



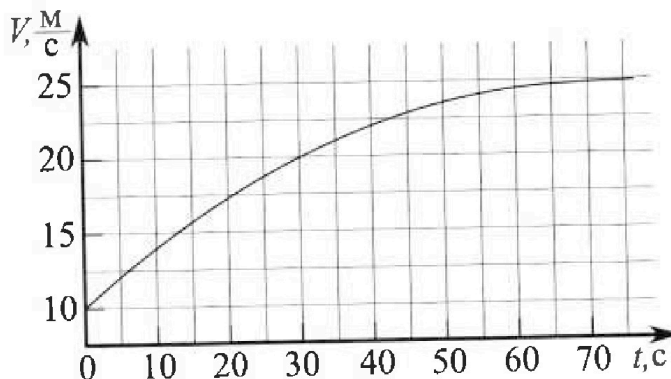
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.

2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.

3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

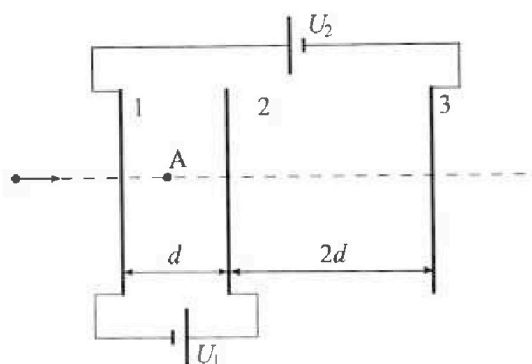
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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.

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 A на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

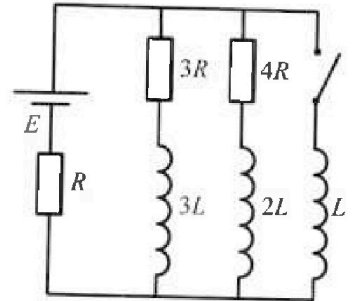
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  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.

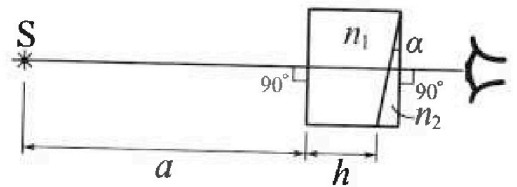


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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"/>	<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!

Дано:  
 $m = 1500 \text{ кг}$   
 $F_k = 600 \text{ Н}$

- 1)  $a_0$  - ?
- 2)  $F_0$  - ?
- 3)  $P_0$  - ?

1) В кинематике разгона можно считать, что  $V = \text{const}$

Пусть сила сопротивления равна:  $F_c(V) = kV$ , где

$k$  ( $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$ ) - некий коэфф.

$F_k = k \cdot V_k$ , где  $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  - конечная скорость

$$k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Участок от  $t=0$  до  $t=10 \text{ с}$ . можно считать ускоренным,

где скорость увелич. линейно.

$$\text{Тогда } a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{10 - 0} = \frac{10}{10} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Пусть  $V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  - скорость в начале разгона

$$F_0 - F_c(V_0) = ma_0 \Rightarrow F_0 = kV_0 + ma_0 = 24 \cdot 10 + 1500 \cdot 1 = 240 + 1500 = 1740 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot V_0 = 1740 \cdot 10 = 17400 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  2)  $1740 \text{ Н}$  3)  $P_0 = 17400 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



№2.

Дано:

$$P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}$$

$$T = 373 \text{ K}$$

$$V \approx 0.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta J = k p V$$

1)  $\frac{J_1}{T_0} = ?$

2)  $\frac{I}{T_0} = ?$

$$1) \Delta J = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = k J_2 R T_0$$

Обеи трубы в начале имеют  $\frac{V}{2}$ , при этом  $\frac{V}{4}$  (т.к.  $\frac{V}{4}$  - соединенная часть)

$$P_0 \frac{V}{2} = J_2 R T_0, \text{ где } J_2 - \text{масса газа в трубе,}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = J_2 R T_0, \text{ где } J_2 - \text{масса газа в соединенной трубе.}$$

$$2 J_2 R T_0 = J_2 R T_0 \Rightarrow \frac{J_1}{J_2} = 2$$

$$2) P_1 \frac{V}{5} = J_2 R T, \text{ где } P_1 - \text{давление в соединенной трубе.}$$

