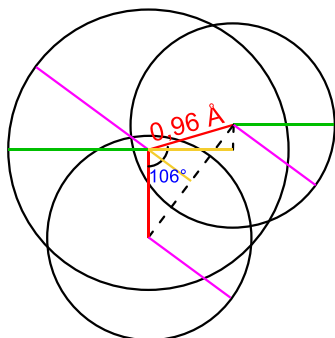


## Химия 8 класс

1. Концентрация серной кислоты в растворе 20 % (по массе). Найдите концентрацию, выраженную в г/дм<sup>3</sup>, если плотность раствора составляет 1,14 г/см<sup>3</sup>? **(5 баллов)**

ОТВЕТ: Пусть  $m(\text{р-ра}) = 100$  г, тогда  $V(\text{р-ра}) = 100/1,14 = 87,7$  см<sup>3</sup> = 0,0877 дм<sup>3</sup> **(1 балл)**,  $m(\text{к-ты}) = 100 \cdot 0,2 = 20$  г **(1 балл)**.  $C = 20/0,0877 = 228$  г/дм<sup>3</sup> **(3 балла)**. ИТОГО **5 баллов**

2. Молекула воды имеет угловую форму с валентным углом 106°. Длина связи О–Н равна 0,96 Å, а вандерваальсовы радиусы атомов  $r_{\text{H}} = 1,19$  Å,  $r_{\text{O}} = 1,52$  Å. Рассчитайте, каким должен быть минимальный размер пор, чтобы в них могла проникнуть молекула воды **(5 баллов)**



ОТВЕТ. Для ответа на вопрос лучше всего изобразить молекулу в поперечном сечении в виде трёх окружностей. Из рисунка видно, что наименьшее сечение молекула будет иметь либо при ориентации вдоль одной из связей, либо по биссектрисе угла между связями, сравним эти значения.  $L_1 = r_{\text{O}} + r_{\text{H}} + r_{\text{OH}} \cdot \cos(106^\circ - 90^\circ)$   $L_2 = r_{\text{O}} + r_{\text{H}} + r_{\text{OH}} \cdot \cos(106^\circ/2)$ . Так как  $\cos 16^\circ > \cos 53^\circ$ , вычисляем по второму уравнению.  $L = 1,52 + 1,19 + 0,96 \cdot \cos 53^\circ = 3,29$  Å **(5 баллов)**. *Корректное вычисление другого сечения оценивается в 2 балла.*

3. Колбу, содержащую 200 см<sup>3</sup> свежеприготовленной хлорной воды, оставили на солнечном свету. Выделившийся из раствора газ пропустили над нагретой медной сеткой, в результате чего произошло увеличение ее массы на  $\sqrt{3},2$  г. Приведите уравнения описанных реакций. Определите концентрацию вещества, оставшегося в колбе после выделения всего газа. Изменением объема раствора пренебречь. **(20 баллов)**

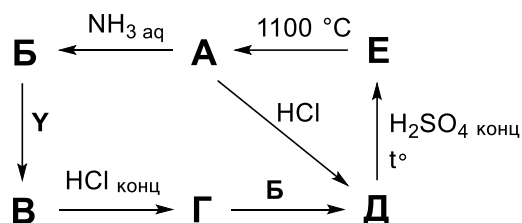
ОТВЕТ:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$  **(3 балла)**;  $2\text{HClO} \xrightarrow{h\nu} 2\text{HCl} + \text{O}_2$  **(3 балла)**;  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{CuO}$  **(3 балла)**;  $n(\text{O}_2) = 3,2/32 = 0,1$  моль **(3 балла)**;  $n(\text{HCl}) = 0,4$  моль **(3 балла)**;  $C(\text{HCl}) = 0,4/0,2 = 2$  моль/дм<sup>3</sup> **(5 баллов)**. ИТОГО **20 баллов**

4. В одном из распространенных удобрений указано массовое содержание ключевых элементов: азота 10 %, фосфора 26 %, калия 26 %. Сообщается также, что оно подходит для всех типов почв. Дайте обоснованный ответ, является ли это удобрение индивидуальным соединением. Определите мольные доли ионов, входящих в состав удобрения. Чем обусловлена возможность применения данного удобрения на разных типах почв? **(20 баллов)**

ОТВЕТ. Вычислим соотношение числа атомов указанных элементов.  $\text{K} : \text{N} : \text{P} = 26/39 : 10/14 : 26/31 = 0,667 : 0,714 : 0,839 = 1 : 1,07 : 1,26$  **(2 балла)**. Полученные значения не приводятся к целочисленным, то есть удобрение представляет собой смесь **(3 балла)**. Калий в удобрении может находиться только в форме катиона, а фосфор – только в форме аниона, вероятнее всего, фосфата **(2 балла)**. Так как количество калия меньше, чем фосфора, можно предположить, что азот тоже должен находиться в форме катиона – иона аммония **(2 балла)**. Тогда соотношение между катионами и анионами будет  $(1 + 1,07) :$

$1,26 = 1,64 : 1$ . То есть на один фосфат приходится между одним и двумя обозначенными катионами, значит в удобрении присутствует смесь гидрофосфатов и дигидрофосфатов (**3 балла**). Вычислим содержание ионов водорода, которое составляет утроенное количество фосфата за вычетом количества калия и аммония (используем относительные количества):  $3 \cdot 1,26 - 1 - 1,07 = 1,71$ . Теперь можно вычислить количество гидрофосфата и дигидрофосфата. Относительное количество дигидрофосфата  $1,71 - 1,26 = 0,45$ , гидрофосфата  $1,26 - 0,45 = 0,81$ . Рассчитаем мольные доли  $\chi(\text{K}^+) = 1/(1 + 1,07 + 0,45 + 0,81) = 0,30$ ;  $\chi(\text{NH}_4^+) = 1,07/3,33 = 0,32$ ;  $\chi(\text{HPO}_4^{2-}) = 0,81/3,33 = 0,24$ ;  $\chi(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 0,45/3,33 = 0,14$  (**5 баллов**). Почвы подразделяют по кислотности. Смесь гидрофосфатов и дигидрофосфатов имеет нейтральную реакцию при растворении и представляет собой буферную систему, то есть поддерживает нейтральный pH, поэтому подходит для всех видов почв (**3 балла**).

