

PPt4WEB.ru

${}_{16}^{16}\text{S}$   $1s^2 2s^2 3s^2 3p^4$   
 Сера и её соединения

Для серы характерны степени окисления

**-2, 0, +4, +6;**

атом серы может быть и окислителем, и восстановителем:



# Сера

- Сера- твёрдое, хрупкое вещество жёлтого цвета, молекула содержит **8 атомов** серы и имеет циклическую форму;
- Пары серы состоят из молекул, среди которых встречаются  **$S_8$ ,  $S_6$ ,  $S_4$ ,  $S_2$** .
- При температуре выше 1200 градусов пары серы состоят в основном из  **$S_2$** .
- При плавлении серы меняется состав и свойства серы:
  - при **120 градусах** сера плавится, образуя жидкость янтарного цвета;
  - при **160 градусах** цвет меняется на красно-коричневый, вязкость растёт, достигая макс при **200 градусах**

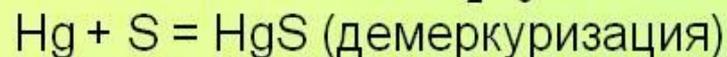
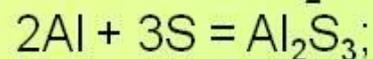
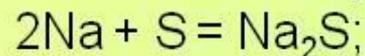
# Сера

- В этом состоянии сера настолько вязка, что её нельзя вылить из сосуда, в котором она находится.
- Полагают, что по мере нагревания разрываются кольца молекул  $S_8$  и образуются цепеобразные полимерные молекулы.

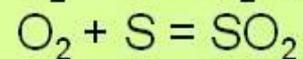
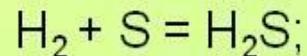
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

S

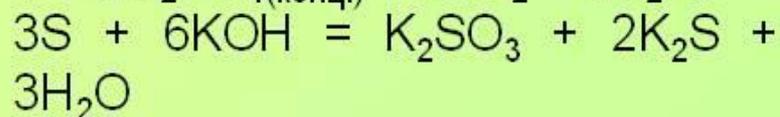
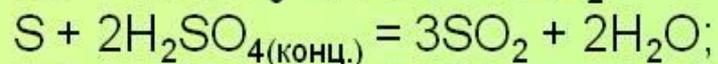
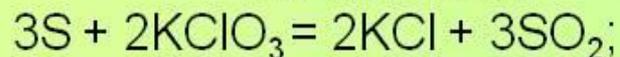
Реагирует с металлами  
(искл. золото, платина и рутений):



Реагирует с неметаллами  
(искл. азот и иод):

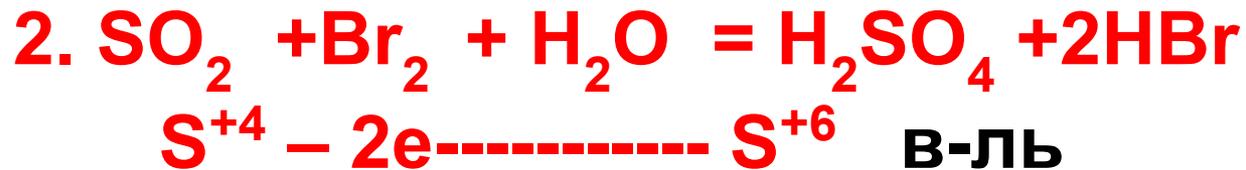
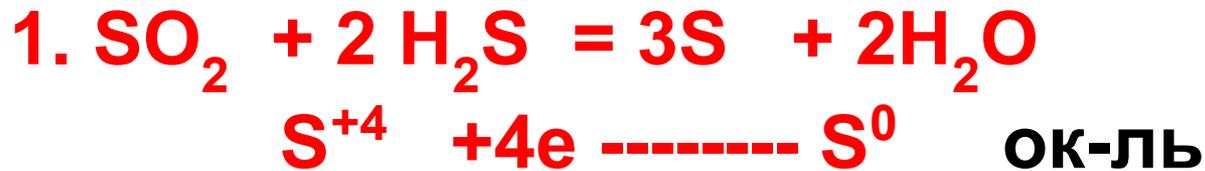


Реагирует со сложными  
веществами:



# Оксиды серы

- Сера образует два оксида –  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ , растворимые в воде.
- $\text{SO}_2$  -  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- $\text{SO}_3$  -  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  – типичные кислотные оксиды, проявляющие все их свойства.
- В ОВР  $\text{SO}_2$  проявляет ОВ двойственность:

