



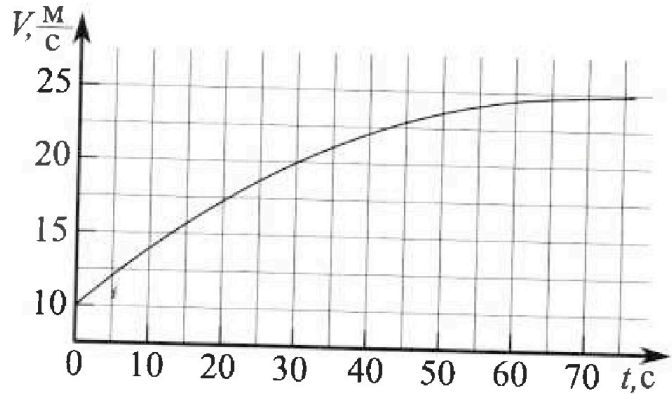
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

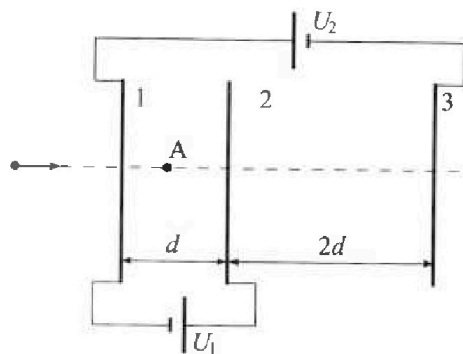
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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 А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

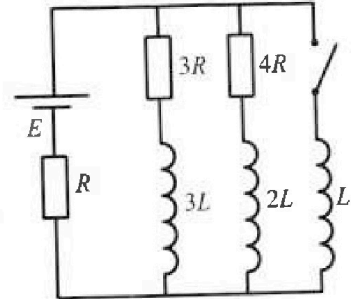
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



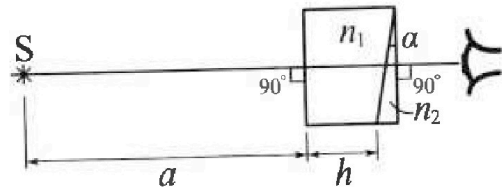
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_v = 1,0$ . 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  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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: №1.  
 $m = 1500 \text{ кг}$   
 $F_k = 600 \text{ Н}$

Решение  
1) Рассмотрим график и определим  
целую дробь  $\frac{15-10}{2} = 2,5 \text{ м}$   
1 клетка -  $2,5 \text{ м}$  2 (скорость).

$a = ?$   
 $F_0 = ?$   
 $P_0 = ?$

$\frac{10-0}{2} = 5 \text{ с}$  1 клетка - 5 с (время).

По графику видно, что за первые 5 с скорость  
изменилась примерно на  $\frac{4}{5}$  клетки.  
 $\Delta v = \frac{4 \cdot 2,5}{5} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

таким образом  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \frac{2}{5} \approx 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ,  
где  $a$  - ускорение.

2) Автомобиль прекратит разгон, когда сила тяги  
и сила сопротивления будут равны, пусть  $F_{\text{ср}}$  - сила  
сопротивления. по условию  $F_{\text{ср}} \sim v \Rightarrow F_{\text{ср}} = kv$ , где  
 $k$  - коэффициент пропорциональности.

$F_{\text{ср}} = F_k \quad kv = F_k \quad k = \frac{F_k}{v}$ , по графику видно,  
что конечная скорость  $v_k \Rightarrow 25 \Rightarrow$   
 $k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

и по 2 закону Ньютона:  
ускорение автомобиля:  $ma = F_0 - F_{\text{ср}}$  (где  $F_T$ )

$F_0 = ma + kv$ , где  $a$  - максимальное ускорение,  $v$  - начальная  
скорость  $v = 10 \text{ м/с}$

$$F_0 = 1500 \cdot 0,4 + 24 \cdot 10 = 840 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = Fv \quad F = ma_{\text{max}} \quad P_0 = ma_{\text{max}} v \quad P_0 = 1500 \cdot 0,4 \cdot 10 =$$

6000 Вт

Ответ: 1)  $a = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  2)  $F_0 = 840 \text{ Н}$  3)  $P_0 = 6000 \text{ Вт}$



1  2  3  4  5  6  7

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

№2.

