

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии в 2020/2021 учебном году  
Теоретический тур (решения)**

**9 КЛАСС**

**Задача 1.**

Синтез аммиака осуществляется взаимодействием азота и водорода по схеме:  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ . Исходная смесь содержала азот и водород в молярном соотношении 2:6. К моменту достижения равновесия молярная масса газовой смеси увеличилась на 25%. Найдите степени превращения азота и водорода.

**20 баллов**

**Решение.**

1) Определим молярную массу смеси газов, приняв  $n(N_2)=2$ ,  $n(H_2)=6$

$$M_{см} = n(N_2) \cdot M(N_2) + n(H_2) \cdot M(H_2) = 2/8 \cdot (28) + 6/8 \cdot (2) = 8,5 \text{ г/моль} \quad (2б.)$$

2) После протекания реакции молярная масса смеси увеличилась на 25% и составила:

$$M_{см1} = M_{см} + 0,25M_{см} = 8,5 + 0,25 \cdot 8,5 = 10,625 \text{ г/моль} \quad (2б.)$$

Рассчитаем выход продукта, приняв, что от исходного количества азота реагирует  $x$  моль. Тогда осталось азота:  $(2-2x)$  моль, а водорода прореагировало  $6x$  и его осталось  $(6-6x)$  моль. Образовалось  $4x$  моль аммиака.

**(6 баллов)**

4) Составим уравнение для расчета  $M_{см1}$ :

$$M_{см1} = n(N_2) \cdot M(N_2) + n(H_2) \cdot M(H_2) + n(NH_3) \cdot M(NH_3) = \\ = \frac{2-2x}{(2-2x)+(6-6x)+4x} \cdot 28 + \frac{6-6x}{(2-2x)+(6-6x)+4x} \cdot 2 + \frac{4x}{(2-2x)+(6-6x)+4x} \cdot 17 = \frac{68}{8-4x} \quad (6б.)$$

5) Приравняем к ранее найденной  $M_{см1}$ :

$$\frac{68}{8-4x} = 10,625$$

Откуда  $x=0,4$  моль **(2б.)**

6)  $\eta(N_2) = 0,4/2 \cdot 100\% = 20\%$ . **(1б.)**

$\eta(H_2) = 2,4/6 \cdot 100\% = 40\%$ . **(1б.)**

**Задача 2.**

Соединение А содержит: 49,367% К, 20,253% S и 30,380% О. После проведения окислительно-восстановительной реакции оно превратилось в вещество В, содержащее: 44,827% К, 18,391% S и 36,782% О. Найдите формулы неизвестных веществ, назовите их.

**20 баллов**

**Решение.**

1) Соединение А:  $K_xS_yO_z$

$$x:y:z = \frac{\omega(K)}{M(K)} : \frac{\omega(S)}{M(S)} : \frac{\omega(O)}{M(O)} = \frac{49,367}{39} : \frac{20,253}{32} : \frac{30,380}{16} = 1,2658:0,6329:1,898 = 2:1:3$$

$K_2SO_3$  – сульфит калия (106.)

2) Соединение В:  $K_aS_bO_c$

$$a:b:c = \frac{\omega(K)}{M(K)} : \frac{\omega(S)}{M(S)} : \frac{\omega(O)}{M(O)} = \frac{44,827}{39} : \frac{18,391}{32} : \frac{36,782}{16} = 1,149:0,575:2,298 = 2:1:4$$

$K_2SO_4$  – сульфат калия (106.)

**Задача 3.**

В 5 склянках без этикеток находятся растворы следующих веществ:  $NaOH$ ,  $K_2CO_3$ ,  $HCl$ ,  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $NaCl$

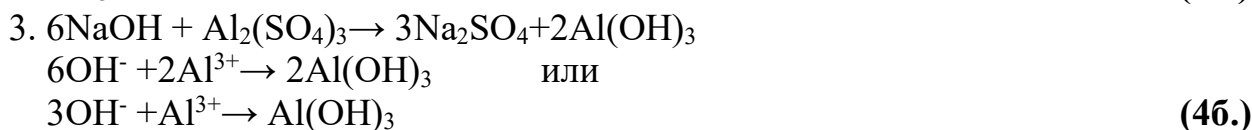
1) Какие из этих веществ могут взаимодействовать между собой? Напишите молекулярные и краткие ионные уравнения соответствующих реакций.

2) Один из осадков, получаемых при взаимодействии этих растворов, растворяется в избытке одного из исходных веществ. Что это за осадок и как объяснить растворение осадка (уравнение реакции)?

**20 баллов**

**Решение.**

1) Между собой могут взаимодействовать:



2) Это осадок гидроксида алюминия. Так как он является амфотерным основанием, то может растворяться в избытке щелочи с образованием комплексного соединения. (26.)



**Задача 4.**

В 70 г 25%-ного раствора сульфата меди растворили 5 г пятиводного кристаллогидрата сульфата меди. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.

**20 баллов****Решение.**

1) Найдем массу  $\text{CuSO}_4$  в  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ :

в 250 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  содержится 160 г  $\text{CuSO}_4$

в 5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  –  $x$  г  $\text{CuSO}_4$

$$m(\text{CuSO}_4 \text{ в } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 \cdot 5 / 250 = 3,2 \text{ г} \quad (66.)$$

2) Найдем массу  $\text{CuSO}_4$  в 25% - ном растворе:

в 100 г раствора  $\text{CuSO}_4$  содержится 25 г  $\text{CuSO}_4$

в 70 г раствора  $\text{CuSO}_4$  –  $x$  г  $\text{CuSO}_4$

$$m(\text{CuSO}_4 \text{ в растворе } \text{CuSO}_4) = 70 \cdot 25 / 100 = 17,5 \text{ г} \quad (66.)$$

3) Найдем массу полученного раствора:

$$m \text{ р-ра } \text{CuSO}_4 = 70,0 + 5,0 = 75,0 \text{ г} \quad (46.)$$

4) Найдем массу соли в полученном растворе:

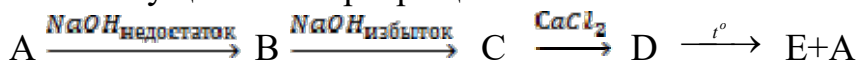
$$m(\text{CuSO}_4) = 3,2 + 17,5 = 20,7 \text{ г} \quad (26.)$$

5) Найдем массовую долю соли в полученном растворе:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 20,7 / 75,0 \cdot 100\% = 27,6\% \quad (26.)$$

**Задача 5.**

Осуществите превращения:

**20 баллов****Решение.**