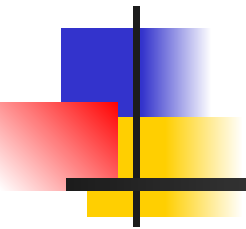
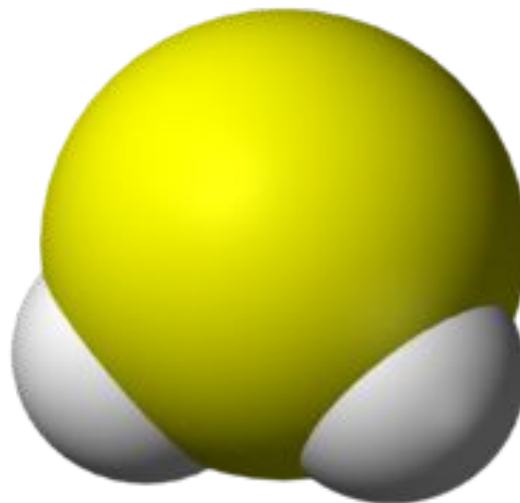
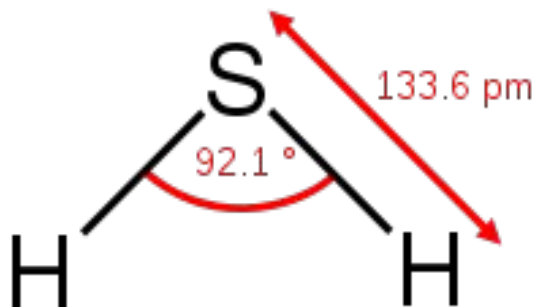
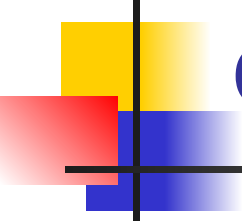


Соединения серы



Сероводорóд, сернистый водород H_2S





Сероводорóд, сернистый водород H₂S

Общие

Систематическое наименование сероводород / hydrogen sulphide

Химическая формула H₂S

Отн. молек. Масса Отн. молек. Масса 34.082 а. е. м.

Молярная масса Молярная масса 34.082 г/моль

Физические свойства

Состояние Состояние (ст. усл.) бесцветный газ

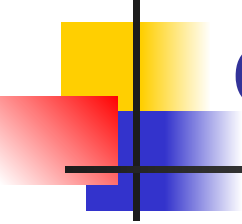
Плотность 1.5392 г/л г/см³

Термические свойства

Температура плавления -82.30 °C

Температура кипения -60.28 °C

Растворимость в воде 0.25 (40 °C) г/100 мл



Сероводорóд, сернистый водород H_2S

Бесцветный газ Бесцветный газ с неприятным запахом (тухлого яйца) и сладковатым вкусом. Плохо растворим в воде, хорошо — в этаноле. При больших концентрациях разъедает металл. Взрывчатая смесь с воздухом 4,5 - 45%.

В природе встречается очень редко в виде смешанных веществ нефти и газа. Имеет очень неприятный запах, вреден для лёгких и всего организма. Сейчас сероводород используют в лечебных целях, например, в сероводородных ваннах

Сероводорóд H_2S

Физические свойства

Термически неустойчив (при температурах больше $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ разлагается на простые вещества). Термически неустойчив (при температурах больше $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ разлагается на простые вещества — S). Термически неустойчив (при температурах больше $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ разлагается на простые вещества — S и H_2), ядовитый (вдыхание воздуха с его примесью вызывает головокружение, головную боль, тошноту, а со значительным содержанием приводит к коме, судорогам, отёку лёгких и даже к летальному исходу), газ, тяжелее воздуха с неприятным запахом тухлых яиц.

Молекула Молекула сероводорода имеет угловую форму, поэтому она полярна ($\mu = 0,34 \cdot 10^{-29}$ Кл·м). В отличие от молекул воды, молекулы сероводорода не образуют прочных водородных связей, поэтому H_2S — газ. Насыщенный водный S — газ. Насыщенный водный раствор S — газ. Насыщенный водный раствор (сероводородная вода) H_2S является очень слабой сероводородной кислотой.

