

# ТЕМА УРОКА

---

**Оксид серы(4).**

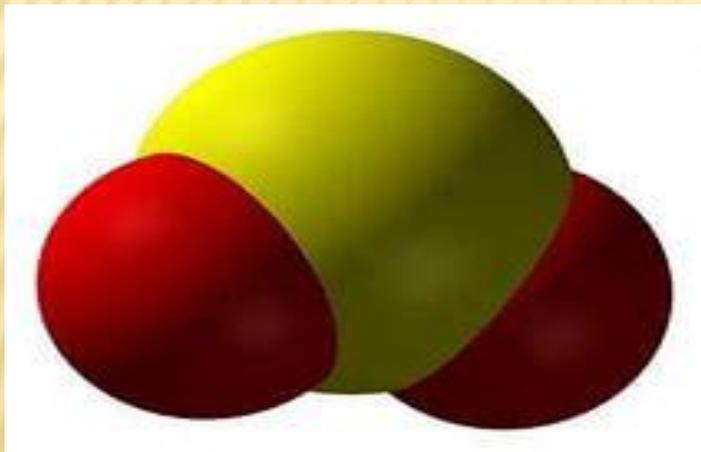
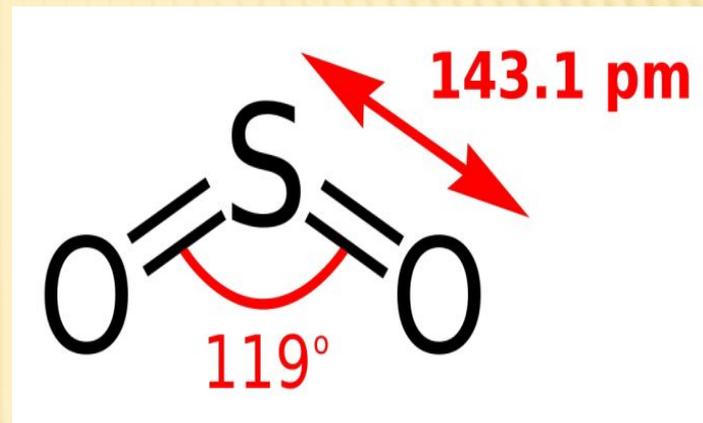
**Сернистая кислота и её соли.**

