

**X1.** Эту кислоту называют «кровью химии». При хранении в открытом сосуде она сильно поглощает воду и перевозится в стальных цистернах. Смесь этой кислоты с её ангидридом получила название благодаря её мясليнистому виду. Эту смесь иногда обозначают как кислоту с концентрацией больше 100%.

О какой кислоте речь? Приведите её формулу. Почему её перевозят в стальных цистернах? Как её надо смешивать с водой и почему? Как называется смесь этой кислоты с ангидридом?

**Решение:**

- 1) Кислота – серная  $H_2SO_4$ .
- 2) Серная кислота пассивирует сталь за счёт образования на поверхности стали плёнки из нерастворимых оксидов и не реагирует с ней.
- 3) Серную кислоту с водой надо смешивать только приливанием кислоты в воду, так как при смешивании этих жидкостей выделяется очень много тепла, настолько много, что если лить воду на гораздо более плотную кислоту – она будет плавать по поверхности, выкипая и разбрызгивая воду и кислоту.
- 4) Смесь с ангидридом – олеум.

**X2.** В одном из помещений станции обеззараживания воды произошла утечка 50 литров хлора. Представляет ли опасность концентрация хлора в воздухе помещения, если предельно допустимая концентрация (ПДК) хлора в рабочей зоне равна 1 мг/литр, а высота, длина и ширина помещения равны соответственно 4, 20 и 10 метрам. Хлор считать взятым при нормальных условиях.

**Решение:** 1)  $m(Cl_2) = 50 \text{ литров} \cdot (2 \cdot 35,5 \text{ грамм/моль}) / 22,4 \text{ литров/моль} = 158,482 \text{ грамм} = 158482 \text{ мг}$   
2)  $V(\text{помещения}) = 20 \cdot 4 \cdot 10 = 800 \text{ м}^3 = 800000 \text{ литров}$   
3)  $C(Cl_2) = 158482 / 800000 = 0,19 \text{ мг/литр}$ . (меньше, чем ПДК, значит, опасности не представляет).

**X3.** Медную пластинку массой 50 г опустили на некоторое время в раствор нитрата ртути(II). Масса медной пластинки после промывания и высушивания увеличилась на 4,11 г. Затем пластинку нагревали до тех пор, пока она не приняла первоначальный цвет. Чему равна масса пластинки после нагревания?

**Решение**

$Cu + Hg^{2+} = Cu^{2+} + Hg$ ;  $M_r(Cu) = 64$ ;  $M_r(Hg) = 201$   $\Delta M_r = 201 - 64 = 137$  при растворении 1 моль меди. По условию масса увеличилась на 4,11 г. Значит растворилось  $4,11 / 137 = 0,03$  моль меди. При нагревании пластинки, ртуть испарилась, осталась только медь.  $0,03 \cdot 64 = 1,92$  г меди перешло в раствор. Осталось  $50 - 1,92 = 48,08$  г. Это и есть масса пластинки после нагревания.

**Ответ:** 48,08 г.

**X4.** Один из самых знаменитых опытов в истории химии состоял в следующем. Шведский помощник аптекаря Карл Шееле внёс кусок горящего фосфора в колбу, наполненную воздухом, и закрыл её пробкой. По окончании горения и охлаждении колбы он поместил её горлышком вниз в сосуд с водой и открыл пробку. Вода поднялась в колбу, заполнив её на 1/5 объёма. Так Шееле узнал, что воздух, считавшийся ранее простым веществом, состоит из двух основных компонентов - кислорода и азота. Что изменилось бы в наблюдениях Шееле, если бы вместо фосфора он использовал: а) серу; б) магний; в) раскалённый уголь? Ответ поясните уравнениями соответствующих реакций.

**Решение**

1) В случае углерода следует рассматривать два фактора. Во-первых,  $CO_2$ , который получается при сжигании углерода - газ, в отличие от оксидов фосфора. То есть он занимает объём, который занимал кислород и которое в случае фосфора сразу заполнилось водой. Второй фактор - это

значительная растворимость  $\text{CO}_2$  в воде, вследствие чего вода всё-таки поднимется в колбу, но меньше, чем на 1/5.

2) Магний реагирует не только с кислородом, но и с азотом, поэтому теоретически вода может заполнить колбу целиком. Однако на практике этого не произойдёт, так как для этого требуется, чтобы в результате сгорания магния в колбе был создан вакуум, что маловероятно. Во всяком случае, колба будет заполнена более чем на 1/5.

3) В случае серы ситуация аналогична углероду, однако  $\text{SO}_2$  растворим меньше, чем  $\text{CO}_2$ , поэтому воды в колбе будет ещё меньше.

**X5.** Элементы этой группы были названы в честь их физических и химических свойств.

1-й элемент этой группы используется как ракетный окислитель, кислота, образованная им разъедает стекло. 2-й элемент и его соединения используются для обеззараживания, а в Первой мировой войне он был применён как химическое оружие. Его соединение с натрием используется как пищевая добавка и консервант. Соединения 3-го элемента использовались как успокаивающее, также применялся в Первой мировой войне в качестве химического оружия. 4-й элемент и некоторые его соединения используются для обеззараживания, а другие – как радиозащитные при радиационных авариях. Нехватка этого элемента в организме вызывает зоб и умственную отсталость. 5-й элемент этой группы крайне нестабилен – его ядра имеют время жизни около 8 часов. 1. Что это за элементы, Как переводятся их названия? В каких агрегатных состояниях они находятся при нормальных условиях?