В соединенной трубе будет масса  $J_2 + \Delta J$  с объемом  $V_{\text{атм}} + V$  и при этом  $J_2 + \Delta J$  с объемом  $P_1 - P_{\text{атм}}$

$$(P_1 - P_{\text{атм}}) \cdot \left( \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (J_2 + \Delta J) R T$$

$$(P_1 - P_{\text{атм}}) \cdot \frac{1P}{100} V = (J_2 + k J_2 R T_0) R T$$

$$P_1 V = 5 J_2 R T = 10 J_2 R T$$

$$P_{\text{атм}} V = 2 P_0 V = 2 \cdot 4 J_2 R T_0 = 8 J_2 R T_0$$

$$\frac{1P}{20} \cdot 10 J_2 R T - \frac{1P}{50} \cdot 8 J_2 R T_0 = J_2 R T + k J_2 R T_0 \Rightarrow \frac{1P}{20} \cdot 10 T - \frac{1P}{50} \cdot 8 T_0 = T + k R T_0$$

$$\frac{1P}{2} - \frac{8P}{5} \frac{T_0}{T} = T + k R T_0 \cdot 10 T$$

$$55T - 44T_0 = 10T + 6k R T_0$$

$$45T = T_0 (10k R T_0 + 44T_0)$$

$$\frac{I}{T_0} = \frac{10k R T_0 + 44T_0}{45} = \frac{10 \cdot 0.5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 + 44 \cdot 373}{45}$$

$$= \frac{15 + 44}{45} = \frac{59}{45}$$

Ответ: 1) 2 2)  $\frac{59}{45}$



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!

Date: \_\_\_\_\_

$d, 2d$

$U_1 = U$

$U_2 = 3U$

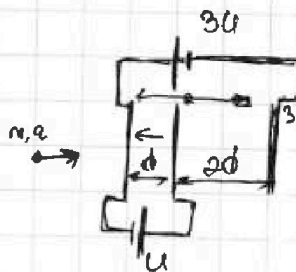
$m, q$

$V_0$

13

1)  $\varphi_2 - \varphi_1 = U, \varphi_1 - \varphi_3 = 3U$

$\varphi_2 - \varphi_3 = 4U$



1)  $Q_{12} = ?$

2)  $K_1 - K_2 = ?$

3)  $V_A = ?$

$d_4$

Ищем E-напряж-ть по д МГ

Методом 1-2

Е<sub>12</sub> и Е<sub>13</sub> - величины между пар пластин в E.

$$E_{12} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d} = \frac{U}{d}; \quad E_{13} = \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{3d} = \frac{3U}{3d} = \frac{U}{d}$$

$\vec{E}_{12}$  направ. влево  $\vec{E}_{13}$  направ.

$$\text{Тогда } E = E_{13} - E_{12} = \frac{U}{d} - \frac{U}{d} = 0$$

Значит,  $F = 0$  и  $Q_{12} = 0$

2) Т.к.  $Q_{12} = 0, \Rightarrow K_1 - K_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = 0$

3) Ответ: 1) 0 2) 0 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!



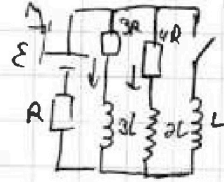
№4

Дано:

$\varepsilon$   
 $R$   
 $R_1 = 3R$   
 $R_2 = 4R$   
 $3L, 2L, L$   
 $L$

- 1)  $y_{10}$ ?  
2)  $y_{20}$ ?  
3)  $q$ ?

1) При разомкнутом ключе:  
Пусть через резистор  $3R$  течет ток  $y_{10}$ ,  
через резистор  $4R$  - ток  $y_{20}$  через  
резистор  $R$  и источник - ток  $y$



$y = y_{10} + y_{20}$  (1-е уравнение Кирхгофа)  
Второе уравнение Кирхгофа:  $\begin{cases} \varepsilon = yR + 3Ry_{10} \\ \varepsilon = yR + 4Ry_{20} \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow 3Ry_{10} = 4Ry_{20} \Rightarrow y_{20} = \frac{3}{4}y_{10}$

$y = y_{10} + y_{20} = \frac{7}{4}y_{10}$

$\varepsilon = \frac{7}{4}y_{10}R + 3y_{10}R = \frac{19}{4}y_{10}R \Rightarrow y_{10} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

2) Сразу после замыкания ключа ток через источник и резистор  $R$  все еще равен  $y$ , через катушку  $L$  тока пока нет.