# ЦЕЛЬ УРОКА

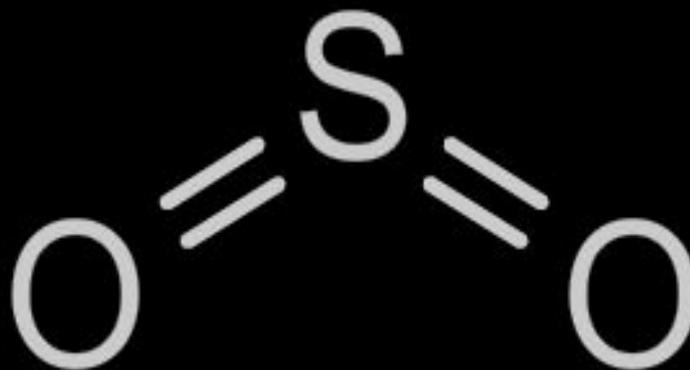
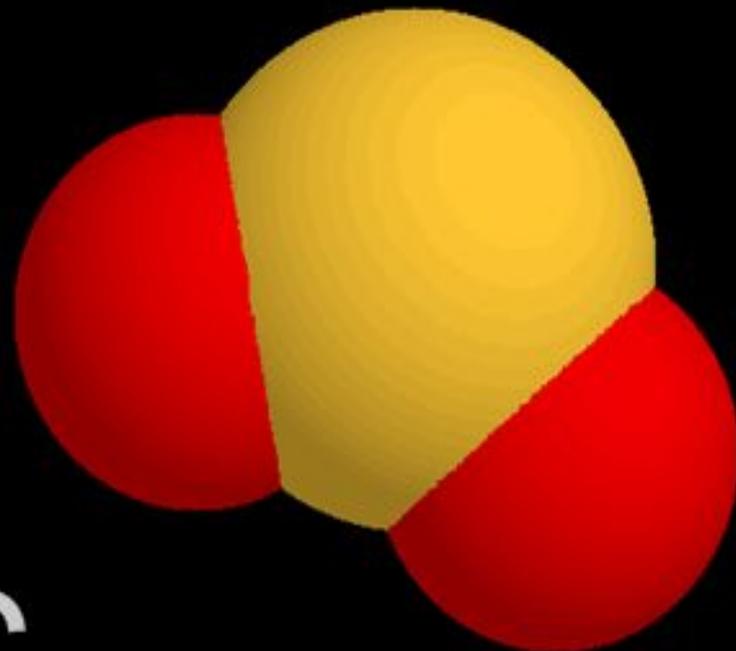
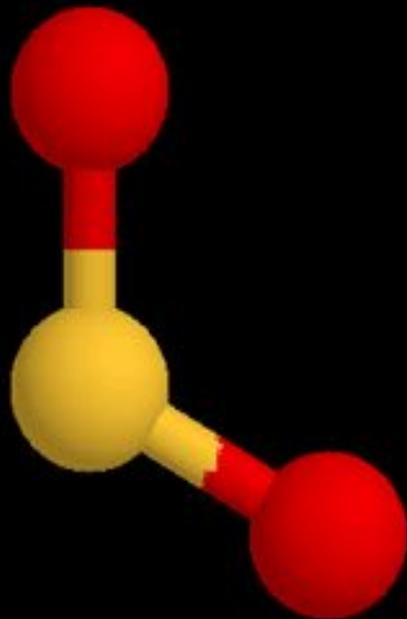
---

**Охарактеризовать химические свойства оксида серы (IV), сернистой кислоты и её солей, изучить качественную реакцию на сульфиты**

# ОКСИД СЕРЫ(IV)



# СЕРНИСТЫЙ ГАЗ



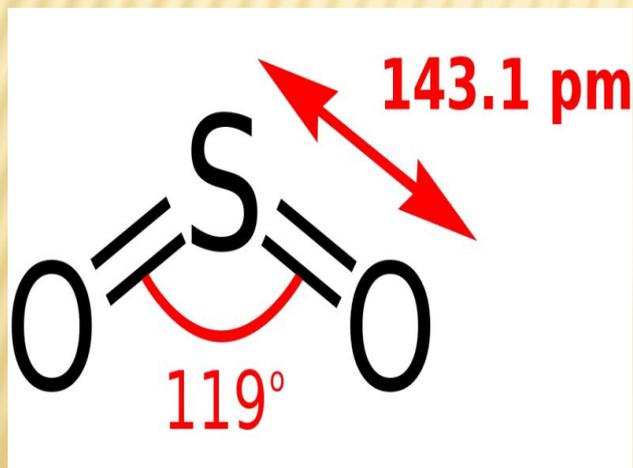
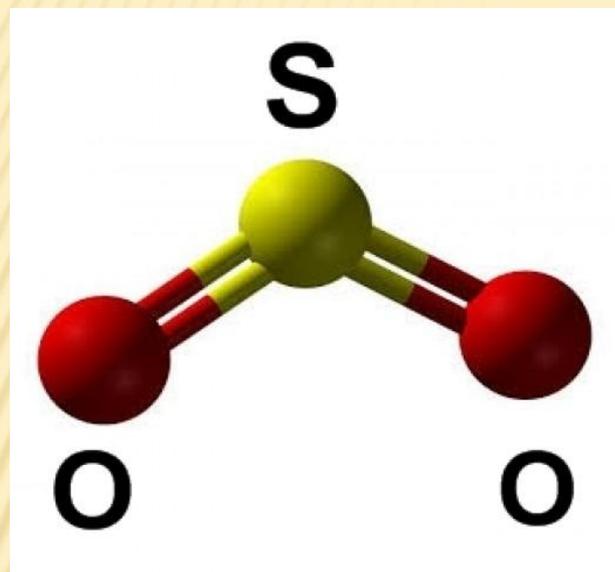
# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА СЕРЫ (4)