5. Ниже приведена схема превращений соединений элемента X. Соль E содержит 20 % серы по массе. Вещества A, B и D являются осадками красно-оранжевого, кирпично-красного и белого цвета соответственно. Соединения B и Г получаются в виде бесцветных растворов. Помимо газа Y, есть и другие газы с плотностью в диапазоне 1,16–1,52 г/л (н.у.), способные реагировать с B. С одним из них (Z<sub>1</sub>) выпадает черный осадок, а с другим (Z<sub>2</sub>) раствор приобретает темно-синюю окраску. Расшифруйте все вещества, приведите уравнения упомянутых реакций. (**20 баллов**)

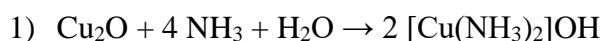


ОТВЕТ. По содержанию серы определим молярную массу E.  $M = 32/0,2 = 160$  (г/моль) (**1 балл**). Так как соединение содержит серу и получено действием серной кислоты, можно предположить, что это сульфат. Оставшаяся масса (64 г/моль) соответствует меди (**1 балл**), для которой очень характерны перечисленные цвета осадков. Так как B – бесцветный раствор, можно предположить, что это соединение одновалентной меди, значит разложение сульфата прошло как ОВР. Плотности газов необходимо преобразовать в молярные массы через уравнение  $M = \rho \cdot V_M$ . Так как условия нормальные, можем воспользоваться величиной  $V_M = 22,4$  л/моль, тогда газы Y и Z должны иметь молярную массу в диапазоне 26–34 г/моль. Черным осадком может быть сульфид меди, тогда газ Z<sub>1</sub> – сероводород, темносиняя окраска может быть обусловлена образованием комплекса меди(II), тогда газ Z<sub>2</sub> – окислитель, O<sub>2</sub>. Кирпично-красный цвет имеет ацетиленид меди. Под действием соляной кислоты должен образовываться хлорид меди(I), осадок, но в концентрированной кислоте он способен растворяться с образованием комплексного аниона [CuCl<sub>2</sub>]<sup>-</sup>. Таким образом получаем:

Вещества (каждое по **1 баллу**):

A	B	V	Г	Д	E	Y	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
Cu <sub>2</sub> O	[Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]OH	CuC≡CCu	H[CuCl <sub>2</sub> ]	CuCl	CuSO <sub>4</sub>	HC≡CH	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>

Уравнения реакций (каждое по **1 баллу**):



- 2)  $2 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CuC}\equiv\text{CCu} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{CuC}\equiv\text{CCu} + 4 \text{HCl}_{(\text{конц})} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}[\text{CuCl}_2]$
- 4)  $\text{H}[\text{CuCl}_2] + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow 2 \text{CuCl}$
- 5)  $\text{Cu}_2\text{O} + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{CuCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 6)  $2 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2 \text{Cu}_2\text{S} + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
*принимаются уравнения с  $\text{NH}_4\text{HS}$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$*
- 7)  $4 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 2 \text{Cu}(\text{OH})_2$     *или*  
 $4 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{O}_2 + 8 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- 8)  $2 \text{CuCl} + 3 \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow 2 \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{HCl}$
- 9)  $4 \text{CuSO}_4 \rightarrow 2 \text{Cu}_2\text{O} + 4 \text{SO}_2 + 3 \text{O}_2$     (1100 °C)

6. Семь сосудов пронумерованы от 1 до 7. В них находятся растворы веществ:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{ZnI}_2$ . Сульфат натрия находится в сосуде № 1. Карбонат калия взаимодействует с содержимым сосуда № 2 с выделением углекислого газа. Содержимое сосуда № 4 образует с содержимым сосуда № 1 белый осадок. Содержимое сосудов № 4 и 5 при сливании образуют осадок голубого цвета. Сливание содержимого сосудов № 6 и 7 приводит к образованию желтого осадка. Если к содержимому сосуда № 6 постепенно приливать содержимое сосуда № 4, то сперва выпадает белый осадок, который при дальнейшем добавлении раствора растворяется. Определите, какой реагент в каком сосуде находится. Приведите уравнения указанных реакций. **(30 баллов)**

ОТВЕТ:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  - № 1 (0 баллов, соединение и сосуд указаны в условии);  $\text{CH}_3\text{COOH}$  - № 2 (2 балла);  $\text{K}_2\text{CO}_3$  - № 3 (2 балла);  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  - № 4 (2 балла);  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  - № 5 (2 балла);  $\text{ZnI}_2$  - № 6 (2 балла);  $\text{AgNO}_3$  - № 7 (2 балла).  $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (3 балла);  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaOH}$  (3 балла);  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  (3 балла);  $\text{ZnI}_2 + \text{AgNO}_3 = 2\text{AgI} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  (3 балла);  $\text{ZnI}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{BaI}_2$  (3 балла);  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  (3 балла). ИТОГО **30 баллов**