Тогда:  $\varepsilon = yR + Ly_3$   $\Rightarrow y_3 = \frac{\varepsilon - yR}{L}$

$y = \frac{7}{4}y_{10} = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow Ly_3 = \varepsilon - \frac{7}{19} \varepsilon = \frac{12}{19} \varepsilon$

$y_3 = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$

3) Когда после замыкания установится равновесие, то напряжения на катушках будут равны 0, поэтому через резисторы  $3R$  и  $4R$  ток уже не будет. Через источник, резистор  $R$  и катушку  $L$  будет идти ток  $y_k = \frac{\varepsilon}{R}$

Значит  $\sum \Delta y_3 = y_k - 0 = \frac{\varepsilon}{R}$ ,  $\sum \Delta y_1 = 0 - y_{10} = -\frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

Пусть в некоторый момент времени через резистор  $3R$  идет ток  $y_1$ , через  $4R$  -  $y_2$ , через  $L$  -  $y_3$ .

$3Ry_1 + 3Ly_3 = L \frac{dy_3}{dt} \Rightarrow 3Ry_1 + 3Ly_3 = L \frac{dy_3}{dt}$

3R00 Просуммируем по всем ветвям установившееся равновесие:

$3Rq = L \frac{\varepsilon}{R} - 3L \cdot \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon L}{R}$

$q = \frac{7}{57} \frac{\varepsilon L}{R^2}$

Ответ: 1)  $y_{10} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$  2)  $y_3 = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$  3)  $q = \frac{7}{57} \frac{\varepsilon L}{R^2}$

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. Печать QR-кода недопустима!



15

Дано:

$n_1, n_2$   
 $n_B = 1$   
 $a = 9 \text{ см}$   
 $h = 14 \text{ см}$   
 $\angle = 0,1 \text{ рад}$

1)  $n_1 = n_B = 1$   
 $n_2 = 1,7$   
 $\Delta \varphi = ?$

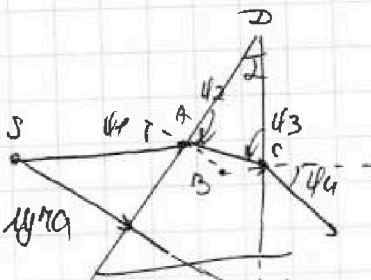
2)  $n_1 = n_B = 1$   
 $n_2 = 1,7$   
 $\Delta S_{\lambda} = ?$

3)  $n_1 = 1,4$   
 $n_2 = 1,7$   
 $\Delta S_{\lambda} = ?$

1) ~~Решение~~

Т.к.  $n_1 = n_B = 1$ , то первая призма не влияет на ход луча

Т.к. луч идет перпендикулярно ~~второй~~ первой грани второй призмы то  $\varphi_1 = \angle$  (углы  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  и  $\varphi_4$  обозначены на рисунке)



$$\sin \varphi_1 n_1 = \sin \varphi_2 n_2 \Rightarrow \varphi_1 n_1 = \varphi_2 n_2 \quad (\text{углы малы})$$

$$\varphi_2 = \angle \frac{n_1}{n_2} \quad \text{Уз 4-й-го } ABCD \quad \angle ABC = 180^\circ - \angle$$

$$\text{Уз } \triangle ABC: \varphi_2 + 180^\circ - \angle + \varphi_3 = 180^\circ \Rightarrow \varphi_3 = \angle - \varphi_2$$

$$\varphi_3 = \angle - \angle \frac{n_1}{n_2} = \angle \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

$$\varphi_3 n_2 = \varphi_4 n_1 \Rightarrow \varphi_4 = \frac{n_2}{n_1} \varphi_3 = \angle \frac{n_2 - n_1}{n_1}$$

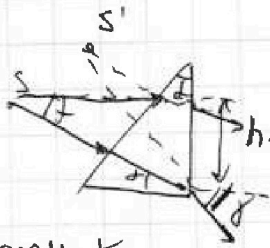
Т.к. угол  $\varphi_4$  - угол между соседними поверхностями луча, то  $\Delta \varphi = \varphi_4 = \angle \frac{n_2 - n_1}{n_1} =$

$$= 0,1 \cdot \frac{1,7 - 1}{1} = 0,07 \text{ рад}$$

2) Косой луч, падающий на плоскую грань на левой грани второй призмы.

