

Соединения серы. Серная кислота



Выполнила
Пружина Татьяна Леонидовна



Сера

Сера (лат. Sulfur) химический элемент VIA группы, третьего периода периодической системы химических элементов с атомным номером 16. Атомная масса 32,066. Наиболее характерны степени окисления -2, +4, +6 (валентности соответственно II, IV, VI). Сера относится к числу неметаллов. В свободном виде сера представляет собой желтые хрупкие кристаллы или желтый порошок.

Физические свойства серы

Сера существует в виде нескольких аллотропных модификаций, отличающихся составом и строением. Обычная кристаллическая сера – вещество желтого цвета. Сера не растворима в воде и даже не смачивается ей, поэтому порошок серы плавает на поверхности воды, хотя плотность $2,07 \text{ г/см}^3$ (что в два раза больше воды).



Химические свойства серы



Сера взаимодействует с большинством простых веществ и многими сложными веществами. Она реагирует со многими металлами, кроме золота и платины, проявляя при этом окислительные свойства

$\text{Hg} + \text{S} = \text{HgS}$ продуктом такого взаимодействия является сульфид

Окислительные свойства серы проявляются и в реакциях с некоторыми неметаллами



Восстановительные свойства серы проявляются при взаимодействии с кислородом





Сера в природе

Сера относится к распространенным элементам (около 0,05% от массы земной коры). Она встречается как в виде самородной серы, так и в составе минералов и горных пород: сульфидов и сульфатов. Сера также входит в живые организмы в составе белков.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕРЫ



- Серу применяют для производства серной кислоты, вулканизации каучука, как фунгицид в сельском хозяйстве и как сера коллоидная — лекарственный препарат. Также сера в составе серобитумных композиций применяется для получения сероасфальта, а в качестве заместителя портландцемента — для получения бетона.



СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ

Оксиды

- Оксид серы (IV)
- Оксид серы (VI)

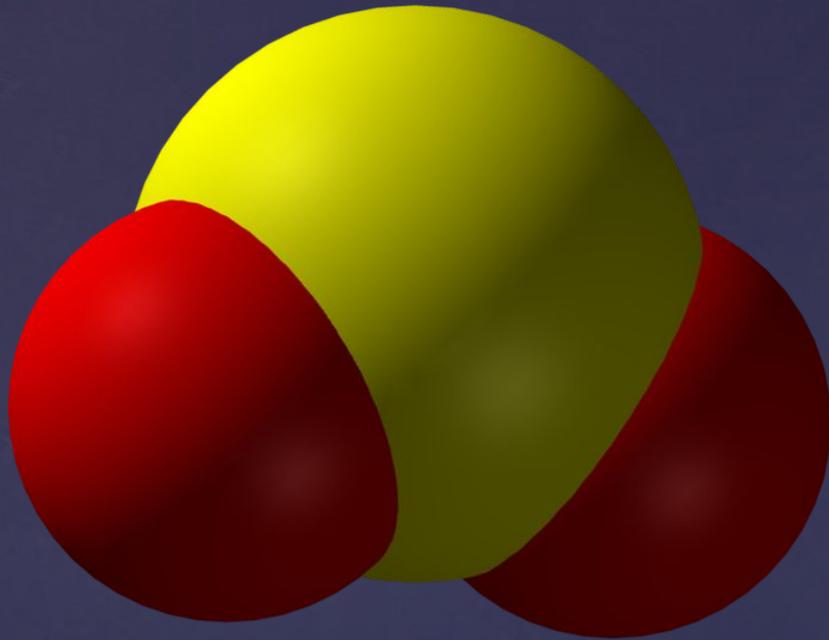
Соли

- Сульфаты
- Сульфиты
- Сульфиды

Кислоты

- Серная кислота
 - Сернистая кислота
 - Сероводород
-

Оксид серы (IV)



Оксид серы (IV) (диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид) — SO_2 . В нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся спички). Под давлением сжижается при комнатной температуре. 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. SO_2 — один из основных компонентов вулканических газов.