Дано:

$$V, T_0, p_0 = \frac{p_{atm}}{2}$$

$$V_{Bo} = \frac{V}{4} \quad T = 373K$$

$$V_{He} = \frac{V}{5}, \quad \Delta V = k p \Delta V$$

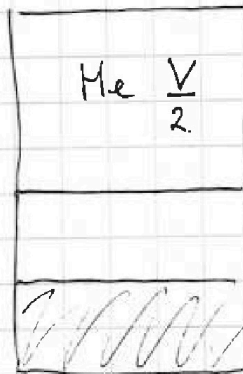
$$W = V_{Bo} = const$$

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{моль}{м^3}$$

$$TR = 3 \cdot 10^3 \frac{Дж \cdot м^3}{моль}$$

Решение:

1) Изобразим на рисунке начальное состояние:



По условию поршень делит сосуд на 2 равные части  $\Rightarrow$

$$V_{He}, \text{ объем газа} = \frac{V}{2}, \quad V_{Bo} = \frac{V}{4} \Rightarrow$$

$\frac{V}{4}$  объем занимаемый

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = ? \quad \frac{T}{T_0} = ?$$

$$CO_2: V_{CO_2} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}, \text{ так как система}$$

находится в равновесном состоянии, то давления в нижнем и верхнем сосудах равны. (так как давление пара  $p > 0$ , то:  $p_{He} = p_{CO_2}$ )

$$\frac{pV}{T} = \nu R$$

$$\frac{\Delta V}{V_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{V_2 T_2}$$

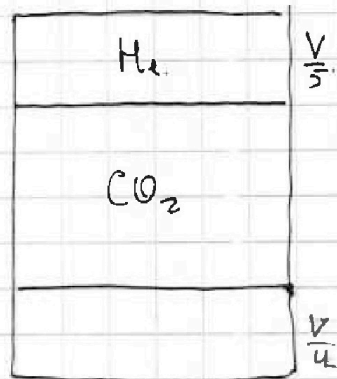
$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{V_{CO_2}}{V_{CO_2}}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{V_{He}}{V_{CO_2}}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{V}{4} = 2.$$

2) Изобразим состояние после нагрева.

После нагрева в сосуде установится давление  $p = p_{atm} + p_{CO_2}$ , где  $p_{atm}$  - давление пара, т.к.  $T = 373K$ .  $p_{CO_2}$  - новое давление  $CO_2$ , если оно еще не вышло из воды.



$$p_{CO_2} = \frac{(V_{Bo} + \Delta V) RT}{V_{CO_2}}$$

$$V_{CO_2} - \text{новый объем}$$

уда  $CO_2$

$$V_{CO_2} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V - 4V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

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!

$$P_{\text{соз}} = (V_{\text{соз}} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{2 \cdot 4}) \frac{RT_{20}}{11V}, \text{ найдем } V_{\text{соз}}$$

$$V_{\text{соз}} = \frac{V_{\text{не}}}{2} \quad V_{\text{не}} = \frac{\Delta V}{TR} = \frac{P_{\text{атм}} V}{2 \cdot 2TR} = \frac{P_{\text{атм}} V}{4TR}$$

$$V_{\text{соз}} = \frac{P_{\text{атм}} V}{8TR} \quad P_{\text{соз}} = \left( \frac{P_{\text{атм}} V}{8TR} + \frac{k P_{\text{атм}} V TR}{8TR} \right) \frac{RT_{20}}{11V}$$

$$\frac{P_{\text{атм}} V (1 + kTR) RT_{20}}{11 \cdot 8 RT \cdot V} = P_{\text{атм}} (1 + kTR) \frac{20}{8 \cdot 11}, \text{ найдем}$$

$$P \cdot \frac{\Delta V_0}{T_0} = \frac{P V_2}{T} \quad P = \frac{I P_0 V_0}{T_0 V_2} = \frac{T}{T_0} \frac{P_{\text{атм}} \cdot V \cdot 5}{2 \cdot 2V} = \frac{T}{T_0} \frac{P_{\text{атм}} \cdot 5}{4}$$

$$\frac{T}{T_0} \frac{P_{\text{атм}} \cdot 5}{4} = P_{\text{атм}} + P_{\text{атм}} (1 + kTR) \frac{20}{8 \cdot 11} \quad \left| \cdot \frac{4}{5} \right.$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{4}{5} + (1 + 0,5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3) \cdot \frac{20 \cdot 4}{8 \cdot 5 \cdot 11} = \frac{80 \cdot 2,5}{40 \cdot 11} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{5}{11} + \frac{4}{5} = \frac{25 + 44}{55} = \frac{69}{55}$$