Он выйдет из призмы под углом  $\gamma$

$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{n_2}{n_1} \alpha = 1,7 \cdot 0,1 = 0,17 \text{ рад}$$

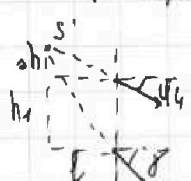


$$\tan \gamma = \frac{h_1}{a+h} \quad (\text{тангенс угла второй призмы преобразован})$$

$$\tan \gamma = \frac{h_1 + a h}{r} \quad \tan \varphi_4 = \varphi_4 = \frac{a h}{r}$$

$$\gamma = \frac{h_1}{r} + \varphi_4 \Rightarrow \frac{h_1}{r} = \gamma - \varphi_4$$

$$\frac{h_1}{\gamma - \varphi_4} = \frac{a h}{\gamma - \varphi_4} = \frac{0,1 \cdot 10,9 \cdot 0,14}{0,17 - 0,07} = 0,104 \text{ м} = (a+h)$$





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!

Продолжение

Значит, источник и его изображение находятся на одинаковой высоте от центра бруса горизонт. оси, вдоль вертик. оси расст. между ними  $\Delta h$ .

$$\Delta h = f \cdot \alpha = (a+h) \cdot \alpha = 1,04 \cdot 0,07 = 0,0728 \text{ м} = 7,28 \text{ см}$$

Значит  $\Delta S_1 = \Delta h = 7,28 \text{ см}$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 7,28 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!



Черновик  
14.

1)  $I_1, I_2 = I$

$I_1 R + 3I_2 R = E = I_1 R + 4I_2 R$

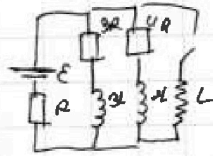
$3I_1 = 4I_2$

$I_2 = \frac{3}{4} I_1$

$E = \frac{7}{4} I_1 R + 3 \cdot \frac{3}{4} I_1 R = \frac{19}{4} I_1 R$

$I_1 = \frac{4 E}{19 R}$

$I = I_1 = \frac{7 E}{19 R}$



2)  $I_1' = E - I_1 R = E - \frac{7}{19} E = \frac{12}{19} E$

$I_1' = \frac{12 E}{19 R}$

$I_1' = \frac{12 E}{19 R}$

3)  $E = 4I_1 + 3I_2 + 2I_3$

$3I_1 R + 3I_2 R = 4I_2 R + 2I_3 R$

$I_3 = I_2 = \frac{E}{R}$

$I_1 = -I_2 = -\frac{E}{R}$

$3I_1 + 3I_2 = 4I_2 + 2I_3$

$3I_1 = I_2 + 2I_3$

$3R I_1 + 3L I_1' = L I_3' \quad | \cdot 1 \Rightarrow 3R I_1 + 3L I_1' = L I_3'$