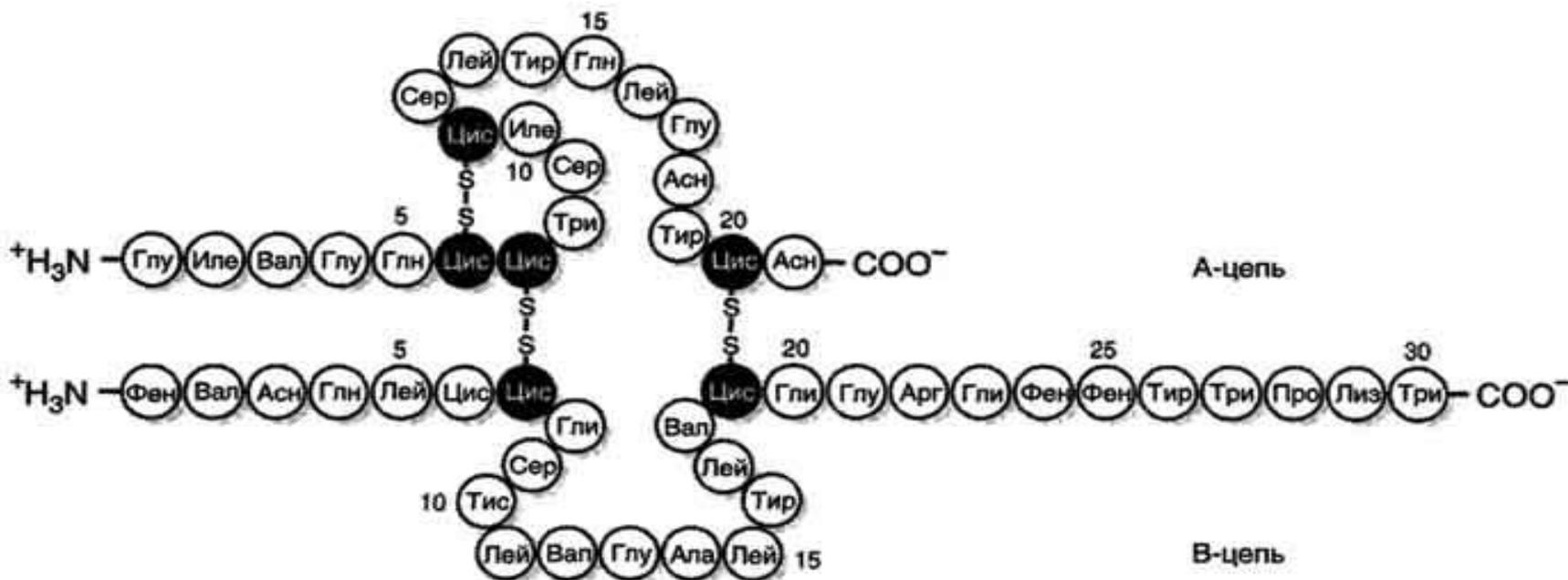


**SO<sub>2</sub>** легко (на свету) соединяется с хлором, образуя хлорангидрид серной кислоты:

**SO<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> = SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>** –хлористый сульфурил, который подвергается гидролизу в водной среде с образованием серной и соляной кислот.

# Биологическая роль серы

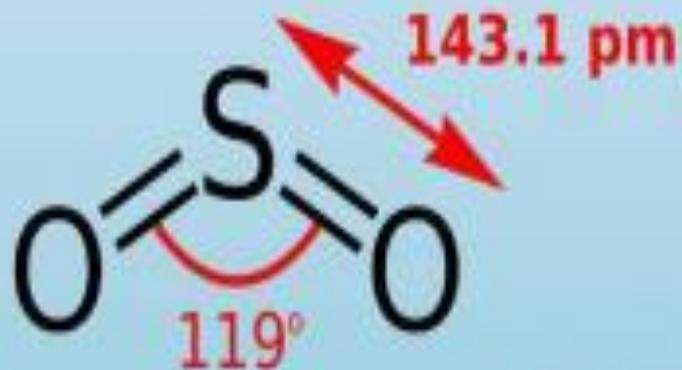
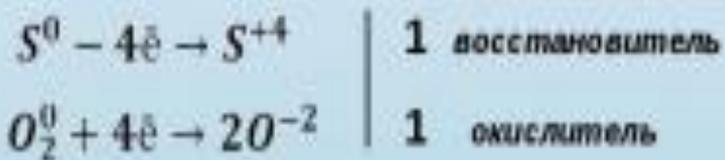
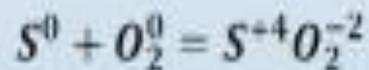
- Сера входит в состав некоторых аминокислот ( цистеина, цистина, метионина).
- Играет важную роль в формировании третичной структуры пептидов и белков (дисульфидные мостики)