2. В какую группу и подгруппу входят эти элементы? Как переводится на русский язык название этой группы?

1) Фтор — с греческого переводится как «разрушитель». При н.у. – газ.

Хлор — с греческого «зелёный». Газообразен.

Бром — с греческого «зловонный». Тёмная, буро-красная летучая жидкость.

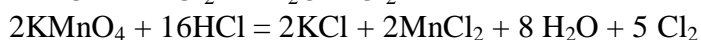
Иод — с греческого «фиолетовый». Фиолетовые, легколетучие кристаллы.

Астат — с латыни «нестабильный». Кристаллическое вещество.

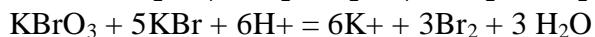
2) Общее название - «галогены», переводится «соль рождающие». Эти элементы образуют главную подгруппу VII группы Периодической системы.

**X6.** Как можно получить в лабораторных условиях второй, третий и четвёртый элемент группы, о которой говорится в предыдущей задаче? Напишите уравнения реакций.

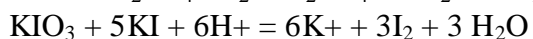
**Хлор:**  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$



**Бром:**  $2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

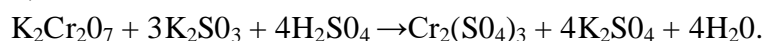
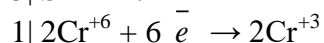
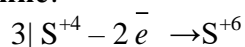


**Иод:**  $2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



**XС1.** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции, определите окислитель и восстановитель.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots + \dots$

**Решение.**



Сера в степени окисления +4 является восстановителем, а хром 6 (или дихромат калия за счет хрома +6) — окислителем.

**XC2.** Даны вещества: сера, гидроксид натрия, азотная кислота и ортофосфорная кислота. Напишите уравнения четырех возможных реакций между этими веществами.

**Решение.**

1.  $3S + 6NaOH \rightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$
2.  $S + 6HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$
3.  $NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$
4.  $3NaOH + H_3PO_4 = Na_3PO_4 + 3H_2O$

**XC3.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  $X_1 \xrightarrow{Na, O} \text{ацетат натрия} \rightarrow \text{этан} \xrightarrow{Cl_2} X_2 \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{дивинил}$

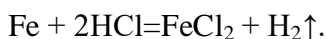
**Решение**

- 1)  $2CH_3COOH + Na_2O \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O$
- 2)  $2CH_3COONa + 2H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} 2NaOH + C_2H_6 \uparrow + 2CO_2 + H_2 \uparrow$
- 3)  $CH_3-CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} CH_3-CH_2Cl + HCl$
- 4)  $CH_3-CH_2Cl + KOH(\text{водный}) \rightarrow CH_3-CH_2-OH + KCl$
- 5)  $2C_2H_5OH \xrightarrow{10, \text{кат.}} CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2 + 2H_2O$

**XC4.** В 300 мл раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,05$  г/мл) с массовой долей 10% растворили железо массой 11,2 г. Вычислите массовую долю хлорида железа (II) в полученном растворе.

**Решение**

1) Уравнение реакции:



2) Количество реагирующих веществ:

а) количество HCl

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}; m_{\text{в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}; m = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{р-ра}}(HCl) = 1,05 \cdot 315 = 315 \text{ г};$$

$$m(HCl) = 0,1 \cdot 315 = 31,5 \text{ г}; n(HCl) = 31,5 / 36,5 \approx 0,86 \text{ моль}$$

б)  $n(Fe) = 11,2 / 56 = 0,2$  моль.

3) По уравнению реакции

$$n(Fe) : n(HCl) : n(FeCl_2) : n(H_2) = 1 : 2 : 1 : 1, \text{ следовательно:}$$

а) в избытке HCl  $(0,86 - 0,2 \cdot 2) = 0,46$  моль

б)  $n(FeCl_2) = n(Fe) = 0,1$  моль

$$m(FeCl_2) = 0,2 \cdot (56 + 35,5 \cdot 2) = 25,4 \text{ г}$$

в)  $n(H_2) = n(Fe) = 0,2$  моль

$$m(H_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г.}$$

4) Уравнение для расчета массовой доли и FeCl<sub>2</sub>:

$$\omega(FeCl_2) = m_2(FeCl_2) / m_{\text{р-ра}}(FeCl_2) = m_2(FeCl_2)_{(\text{по ур-ю реакции})} / (m(Fe) + m_{\text{р-ра}}(HCl) - m(H_2))$$

$$m_{\text{р-ра}}(FeCl_2) = 11,2 + 315 - 0,4 = 325,8 \text{ г}$$

$$\omega(FeCl_2) = 25,4 / 325,8 \approx 0,0780. \text{ или } 7,8\%.$$