Газ без цвета, с резким характерным запахом жжённых спичек  $t_{\text{кип.}} = -10^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{пл.}} = -75^{\circ}\text{C}$ , растворяется в воде (растворимость 11,5 г в 100г. воды).  $\text{SO}_2$  очень токсичен. При кратковременном вдыхании оказывает сильное раздражающее действие, вызывает кашель и першение в горле. Оказывает негативное влияние на зелёные растения и животные ткани.



# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА СЕРЫ(4)



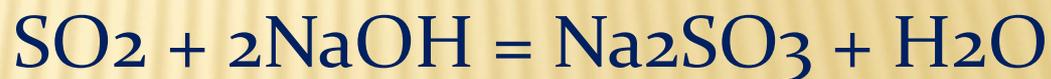
типичный кислотный оксид.

Реагирует с:

1) водой (сернистая кислота)



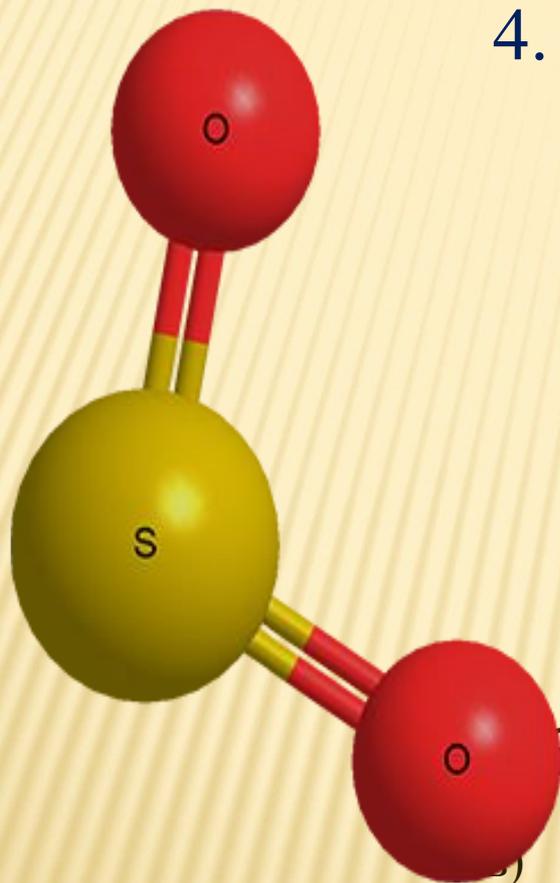
2) щелочами (средняя или кислая соль)



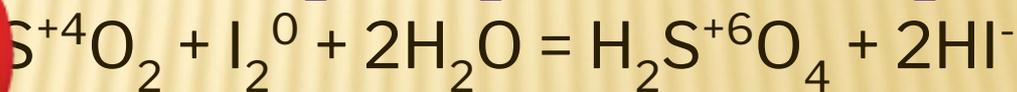
3) основными оксидами (соль)



# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА СЕРЫ(4)



4. В химических реакциях способен выступать как в роли окислителя, так и в роли восстановителя, причём преобладают восстановительные свойства



# ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА СЕРЫ(4)



промышленности получают

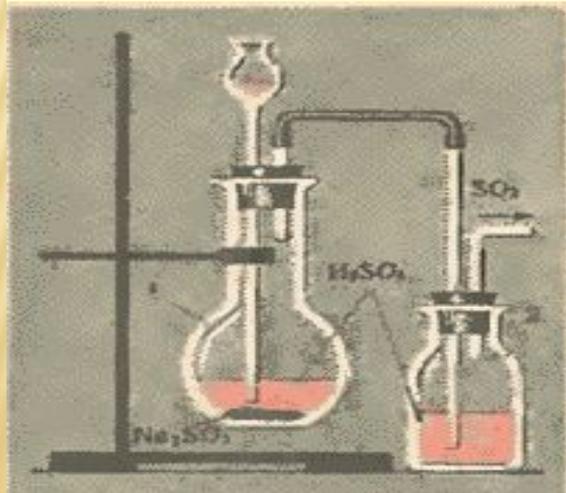
обжигом пирита  $\text{FeS}_2$  в кипящем слое



