$$

$$F_0 = m\alpha_0 + B V_0 = 1500 \cdot \frac{3}{7} + 24 \cdot 10 = B = F_c / V_{\max} = \frac{600}{25} = 24$$

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

$$3) P_0 = F_0 \cdot V_0 = \frac{6180}{7} \cdot 10 = \frac{61800}{7}$$

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

✓

н3

$$\varphi_1 = U \quad \varphi_2 = 3U$$

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

✓

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

$$\varphi_3 = 2,5U$$

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

$$1) a = \frac{qE}{md} \quad 2) R_1 - R_2 = A_{\text{diff}} \quad A_{\text{diff}} = qA\varphi_1 = qU$$

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

~~$$I_{10} - 3R = I_{20} \cdot qR$$~~

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

$$I = \frac{E}{R + R_{\text{diff}}}$$

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

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

$$R_{\text{diff}} = \frac{12R^2}{7R} = \frac{12}{7}R$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

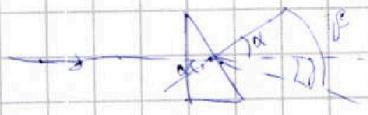
6

7

МФТИ

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

w5



$$\frac{dI}{dt} = \frac{4E}{19R^2}$$

$$n_8 \sin \alpha = \sin \beta \quad \alpha \leq 1$$

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

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

$$2) \frac{\delta}{d+h} = \gamma \quad \delta = 7,28$$

$$\frac{y}{107} \\ \frac{107}{7,28}$$

$$3) \delta = (h - \Delta x) \cdot \frac{y}{107}$$

$$\delta = h - \Delta x$$



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

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

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

$$\frac{14 \cdot 0,4}{14} = \frac{5,6}{14}$$

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

$$\frac{-140}{12} \frac{6}{35} \\ 20 \quad 25$$

$$\frac{350}{28} \frac{114}{25} \\ 70 \quad 25 \\ 30 \quad 0$$

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

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

$$\frac{5,6}{14} = 4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

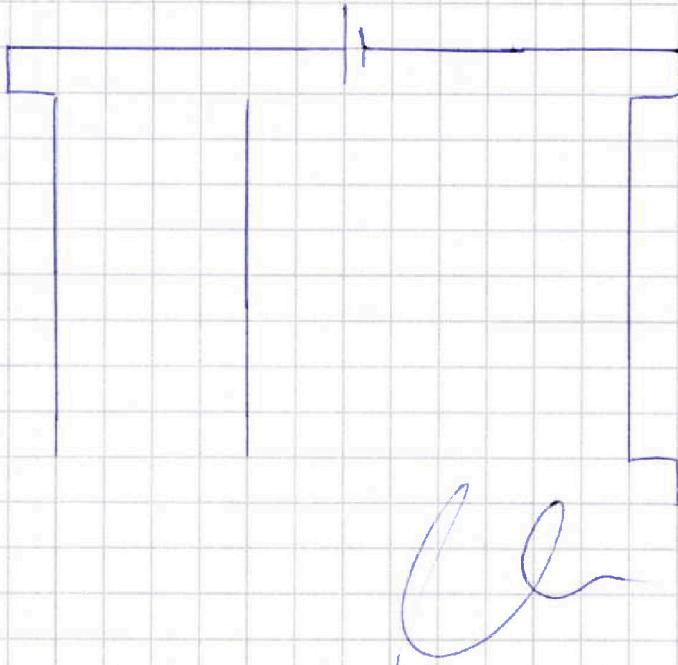
7

МФТИ.

