



**Кислородсодержащие  
соединения серы (IV).**

# Оксид серы (IV)(Сернистый газ)

- молекулярная формула  $\text{SO}_2$
- степень окисления серы (+4).
- Ковалентная полярная связь
- Молекулярная кристаллическая решетка



# Нахождение в природе



## Сера

При извержениях вулканов преобладает оксид серы (IV), в меньшем количестве в атмосферу поступает сероводород, а также сульфаты в виде аэрозолей и твердых частиц. Ежегодно во всем мире в результате вулканической деятельности выделяется 4-16 млн. т соединений серы (в пересчете на  $SO_2$ ).



# Физические свойства.

- Оксид серы (IV), или сернистый газ, при н.у. - бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся спички),
- более чем в 2 раза тяжелее воздуха,
- Растворяется в воде с образованием нестойкой сернистой кислоты, растворимость 11,5 г/100 г воды при 20 °С, снижается с ростом температуры. Растворяется также в этаноле, серной кислоте.
- Ядовит.
- При охлаждении до  $-10^{\circ}\text{C}$  сжижается в бесцветную жидкость.

# Химические свойства оксида серы (IV)

- Относится к **кислотным оксидам**. Растворяется в воде с образованием сернистой кислоты (при обычных условиях реакция обратима):



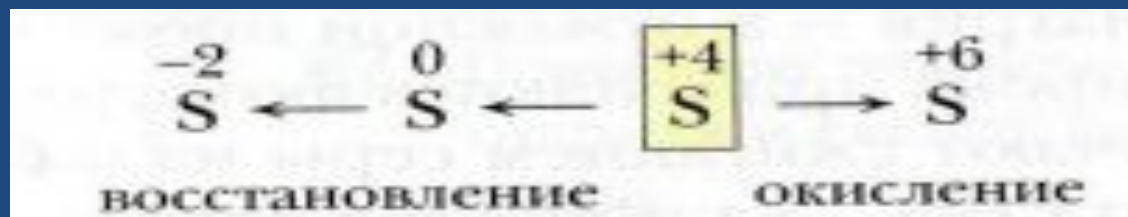
- Со щелочами образует сульфиты:



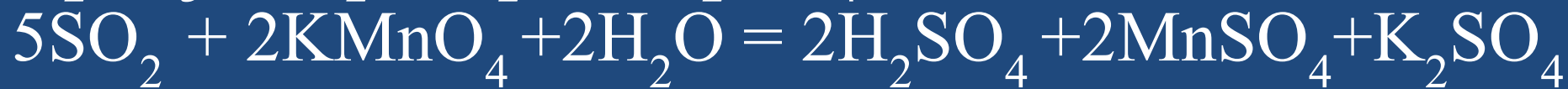
- Химическая активность  $\text{SO}_2$  весьма велика. Наиболее ярко выражены **восстановительные свойства  $\text{SO}_2$** , **степень окисления** серы в таких реакциях повышается:



# Окислительно-восстановительные свойства $\text{SO}_2$



**Восстановительные свойства:**

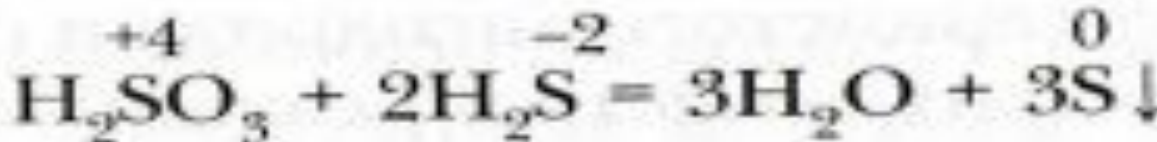


# Окислительные свойства:

- В присутствии сильных восстановителей  $\text{SO}_2$  способен проявлять окислительные свойства. Например, для извлечения серы из отходящих газов металлургической промышленности используют восстановление  $\text{SO}_2$  оксидом углерода(II):



Или для получения фосфорноватистой кислоты:



# Уравнение диссоциации сернистой кислоты.



Это кислота средней силы, существует только  
в водных растворах.