$3R I_1 = \frac{E L}{R} - \frac{2L \cdot 4E}{19R} = \frac{7EL}{19R}$

$I_1 = \frac{7EL}{57R^2}$



$n_1 \sin \psi_1 = n_2 \sin \psi_2$

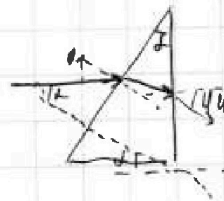
$\psi_1 = \psi_2$

$n_1 d = n_2 \psi_2 \quad \psi_2 = \frac{n_1}{n_2} d$

$\psi_2 + \psi_2 = \psi_2 + \psi_2 = 180^\circ$

$\psi_2 = 180^\circ - \psi_2 \Rightarrow \psi_2 = 90^\circ$

$\psi_2 = \psi_1 = 90^\circ \quad \sin \psi_2 = \sin \psi_1$



$\psi_3 = \psi_4 = \psi_1$

$\psi_2 = \psi_1 + \psi_4$

$\psi_2 = \psi_1 + \psi_1 = 2\psi_1$

$\psi_3 = 90^\circ + \psi_2 = 90^\circ + 2\psi_1$

$\psi_3 = 2 - \psi_2 = 2 - \frac{n_1}{n_2} d = 2 - \frac{n_1 d}{n_2}$

$\psi_4 = \frac{2(180^\circ - \psi_2)}{n_1} = 0,7 \cdot 90^\circ = 63^\circ$

2)  $n_0 \sin \alpha = n_1 \sin \psi_5$

$\psi_5 = \frac{n_0}{n_1} \alpha = 1,7 \cdot 90^\circ = 153^\circ$

$\psi_5 = 0$

$\psi_5 - \psi_4 = \frac{\pi}{2}$

$0,1 = \frac{\pi}{2}$

$f = 0,1 \text{ Hz}$

$\psi_5 = \frac{\pi}{2} = \frac{h}{\lambda}$

$\lambda = 0,1 \cdot 10^4 = 0,104 \text{ m}$

$f = 900/104 = 8,7$

$\Delta h = \lambda \cdot f = 0,1 \text{ Hz} \cdot 0,07 = 0,007 \text{ m}$

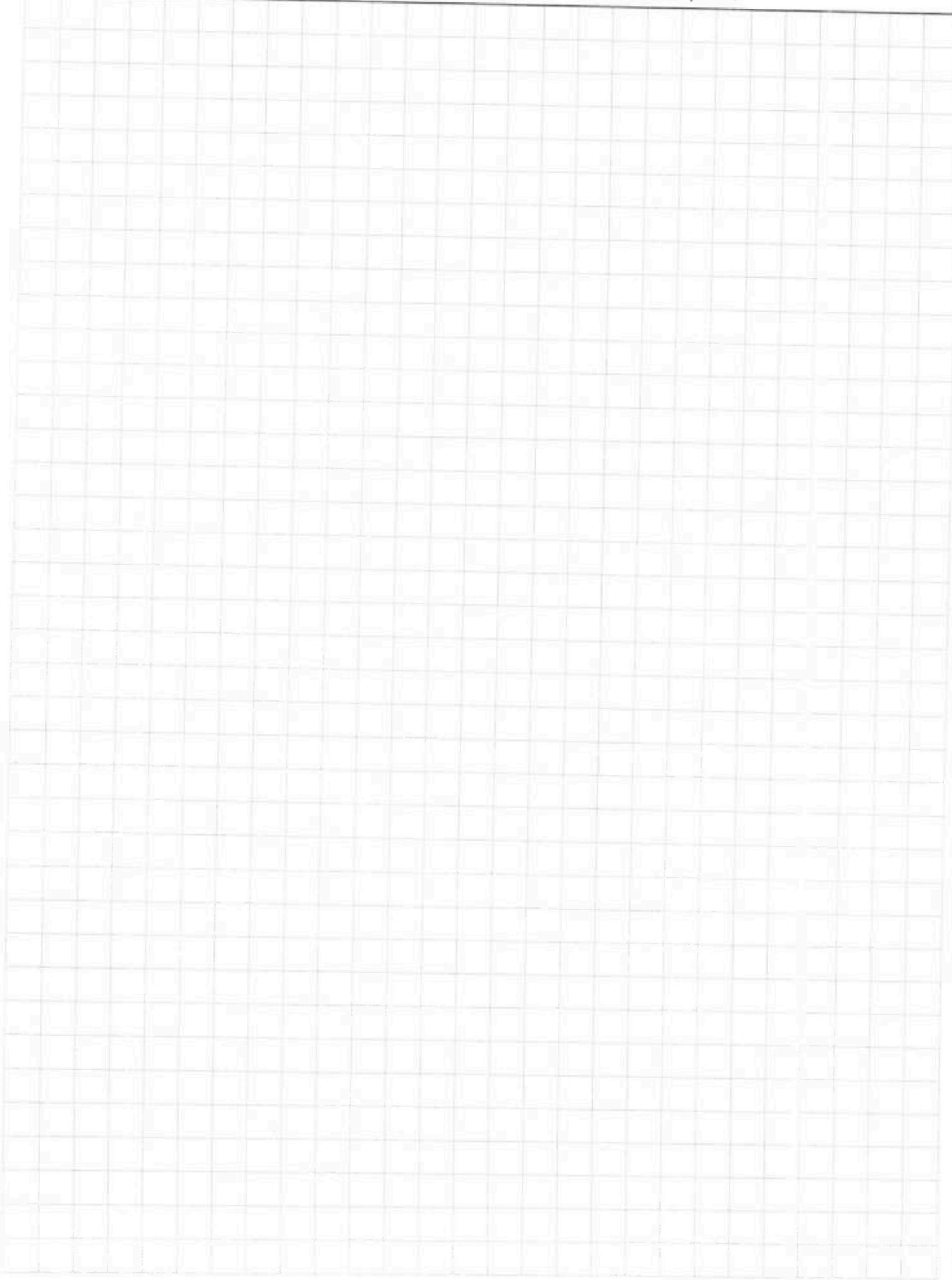


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!



