

### Задача 1 (10 баллов)

8,8 л газа (измерено при  $t=25^{\circ}\text{C}$ ,  $p=740$  мм.рт.ст.), полученного при взаимодействии 300 г нейтрального раствора перманганата калия с 213,3 мл 6М раствора соляной кислоты, пропустили через 150 мл 27% горячего раствора едкого кали ( $\rho=1,2567$  г/мл). Определите выход газа по первой реакции. Найдите массовые доли солей в конечном растворе (растворением газа в воде пренебречь).

#### Решение



$$n(\text{HCl}) = CV = 0,2133 * 6 = 1,2798 \text{ моль} \quad \mathbf{16}$$

$$n(\text{Cl}_2)_{\text{теор}} = 0,4 \text{ моль} \quad \mathbf{0,56}$$

$$n(\text{Cl}_2)_{\text{прак}} = \frac{PV}{RT} = \frac{98,66 \text{кПа} * 8,8 \text{л}}{8,314 * 298 \text{К}} = 0,35 \text{ моль} \quad \mathbf{16}$$

$$\eta(\text{Cl}_2) = 0,35 / 0,4 * 100 = 87,5\% \quad \mathbf{0,56}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = V\rho = 150 * 1,2567 = 188,05 \text{ г} \quad \mathbf{0,56}$$

$$n(\text{KOH}) = m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) * \frac{w(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = 0,91 \text{ моль} \quad \mathbf{0,56}$$

Найдем количества веществ солей, их массу и массовые доли:

$\text{Cl}_2$  - недостаток

$$n(\text{KCl}) = 0,583 \text{ моль} \quad \mathbf{0,56}$$

$$n(\text{KClO}_3) = 0,117 \text{ моль} \quad \mathbf{0,56}$$

$$m(\text{KCl}) = 43,4 \text{ г} \quad \mathbf{0,56}$$

$$m(\text{KClO}_3) = 14,3 \text{ г} \quad \mathbf{0,56}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) + m(\text{Cl}_2) = 188,05 + 24,8 = 212,9 \text{ г} \quad \mathbf{16}$$

$$W(\text{KCl}) = \frac{43,4}{212,9} = 20,4\% \quad \mathbf{0,56}$$

$$W(\text{KClO}_3) = \frac{14,3}{212,9} = 6,7\% \quad \mathbf{0,56}$$

## Задача 2 (15 баллов)

В 20 % кислоту ( $\rho = 1,1150$  г/мл), образованную путем растворения газа (А) в 100 мл воды с одновременным окислением кислородом воздуха (реакция 1), добавили 1,68 г. железных опилок (реакция 2). При этом выделился газ (Б), который имеет место в медицине как средство для ингаляционного наркоза. В полученный раствор добавили также гранулы магния (реакция 3), при этом выделился газ (В) объемом 0,224 л (при н.у.), который используется в промышленности для получения аммиака.

- 1) Определить газы А, Б и В.
- 2) Составить необходимые уравнения реакций для решения задачи.
- 3) Определить массовые доли веществ в полученном растворе.

**Всего 15 баллов.**

Решение:

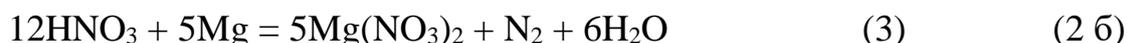
### 1) Определить газы (3 б):

Газ А –  $\text{NO}_2$  (1 б)

Газ Б –  $\text{N}_2\text{O}$  (1 б)

Газ В –  $\text{N}_2$  (1 б)

### 2) Составить уравнения реакций (6 б):



### 3) Найти количество вещества известных веществ (1 б):

$$n(\text{N}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,224 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,01 \text{ моль} \quad (0,2 \text{ б})$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{1,68 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,03 \text{ моль} \quad (0,2 \text{ б})$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) = V \cdot \rho = 100 \text{ мл} \cdot 1,115 \text{ г/мл} = 111,5 \text{ г} \quad (0,2 \text{ б})$$

$$m(\text{HNO}_3) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{100\%} = \frac{111,5 \text{ г} \cdot 20\%}{100\%} = 22,3 \text{ г} \quad (0,2 \text{ б})$$

$$n_{\text{общ}}(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{22,3 \text{ г}}{63 \text{ г/моль}} = 0,354 \text{ моль} \quad (0,2 \text{ б})$$

### 4) По уравнению 3 найти количество вещества $\text{HNO}_3$ , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{Mg}$ : (1 б)

$$n_3(\text{HNO}_3) = \frac{0,01 \cdot 12}{1} = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0,01 \cdot 5}{1} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{0,01 \cdot 5}{1} = 0,05 \text{ моль}$$

5) По уравнению 2 найдем количество вещества  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$   
(1 б)

$$n_2(\text{HNO}_3) = \frac{0,03 \cdot 30}{8} = 0,1125 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{Fe}) = 0,03 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = \frac{0,03 \cdot 3}{8} = 0,01125 \text{ моль}$$

6) Найдем избыточное количество вещества  $\text{HNO}_3$ : (1 б)

$$\begin{aligned} n_{\text{ост}}(\text{HNO}_3) &= n_{\text{общ}}(\text{HNO}_3) - n_3(\text{HNO}_3) - n_2(\text{HNO}_3) \\ &= 0,354 - 0,12 - 0,1125 = 0,1215 \text{ моль} \end{aligned}$$