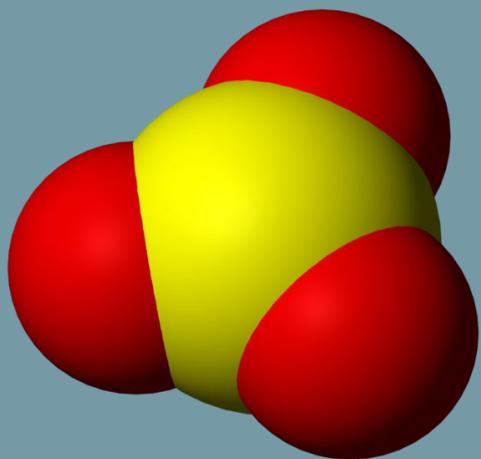
Химические свойства

Относится к кислотным оксидам. Растворяется в воде с образованием сернистой кислоты (при обычных условиях реакция обратима). Со щелочами образует сульфиты. Химическая активность оксида весьма велика. Наиболее ярко выражены восстановительные свойства SO_2 , степень окисления серы в таких реакциях повышается. В присутствии сильных восстановителей оксид способен проявлять окислительные свойства.

Применение

Большая часть оксида серы(IV) используется для производства серной кислоты. Используется также в слабоалкогольных напитках в качестве консерванта. Так как этот газ убивает микроорганизмы, им окуривают овощехранилища и склады. Сернистый газ используют для отбеливания материалов, которые нельзя отбеливать хлором. Также используется в лабораториях в качестве растворителя.

Оксид серы (VI)



Оксид серы (VI) (серный ангидрид, треокись серы, серный газ) SO_3 – высший оксид серы, тип химической связи: ковалентная полярная химическая связь. В обычных условиях легколетучая бесцветная жидкость с удушающим запахом. При температурах ниже $16,9^\circ\text{C}$ застывает с образованием смеси различных кристаллических модификаций твердого SO_3 .

Химические свойства

SO_3 – типичный кислотный оксид, ангидрид серной кислоты. Его химическая активность достаточно велика. При взаимодействии с водой образует серную кислоту. Взаимодействует с основаниями и оксидами. SO_3 растворяется в 100%-ой серной кислоте, образуя олеум. SO_3 характеризуется сильными окислительными свойствами, восстанавливается, обычно, до сернистого ангидрида. При взаимодействии с хлороводородом образуется хлорсульфоновая кислота.

Применение

Серный ангидрид используют в основном для создания серной кислоты.

Сульфаты



Минералы, соли серной кислоты H_2SO_4 . Имеются два ряда сульфатов – средние (нормальные) и кислые (гидросульфаты).

Сульфаты – кристаллические вещества, бесцветные (если катион бесцветен), в большинстве случаев хорошо растворимые в воде. Малорастворимые сульфаты встречаются в виде минералов. Практически нерастворимы $BaSO_4$ и $PbSO_4$. Кислые сульфаты выделены в твердом состоянии лишь для наиболее активных металлов – Na, K и др. Они хорошо растворимы в воде, легко плавятся. Нормальные сульфаты можно получить растворением металлов в H_2SO_4 , действием H_2SO_4 на окиси, гидроокиси, карбонаты металлов и др. Гидросульфаты получают нагреванием нормальных сульфатов в концентрированной H_2SO_4 .

Кристаллогидраты некоторых металлов называются купоросами. Широкое применение во многих отраслях промышленности находят сульфаты природные.

Сульфиты, соли сернистой кислоты H_2SO_3 . Существует два ряда сульфитов – средние (нормальные) и кислые (гидросульфиты). Средние, за исключением сульфитов щелочных металлов и аммония, малорастворимы в воде, растворяются в присутствии SO_2 . Из кислых в свободном состоянии выделены лишь гидросульфиты щелочных металлов. Для сульфитов в водном растворе характерны окисления до сульфатов и восстановление до гипосульфитов $\text{M}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Получают взаимодействием SO_2 с гидроокисями или карбонатами соответствующих металлов в водной среде. Применяются главным образом гидросульфиты – в текстильной промышленности при крашении и печатании (KHSO_3 , NaHSO_3), в бумажной промышленности при получении целлюлозы из древесины $[\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2]$, в фотографии, в органическом синтезе.