# Оксид серы(IV)

S

## 3. Взаимодействие с кислородом



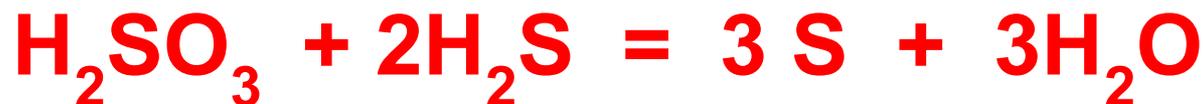
Диоксид серы – загрязнитель атмосферы



- $\text{SO}_2$  –соответствует слабая сернистая кислота, проявляющая в ОВР окислительно-восстановительную двойственность:



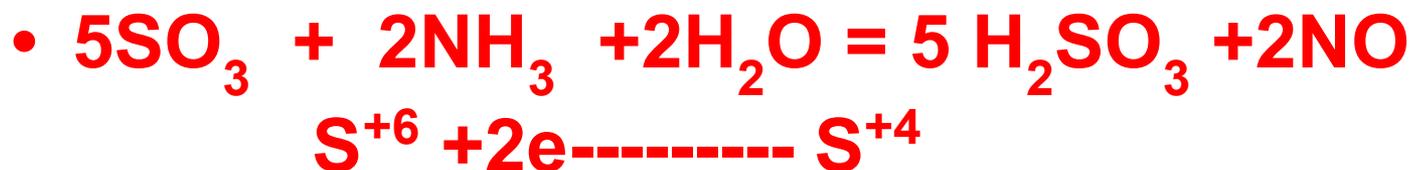
**В-ль**



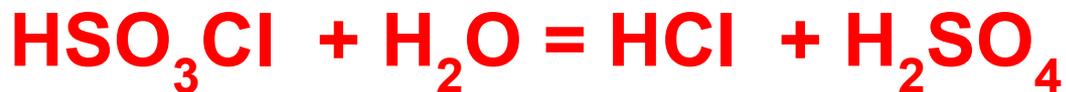
**О-ль**

# Оксид серы(VI)

- Оксид серы(VI) – проявляет только окислительные свойства, т.к. сера находится в высшей степени окисления:



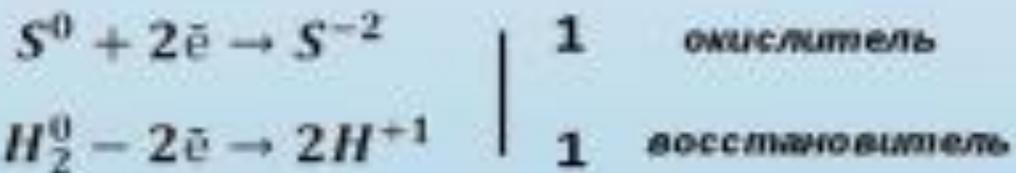
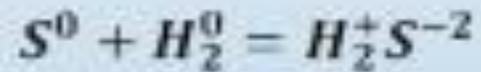
SO<sub>3</sub> взаимодействует с соляной кислотой с образованием хлорсульфоновой кислоты:



# Сероводород

S

Взаимодействие с водородом





каких соединениях серы упоминал А.С.Пушкин в стихотворении, описанном в 1832г.?

*Тогда услышал я (о диво) запах скверный,  
Как будто тухлое разбилось яйцо  
Иль карантинный страж курил жаровней серной  
Я, нос себе зажав, отворотил лицо...*

Ответ: о сероводороде  $H_2S$  и диоксиде серы  $SO_2$ , который с глубокой древности использовали для дезинфекции (окуривание горячей серой).

# Сероводород

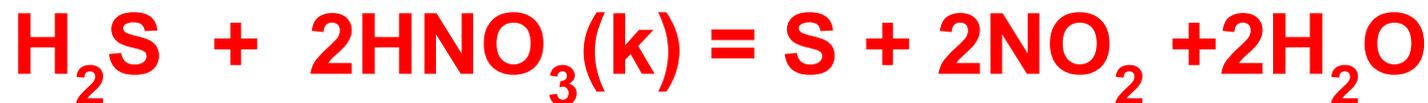
Сероводород горит при поджигании:



Если данная реакция проходит при участии катализатора, то происходит окисление образовавшейся серы:



В ОВР сероводород – всегда **восстановитель**, т.к. сера находится в низшей степени окисления:





# Серная кислота

- Чистая серная кислота представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, превращающуюся при  $10,4^{\circ}\text{C}$  в твёрдую кристаллическую массу.

