

«Юный знаток физики»

8 класс

Решения задач заочного тура

Максимальное количество баллов – 100

Задание № 1 (10 баллов). Разумная экономия.

Междугородный автобус прошёл 80 км за 1 час. Двигатель развивал мощность 70 кВт при КПД 25%. Сколько дизельного топлива (плотность 800 кг/м³, удельная теплота сгорания 42 МДж/кг) сэкономил водитель, если норма расхода горючего 40 л на 100 км пути?

Н	ΔV	Решение
Д	$S = 8 \cdot 10^4 \text{ м}$ $t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$ $N = 7 \cdot 10^5 \text{ Вт}$ $\eta = 25\%$ $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ $V = 40 \text{ л}$ $\ell = 10^5 \text{ м}$ $q = 4,2 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\%$, $A_{\text{з}} = Q = q \cdot m$, $A_{\text{п}} = \eta \cdot Q = \eta \cdot q \cdot m = \eta \cdot q \cdot \rho \cdot V$ Найдём количество израсходованного топлива: $N = \frac{A_{\text{п}}}{t} = \frac{\eta \cdot q \cdot \rho \cdot V}{t}$, $V_1 = \frac{N \cdot t}{\eta \cdot \rho \cdot q}$ $V_1 = \frac{7 \cdot 10^5 \cdot 3600}{0,25 \cdot 4,2 \cdot 10^7 \cdot 800} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 30 \text{ л}$ Норма расхода топлива на это расстояние: $V_2 = V \cdot \frac{S}{\ell}$ $V_2 = 40 \cdot \frac{8 \cdot 10^4}{10^5} = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ л}$ Найдём количество сэкономленного топлива: $\Delta V = V_2 - V_1$ $\Delta V = 32 \text{ л} - 30 \text{ л} = 2 \text{ л}$

Ответ: $\Delta V = 2 \text{ л}$

Задание № 2 (5 баллов).

Кот Леопольд, мышонок и крысёнок отправились на пикник на необитаемый остров на озере Лебедино. Надувную лодку крысёнок, конечно, забыл дома. Однако, на берегу озера нашлись бруски дерева диаметром 5 см и длиной 50 см. Сколько брусков необходимо приготовить, чтобы смастерить плот для продолжения пикника? Масса кота Леопольда 6 кг, масса крысёнка 0,5 кг, масса мышонка 0,2 кг. Плотность материала бруска 600 кг/м³.

Н	N	Решение
Д	$\ell = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $d = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$ $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ $m_{\text{м}} = 0,2 \text{ кг}$ $m_{\text{к}} = 0,5 \text{ кг}$ $m_{\text{л}} = 6 \text{ кг}$	<p>Запишем условие плавания тел: $F_{\text{т}} = F_{\text{А}}$ $Mg = \rho_{\text{в}}g \cdot V$ или $(m_{\text{к}} + m_{\text{л}} + m_{\text{м}}) \cdot g + \rho \cdot gV = \rho_{\text{д}} \cdot g \cdot V$</p> <p>$(m_{\text{к}} + m_{\text{л}} + m_{\text{м}}) g = \rho \cdot gV - \rho_{\text{д}} \cdot g \cdot V = gV \cdot (\rho_{\text{в}} - \rho)$, но $V = N \cdot S \cdot \ell = N \cdot \ell \cdot \pi d^2 / 4$.</p> <p>Тогда $N = \frac{4 \cdot (m_{\text{л}} + m_{\text{л}} + m_{\text{к}})}{(\rho_{\text{в}} - \rho) \cdot \ell \cdot \pi d^2}$</p> $N = \frac{4 \cdot (0,2 + 0,5 + 6)}{(1000 - 600) \cdot 3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,5} = \frac{4 \cdot 6,7}{400 \cdot 0,004} \approx 17$

Ответ: $N \approx 17$

Задание № 3 (5 баллов).

Пассажир метро, спускающийся по эскалатору со скоростью v относительно движущейся дорожки, насчитал 50 ступенек. Во второй раз он спускался со скоростью в три раза большей и насчитал 75 ступенек. Чему равна скорость эскалатора?

