

ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ 2023 – 2024 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
7 КЛАСС

**Задача 1**

Между городами  $A$  и  $B$ , расположенными на реке, курсирует лодка, которая, двигаясь по течению, проходит расстояние между  $A$  и  $B$  за 3 часа, а против течения – за 9 часов. За сколько часов лодка доберется из  $A$  и  $B$  и обратно, если увеличит скорость относительно воды вдвое?

Решение

В случае, когда время движения  $t_1=3$  ч, скорости лодки  $V_l$  и течения  $V_m$  сонаправлены

$$V_l + V_m = \frac{S}{t_1}.$$

В случае „, когда время  $t_2=9$  ч, скорости лодки  $V_l$  и течения  $V_m$  противоположны

$$V_l - V_m = \frac{S}{t_2}$$

Из этих двух уравнений найдем значения скоростей лодки  $V_l$  и течения  $V_m$

$$V_l = \frac{S(t_1 + t_2)}{2t_1 t_2}$$

$$V_m = \frac{S(t_2 - t_1)}{2t_1 t_2}$$

Время необходимое для движения лодки из  $A$  до  $B$  и обратно, найдем по выражению

$$t_3 = \frac{S}{2V_l + V_m} + \frac{S}{2V_l - V_m} = \frac{4SV_l}{4V_l^2 - V_m^2} = \frac{t_1 + t_2}{2} = 6 \text{ ч.}$$

Ответ:  $t_3 = \frac{t_1 + t_2}{2} = 6 \text{ ч.}$

**Критерии оценивания**

Записан закон сложения скоростей для первого случая	<b>2</b>
Записан закон сложения скоростей для второго случая	<b>2</b>
Записан закон сложения скоростей для третьего случая	<b>2</b>
Получен ответ	<b>4</b>

**Задача 2**

Прямоугольный брусок массой  $m=700$  г может оказать давление  $p_1=1400$  Па,  $p_2=350$  Па и  $p_3=7000$  Па на горизонтальную поверхность, стоя на различных своих гранях. Чему равна плотность бруска? Ответ выразить в  $\text{кг/м}^3$ . Ускорение свободного падения равно  $g=10$  Н/кг.

Решение

Запишем выражения для каждого случая:

$$p_1 = \frac{mg}{ab}, \quad p_2 = \frac{mg}{bc}, \quad p_3 = \frac{mg}{ac}.$$

Откуда получим произведения сторон прямоугольного бруска:

$$ab = \frac{mg}{p_1}, \quad bc = \frac{mg}{p_2}, \quad ac = \frac{mg}{p_3}.$$

Каждую сторону можно выразить

$$a = \sqrt{a^2} = \sqrt{\frac{ab \cdot ac}{bc}} = \sqrt{\frac{mg \cdot p_2}{p_1 \cdot p_3}}.$$

Аналогично и для других сторон

$$b = \sqrt{\frac{ab \cdot bc}{ac}} = \sqrt{\frac{mg \cdot p_3}{p_1 \cdot p_2}}$$

$$c = \sqrt{\frac{ac \cdot bc}{ab}} = \sqrt{\frac{mg \cdot p_1}{p_3 \cdot p_2}}$$

Значение плотности равно

$$\rho = \frac{m}{abc} = 2213,6 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ:  $\rho = 2213,6 \text{ кг/м}^3$ .

#### Критерии оценивания

Записаны правильно 3 давления	3
Выведены зависимости для трех сторон бруска	3
Получено выражения давления	3
Получен ответ	1

#### Задача 3

В мастерской изготовили из алюминия плотностью  $\rho_1 = 2,7 \text{ г/см}^3$  куб с ребром  $a = 10 \text{ см}$ . Внутри куба осталась полость, которую потом залили свинцом плотностью  $\rho_2 = 11,3 \text{ г/см}^3$ . В результате измерений неопытный лаборант подумал, что перед ним кубик из латуни плотностью  $\rho = 8,72 \text{ г/см}^3$ . Определите объем полости в кубе.

Решение

Масс кубика равна сумме масс алюминиевой части и свинцовой части:

$$m = m_1 + m_2$$

$$\rho V = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2.$$

Объем кубика  $V = a^3$ , а объем части алюминия  $V_1 = V - V_2 = a^3 - V_2$ , подставим данные выражения во второе выражение

$$\rho a^3 = \rho_1 (a^3 - V_2) + \rho_2 V_2, \text{ следовательно}$$

$$V_2 = a^3 \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} = 700 \text{ см}^3.$$

Ответ:

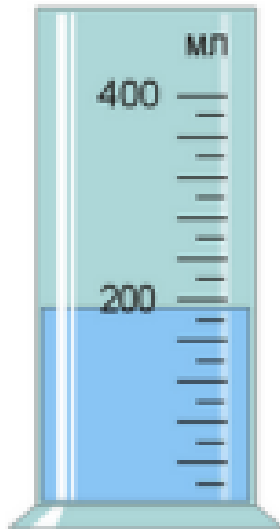
$$V_2 = a^3 \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} = 700 \text{ см}^3.$$

#### Критерии оценивания

Записана общая масса кубика	3
Записана связь объемов	3
Найден объем полости	3
Получен ответ	1

#### Задача 4

В мензурку наливают жидкость плотностью  $\rho_1 = 0,8 \text{ г/см}^3$  через небольшую трубочку. Из-за этого масса мензурки каждую минуту увеличивается на  $40 \text{ г}$ . Определите скорость, с которой поднимется уровень жидкости мензурке, если расстояние между ближайшими штрихами шкалы равно  $5 \text{ мм}$ . Ответ дайте в мм/мин.



Решение

Скорость наполнение жидкостью мензурки можно записать как

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\Delta(\rho V)}{\Delta t} = \frac{\Delta(\rho S h)}{\Delta t} = \rho S \frac{\Delta h}{\Delta t}.$$

Скорость поднятия поверхности жидкости

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \frac{1}{\rho S}.$$

Для определения площади сечения мензурки запишем объем жидкости между двумя ближайшими штрихами  $\Delta V = 20 \text{ мл} = 20 \text{ см}^3$

$$\Delta V = S \Delta h,$$

следовательно  $S = \frac{\Delta V}{\Delta h}$ . Скорость поднятия уровня жидкости  $\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta h}{\rho \Delta V} \frac{\Delta m}{\Delta t} = 12,5 \text{ мм/мин}.$

Ответ:  $\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta h}{\rho \Delta V} \frac{\Delta m}{\Delta t} = 12,5 \text{ мм/мин}.$

#### Критерии оценивания

Найдена зависимость скорости наполнения жидкостью	<b>3</b>
Определена площадь мензурки	<b>3</b>
Найдена зависимость скорости поднятия поверхности жидкости	<b>3</b>
Получен ответ	<b>1</b>