2. В лабораториях взаимодействием сильных кислот с сульфитами металлов



причём слабая, неустойчивая сернистая кислота разлагается при нагревании на воду и сернистый газ.



# Применение сернистого газа

- Большая часть **оксида серы (IV)** используется для производства серной кислоты.
- Так как этот газ убивает микроорганизмы, то им окуривают овощехранилища и склады.
- На консервных заводах им обрабатывают плоды и фрукты, чтобы предохранить их от загнивания.
- Оксид серы (IV) используется для отбеливания соломы, шелка и шерсти, т. е. материалов, которые нельзя отбеливать хлором.
- Оксид серы (IV) применяется также для получения различных солей сернистой кислоты.

# ОКСИД СЕРЫ (4) И КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Оксид серы(4) попавший в атмосферу претерпевает ряд химических превращений ведущих к образованию кислот.

Частично  $SO_2$  в результате фотохимического окисления превращается в  $SO_3$ .



Оксид серы(6) реагирует с парами воды превращаясь в серную кислоту  $H_2SO_4$



Основная часть сернистого газа реагируя с водой даёт сернистую кислоту  $H_2SO_3$



Сернистая кислота во влажном воздухе постепенно окисляясь превращается в серную кислоту



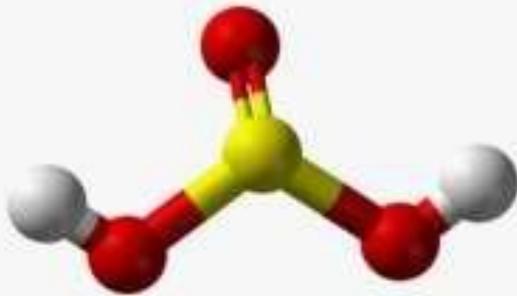
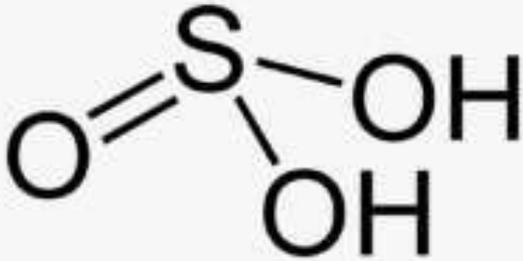
Аэрозоли серной и сернистой кислот конденсируясь совместно с водяным паром и становятся причиной кислотных осадков. Их вклад составляет до 70% от общей суммы кислотных осадков.

# ВЫПАДЕНИЕ СЕРЫ С КИСЛОТНЫМИ ОСАДКАМИ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

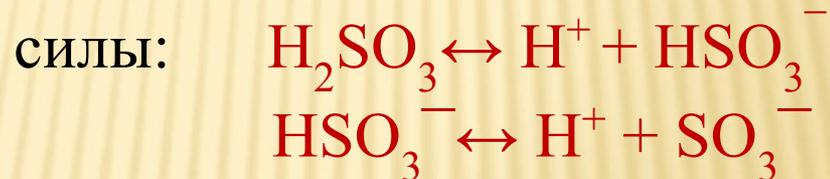


# СЕРНИСТАЯ КИСЛОТА $\text{H}_2\text{SO}_3$

Сернистая кислота



**Сернистая кислота** — неустойчивая двухосновная неорганическая кислота средней силы. Отвечает степени окисления серы +4. Химическая формула  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Кислота средней