Н	$v_{\text{э}}$	Решение
Д	$N_1 = 50$ $N_2 = 75$ v	<p>Обозначим число ступенек, приходящихся на единицу длины эскалатора $\frac{n}{\ell}$. Время пребывания на эскалаторах в обоих случаях равно: $t_1 = \frac{\ell}{v+v_{\text{э}}}$, $t_2 = \frac{\ell}{3v+v_{\text{э}}}$</p>

Путь, пройденный человеком по эскалатору: $S_1 = v \cdot t_1$ и $S_2 = 3v \cdot t_2$.

Человек насчитал в обоих случаях следующее число ступенек:

$$N_1 = S_1 \frac{N}{\ell} = \frac{v \cdot N \ell}{(v+v_{\text{э}})\ell} = \frac{v \cdot N}{v+v_{\text{э}}} \quad (1) \quad \text{и} \quad N_2 = S_2 \frac{N}{\ell} = \frac{3v \cdot N \ell}{(3v+v_{\text{э}})\ell} = \frac{3v \cdot N}{3v+v_{\text{э}}} \quad (2)$$

Поделив уравнение (1) на уравнение (2), получим:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{v \cdot N (3v+v_{\text{э}})}{(v+v_{\text{э}}) \cdot 3v \cdot N} = \frac{3v+v_{\text{э}}}{3 \cdot (v+v_{\text{э}})}. \quad \text{Тогда} \quad N_1 \cdot 3 \cdot (v+v_{\text{э}}) = N_2 \cdot (3v+v_{\text{э}})$$

$$3N_1 v + 3N_1 v_{\text{э}} = 3N_2 v + N_2 v_{\text{э}} \quad \text{или} \quad 3N_1 v_{\text{э}} - N_2 v_{\text{э}} = 3N_2 v - 3N_1 v$$

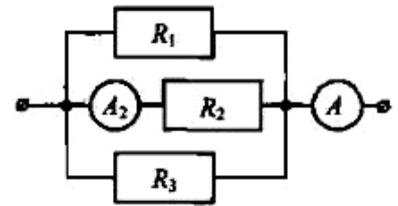
$$v_{\text{э}} (3N_1 - N_2) = 3v (N_2 - N_1), \quad \text{отсюда} \quad v_{\text{э}} = \frac{3v(N_2 - N_1)}{3N_1 - N_2}.$$

$$\text{Подставляя численные значения, получим: } v_{\text{э}} = \frac{3 \cdot v(75-50)}{3 \cdot 50-75} = \frac{3v \cdot 25}{150-75} = v$$

Ответ : $v_{\text{э}}=v$

Задание № 4 (10 баллов).

Вычислите величину сопротивления R_3 (см. рис.), если $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $I_2 = 3 \text{ А}$, $I = 9 \text{ А}$.



Н	R_3	Решение
Д	$R_1 = 6 \text{ Ом}$ $R_2 = 4 \text{ Ом}$ $I_2 = 3 \text{ А}$ $I = 9 \text{ А}$	<p>Так как R_1, R_2, R_3 соединены параллельно, то напряжение на всех резисторах одинаково: $U_1 = U_2 = U_3$. Воспользовавшись законом Ома, найдём напряжение на резисторах и ток I_1.</p> $U_2 = I_2 \cdot R_2 \text{ или } U_2 = 3 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 12 \text{ В}$ $I_1 = \frac{U_1}{R_1} \text{ или } I_1 = \frac{12 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$ <p>Зная ток в цепи $I = I_1 + I_2 + I_3$, можем выразить ток $I_3 = I - (I_1 + I_2)$, т. е. $I_3 = 9 \text{ А} - (3 \text{ А} + 2 \text{ А}) = 4 \text{ А}$.</p> <p>Чтобы найти R_3 опять воспользуемся законом Ома для участка цепи:</p> $R_3 = \frac{U_3}{I_3} \text{ или } R_3 = \frac{12 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 3 \text{ Ом}$

Ответ: $R_3 = 3 \text{ Ом}$

Задание № 5 (5 баллов).

