

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»  
ПО ГЕОЛОГИИ  
2013/2014 учебный год**

*МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА*

## Вариант заданий для 5-9 классов

### Задание 1.

Одним из направлений гидрогеологии является исследование влияния движения подземных вод на динамику структуры грунтов. В данной задаче рассматривается пример изменения количественного показателя грунта в некотором объеме.

В исследуемом объеме грунта, расположенном под землей и равном 0.5 куб. м, изначально установлено, что данный объем состоит из равномерной смеси крупного и мелкого песка, причем крупных частиц в нем 75%. Под влиянием подземных вод часть исходной смеси была вытеснена другой равномерной смесью крупного и мелкого песка, в которой содержится 25% крупных частиц. Повторный анализ того же объема грунта показал, что крупного песка в нем осталось не более 40%. Какой объем крупных частиц мог попасть в указанный объем со второй смесью?

**Решение.** Пусть  $V$  (куб. м) – общий объем исходной песчаной смеси,  $a$  (куб. м) – объем вытесненной исходной смеси, равный вновь поступившему объему новой смеси. Тогда  $(0.75 \cdot (V - a) + 0.25 \cdot a)$  (куб. м) – объем крупных частиц песка при повторном анализе грунта. По условию задачи

$$(0.75 \cdot (V - a) + 0.25 \cdot a) / V \leq 0.4 \Leftrightarrow 0.75 - 0.5 \frac{a}{V} \leq 0.4 \Leftrightarrow 0.5 \frac{a}{V} \geq 0.35 \Rightarrow \frac{a}{V} \geq 0.7,$$

откуда  $V \geq a \geq 0.7 \cdot V = 0.35$  (куб. м). Значит, крупных частиц попало  $0.25 \cdot a$ , эта величина находится в пределах от 0.0875 до 0.125 (куб. м).

**Ответ:** [0.0875; 0.125] (куб. м)

### Задание 2.

Природный горючий газ, добываемый на газовых месторождениях, состоит, в основном, из метана, но содержат также этан, пропан, бутан и другие углеводороды. Часто он содержит также значительную примесь сернистого водорода – ядовитого газа, от которого добываемый природный газ необходимо очищать. Вместе с тем, сернистый водород является важным сырьем для химической промышленности.

Доля сернистого водорода, содержащегося в природном газе, добываемом на газовом месторождении, составляет  $\alpha = 5\%$  от общего количества вещества добытого газа. Какой объем  $V$  природного газа (рассчитанный для нормальных условий: температуры  $t = 0^\circ\text{C}$  и атмосферного давления  $p_0 = 0,1$  МПа) добывается на данном месторождении за год, если ежедневно путем глубокой очистки добываемого газа удается получить объем  $V_1 = 2 \text{ м}^3$  сжиженного сернистого водорода? Молярная масса сернистого водорода равна  $\mu = 34$  г/моль, плотность жидкого сернистого водорода  $\rho = 950$  кг/м<sup>3</sup>. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(К·моль).

**Решение.**

1. Найдем массу  $m$  сернистого водорода, добываемую на месторождении ежедневно.

$$m = \rho V_1.$$

2. Теперь найдем количество вещества сернистого водорода, соответствующее массе  $m$ :

$$\nu_1 = \frac{m}{\mu} = \frac{\rho V_1}{\mu},$$

где  $\mu$  – молярная масса сернистого водорода.

3. Тогда количество вещества  $\nu_2$  сернистого водорода, добываемое на месторождении за год, равно

$$\nu_2 = N \nu_1 = \frac{N \rho V_1}{\mu},$$

где  $N = 365$  – число календарных дней в году.

4. Количество вещества  $\nu$  природного газа, добываемого на месторождении за год, составляет

$$\nu = \frac{\nu_2}{\alpha} = \frac{N\rho V_1}{\alpha\mu}.$$

5. Объем  $V$  природного газа, добываемого на месторождении за год, рассматривается при нормальных условиях ( $p_0 = 0,1$  МПа и  $t = 0^\circ\text{C}$ , т.е. абсолютная температура  $T = 273$  К). в этом случае газ можно считать близким к идеальному и использовать для его описания уравнение Клапейрона–Менделеева:

$$pV = \nu RT.$$

В нашем случае из этого уравнения получаем:

$$V = \frac{\nu RT}{p_0} = \frac{N\rho V_1}{\alpha\mu} \cdot \frac{RT}{p_0}.$$

Подставим в формулу числовые данные из условия. При этом переведем температуру из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина:

$$t = 0^\circ\text{C} \Rightarrow T = 273\text{ К}.$$

Получаем:

$$V = \frac{365 \cdot 950 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 273}{0,05 \cdot 34 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = \frac{3,65 \cdot 0,95 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 2,73}{170} \cdot 10^7 \approx 9,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

**Ответ:**  $V = \frac{N\rho V_1}{\alpha\mu} \cdot \frac{RT}{p_0} \approx 9,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$

### Задание 3.

Процесс остывания магмы определяется ее свойствами и свойствами окружающей среды. Оценка скорости остывания вулканической магмы является важной задачей с точки зрения установления закономерностей структуры грунтов и как следствие развития технологий разведки полезных ископаемых. В данной задаче рассматривается пример зависимости температуры магмы от глубины залегания.

Известно, что температура магмы  $t(x)$  (в градусах по Цельсию) в зависимости от глубины залегания  $x$  определяется соотношением  $t(x) + (x^2 - 3) \cdot t(1) + t(0) - 3 - x^3 = 0$ . Чему равно значение  $t(10)$ ?

**Решение.** Подставляя в качестве  $x$  значения 0 и 1, из соотношения задачи получим

$$\begin{cases} t(0) - 3t(1) + t(0) - 3 = 0, \\ t(1) - 2t(1) + t(0) - 4 = 0 \end{cases}$$

Решая эту систему, получим  $t(0)=9$ ,  $t(1)=5$ . Отсюда получаем

$$t(x) = 3 + x^3 - 9 + 5 \cdot (3 - x^2) = x^3 - 5x^2 + 9.$$

**Ответ:**  $t(10)=509$  градусов.



**2013/2014 учебный год**  
**КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ<sup>1</sup>**

**олимпиады школьников «ЛОМОНОСОВ»**  
**по ГЕОЛОГИИ для 5-9 классов**

**ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

**ПОБЕДИТЕЛЬ:**

*От **80** баллов включительно и выше.*

**ПРИЗЁР:**

*От **50** баллов до **79** баллов включительно.*

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

**ПОБЕДИТЕЛЬ (диплом I степени):**

*От **90** баллов включительно и выше.*

**ПРИЗЁР (диплом II степени):**

*От **75** баллов до **89** баллов включительно.*

**ПРИЗЁР (диплом III степени):**

*От **65** баллов до **74** баллов включительно.*

---

<sup>1</sup> Утверждены на заседании жюри олимпиады школьников «Ломоносов» по геологии.