Сера. Сероводородная, серная и сернистая кислоты.

Сера

Сера – халькоген, довольно активный неметалл. Сущетсвует три аллотропных модификации серы:

- ромбическая S_8
- пластическая
- моноклинная

Характеристика серы

Сера в ПСХЭ:

1) положение (период, группа)
2) строение атома
3) свойства элемента по периоду / в главной п/гр
4) высший оксид
5) высший гидроксид
6) ЛВС

Получение

При сливании растворов сероводородной и сернистой кислот:

$H_2SO_3 + 2H_2S = 3S + 3H_2O$

При неполном сгорании сероводорода (при недостатке воздуха):

$2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$

Химические свойства

Не смачивается и не реагирует с водой.

Как окислитель реагирует с:

1) металлами (кроме золота)

Hg + S = HgS (обезвреживание разлитой ртути)

2) водородом и неметаллами, у которых с. о. меньше (углеродом, фосфором и т.п.)

Химические свойства

Как восстановитель реагирует с:

1) кислородом
2) хлором
3) фтором

Химические свойства

усиление окислительной способности ионов

S^{-2} (с ме, C, P, H_2): $C + 2S = CS_2$

$H_2 + S = H_2S$

S^0 S

S^{+2} $S + Cl_2 = SCl_2$

S^{+4} $S + O_2 = SO_2$ H_2SO_3

S^{+6} $S + 3F_2 = SF_6$ H_2SO_4

Сероводород

H_2S – сероводород. Его раствор в воде называется сероводородной кислотой. Кислота слабая двухосновная, поэтому диссоциирует ступенчато:

I: $H_2S \leftrightarrow H^+ + HS^-$

II: $HS^- \leftrightarrow H^+ + S^-$

Сероводород

Проявляет все свойства кислот. Реагирует с:

- основными оксидами:

$H_2S + CaO = CaS + H_2O$

- основаниями:

$H_2S + KOH \leftrightarrow KHS + H_2O$

$H_2S + OH^- \leftrightarrow HS^- + H_2O$

$H_2S + 2KOH \leftrightarrow K_2S + H_2O$

$H_2S + 2OH^- \leftrightarrow S^{2-} + H_2O$

Сероводород

- солями:

$CuCO_3 + H_2S = CuS + H_2CO_3$

- металлами:

$Ca + H_2S = CaS + H_2\uparrow$

Свойства солей

Кислые соли сероводородной кислоты – гидросульфиды (KHS, NaHS) хорошо растворимы в воде.

Растворимыми также являются сульфиды щелочных и щёлочноземельных металлов. Сульфиды остальных металлов в воде нерастворимы, а сульфиды меди, свинца, серебра, ртути и др. тяжёлых ме нерастворимы даже в кислотах (кроме азотной).

Окисление сероводорода

Сероводород легко окисляется кислородом (как при избытке O_2 и недостатке?).

Бромной водой Br2:

$H_2S + Br_2 = 2HBr + S\downarrow$

желто-оранжевая *бесцветная*

Оксид серы (IV)

SO_2 – сернситый газ.

Реагирует с ***водой*** с образование H_2SO_3.

Типичный кислотный оксид. Взаимодействует с основаниями (образуется соль (*сульфит или гидросульфит*) и вода) и основными оксидами (образуется только соль).

Оксид серы (IV)

Получают:

1) горением серы
2) обжигом пирита
3) действием кислот на сульфиты
4) взаимодействием конц. серной кислоты и тяжелых ме

Оксид серы (VI)

SO_3 - кислотный оксид. Реагирует с ***водой*** с образование H_2SO_4, с основаниями (образуется соль (*сульфат или гидросульфат*) и вода) и основными оксидами. Получают окислением сернистого газа.

Растворяется в серной кислоте с образованием олеума:

$$H_2SO_4 + nSO_3 = H_2SO_4 \cdot nSO_3$$

олеум

Серная кислота

Серная кислота H_2SO_4 – тяжёлая маслянистая жидкость без запаха и цвета. При концентрации > 70% – серная кислота называется *концентрированной*, менее 70% - *разбавленной*.