Ответ: 1)  $\frac{V_{\text{не}}}{V_{\text{соз}}} = 2$  2)  $\frac{T}{T_0} = \frac{69}{55}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

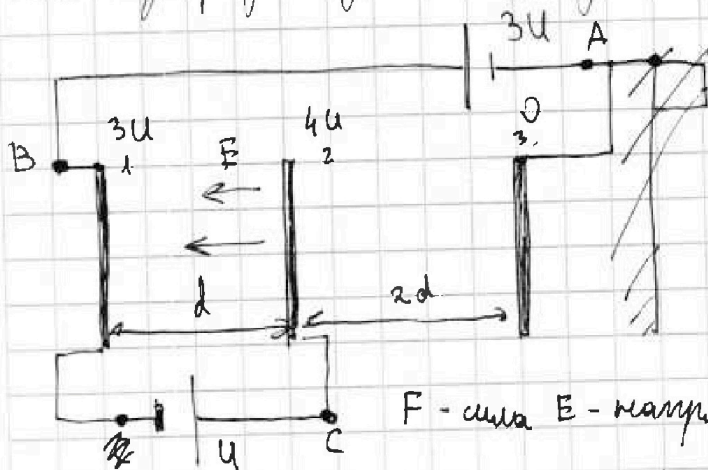
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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. Изобразим цепь на рисунке и рассчитаем потенциалы.



пусть в точке А  
 $\varphi_A = 0$ , тогда в точке В  $\varphi_B = 0 + 3U = 3U$ , в  
 точке С  $\varphi_C = 3U + U = 4U \Rightarrow$

$\varphi$  1 сетки  $\varphi_1 = 3U$   
 $\varphi$  2 сетки  $\varphi_2 = 4U$   
 $\varphi$  3 сетки  $\varphi_3 = 0$

F - сила E - напряженность  $U$  - напряжение.

1)  $F = Eq$        $U = Ed$        $F = \frac{(4U - 3U)q}{d}$        $ma = \frac{Uq}{d}$

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

2)  $K_1 - K_2 = W_2 - W_1$        $W_1$  - потенциальная энергия  $W = q\varphi$

$K_1 - K_2 = 4Uq - 3Uq = Uq$

3). Запишем ЗСЭ для частицы.

$\frac{mv_0^2}{2} + W_1 - W_2 = \frac{mv^2}{2} + W_3$        $W_1$  - потенциальная энергия

на удалении  $W_1 \Rightarrow 0$ .  $W_2$  - потенциальная энергия 1 сетки.

$W_3$  - потенциальная энергия внутри системы 1, 2  $\Rightarrow$

$\frac{mv_0^2}{2} = 3Uq + W_3 + \frac{mv^2}{2}$        $W_3 = Eq \cdot d = \frac{Uq}{4}$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{13}{4}Uq + \frac{mv^2}{2}$        $\sqrt{v_0^2 - \frac{13Uq}{2m}} = v$

$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{13Uq}{2m}}$

Ответ: 1)  $a = \frac{Uq}{dm}$       2)  $K_1 - K_2 = Uq$       3)  $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{13Uq}{2m}}$

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

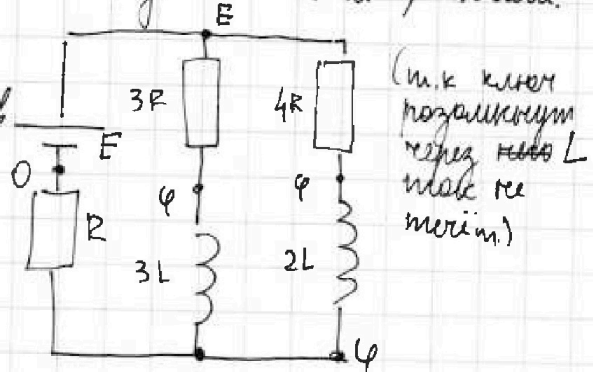
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

№4 Рассмотрим цепь до замыкания в усилительном режиме.