При растворении серной кислоты в воде выделяется большое количество тепла (19 ккал на моль кислоты) вследствие образования гидратов. Гидраты могут быть выделены из раствора в твёрдом виде при низких температурах.

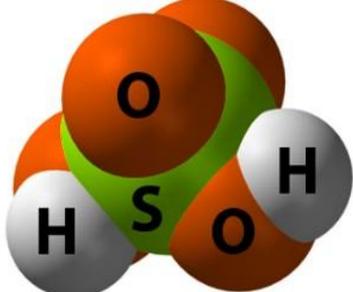
- Серная кислота обладает способностью поглощать пары воды и поэтому может применяться для осушения газов.

- **Способностью поглощать воду объясняется и обугливание многих органических веществ, особенно относящихся к классу углеводов (клетчатка, сахар и др.), при действии на них концентрированной серной кислоты**



**В состав углеводов водород и кислород входят в таком же соотношении, в каком они находятся в воде.**

**Серная кислота отнимает от углеводов элементы воды, а углерод выделяется в виде угля.**



# Серная кислота

Серная кислота является энергичным **окислителем**; её окислительные свойства проявляются при взаимодействии со многими веществами.

Взаимодействие серной кислоты с металлами проходит различно в зависимости от её концентрации.

**Разбавленная серная кислота** окисляет своим ионом водорода. Из-за этого она взаимодействует только с теми металлами, которые стоят в ряду напряжений до водорода, например:



Но **свинец** не растворяется в разбавленной кислоте, поскольку образующаяся соль  $\text{PbSO}_4$  нерастворима.

# Серная кислота

- **Концентрированная** серная кислота является окислителем за счёт серы.
- Она окисляет металлы, стоящие в ряду напряжений до серебра включительно. Продукты её восстановления могут быть различными в зависимости от активности металла и от условий (концентрация кислоты, температура).
- При взаимодействии с малоактивными металлами, например, с медью, кислота восстанавливается до  $\text{SO}_2$ :
- $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
-

# Серная кислота

- При взаимодействии с более активными металлами продуктами восстановления могут быть как  $\text{SO}_2$ , так и свободная сера и сероводород. Так, при взаимодействии с ЦИНКОМ могут протекать реакции:
  - $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - $3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{ZnSO}_4 + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
  - $4\text{Zn} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$ .

- $\text{SO}_3$  способен растворяться в серной кислоте(к) с образованием олеума, из которого можно получить кислоты:
- пиросерную- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  ( соли пиросульфаты);
- надсерную- $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  (соли персульфаты);
- мононадсерную-  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$  ( соли моносulfаты)

- **Серная кислота опасна и может вызывать тяжелые ожоги.**
- **Вместе с другими сильными кислотами и щелочами, она приводит к химическому ожогу, так как быстро разлагает белки и жиры в живых тканях через гидролиз амидов и гидролиз сложных эфиров.**
- **Кроме того, она также проявляет свойство дегидратации, которое дегидрирует углеводороды, выделяя избыточное тепло и приводя к вторичному термическому ожогу, дополнительно к химическому ожогу.**

- Она быстро атакует роговицу при попадании в глаза, приводя к постоянной слепоте.
- Более того, она может вызвать необратимое разрушение внутренних органов и может быть смертельной при проглатывании.
- При перевозке серной кислоты следует всегда использовать защитное оборудование.
- Кроме того, это сильное окисляющее вещество в высокой концентрации разъедает многие металлы, его следует хранить с осторожностью

- **Стандартным средством первой помощи для разлива кислоты на коже, является промывание обильным количеством воды.**
- **Промывание продолжается в течение десяти-пятнадцати минут для охлаждения тканей, окружающих кислотный ожог, и для предотвращения вторичного повреждения.**
- **Загрязненная одежда немедленно снимается, кожа под ней тщательно промывается.**

# Применение серной кислоты

Серная кислота применяется в производстве:

- минеральных удобрений,
- для получения разнообразных минеральных кислот и солей, всевозможных органических продуктов,
- красителей,
- дымообразующих и взрывчатых веществ,
- в нефтяной,
- металлообрабатывающей,
- текстильной,
- кожевенной и других отраслях промышленности.
- производства минеральных удобрений — суперфосфата и сульфата аммония.