Диссоциация серной кислоты выражается уравнением:

$H_2SO_4 \leftrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

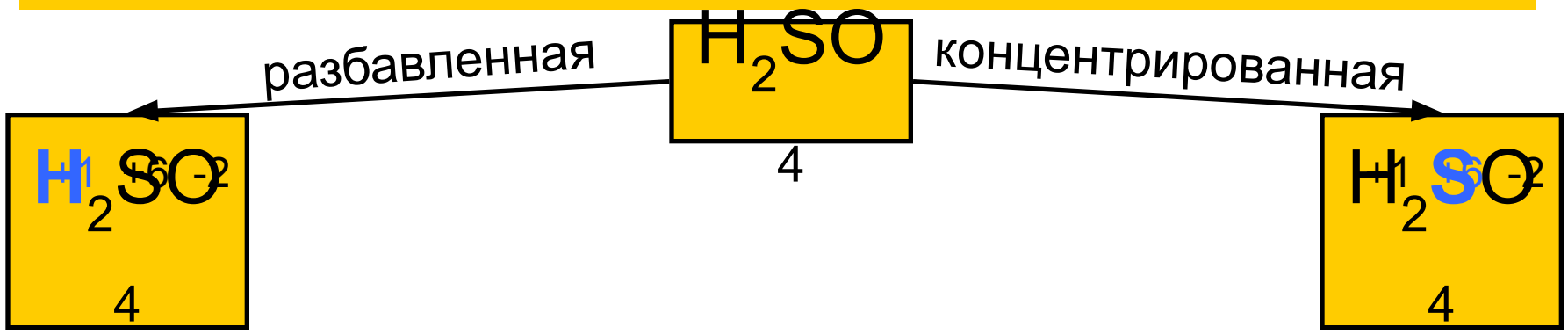
Серная кислота

Кислота реагирует с амофотерными и основными оксидами и гидроксидами, солями:

$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + HCl$

Последняя реакция является ***качественной*** на SO_4^{2-} ион (образуется нерастворимый осадок белого цвета).

Серная кислота



H^+ — окислитель

$2H^+ + 2e^- = H_2\uparrow$

S^{+6} — окислитель

$S^{+6} \xrightarrow{+8e^-} S^{-2}$ (H_2S)

$S^{+6} \xrightarrow{+6e^-} S^0$ (S)

$S^{+6} \xrightarrow{+2e^-} S^{+4}$ (SO_2)

Серная кислота

С разбавленной серной кислотой реагируют все металлы, стоящие в ряду активности до водорода. При реакции образуется сульфат металла и выделяется водород:

$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2\uparrow$

Металлы, стоящие после водорода с разбавленной кислотой не реагируют:

$Cu + H_2SO_4 \neq$

Концентрированная серная кислота

Металлы, стоящие в ряду активности после водорода, взаимодействуют с ***<u>концентрированной</u>*** ***серной кислотой*** по следующей схеме:

H_2SO_4(конц.) + Me = $MeSO_4$ + $SO_2\uparrow$ + H_2O

Т.е. образуются:

1) сульфат металла
2) оксид серы(IV) - сернистый газ SO_2
3) вода

Концентрированная серная кислота

Более активными ме серная кислота при определённых условиях может восстанавливаться до серы в чистом виде или сероводорода.

На холоде конц. серная кислота пассивирует железо и алюминий, поэтому их перевозят в железных цистернах:

H_2SO_4(конц.) + Fe ≠ (на холоде)

Получение серной кислоты

1) получение SO_2 (обычно обжигом пирита)
2) окисление SO_2 в SO_3 в присутсвии катализатора – оксида ванадия(V)
3) растворение SO_3 в серной кислоте с получением олеума

Сульфаты

Соли серной кислоты имеют все свойства солей. Особенным является их отношение к нагреванию:

- сульфаты активных ме (Na, K, Ba) не разлагаются даже при t > 1000˚C
- другие (Cu, Al, Fe) даже при небольшом нагревании распадаются на оксид серы (VI) и оксид металла

Вопросы

1) в каких реакциях сера играет роль окислителя? восстановителя? какие степени она при этом проявляет?
2) чем обусловлено различие свойств концентрированной и разбавленной серной кислоты? напишите уравнения реакции конц. и разбавленной кислот с медью и цинком.
3) как отличить растворы иодида натрия и сульфата натрия? предложите два способа и напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах.

Задания

4) Какое кол-во сернистого газа можно получить из 10 кг руды, содержащей 48% пирита?
5) Какой объем занимают:

   а) 4 моль SO_2?

   б) 128 г SO_3?
6) Осуществите реакции:

   $O_2 \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$