Она дает 2 типа солей:



гидросульфиты

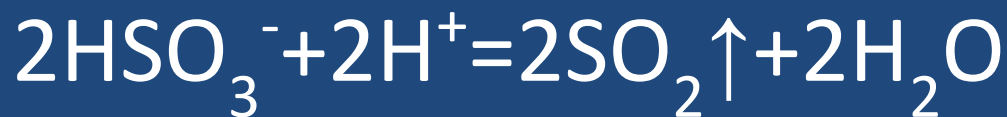
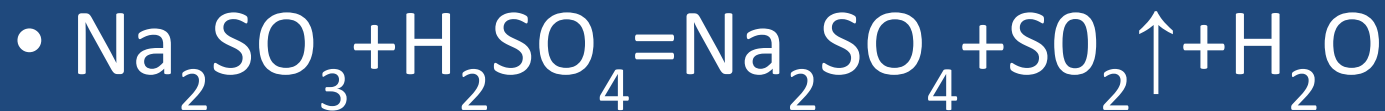


сульфиты



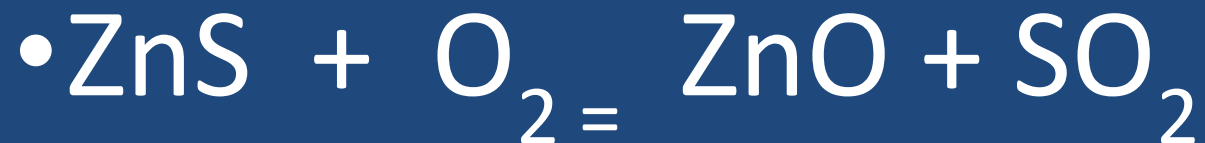
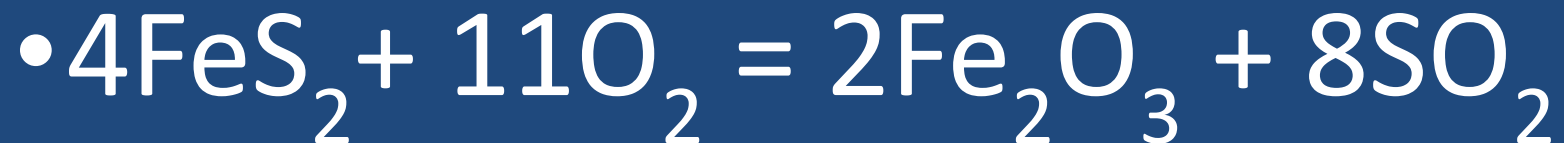
# Качественная реакция на сульфиты.

- Взаимодействие соли с сильной кислотой, при этом выделяется газ с резким запахом



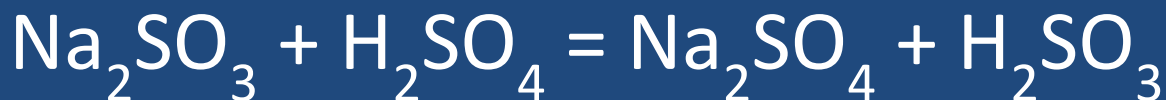
# Получение сернистого газа в промышленности.

- сжигание серы или обжиг сульфидов, в основном — пирита:



# Получение оксида серы (IV) в лабораторных условиях

- воздействием сильных кислот на сульфиты и гидросульфиты. Образующаяся сернистая кислота-  $\text{H}_2\text{SO}_3$  сразу разлагается на  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ :



- Также действием концентрированной серной кислоты на малоактивные металлы при нагревании

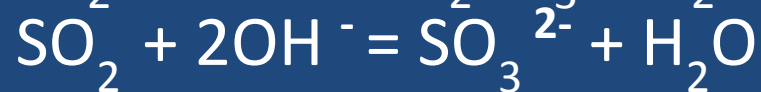
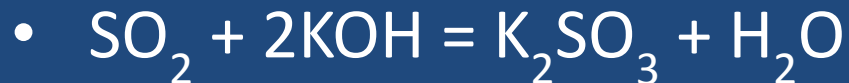


