

**Комитет образования и науки Курской области**  
**Задания для муниципального этапа всероссийской олимпиады**  
**школьников по химии в 2020/2021 учебном году**  
**9 класс**

**Задание 9-1.**

Уран широко распространён в природе и является элементом с самым большим номером из встречающихся в больших количествах. Долгое время между известными химиками шла дискуссия об атомном весе урана. Так, Берцеллиус приписывал урану атомную массу равную 120, Армстронг – 180, а Менделеев – 240. Через 12 лет предвидение Менделеева было подтверждено опытами немецкого химика Циммермана. Как известно, одна из основных форм нахождения урана в природе - урановая смолка имеет состав  $U_3O_8$ .

- 1) Какую формулу для этого минерала могли бы написать Берцеллиус и Армстронг?
- 2) Для чего использовалась природная окись урана еще в древнейшие времена (I век до нашей эры)?

**Решение**

1. Формула урановой смолки  $U_3O_8$ , в которой

$$n(U):n(O) = 3 : 8 = \frac{m(U)}{240} : \frac{m(O)}{16}$$

то есть в истинной формуле на  $240 \cdot 3 = 720$  грамм урана приходится  $8 \cdot 16 = 128$  грамм кислорода.

**3 балла**

2. По Берцеллиусу атомная масса урана = 120. Тогда для формулы  $U_xO_y$  справедливо:

$$n(U):n(O) = 3 : 8 = \frac{720}{120} : \frac{128}{16} = 3 : 4$$

То есть формула урановой смолки по Берцеллиусу  $U_3O_4$

**3 балла**

3. По Армстронгу атомная масса урана = 180. Тогда имеем

$$n(U):n(O) = 3 : 8 = \frac{720}{180} : \frac{128}{16} = 4 : 8 = 1 : 2$$

То есть формула урановой смолки по Армстронгу  $UO_2$

**3 балла**

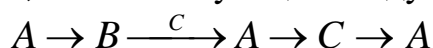
4. Еще в древнейшие времена (I век до нашей эры) природная окись урана использовалась для изготовления желтой глазури для керамики.

**1 балл**

**Итого 10 баллов**

### Задание 9-2.

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



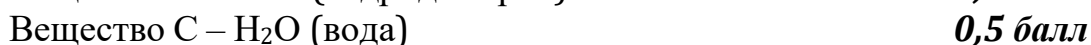
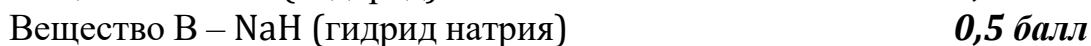
Известно, что соединение А образует элемент, который по данным современной космохимии является самым распространенным во Вселенной. На Земле этот элемент по распространенности занимает 9 место среди всех элементов.

Назовите этот элемент и вещества А, В и С.

#### Решение



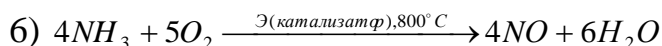
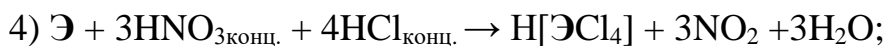
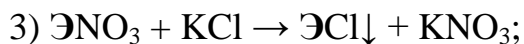
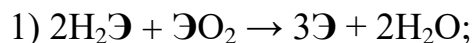
(допускаются иные реакции получения водорода в реакциях с участием воды, но оценивается только одна реакция)

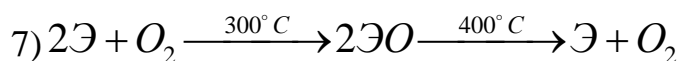


**Итого 10 баллов**

### Задание 9-3.

В периодической системе есть девять элементов, названия которых в русском языке являются существительными женского или среднего рода. Для **восьми** из этих элементов ниже приведены характерные реакции, в которых они зашифрованы буквой «Э». Определите элементы для каждой реакции:





**Решение**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Эти элементы - сера, железо, серебро, золото, медь, платина, ртуть, олово. Все они, кроме серы, металлы и все легко узнаваемы по характерным для них превращениям, либо по степеням окисления, характерным только для их положения в Периодической системе.	
1) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O};$	<b>1</b>
2) $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{KCl} + 1/2 \text{I}_2;$	<b>1</b>
3) $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{KNO}_3;$	<b>1</b>
4) $\text{Au} + 3\text{HNO}_{3\text{конц.}} + 4\text{HCl}_{\text{конц.}} \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O};$	<b>1</b>
5) $\text{CuCl}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ (синий);	<b>1</b>
Pt(катализатор), 800°C	
6) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\hspace{10em}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O};$	<b>1</b>
7) $2\text{Hg} + \text{O}_2 \xrightarrow{300^\circ\text{C}} 2\text{Hg O} \xrightarrow{400^\circ\text{C}} 2\text{Hg} + \text{O}_2;$	<b>1</b>
8) $\text{SnCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4;$	<b>1</b>
<b>Итого</b>	<b>8</b>

**Задание 9-4.**

Известно, что наличие в воде растворенных веществ приводит к понижению температуры замерзания раствора по сравнению с чистой водой. На этом основано действие различных противогололедных реагентов.

Величина понижения температуры **замерзания прямо пропорциональна числу отдельных частиц** (молекул или ионов) растворенного вещества, приходящихся на 1 кг воды или льда и слабо зависит от природы этих частиц. Для водных растворов  $\Delta t_{\text{зам}} = 1,853 \text{ В}$ , где В – концентрация, измеряемая в моль на килограмм воды или льда. Плотность воды 1,0 кг/л, плотность льда 0,9 кг/л.

Вычислите, сколько г реагента **ХКМ** требуется, чтобы расплавить лед толщиной 0,5 см на площади 1 м<sup>2</sup> тротуара при температуре равной -5°C. Реагент **ХКМ** для упрощения расчетов считайте чистым  $\text{CaCl}_2$ .

**Решение**

1. Масса льда: $m = \rho V = \rho Sh = 0,9 \text{ кг/л} \times 5 \text{ л} = 4,5 \text{ (кг)}$	<b>3</b>
--	----------

	(формула, вычисления, размерность)
<p>2. <math>\Delta t_{\text{зам}} = 1,853\text{В}</math></p> $5 = \frac{1,853 \cdot \frac{m}{111}}{4,5},$ <p>отсюда <math>m = \frac{5 \cdot 4,5 \cdot 111}{1,853} = 1347,8 \text{ г}</math></p>	<b>3</b> (формула, вычисления, размерность)
3. Поскольку хлорид кальция диссоциирует на 3 частицы, его нужно в <b>3</b> раза меньше, т.е. около <b>450 г</b>	<b>3</b>
<b>Итого</b>	<b>9</b>

### Задание 9-5.

При взаимодействии 1 г щелочного металла со 100 г воды выделилось 313 мл газа (25°C, давление 1 атм).

Определите, какой это металл. Найдите массовую долю растворенного в воде вещества.

#### Решение

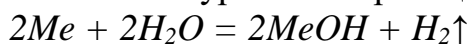
1. Приведем объем газа к нормальным условиям:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$V_0 = \frac{313 \cdot 273}{273 + 25} = 287 \text{ мл}$$

**2 балла**

2. Запишем уравнение реакции:



**1 балл**

$$n(\text{H}_2) = \frac{0,287 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0128 \text{ моль}$$

**1 балл**

(Количество газа можно также рассчитать по уравнению Менделеева-Клапейрона)

$$n(\text{Me}) = 2n(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,0128 = 0,0256 \text{ моль}$$

**1 балл**

$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{Me})} = \frac{1 \text{ г}}{0,0256 \text{ моль}} = 39 \text{ г/моль}$$

**1 балл**

Металл - калий

**1 балл**

$$3. n(\text{KOH}) = n(\text{Me}) = 0,0256 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH})M(\text{KOH}) = 0,0256 \text{ моль} \cdot 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 1,4336 \text{ г}$$

**1 балл**

$$m(\text{раствора}) = 100 \text{ г} + 1 \text{ г} - 0,0256 = 100,97 \text{ г}$$

**1 балл**

$$w(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{раствора})} 100\% = \frac{1,4336 \text{ г}}{100,97 \text{ г}} 100\% = 1,42\%$$

**1 балл**

Ответ: калий,  $w(\text{KOH}) = 1,42\%$

**Итого 10 баллов**

**Задание 9-6.**

Определите объём 25%-ного раствора хлороводородной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл), который необходимо добавить к 150 г 1,84%-ного раствора карбоната калия для получения раствора хлорида калия с массовой долей 1,5%.