1) В цепи резистор на концах  
катушки разность потенциалов  
 $U = 0$

Поставим потенциалы на  
рисунка.

$\varphi$  - низь потенциал.  
по закону Кирхгофа.

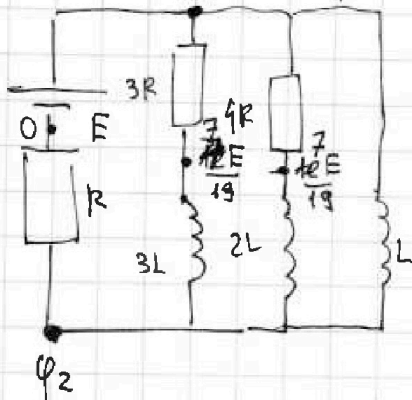


$$\frac{\varphi - 0}{R} = \frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R} \quad | \times 12R \quad \frac{12\varphi}{R} = 4(E - \varphi) + 3(E - \varphi)$$

$$12\varphi = 4E - 4\varphi + 3E - 3\varphi \quad 19\varphi = 7E \quad \varphi = \frac{7E}{19} \Rightarrow$$

$$I_{3R} - \text{ток через резистор } 3R \quad I_{3R} = \left(E - \frac{7E}{19}\right) \cdot \frac{1}{3R} = \frac{12E}{3R \cdot 19} = \frac{4E}{19R}$$

2) Ток в катушках не изменяется скачком  $\Rightarrow$  напряжения  
на резисторах сохраняются, а напряжения на катушках  
 $U_L = LI^*$ , рассмотрим цепь после замыкания.



Сразу после замыкания на катушке L

$$I_L = 0 \Rightarrow \text{ток через резистор } R \text{ сохраняется} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{7E}{19R} \quad \varphi_2 = \frac{7E}{19R} \Rightarrow$$

$$U_L = E - \frac{7E}{19} = \frac{12E}{19} \quad I^* = \frac{12E}{19L}$$

$$3) U_L = U_{3L} + IR, \quad L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 3L \frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{\Delta q}{\Delta t} R \quad | \times \Delta t$$

$L \Delta I = 3L \Delta I + \Delta q R$ , просуммируем это выражение.

$$L(I_2 - I_1) = 3L(I_{2,3R} - I_{1,3R}) + qR. \quad \text{в цепи резистор } I_{2,3R} = 0, I_1 = 0.$$

$$LI_2 = -3LI_{1,3R} + qR. \quad I_2 = \frac{E}{R}, \text{ т.к. в цепи резистор } U_L = 0,$$

а ток через проводник резистора  $R, U = 0$   
 $\varphi_{R_4} \text{ и } \varphi_{3R}$

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!

$$\Rightarrow \frac{L E}{R} + \frac{3L 4E}{19R} = q R \quad | : R \quad \cdot \frac{L E}{R^2} \quad \frac{12 L E}{19 R^2} = q$$

$$q = \frac{19 L E + 12 L E}{19 R^2} = \frac{31 L E}{19 R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{3R} = \frac{4E}{19R}$  2)  $\dot{I} = \frac{12E}{19L}$  3)  $q = \frac{31LE}{19R^2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

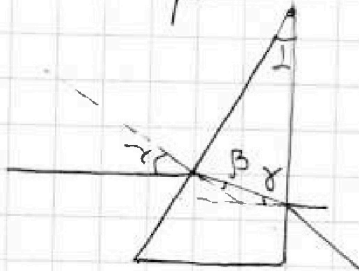
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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



№5. Рассмотрим то, как будет преломляться луч.



так как угол малый, то:

$$n_1 \alpha = n_2 \beta, \quad \beta = \frac{\alpha}{1,7}, \quad \gamma = 180 - 180 + \alpha - \beta$$