Сульфиты



Сульфиды

Сульфиды, соединения серы с более электроположительными элементами; могут рассматриваться как соли сероводородной кислоты H_2S . Имеется два ряда сульфидов: средние (нормальные) общей формулы M_2S и кислые (гидросульфиды) общей формулы MHS , где M — одновалентный металл.

Сульфиды щелочных металлов бесцветны, хорошо растворимы в воде. Их водные растворы сильно гидролизрованы и имеют щелочную реакцию. При действии разбавленных кислот выделяют H_2S .

Сульфиды щёлочноземельных металлов бесцветны, в воде малорастворимы. Во влажном воздухе выделяют H_2S . По остальным свойствам подобны сульфидам щелочных металлов. И те и другие сульфиды легко окисляются до сульфатов.

Сульфиды тяжёлых металлов практически нерастворимы в воде. Почти все они чёрного или черно-бурого цвета (за исключением белого ZnS , розоватого MnS , жёлтого CdS , оранжево-красного Sb_2S_3 , жёлтого SnS_2). Неодинаковое отношение сульфидов к кислотам и сульфидам аммония используется в химическом анализе.

Многие элементы образуют полисульфиды общей формулы M_2S_x . Они при нагревании разлагаются с образованием нормальных сульфидов. Особенно склонны к образованию полисульфидов Na , K , NH_4^+ , Ca , Sr , Ba .

Сульфиды получают: 1) непосредственным соединением элементов; 2) взаимодействием водных растворов солей с H_2S или $(NH_4)_2S$; 3) взаимодействием гидроокисей с H_2S ; 4) восстановлением сульфатов углём при прокаливании.

Многие сульфиды имеют большое практическое значение: Na_2S , CaS , BaS — в кожевенном производстве для дубления кож; полисульфиды кальция и бария — в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями растений; PbS , CdS , ZnS и др. — полупроводниковые материалы, а кристаллы этих и некоторых др. сульфиды — полупроводниковые лазерные материалы; сульфиды щёлочноземельных металлов, а также ZnS и CdS — основа люминофоров; MoS_2 — твёрдая смазка; $(NH_4)_2S$ — важный реактив в качественном химическом анализе; FeS_2 — сырьё для производства серной кислоты.



Сероводород

Сероводород H_2S – бесцветный газ с запахом протухших яиц и сладковатым вкусом. Плохо растворим в воде, хорошо – в этаноле. Ядовит. При больших концентрациях разъедает многие металлы. В природе встречается очень редко в виде смешанных веществ нефти и газа.

Физические свойства

Термически устойчив. Молекула сероводорода имеет угловую форму, поэтому она полярна. В отличие от молекул воды, атомы водорода в молекуле не образуют прочных водородных связей, поэтому сероводород является газом. Раствор сероводорода в воде — очень слабая сероводородная кислота.

Химические свойства

Собственная ионизация жидкого сероводорода ничтожно мала.

В воде сероводород мало растворим, водный раствор H_2S является очень слабой кислотой. Реагирует с основаниями. Сероводород — сильный восстановитель. На воздухе горит синим пламенем. Сероводород реагирует также со многими другими окислителями, при его окислении в растворах образуется свободная сера или SO_4^{2-} .

Применение

Сероводород из-за своей токсичности находит ограниченное применение.

