

Областной конкурс «Юные дарования» 2018/2019

«Юный знаток физики»

Очный тур

7 класс

Максимальное количество баллов – 25

Задача № 1 (5 баллов).

Автомобиль проехал вторую половину пути со скоростью в 1,5 раза большей, чем первую. Определите скорости автомобиля на первой и второй половинах пути в км/час, если средняя скорость автомобиля на всем пути равна $v_{\text{ср}} = 30$ км/час.

Задача № 2 (5 баллов).

Тело в воде весит в три раза меньше, чем в воздухе. Чему равна плотность тела? (см. рис.) $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³.



Задача № 3 (5 баллов).

Во льдах Арктики в центре небольшой плоской льдины стоит белый медведь массой $m = 700$ кг. Какой массы должна быть льдина, чтобы медведь не замочил своих лап? $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³

Задача № 4 (5 баллов).

Определите, какую силу необходимо приложить к рыбе-прилипале, чтобы на берегу её оторвать от лодки, если площадь присоски равна 2 см²? Нормальное атмосферное давление считать равным 100 кПа.

Задача № 5 (5 баллов).

Ученик измерил плотность бруска, и она оказалась равной 600 кг/м³. На самом деле брусок состоит из двух частей, равных по массе, плотность одной из которых в 2 раза больше плотности другой. Найдите плотности обеих частей.

Желаем успешного выполнения заданий!

Возможные решения и ответы

Задача № 1 (5 баллов).

Н	v_1, v_2	Решение
Д	$v_{\text{ср}} = 30 \text{ км/ч}$ $v_2 = 1,5v_1$ $S_1 = S_2 = S/2$	По определению средней скорости $v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$, где t - время, за которое

материальная точка проходит путь S , $t = t_1 + t_2$

Время, за которое автомобиль проходит первую половину пути: $t_1 = \frac{S}{2v_1}$

а время прохождения им второй половины пути: $t_2 = \frac{S}{2v_2}$

Тогда
$$v_{\text{ср}} = \frac{S/2 + S/2}{\frac{S}{2v_1} + \frac{S}{2v_2}} = \frac{2S}{S(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2})} = \frac{2v_1v_2}{v_2 + v_1}$$

Подставив заданное в условии значение v_2 , получим:

$$v_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 1,5v_1v_1}{1,5v_1 + v_1} = \frac{3}{2,5}v_1 = \frac{6}{5}v_1$$

Отсюда, $v_1 = \frac{5v_{\text{ср}}}{6}$ или $v_1 = \frac{5 \cdot 30 \text{ км/ч}}{6} = 25 \text{ км/ч}$

$v_2 = 1,5 \cdot 25 \text{ км/ч} = 37,5 \text{ км/ч}$

Ответ: 25 км/час; 37,5 км/час.

Задача № 2 (5 баллов).

Н	ρ	Решение
Д	$T_2 = T_1/3$ $\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$	Вес – это сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес, его часто

можно моделировать силой натяжения нити, на которой тело подвешено. В воздухе на тело действуют сила тяжести mg и сила натяжения нити T_1 (см. рис.).

В воде на тело действуют: сила тяжести mg , выталкивающая сила F_A и сила натяжения нити T_2 .

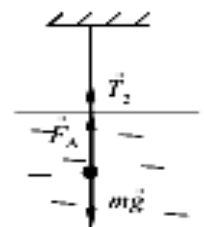
В соответствии с условием равновесия тела, векторная сумма сил, действующих на него, должна равняться нулю: $T_1 + mg = 0$

Тело находится в соответствии с условием равновесия тела, векторная сумма сил, действующих на него, должна равняться нулю: $\vec{T}_2 + \vec{F}_A + \vec{mg} = 0$

В скалярной форме, учитывая направления векторов сил, получим следующую систему уравнений:

$$T_1 - mg = 0$$

$$T_2 + F_A - mg = 0$$



Учтя заданное в условии соотношение между T_1 и T_2 , второе уравнение системы приводится к виду: $\frac{T_1}{3} = mg - F_A = \frac{mg}{3} = mg - F_A$

Из первого уравнения $T_1 = mg$, тогда величина выталкивающей силы

$$F_A = \frac{2}{3}mg$$

По закону Архимеда $F_A = \rho_v Vg$, где ρ_v – плотность воды.