Сероводорóд H_2S

Химические свойства

- В воде сероводород мало растворим, водный раствор H_2S является очень слабой кислотой: $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{HS}^- + \text{H}^+$
- С основаниями реагирует:
- $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ (обычная соль, при избытке NaOH)
- $\text{H}_2\text{S} + \text{NaOH} = \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$ (кислая соль, при отношении 1:1)
- Сероводород — сильный восстановитель. На воздухе он горит синим пламенем:
- $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
- при недостатке кислорода:
- $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (на этой реакции основан промышленный способ получения серы).
- Сероводород реагирует также со многими другими окислителями, при его окислении в растворах образуется свободная сера или SO_4^{2-} , например:
- $3\text{H}_2\text{S} + 4\text{HClO}_3 = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{HCl}$
- $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2\text{HI} + \text{S}$

Сероводорóд H_2S

Химические свойства

Сульфиды

- Соли сероводородной кислоты называют сульфидами. В воде хорошо растворимы только сульфиды щелочных металлов, бария и аммония. Сульфиды остальных металлов практически не растворимы в воде, они выпадают в осадок при введении в растворы солей металлов раствора сульфида аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Многие сульфиды ярко окрашены.
- Для щелочных и щелочноземельных металлов известны также гидросульфиды $\text{M}+\text{HS}$ и $\text{M}_2+(\text{HS})_2$. Гидросульфиды Ca^{2+} и Sr^{2+} очень нестойки. Являясь солями слабой кислоты, растворимые сульфиды подвергаются гидролизу. Гидролиз сульфидов, содержащих металлы в высоких степенях окисления (Al_2S_3 , Cr_2S_3 и др.) часто проходит необратимо.
- Многие природные сульфиды в виде минералов являются ценными рудами (пирит). Многие природные сульфиды в виде минералов являются ценными рудами (пирит, халькопирит). Многие природные сульфиды в виде минералов являются ценными рудами (пирит, халькопирит, киноварь).

Получение

- Взаимодействие разбавленных кислот на сульфиды:
- Взаимодействие сульфида алюминия с водой (эта реакция отличается чистотой полученного сероводорода):

Применение сероводорода

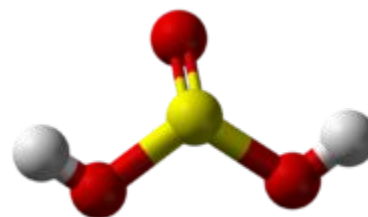
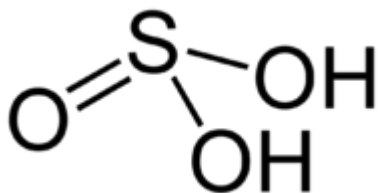
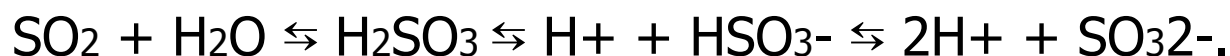


- Сероводород из-за своей токсичности находит ограниченное применение.
- В аналитической химии В аналитической химии сероводород и сероводородная вода В аналитической химии сероводород и сероводородная вода используются как реагенты для осаждения тяжёлых металлов В аналитической химии сероводород и сероводородная 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 Используют в органическом синтезе для получения тиофена Используют в органическом синтезе для получения тиофена и меркаптанов
- В последние годы рассматривается возможность использования сероводорода, накопленного в глубинах Чёрного моря В последние годы рассматривается возможность использования сероводорода, накопленного в глубинах Чёрного моря, в качестве энергетического (сероводородная энергетика) и химического

Сернистая кислота



Неустойчивая двухосновная кислота Неустойчивая двухосновная кислота средней силы, существует лишь в разбавленных водных растворах (в свободном состоянии не выделена):