**Решение**

1. В растворе протекает реакция:  $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$  **1 балл**

2. Необходимо добавить объём раствора HCl, содержащий  $x$  моль HCl, масса этого раствора составит  $m(\text{р-ра HCl}) = 36,5x / 0,25 = 146x$  (г) **2 балла**

Тогда масса получившегося раствора равна

$$m(\text{р-р}) = m(\text{р-р K}_2\text{CO}_3) + m(\text{р-р HCl}) - m(\text{CO}_2) = 150 + 146x - 0,5x \cdot 44 = (150 + 124x) \text{ г}$$

**2 балла**

3. По условию задачи:

$$\omega(\text{KCl}) = m(\text{KCl}) / m(\text{р-ра}) = 74,5x / (150 + 124x) = 0,015, \text{ отсюда } \mathbf{2 \text{ балла}}$$

$$74,5x = 2,25 + 1,86x$$

$$72,64x = 2,25$$

$$x = 0,03 \text{ моль.}$$

**1 балл**

Следовательно, необходимо добавить объём  $V$  соляной кислоты, который будет содержать 0,03 моль HCl:

$$V = m / \rho = 0,03 \cdot 36,5 / (0,25 \cdot 1,1) = 4 \text{ мл}$$

**2 балла**

Ответ: 4 мл

**Итого 8 баллов**

**Задание 9-7. (Мысленный эксперимент)**

В пробирках находятся растворы нитратов марганца (II), стронция, свинца (II) и цинка.

1) Как, используя разбавленные растворы серной кислоты и гидроксида натрия, определить эти соли? Приведите ход рассуждений.

2) Напишите уравнения протекающих реакций.

**Решение**

Для каждого из опытов отбираем пробы растворов из пробирок.

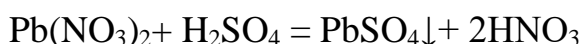
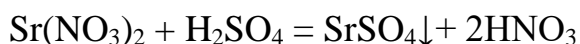
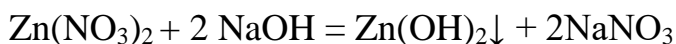
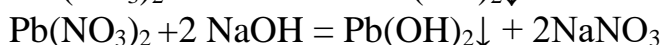
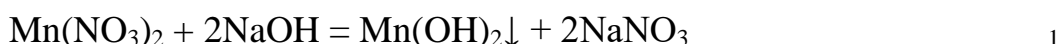
Реагент	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
NaOH	$\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow$ розовый, темнеет на воздухе	-	$\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ белый	$\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ белый
Избыток NaOH	-	-	-	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	-	$\text{SrSO}_4\downarrow$ белый	$\text{PbSO}_4\downarrow$ белый	-

1. После добавления NaOH определяем  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  (нет осадка) и  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ , образующий осадок розового цвета  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  **2 балла**

2. После добавления избытка NaOH определяем  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  - осадок  $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$  должен раствориться. **1 балл**

3. После добавления  $\text{H}_2\text{SO}_4$  определяем  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  - выпадает осадок  $\text{PbSO}_4 \downarrow$  **1 балл**

Уравнения реакций (за каждое уравнение по 1 баллу):



***Итого 10 баллов***

**Максимально за всю работу - 65 баллов**

### ***Список литературы***

1. <http://www.chem.msu.ru>

2. <http://www.rsr-olymp.ru/>

3. <http://chem.rusolymp.ru/>

4. Оригинальная задача: Сборник олимпиадных задач по химии. - Тверь: Издательство "СФК-офис", 2013. - 76с.

5. Зубович Е.Н., Асадник В.Н. Химия. Решение задач повышенной сложности: Справ. Пособие. - Мн.: Книжный дом, 2004. - 224с.