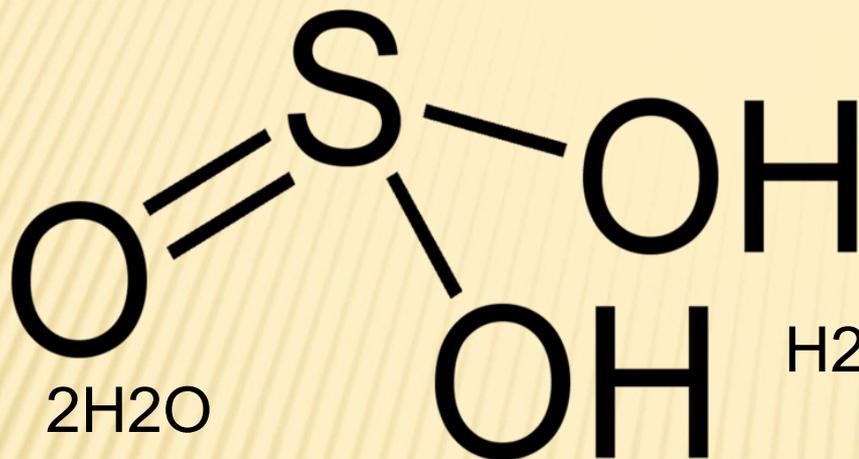


Существует лишь в разбавленных водных растворах (в свободном

состоянии не выделена):  $\text{H}_2\text{SO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

Растворы  $\text{H}_2\text{SO}_3$  всегда имеют резкий специфический запах (похожий на запах зажигающейся спички), обусловленный наличием химически не связанного водой  $\text{SO}_2$ .

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ



Двухосновная кислота образует два ряда солей средние и кислые:



гидросульфит натрия – недостаток щелочи



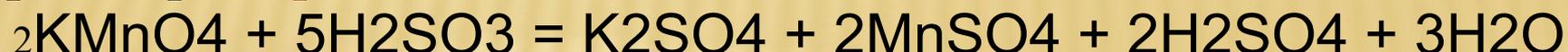
сульфит натрия – избыток щелочи

Сернистая кислота и её соли, как и сернистый газ способны проявлять как окислительные так и восстановительные свойства ( преобладают восстановительные свойства):



При взаимодействии с ещё более сильными восстановителями может играть роль окислителя:  $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$

Качественная реакция на сульфит-ионы — обесцвечивание раствора перманганата калия:



# ПРИМЕНЕНИЕ СЕРНИСТОЙ КИСЛОТЫ

---

Сернистую кислоту 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,  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ ) 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).



# ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

11. Валентность серы в соединениях  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ :

- а) 6, 2                      б) 2, 4                      в) 4, 4                      г) 6, 6                      д) 6, 4

12. Сумма коэффициентов в уравнении реакции, схема которой  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ :

- а) 3                      б) 6                      в) 9                      г) 12                      д) 10

13. При сгорании 16 г серы выделяется 148,8 кДж теплоты. Тепловой эффект  $Q$  химической реакции  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + Q$  равен:

- а) 297,6 кДж                      б) 148,8 кДж                      в) 150 кДж                      г) 164,5 кДж                      д) 170 кДж

14. Какой цвет приобретёт раствор лакмуса при добавлении его к раствору  $\text{H}_2\text{SO}_3$ :

- а) синий                      б) красный                      в) желтый                      г) малиновый                      д) не изменится

15. Оксид серы (4) не реагирует с:

- а)  $\text{H}_2\text{O}$                       б)  $\text{CO}_2$                       в)  $\text{NaOH}$                       г)  $\text{CaO}$                       д)  $\text{KOH}$

Сероводород – это:

- а) ядовитый газ;                      б) сильный окислитель;  
в) типичный восстановитель;                      г) один из аллотропов серы.

16. Оксид серы(IV) является ангидридом:

- а) серной кислоты; б) сернистой кислоты; в) сульфидной кислоты; г) тиосерной кислоты.