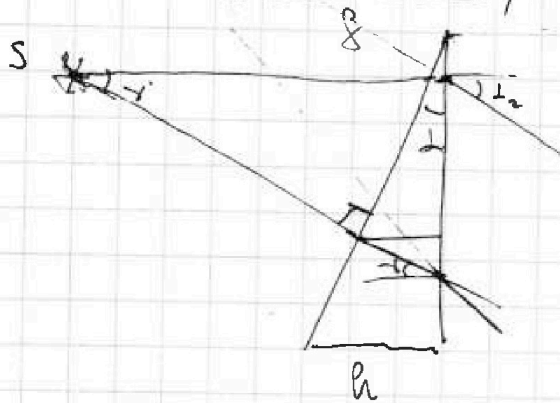
$$\gamma = \alpha - \beta, \quad \gamma \cdot 1,7 = \alpha - \alpha, \quad \alpha_2 = 1,7 \left( \alpha - \frac{\alpha}{1,7} \right)$$

$$\alpha_2 = 1,7 \cdot 0,1 \left( 1 - \frac{1}{1,7} \right) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

2



2. Рассмотрим 2-й луч от источника, он будет пересекаться на искомой высоте



$$f = \frac{h}{\cos \alpha_2} = \frac{14}{0,07} = 200 \text{ см}$$

Ответ: 1) ~~0,07~~  $0,07 \text{ рад}$     2)  $f = 200 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

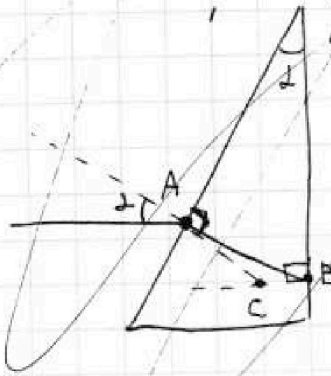
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

5. Рассчитайте повороте луча при  $n_1 = n_2 = 1$ ,  $n_3 = 1,7$ .



1) После того как луч пройдет через  
границу 1,2, его угол уменьшится!  $\alpha$  - малый  
угол

$$\alpha \cdot 1 = \beta \cdot 1,7 \quad \sin \alpha \approx \alpha, \quad \sin \beta \approx \beta, \quad \text{так как}$$

$\beta$  - малый угол  
 $\beta = \frac{1}{1,7}$ .  $\triangle ABC$  - равнобедренный с

углами при основании  $\beta = \alpha$

$$\beta \cdot 1,7 = \alpha_2 \cdot 1 \quad \alpha_2 = \beta$$

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 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!



$$I_1 3R + U_2 =$$

$$\frac{U_1}{R_1} I_1 3R + \frac{(12E - U_2)}{19} = I_2 4R + \frac{12}{19} - U_2$$