В чистой воде растворена кислота. Масса раствора 240 г, а его плотность $1,2 \text{ г/см}^3$. Определите массу кислоты, содержащейся в растворе, если плотность кислоты $1,8 \text{ г/см}^3$. Принять объем раствора равным сумме объемов его составных частей.

Н	m_k	Решение
Д	$m_p = 240 \text{ г}$ $\rho_2 = 1,2 \text{ г/см}^3$ $\rho_1 = 1,8 \text{ г/см}^3$ $V = V_1 + V_2$	<p>V Объем раствора: $V = m / \rho_p$, $V = 240 / 1,2 = 200 \text{ см}^3$, V_1 — объем кислоты, V_2 — объем воды. $V_2 = V - V_1$.</p> <p>Масса раствора: $m = \rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2$ ρ_1 — плотность кислоты, ρ_2 — плотность воды, ($m = \rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot (V - V_1)$). $240 = 1,8V_1 + 1 \cdot (200 - V_1)$. $240 - 200 = 0,8V_1$. $V_1 = 40 / 0,8 = 50 \text{ см}^3$. Масса кислоты: $m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 1,8 \cdot 50 = 90 \text{ г}$.</p>

Ответ: масса кислоты 90 г.

Задание № 6 (5 баллов).

Моток медной проволоки сечением 2 мм^2 имеет массу 17,8 кг. Как, не разматывая моток, определить длину проволоки? Чему она равна?

Н	ℓ	Решение
Д	$\rho = 8,96 \text{ г/см}^3$ $m = 17,8 \text{ кг} = 17800 \text{ г}$ $S = 2 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ см}^2,$	Объем меди $V = m / \rho,$ $V = 17800/8,96 = 1986,6 \text{ (см}^3\text{)}$ Длина проволоки равна: $\ell = V / S$ $\ell = 1986,6 / 0,02 = 99330 \text{ (см)} = 993,3 \text{ (м)}$

Ответ: $\ell = 993\text{Ю}3 \text{ м}$

Задание № 7 (10 баллов).

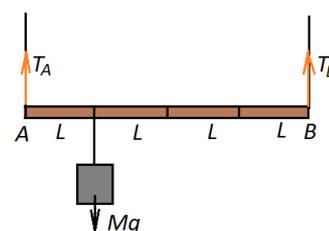
В холодную воду, взятую в количестве 12 кг, выпускают 1 кг водяного пара при температуре $t_1=100^\circ\text{C}$. Температура воды после конденсации в ней пара поднялась до $t=70^\circ\text{C}$. Какова была первоначальная температура воды? Потерями теплоты пренебречь.

Н	t_2	Решение
Д	$m_1 = 1 \text{ кг}$ $m_2 = 12 \text{ кг}$ $t_1 = 100^\circ\text{C}$ $t = 70^\circ\text{C}$ $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Количество теплоты, отданное паром: $Q_1 = Lm_1 + cm_1(t - t_1),$ $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ – количество теплоты, полученное холодной водой; $Q_1 + Q_2 = 0$ – уравнение теплового баланса. $Lm_1 + cm_1(t - t_1) + cm_2(t - t_2) = 0$ $t - t_2 = \frac{Lm_1 + cm_1(t - t_1)}{c \cdot m_2}$ или $t_2 = t - \frac{Lm_1 + cm_1(t - t_1)}{c \cdot m_2}$ $t_2 = \frac{2,3 \cdot 1 \cdot 10^6 + 4200 \cdot 12(70 - 100)}{4200 \cdot 12} \approx 22,7^\circ\text{C}$

Ответ: $t_2 \approx 22,7^\circ\text{C}$

Задание № 8 (20 баллов).

Однородный стержень АВ массой m подвешен горизонтально на двух вертикальных нитях. В точке С на расстоянии $1/4$ длины стержня от конца А к стержню подвешен груз массой M . Определить силы натяжения нитей.