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!

Чертовик

11.  $\Delta \frac{125-60}{6} = \frac{25}{8} \approx 3.125$   
 $F_k = kV$       $k = \frac{600}{25} = 24$

21.  $q_{out} = 1500 - 0.4 \cdot$   
 $F_{out} = F_{in} - IV = mC$   
 $F_c = 24 \cdot 10 + 1500 - 0.4 \cdot$   
 $= 240 + 600 = 840$

2)  $P_0 = F_0 \cdot V_0 = 840 \cdot 10 = 8400 \text{ Вт}$

12.  $m_{in} = 9000$       $m_{out} = 9044$

$\Delta = kP$   
 по формуле  $\Delta = k \cdot \frac{P_{in}}{2} \cdot \frac{V}{4}$



$P_1 = P_2 = \frac{P_{in}}{2} = P_0$   
 $P_0 V_1 = J R T_0$   
 $P_0 V_2 = J R T_1$   
 $\Delta = J - \Delta$

$P_{in} = J R T$       $P V_2 = J R T$       $P = \frac{P_{in}}{2}$  (на P)  
 $\frac{P V_1}{5} = J R T = \frac{P_0 V_1}{T_0} T$       $P = \frac{J R T}{V_2 + P_{in}}$   
 $\frac{V}{5} P_1 = J R T$       $\frac{4V}{5} (P_1 - P_0) = J R T$

$\Delta = k \cdot P \cdot \frac{V}{4}$       $V_2 P_0 = J R T$       $(J - \Delta) R T_0$   
 $V_1 P_0 = J R T_1$

$V_2 P_0 = (J - k P_0 \frac{V}{4}) R T_0$   
 $J_2 = \frac{V_2 P_0}{R T_0} + k P_0 \frac{V}{4} \frac{R T_0}{R T_0}$   
 $J_1 = \frac{V_1 P_0}{R T_0}$

$\frac{4V}{5} P_1 - \frac{4V}{5} P_0 = J R T$       $4 J R T - \frac{4V}{5} P_0 = J R T$

$V P_0 = 2 J R T_0$

$\frac{V}{2} P_0 = J R T_0$

$\frac{V}{2} P_0 = J R T_0$

$J_1 = J_2$

$J_2 = J - \Delta = J - k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$   
 $J = J_2 + k P_0 \frac{V}{4}$

$\frac{J_1}{5} = \frac{J_2}{2 + k P_0 \frac{V}{4}} = \frac{J_2}{2 + k \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 J R T_0} =$

$P_0 V = 2 J R T_0$

$= \frac{1}{1 + k \cdot \frac{1}{2} R T_0} = \frac{1}{1 + 24 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-3}} =$

$= \frac{1}{1 + \frac{36}{4}} = \frac{1}{1 + 9} = \frac{1}{10}$



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.

Черновик

1)  $\varphi_2 - \varphi_1 = U$  ,  $\varphi_1 - \varphi_3 = 3U$

$\varphi_2 - \varphi_3 = 4U$

~~черновик~~

$\varphi = \frac{UQ}{r}$  ,  $E = \frac{UQ}{r^2}$

$U = E \cdot d$

$E_0 = \frac{U}{d}$

$E_0 q = F_{12}$

$F_{12} = ma$

$a = \frac{F_{12}}{m} = \frac{E_0 q}{m} = \frac{UQ}{dm}$

0.9)

~~черновик~~

~~$F_{13} = \frac{E_3 q}{a} = \frac{3UQ}{30a} = \frac{UQ}{10a}$~~

$F_{12} = \frac{UQ}{d}$

$F_{13} = E_3 q_2 = \frac{3U}{5d} q_2 = \frac{UQ}{d}$

$ma = F_{12} + F_{13} = \frac{2UQ}{d}$

$a = \frac{2UQ}{dm}$

2)  $E = E_0 = \frac{mV_0}{2}$

$E_n = q\varphi_1$

$E_n' = q\varphi_2$

~~черновик~~

$D = q\varphi_1 + \frac{mV_0}{2} - \frac{mV_0}{2}$

$\frac{mV_0}{2} = q\varphi_0 + -q\varphi_1 + \frac{mV_0}{2} - \frac{mV_0}{2} = 0$

$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$

$V_1 - V_2 = qU$

3)  $\frac{mV_0^2}{2}$

$\frac{45}{59} \cdot 373 =$