$180 - \beta$

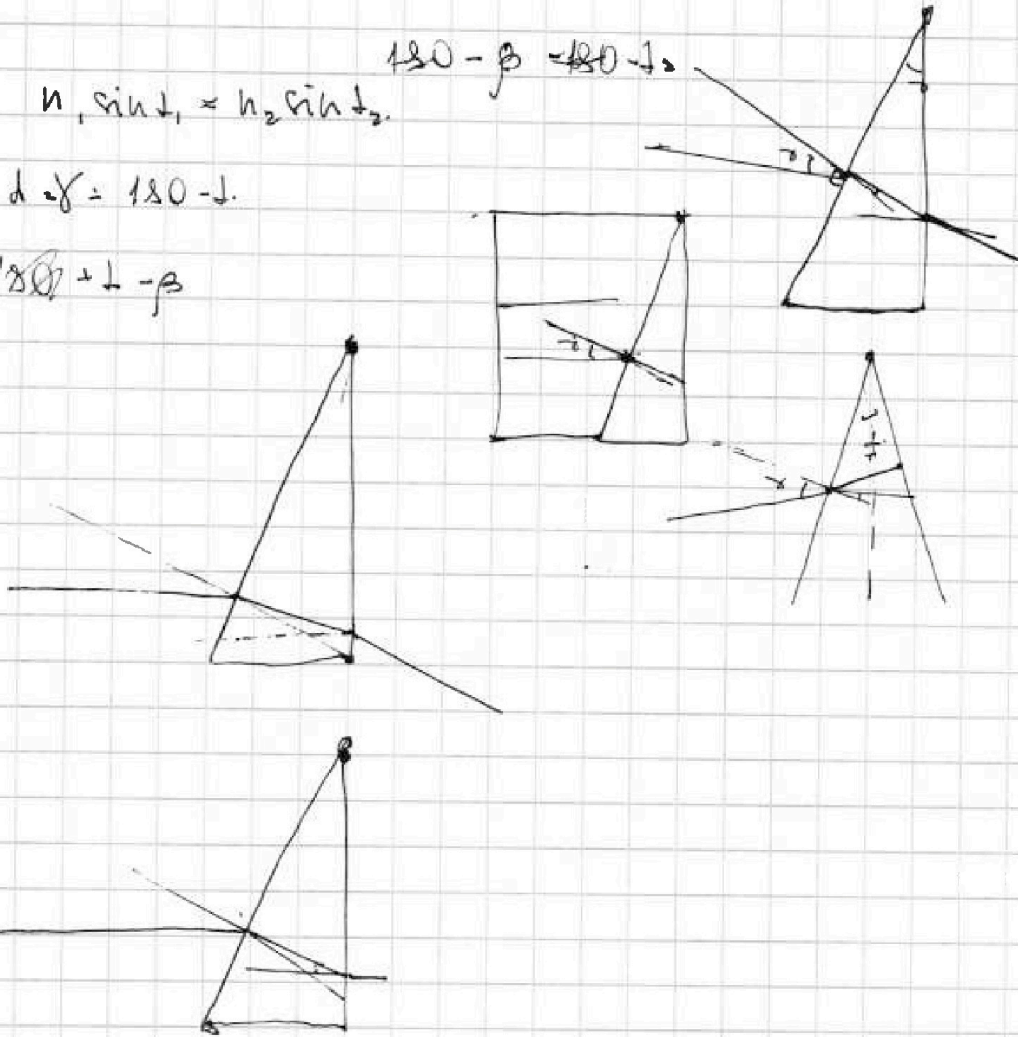
LI

$$\sum n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$180 - \beta = 180 - \beta$

$$d. \quad d = \gamma = 180 - \beta$$

$$\gamma = 180 + \beta - \beta$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

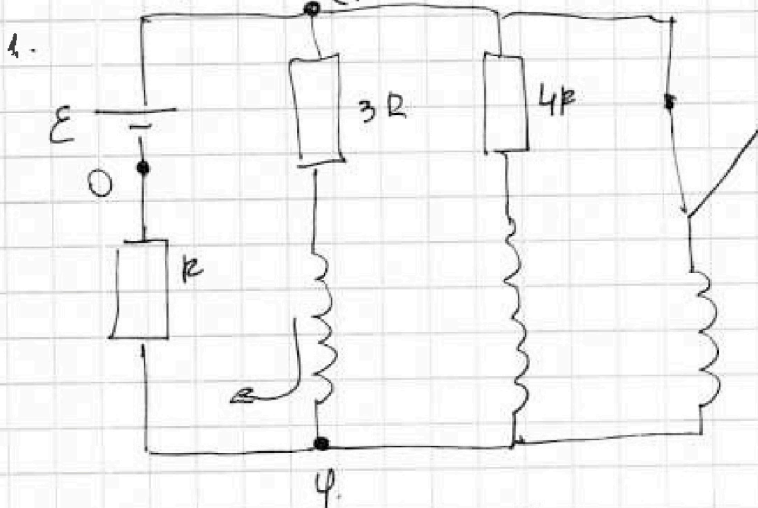
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



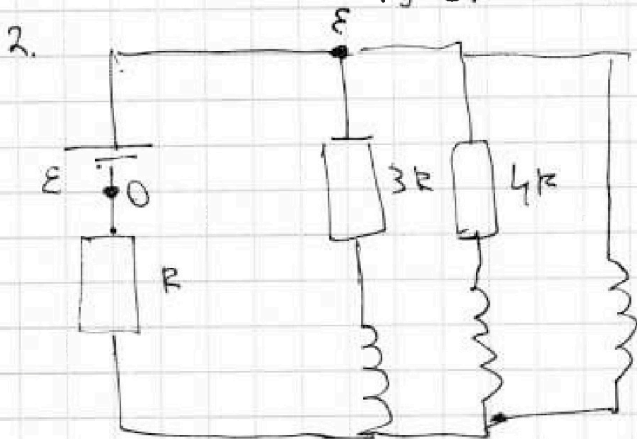
Расширим цепь до зомы.