Масса рассматриваемого тела $m = \rho V$,

где ρ – искомая плотность тела. Подстановка полученных выражений в со-

отношение для F_A дает: $\rho_v gV = \frac{2}{3}\rho Vg$

Отсюда $\rho = \frac{3}{2}\rho_v$ или $\rho = \frac{3}{2} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 = 1500 \text{ кг/м}^3$

Ответ: $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 3 (5 баллов).

Н	m_l	Решение
Д	$m = 700 \text{ кг}$ $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ $\rho_l = 900 \text{ кг/м}^3$	Чтобы медведь не замочил лап, льдина должна быть на плаву, погрузившись полностью в воду. При этом сила тяжести, действующая на льдину с

медведем, равна выталкивающей силе, действующей на льдину, т. е.

$F_{T1} + F_{T2} = F_A$, где $F_A = \rho_v \cdot g \cdot V$. Объем льдины V можно определить по

формуле $V = \frac{m_l}{\rho_l}$, где m_l и ρ_l – масса и плотность льдины. Сила тяжести,

действующая на льдину с медведем равна $F_{мл} = g(m + m_l)$. Применяя

условие плавания тела $F_{мл} = F_A$ или $g(m + m_l) = \rho_v \cdot g \cdot V$, получим:

$m_l + m = \rho_v \frac{m_l}{\rho_l}$. После алгебраических преобразований найдем массу

льдины: $m_l = \frac{\rho_l m}{\rho_v - \rho_l}$.

Подставляя численные данные, получим:

$$m_l = \frac{900 \text{ кг/м}^3 \cdot 700 \text{ кг}}{1000 \text{ кг/м}^3 - 900 \text{ кг/м}^3} = 6300 \text{ кг}$$

Ответ: $m_l = 6300 \text{ кг}$

Задача № 4 (5 баллов).

Н	F	Решение
Д	$p = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$ $S = 2 \text{ см}^2 = 0,0002 \text{ м}^2$	По определению, давление $p = \frac{F}{S}$. Отсюда

можем выразить F: $F = p \cdot S$ или $F = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,0002 \text{ м}^2 = 20 \text{ Н}$

Ответ: $F = 20 \text{ Н}$

Задача № 5 (5 баллов).

Н	ρ_1, ρ_2	Решение
Д	$\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ $m_1 = m_2$ $m = 2m_1$ $\rho_1 = 2\rho_2$	1) Способ. По определению: $m = \rho \cdot V$, но $m = 2m_1$, т.е. $2m_1 = \rho \cdot V = \rho \cdot (V_1 + V_2)$. Так как $V_2 = \frac{m_1}{\rho_2}$,
	$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_1}{2\rho_2}$, то $2m_1 = \rho \left(\frac{m_1}{2\rho_2} + \frac{m_1}{\rho_2} \right)$	
	или $2m_1 = \frac{3m_1}{2 \cdot \rho_2} \rho$. Отсюда $\rho_2 = \frac{3 \cdot \rho}{4}$, т.е. $\rho_2 = \frac{3 \cdot 600 \text{ кг/м}^3}{4} = 450 \text{ кг/м}^3$	
	Тогда $\rho_1 = 2 \cdot 450 \text{ кг/м}^3 = 900 \text{ кг/м}^3$.	
	2) способ	
	Так как брусок состоит из двух кусков, то объем бруска будет равен:	
	$V = V_1 + V_2$. Но $\rho_1 = 2\rho_2$ и $m_1 = m_2$, следовательно, $V_2 = 2V_1$. Значит	
	$V = V_1 + 2V_1 = 3V_1$. По определению: $m = \rho \cdot V = 3V_1 \cdot \rho$ или	
	$3V_1 \cdot \rho = \rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2 = 2\rho_2 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot 2V_1 = 4\rho_2 V_1$, отсюда	
	$3\rho \cdot V_1 = 4\rho_2 V_1$, т.е. $\rho_2 = \frac{3}{4} \rho$	
	$\rho_2 = \frac{3 \cdot 600 \text{ кг/м}^3}{4} = 450 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\rho_1 = 2 \cdot 450 \text{ кг/м}^3 = 900 \text{ кг/м}^3$	
	Ответ: $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 450 \text{ кг/м}^3$	

Спасибо за участие!