Химические свойства

Сернистой кислоты H_2SO_3

- Кислота средней силы:
 $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$,
 $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$,
- Растворы H_2SO_3 всегда имеют резкий специфический запах (похожий на запах зажигающейся спички всегда имеют резкий специфический запах (похожий на запах зажигающейся спички), обусловленный наличием химически не связанного водой SO_2 .
- Двухосновная кислота Двухосновная кислота, образует два ряда солей: кислые — гидросульфиты Двухосновная кислота, образует два ряда солей: кислые — гидросульфиты (в недостатке щёлочи): и средние — сульфиты 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
$$5 \text{SO}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ + 2 \text{MnO}_4^- \rightarrow 5 \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{Mn}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O}$$

Применение

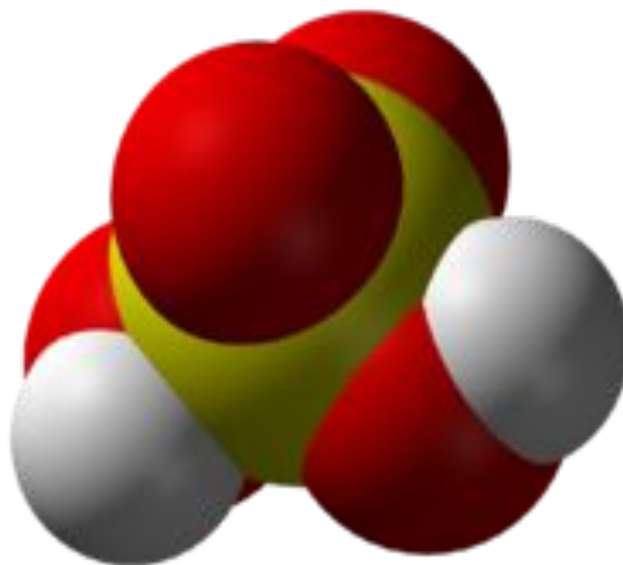
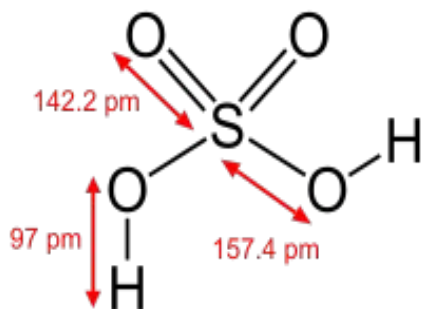
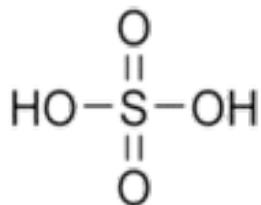
Сернистой кислоты H_2SO_3

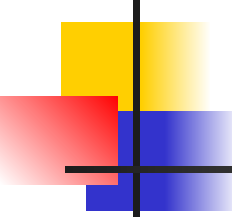
Сернистая кислота и её соли применяют как восстановители, для беления шерсти Сернистая кислота и её соли применяют как восстановители, для беления шерсти, шелка Сернистая кислота и её соли применяют как восстановители, для беления шерсти, шелка и других материалов, которые не выдерживают отбеливания с помощью сильных окислителей (хлора).

Сернистую кислоту применяют при консервировании плодов и овощей.

Гидросульфит кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (сульфитный щелок) используют для переработки древесины в так называемую сульфитную целлюлозу Гидросульфит кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (сульфитный щелок) используют для переработки древесины в так называемую сульфитную целлюлозу (раствор гидросульфита кальция растворяет лигнин Гидросульфит кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (сульфитный щелок) используют для переработки древесины в так называемую сульфитную целлюлозу (раствор гидросульфита кальция растворяет лигнин — вещество, связывающее

Серная кислота H_2SO_4





Серная кислота H_2SO_4

Общие свойства

Систематическое наименование серная кислота

Химическая формула H_2SO_4

Отн. молек. Масса Отн. молек. Масса 62.03 а. е. м.