$$\frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{4R} \quad | \cdot 12R \quad 12\varphi = 4(\varepsilon - \varphi) + 3(\varepsilon - \varphi)$$

$$12\varphi = 4\varepsilon - 4\varphi + 3\varepsilon - 3\varphi \quad 12\varphi + 7\varphi = 7\varepsilon \quad 19\varphi = 7\varepsilon$$

$$\varphi = \frac{7\varepsilon}{19} \quad I = \frac{19\varepsilon - 7\varepsilon}{19 \cdot 3R} = \frac{12\varepsilon}{3R \cdot 19} = \frac{4\varepsilon}{R \cdot 19}$$



$$\frac{12\varepsilon}{19 \cdot L} \quad LI = U_L$$

3.  $U_L = I3R + U_{L3R}$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{q}{\Delta t} 3R + U_{L3R} \quad | \cdot \Delta t$$

$$LI = q 3R + L$$

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!

$$m = 1500 \text{ кг}, F_k = 600 \text{ Н}, F \sim v, F_{\text{суп}} = kv$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}, t = 0.$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ при } t = 30 \text{ с.}$$

$$a = (F_k - F_{\text{суп}}) \quad dv = a dt$$

1) Рассчитаем ускорение  $a = \frac{10}{30} = \frac{1}{3} = \frac{17,5}{20}$

$$F_{\text{суп}} = kv \quad k = \frac{600}{25} = 24$$

~~$$k(F_k - F_{\text{суп}}) \quad dv = (F_k - F_{\text{суп}}) dt$$~~

1)  $l_{\text{ср}} = 2,5 \quad v_2 \approx 12,5 \quad v_2 \approx a = \frac{12}{5} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $0,4 \cdot m = F_0 - 24 \cdot 10. \quad F_0 = 240 + 600 = 840 \text{ Н.}$

3)  ~~$F_0$~~   $F_0 = F_{\text{га}} = ma$

- В начале в камере с газом  $\text{CO}_2$   $p_{\text{атм}} = \frac{V_1 RT_0}{2} = \frac{3V_1}{4}$
- В конце  $p = p_{\text{атм}} + p_2$

$$p_2 = \frac{(V_1 + \Delta V) RT_0}{V_2} \quad p = \frac{V_{\text{га}} RT}{V}$$

$$p_2 = V_1 + k p^2 w$$

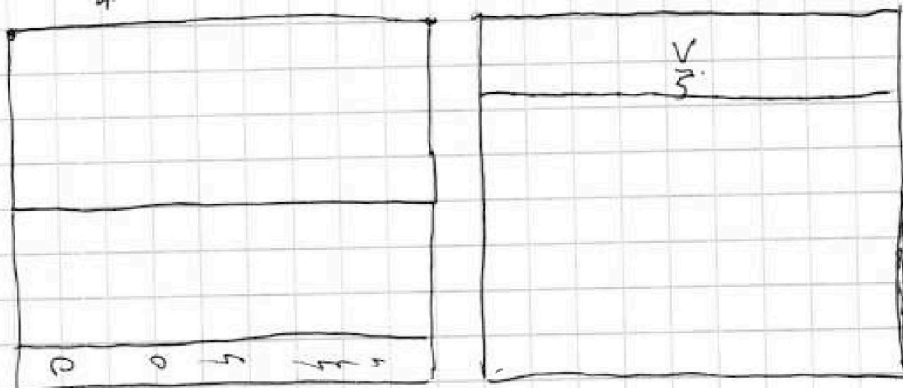
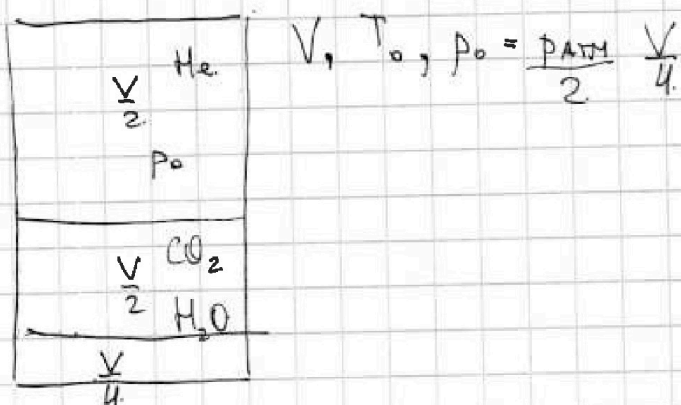
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



•) при наливании до 373.