7) Найдем массу нового раствора: (1 б)

$$\begin{aligned} m_{\text{нов.р-ра}} &= m_{\text{р-ра}}(\text{HNO}_3) + m(\text{Fe}) - m(\text{N}_2\text{O}) + m(\text{Mg}) - m(\text{N}_2) \\ &= 111,5 \text{ г} + 1,68 \text{ г} - 0,01125 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} + 0,05 \text{ моль} \\ &\quad \cdot 24 \text{ г/моль} - 0,01 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 113,605 \text{ г} \end{aligned}$$

8) Найдем массы и массовые доли веществ в растворе: (1 б)

$$m_{\text{ост}}(\text{HNO}_3) = n \cdot M = 0,1215 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 7,6545 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{7,6545 \text{ г}}{113,605 \text{ г}} \cdot 100\% = 6,74\% \quad (0,25 \text{ б})$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,05 \text{ моль} \cdot 148 \text{ г/моль} = 7,4 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{7,4 \text{ г}}{113,605 \text{ г}} \cdot 100\% = 6,51\% \quad (0,25 \text{ б})$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n \cdot M = 0,03 \text{ моль} \cdot 242 \text{ г/моль} = 7,26 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{m}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{7,26 \text{ г}}{113,605 \text{ г}} \cdot 100\% = 6,39\% \quad (0,25 \text{ б})$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 6,74\% - 6,51\% - 6,39\% = 80,36\% \quad (0,25 \text{ б})$$

### Задача 3 (20 баллов)

Токсичное газообразное вещество А с резким неприятным запахом, может быть получено из простых веществ при нагревании свыше  $350^\circ\text{C}$  (реакция 1), а также гидролизом бинарного соединения Б (реакция 2). Горение газа А в недостатке кислорода сопровождается образованием

простого вещества **В** (*реакция 3*), также известно, что проблемы с усвоением элемента **В** ведет к белковой недостаточности у детей, и это явление можно использовать для профилактики некоторых видов рака. При растворении **В** в концентрированной кислоте – окислителе выделяется газ бурого цвета и оксокислота **Г**, массовое содержание элемента **В** в которой составляет 61,2% (*реакция 4*). Окислением **Г** концентрированным раствором пероксида водорода (*реакция 5*) или хлорноватой кислотой (*реакция 6*) получают кислоту **Д**, способную растворять без нагревания даже золото (*реакция 7*). Действием фосфорного ангидрида на кислоту **Д**, получают летучее соединение **Е** (*реакция 8*), которое разлагается при температуре выше 185 °С (*реакция 9*) и легко окисляет хлороводород (*реакция 10*).

1) Приведите формулы соединений **А–Е** и напишите уравнения реакций (1–10).

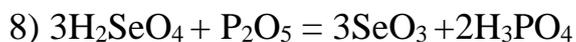
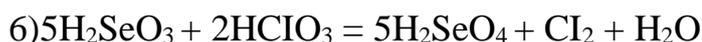
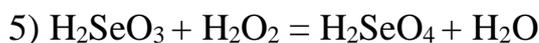
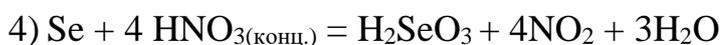
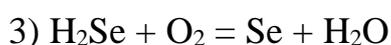
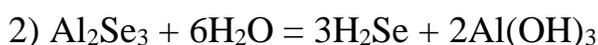
2) Определите кислоту **Г**, ответ подтвердите расчетом.

3) В честь какого небесного тела назван элемент **В**?

4) Установите формулу продукта, полученного путем взаимодействия **В** с натрием в жидком аммиаке, если массовая доля **В** составляет 83,75%

Решение:

<b>1</b>	<b>А-</b> H <sub>2</sub> Se	<b>В-</b> Se	<b>Д-</b> H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>
	<b>Б-</b> Al <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>	<b>Г-</b> H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	<b>Е-</b> SeO <sub>3</sub>



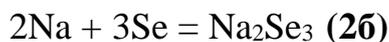
За каждую формулу **1б**

За каждое написанное уравнение по **1 б**

2  $\Gamma\text{-H}_2\text{SeO}_3$  ( $w=79/(2+79+16*3)=61,2\%$  (**1б**))

3 Селен от Селены греческой богини луны (**1б**)

4  $\text{Na}_x\text{Se}_y$   $x : y = (16.25 / 23) : (83.75 / 79) = 0.7 : 1.06 = 1 : 1,5=2:3.$



#### Задача 4 (10 баллов)

Вам выданы два набора пробирок. 1-й набор содержит растворы

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ , 2-й набор содержит растворы  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Заполните таблицу, отражающую эффекты, проявляющиеся в результате взаимодействия веществ первого набора с веществами второго набора:

	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{MnSO}_4$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$							
$\text{NaOH}$							
$\text{H}_2\text{SO}_4$							
$\text{HCl}$							

Опишите последовательность Ваших действий. Опишите и объясните

наблюдаемые явления. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе этих явлений.

#### Решение

заполним таблицу:

	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{MnSO}_4$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	↓	↓	-	↑ при t-	↓	↓	↓
$\text{NaOH}$	-	↓ раств. в изб	-	↑ нагр	↓ буреет	↓ раств. в изб	-
$\text{H}_2\text{SO}_4$	-	↓	↓	-	-	-	↑
$\text{HCl}$	-	↓ раств при t	-	-	-	-	↑