Н	T_1, T_2	Решение
Д	M $\ell_1 = 1/4\ell$ $\ell_2 = 3/4\ell$	Запишем правило моментов для этого рычага при его равновесии: $\frac{3}{4}\ell T_1 + \frac{M}{4}g \frac{3}{4}\ell = mg \frac{\ell}{4} + T_1 \frac{\ell}{4}$ $\frac{3}{4}\ell T_2 - \frac{\ell}{4}T_2 = \frac{mg\ell}{4} - \frac{3Mg\ell}{4}$ Из этих уравнений, проведя вычисления, выразим T_1 и T_2 : $T_1 = \frac{1}{4}g(M + 2m), T_2 = \frac{1}{4} \cdot g(3M + 2m)$

Ответ: $T_1 = \frac{1}{4}g(M + 2m), T_2 = \frac{1}{4} \cdot g(3M + 2m)$

Задание № 9 (20 баллов).

Два тела: одно плотностью $\rho_1 = 1,5 \text{ г/см}^3$ и объемом $V_1 = 0,5 \text{ см}^3$; второе плотностью $\rho_2 = 0,5 \text{ г/см}^3$ и объемом $V_2 = 1,5 \text{ см}^3$ связали вместе и опустили в воду. Какая часть их общего объема будет погружена в воду?

Н	$V_{\text{погр}}/V_{\text{общ}}$	Решение
Д	$\rho_1 = 1,5 \text{ г/см}^3$ $V_1 = 0,5 \text{ см}^3$ $\rho_2 = 0,5 \text{ г/см}^3$ $V_2 = 1,5 \text{ см}^3$	<p>Для данного условия задачи, запишем условие плавания тел: $\rho_1 \cdot g \cdot V_1 + \rho_2 \cdot g \cdot V_2 = \rho_{\text{вг}} \cdot V_{\text{погр}}$, отсюда выразим объём погружённой части:</p> $V_{\text{погр}} = \frac{\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g}{\rho_{\text{вг}} g} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{\rho_{\text{вг}}}$ $V_{\text{погр}} = \frac{1,5 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 1,5}{1} = 1,5 \text{ см}^3$ $V_{\text{общ}} = 0,5 \text{ см}^3 + 1,5 \text{ см}^3 = 2 \text{ см}^3$ $\frac{V_{\text{погр}}}{V_{\text{общ}}} = \frac{1,5 \text{ см}^3}{2 \text{ см}^3} = \frac{3}{2} = 0,75$ <p>Ответ: $V_{\text{погр}} = 1,5 \text{ см}^3$, $\frac{V_{\text{погр}}}{V_{\text{общ}}} = 0,75$</p>

Задание № 10 (10 баллов).

Автомобиль проехал треть пути со скоростью $v = 46 \text{ км/ч}$. Затем четверть времени всего движения он ехал со скоростью в полтора раза превышающей среднюю на всем пути. На последнем участке автомобиль ехал со скоростью $2v$. Определите максимальную скорость автомобиля.

Н	$v_{\text{ср max}}$	Решение
Д	$v_1 = 46 \text{ км/ч}$ $S_1 = S/3$ $t_2 = t/4$ $v_2 = 1,5 v_{\text{ср}}$	<p>$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$, скорость на втором участке $\frac{3}{2} v_{\text{ср}} = \frac{S_2}{t/4}$ пройденное на этом участке расстояние $S_2 = 3S/8$, а длина третьего участка $7S/4$.</p> <p>Время движения на третьем участке будет равно: $\frac{3}{4} t = \frac{S}{3v} + \frac{7S}{48v}$</p> <p>Отсюда следует $v = \frac{23S}{36t}$ или $v_{\text{ср}} = \frac{36v}{23} = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $3v_{\text{ср}}/2 = 108 \text{ км/ч}$, что больше $2v = 92 \text{ км/ч}$.</p> <p>Окончательно, максимальная скорость $3v_{\text{ср}}/2 = 108 \text{ км/ч}$.</p>

Ответ: $v_{\text{ср max}} = 108 \text{ км/ч}$

Спасибо за участие!