$$\frac{p_0 V}{T} = \nu R \quad \frac{p_0 V_2}{V_2} = \frac{p_0 V_1}{V_1} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

•)  $\Delta V = k p W$  • В начале  $\Delta V = k p W$

$$p V = \nu_1 R T \quad p_0 \frac{3}{4} V_H = \nu_1 R T$$

В конце.  $p W = \nu R T$   $\frac{p V}{\nu R} = R$

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!



$$V_{He1} = \frac{V}{2} \quad V_{CO21} = \frac{V}{4}$$

$$p_{He} = p_{CO2} \quad \frac{pV}{T} = \nu R$$

$$\frac{pV}{V} = \frac{pV}{V} \quad \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO2}} = \frac{V_{He}}{V_{CO2}} = \frac{V/2}{V/4} = 2$$

$$V_{He} = 2V_{CO2}$$

2. В начальный момент времени в ~~ваз~~ вазе находилось

$$\Delta V = k p_{atm} \text{ вещества } p = \frac{p_{atm}}{2} \quad \Delta V = \frac{k \cdot p_{atm} \cdot V}{2 \cdot 4}$$

После того как кран закрыли в нём установилось давление

$$p = p_{atm} + p_{нов.} \quad p_{нов.} = \frac{(V_1 + \Delta V) RT}{V_{нов.}} \quad V = V - \frac{V}{5} = \frac{4V - V}{5}$$

$$\frac{16V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20} \quad p_{нов.} = \frac{(V_1 + \frac{k p_{atm} V}{8}) RT}{V_{нов.}}$$

$$V_1 = \frac{V_{He}}{2} \quad V_{He} = \frac{p_{atm} \cdot V}{2 \cdot 2TR} = \frac{p_{atm} \cdot V}{4TR}$$

$$V_{CO2} = \frac{p_{atm} V}{8TR}$$

$$p_{нов.} = \frac{V_{p_{atm}} (1 + kTR)}{8TR} \cdot \frac{TR}{V_{нов.}} = \left( \frac{p_{atm} V}{8TR} + \frac{k p_{atm} V}{8TR} \right) \cdot \frac{TR}{V_{нов.}}$$

$$p_{нов.} = \frac{V p_{atm} (1 + kTR)}{8 V_{нов.}} \quad \frac{pV}{T} = \frac{pV}{T}$$

$$p = \frac{p_{atm} \cdot T \cdot 5}{2 \cdot T_0 \cdot 2V} = \frac{p_{atm} \cdot T \cdot 5}{4 T_0}$$

$$\frac{p_{atm} \cdot T \cdot 5}{T_0 \cdot 4} = p_{atm} + \frac{V p_{atm} (1 + kTR)}{8 V_{нов.}}$$

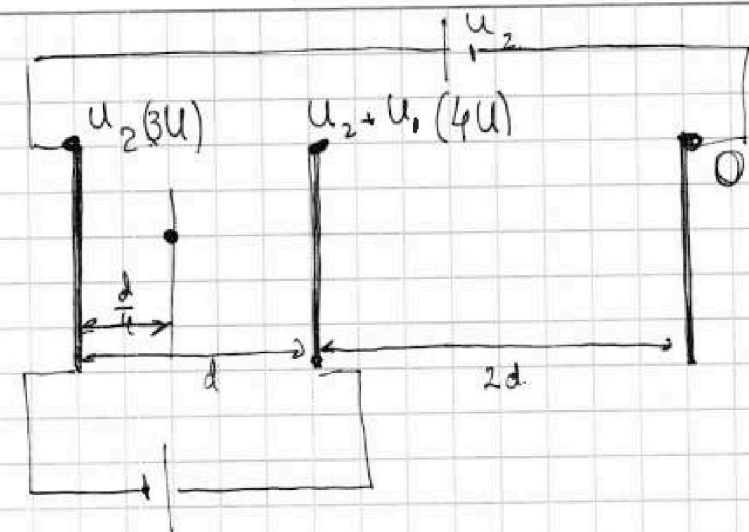
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\varphi = E \Delta d$$

$$W = E q d$$

$$\Delta W =$$

$$F = \frac{Uq}{d} \quad ma = \frac{Uq}{d} \quad a = \frac{Uq}{md}$$

$$K_1 - K_2 = Uq$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = Uq - \frac{Ud}{4} + \frac{mv_0^2}{2}$$

4)