Молярная масса Молярная масса 98.078 г/моль

Физические свойства

Состояние Состояние (ст. усл.) бесцветная маслянистая жидкость без запаха

Плотность 1,8356 г/см³

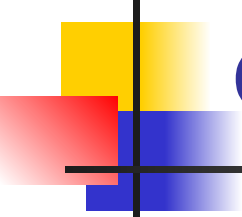
Термические свойства

Температура плавления 10,38 °C

Температура кипения 279,6 °C

Химические свойства

Растворимость в воде смешивается во всех соотношениях г/100 мл



Физические свойства серной кислоты H_2SO_4

Серная кислота H_2SO_4 — сильная двухосновная кислота, отвечающая высшей степени окисления серы (+6).

При обычных условиях концентрированная серная кислота — тяжёлая маслянистая жидкость. При обычных условиях концентрированная серная кислота — тяжёлая маслянистая жидкость без цвета. При обычных условиях концентрированная серная кислота — тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха.

В технике серной кислотой называют её смеси как с водой, так и с серным ангидридом SO_3 .

Если молярное отношение $\text{SO}_3:\text{H}_2\text{O} < 1$, то это водный раствор серной кислоты, если > 1 , —

Химические свойства серной кислоты H_2SO_4

Серная кислота - сильная двухосновная кислота, диссоциация ее протекает по двум ступеням:

$\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$ - первая ступень

$\text{HSO}_4^- = \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ - вторая ступень

В концентрированных растворах диссоциация серной кислоты по второй ступени незначительна.

Серная кислота - сильнейшее дегидратирующее (водоотнимающее) вещество. Она поглощает влагу из воздуха (гигроскопична), отнимает воду

1. от кристаллогидратов:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ голубой $\longrightarrow$ CuSO_4 белый + $5\text{H}_2\text{O}$

2. углеводов (обугливает дерево и бумагу):

$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ $\longrightarrow$ $12\text{C} + 11\text{H}_2\text{O}$

3. спиртов:

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ $\longrightarrow$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

В окислительно-восстановительных реакциях разбавленная серная кислота проявляет свойства обычной кислоты (неокислитель) - при этом восстанавливаются ионы H^+ , например:

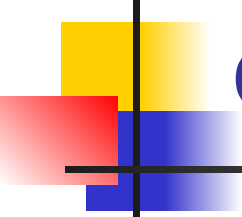
$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ разб.} = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

Разбавленная H_2SO_4 не взаимодействует с металлами, стоящими в ряду напряжений правее водорода.

Концентрированная серная кислота - кислота-окислитель, при этом восстанавливается сера (+6).

Она окисляет металлы, стоящие в ряду напряжений правее водорода:

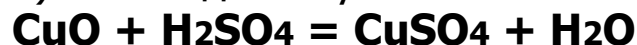
$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц.}} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



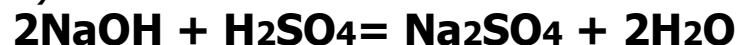
Химические свойства серной кислоты **H₂SO₄**

Серная кислота проявляет все свойства сильных кислот:

а) взаимодействует с основными оксидами:



б) с основаниями:



в) вытесняет другие кислоты из их солей, например те, которые слабее нее:



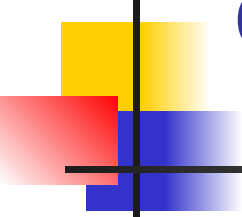
или более летучие (обладающие температурами кипения ниже, чем у серной кислоты):

NaNO₃ твердый + H₂SO₄ конц. = NaHSO₄ + HNO₃ - при нагревании

и металлы, стоящие левее водорода, при этом сера восстанавливается до степени окисления +4, 0 и -2:



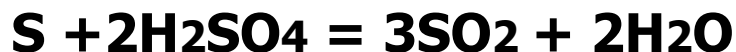
Химические свойства серной кислоты H_2SO_4



Железо, алюминий, хром концентрированной серной кислотой пассивируются, однако при сильном нагревании реакция начинается, например:



Концентрированная серная кислота окисляет неметаллы, например:



Концентрированная серная кислота окисляет также сложные вещества, например HI и HBr:



соли железа (2):