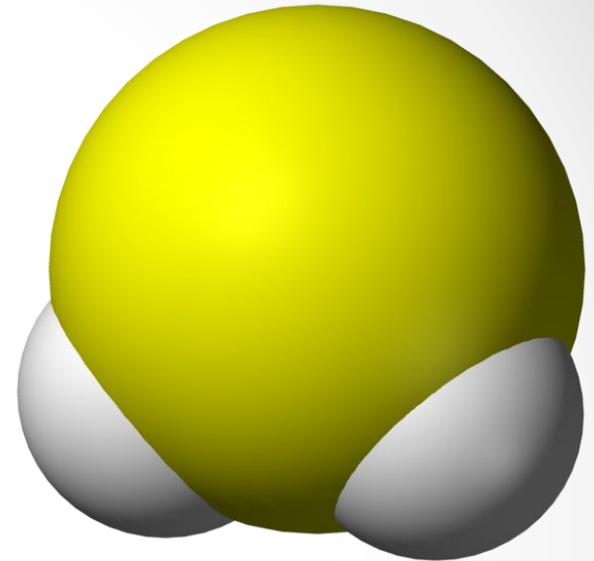
- * В аналитической химии сероводород и сероводородная вода используются как реагенты для осаждения тяжёлых металлов, сульфиды которых очень слабо растворимы.

- * В медицине — в составе природных и искусственных сероводородных ванн, а также в составе некоторых минеральных вод.

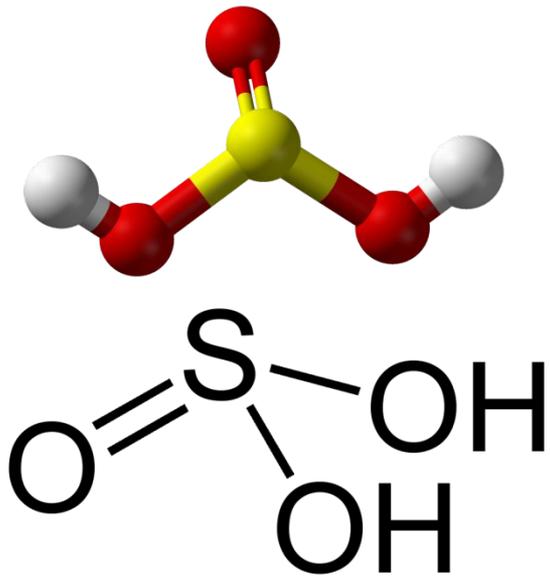
- * Сероводород применяют для получения серной кислоты, элементарной серы, сульфидов.

- * Используют в органическом синтезе для получения тиофена и меркаптанов.

- * В последние годы рассматривается возможность использования сероводорода, накопленного в глубинах Чёрного моря, в качестве энергетического (сероводородная энергетика) и химического сырья.



Сернистая Кислота



Сернистая кислота — неустойчивая двухосновная неорганическая кислота средней силы. Химическая формула H₂SO₃.

Химические свойства

Кислота средней силы. Существует лишь в разбавленных водных растворах (в свободном состоянии не выделена). Растворы H₂SO₃ всегда имеют резкий специфический запах (похожий на запах зажигающейся спички), обусловленный наличием химически не связанного водой SO₂.

Двухосновная кислота, образует два ряда солей: кислые — гидросульфиты (в недостатке щёлочи) и средние — сульфиты (в избытке щёлочи). Как и сернистый газ, сернистая кислота и её соли являются сильными восстановителями. При взаимодействии с ещё более сильными восстановителями может играть роль окислителя. Качественная реакция на сульфит-ионы — обесцвечивание раствора перманганата калия. Слабая двухосновная кислота, отвечающая степени окисления серы ⁺⁴.

Применение

Сернистая кислота и её соли применяют как восстановители, для беления шерсти, шелка и других материалов, которые не выдерживают отбеливания с помощью сильных окислителей (хлора). Сернистую кислоту применяют при консервировании плодов и овощей. Гидросульфит кальция (сульфитный щелок, Ca(HSO₃)₂) используют для переработки древесины в так называемую сульфитную целлюлозу (раствор гидросульфита кальция растворяет лигнин — вещество, связывающее волокна целлюлозы, в результате чего волокна отделяются друг от друга; обработанную таким образом древесину используют для получения бумаги).