# Химические свойства оксида серы (IV)

- **1. Кислотный оксид + Вода = Кислота**



- **2. Кислотный оксид + Щелочь = Соль +  $\text{H}_2\text{O}$**



- **3. Основной оксид + Кислотный оксид = Соль**



# Химические свойства кислот

- 1. Изменяют окраску индикатора.
- 2. Реагируют с металлами в ряду активности до  $H_2$  (искл.  $HNO_3$  – азотная кислота)
- $Me + \text{КИСЛОТА} = \text{СОЛЬ} + H_2 \uparrow$  (р. замещения)
- 3. С основными (амфотерными) оксидами
- $Me_xO_y + \text{КИСЛОТА} = \text{СОЛЬ} + H_2O$  (р. обмена)
- 4. Реагируют с основаниями – реакция нейтрализации
- $\text{КИСЛОТА} + \text{ОСНОВАНИЕ} = \text{СОЛЬ} + H_2O$  (р. обмена)
- 5. Реагируют с солями слабых, летучих кислот - если образуется соль, выпадающая в осадок или выделяется газ: (р. обмена)
- Сила кислот убывает в ряду:
- $HI > HClO_4 > HBr > HCl > H_2SO_4 > HNO_3 > HMnO_4 > H_2SO_3 > H_3PO_4 > HF > HNO_2 > H_2CO_3 > H_2S > H_2SiO_3$ .
- *Каждая предыдущая кислота может вытеснить из соли последующую*
- 6. Разложение кислородсодержащих кислот при нагревании
- (искл.  $H_2SO_4$ ;  $H_3PO_4$ )
- $\text{КИСЛОТА} = \text{КИСЛОТНЫЙ ОКСИД} + \text{ВОДА}$  (р. разложения)

# Применение оксида серы (IV).

- Большая часть оксида серы (IV) используется для производства серной кислоты. Используется также в качестве консерванта (пищевая добавка E220). Так как этот газ убивает микроорганизмы, ими окуривают овощехранилища и склады. Оксид серы (IV) используется для отбеливания соломы, шелка и шерсти, то есть материалов, которые нельзя отбеливать хлором. Применяется он также и в качестве растворителя в лабораториях. Оксид серы (IV) применяется также для получения различных солей сернистой кислоты.



# Физиологическое действие на организм.



- $\text{SO}_2$  очень токсичен. Симптомы при отравлении сернистым газом — насморк, кашель, охриплость, сильное першение в горле и своеобразный привкус. При вдыхании сернистого газа более высокой концентрации — удушье, расстройство речи, затруднение глотания, рвота, возможен острый отек легких.
- При кратковременном вдыхании оказывает сильное раздражающее действие, вызывает кашель и першение в горле.
- Интересно, что чувствительность по отношению к  $\text{SO}_2$  весьма различна у отдельных людей, животных и растений. Так, среди растений наиболее устойчивы по отношению к сернистому газу береза и дуб, наименее — роза, сосна и ель.



# Воздействие на атмосферу.



- Из-за образования в больших количествах в качестве отходов диоксид серы является одним из основных газов, загрязняющих атмосферу.
- Наибольшую опасность представляет собой загрязнение соединениями серы, которые выбрасываются в атмосферу при сжигании угольного топлива, нефти и природного газа, а также при выплавке металлов и производстве серной кислоты.
- Антропогенное загрязнение серой в два раза превосходит природное. Серный ангидрид образуется при постепенном окислении сернистого ангидрида кислородом воздуха с участием света. Конечным продуктом реакции является аэрозоль серной кислоты в воздухе, раствор в дождевой воде (в облаках). Выпадая с осадками, она подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей, скрыто угнетающе воздействует на здоровье человека. Выпадение аэрозоля серной кислоты из дымовых факелов химических предприятий чаще отмечается при низкой облачности и высокой влажности воздуха. Растения около таких предприятий обычно бывают густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшимися в местах оседания капель серной кислоты, что доказывает присутствие ее в окружающей среде в существенных количествах. Пиromеталлургические предприятия цветной и чёрной металлургии, а также ТЭЦ ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.
- Наибольших концентраций сернистый газ достигает в северном полушарии, особенно над территорией США, Европы, Китая, европейской части России и Украины. В южном полушарии содержание его значительно ниже.



# • §19 №5



Урок окончен.