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

н 3

ЧЕРНОВИК



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"/> |

МФТИ

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

Черновик

①)

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



ЛСТ

1(0+q+0)

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

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

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

$$3L(q_0 - q) = L \left( \frac{E}{R} \right) + \frac{E}{R}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

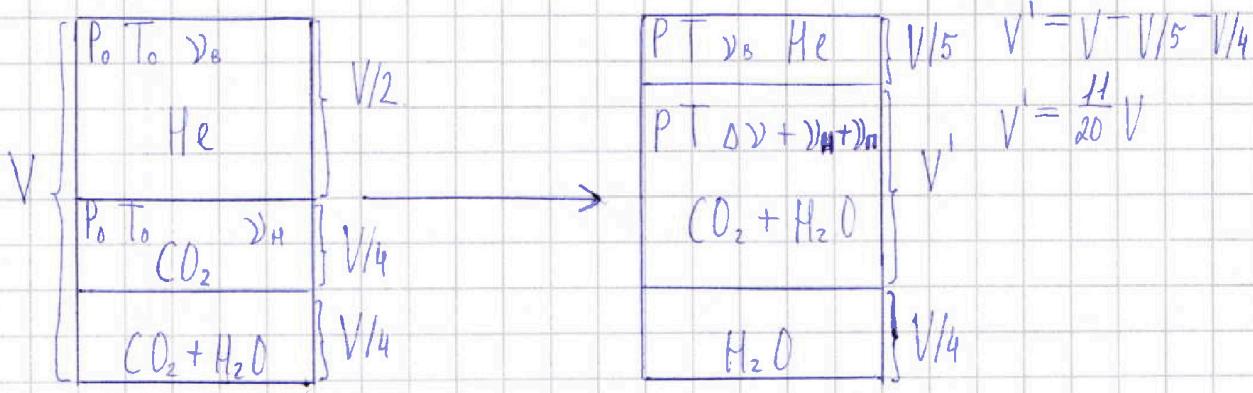


- 1  2  3  4  5  6  7

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:

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

До нагревания в нижней части сосуда:

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

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

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

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

Две нижней части сосуда после нагревания:

~~$$\frac{1}{20} P_0 V = (\Delta \nu + \nu_H) R T; \quad P = P_{CO_2} + P_n, \text{ где}$$~~

$$P_n = P_{ATM}, \text{ так как } T = 373 [K]$$

$$\frac{1}{20} P_{CO_2} V = (\Delta \nu + \nu_H) R T$$

$$\frac{1}{20} P_{CO_2} V = \Delta \nu R T + \nu_H R T, \text{ где } T = \alpha T_0 \Rightarrow$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

$$\rightarrow (\text{Упрощение №2}) \quad \frac{11P_{CO_2}V}{20} = \Delta V R \alpha T_0 + \nu_m R \alpha T_0,$$

$$\frac{11P_{CO_2}V}{20} = \Delta V R \alpha T_0 + \alpha P_0 V / 4$$

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

$$\frac{11P_{CO_2}V}{20} = \frac{k P_0 V R \alpha T_0}{4} + \frac{\alpha P_0 V}{4}, \text{ где } kRT = 1,5$$

$$\frac{11P_{CO_2}V}{20} = \frac{1,5 P_0 V}{4} + \frac{\alpha P_0 V}{4} \quad \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha \\ 55 P_0 \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha$$

$$\frac{11P_{CO_2}V}{20} = \frac{P_0 \alpha (1,5 + \alpha)}{4}, \quad \frac{11P_{CO_2}}{5} = \frac{P_0 (1,5 + \alpha)}{1} \Rightarrow$$

$$\rightarrow 7,5 P_0 + 5 \alpha = 11 P_{CO_2}, \quad P_{CO_2} = \frac{7,5 P_0 + 5 \alpha}{11}$$

$$P = \frac{7,5 P_0 + 5 \alpha}{11} + 2 P_0 = \frac{27,5 P_0 + 5 \alpha}{11}$$

$$\frac{P_{ATM}}{2} = P_0 \quad 55 P_0 \alpha - 10 \alpha = 59 P_0 \quad \alpha (55 P_0 - 10) = 59 P_0$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 29,5 \\ \hline 59,0 \end{array} \quad \alpha = \frac{2P}{5P_0} = \frac{2 \cdot 29,5 P_0 + 10 \alpha}{55 P_0} = \frac{59 P_0}{55 P_0 - 10}$$

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

$$\alpha (55 P_0 - 1)$$

$$55 P_0 \alpha = 59 P_0 + 10 \alpha \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{7E}{19}$$

$$55 P_0 \alpha - 10 \alpha = 59 P_0 \quad \frac{dI}{dt} = \frac{7E}{19L}$$

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