17. Для определения сульфит-иона в качественном анализе можно использовать:

- а) катионы свинца;                      б) «йодную воду»;  
в) раствор марганцовки;                      г) сильные минеральные кислоты

# ПРИДУМАЙТЕ БУРИМЕ

**Оксид**

**Ангидрид**

**Сульфит**

**Перитонит**

# **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ**

---

**читать §20 ,  
упр.2,4 ; тесты 1,2**

# ТЕМА УРОКА

---

**Оксид серы(6).**

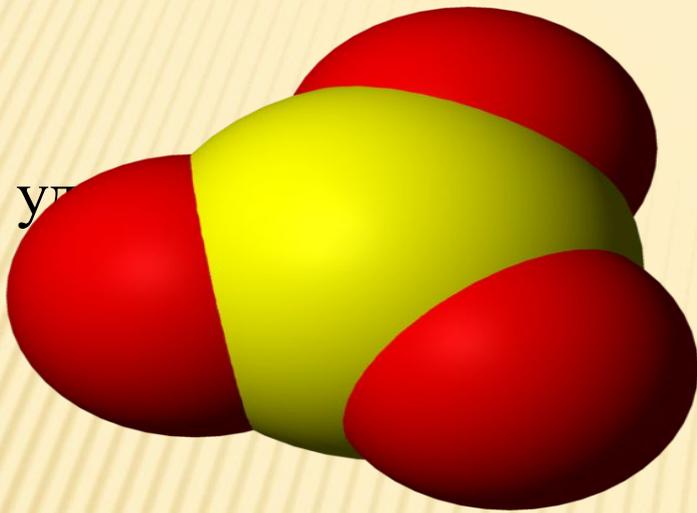
**Серная кислота и её соли.**

# ЦЕЛЬ УРОКА

---

**Охарактеризовать химические свойства оксида серы (6), серной кислоты и её солей, изучить качественную реакцию на сульфаты**

# ОКСИД СЕРЫ (6)

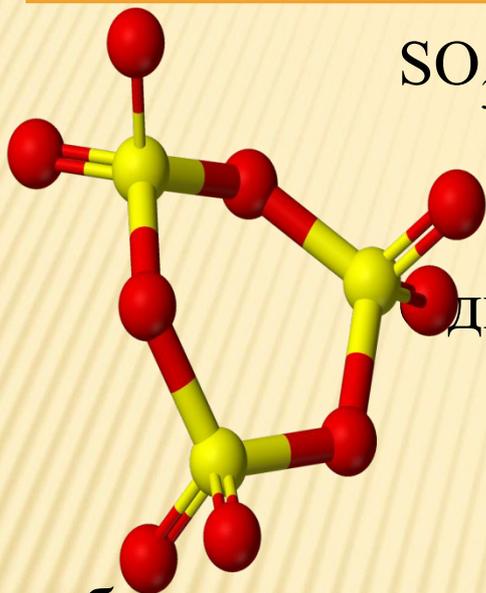


В обычных условиях легколетучая бесцветная жидкость с

запахом. При температурах ниже  $16,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  застывает с образованием смеси различных кристаллических модификаций твёрдого  $\text{SO}_3$ .

$\alpha$ -форма  $\text{SO}_3$  состоит преимущественно из молекул тримёра. При охлаждении из пара сначала образуется бесцветная, похожая на лёд, неустойчивая  $\alpha$ -форма, которая постепенно переходит в присутствии влаги в устойчивую  $\beta$ -форму — белые «шёлковистые» кристаллы, похожие на асбест. Обе модификации на воздухе «дымят» (образуются капельки  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) вследствие высокой гигроскопичности  $\text{SO}_3$ .

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА СЕРЫ(6)



$\text{SO}_3$  — типичный кислотный оксид.

1) Взаимодействует с водой образует серную кислоту:

$$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$$

Однако в данной реакции серная кислота образуется в виде аэрозоля, и поэтому в промышленности оксид серы (VI) растворяют в серной кислоте с образованием олеума, который далее растворяют в воде до образования серной кислоты нужной концентрации.

2) Взаимодействует с основаниями:

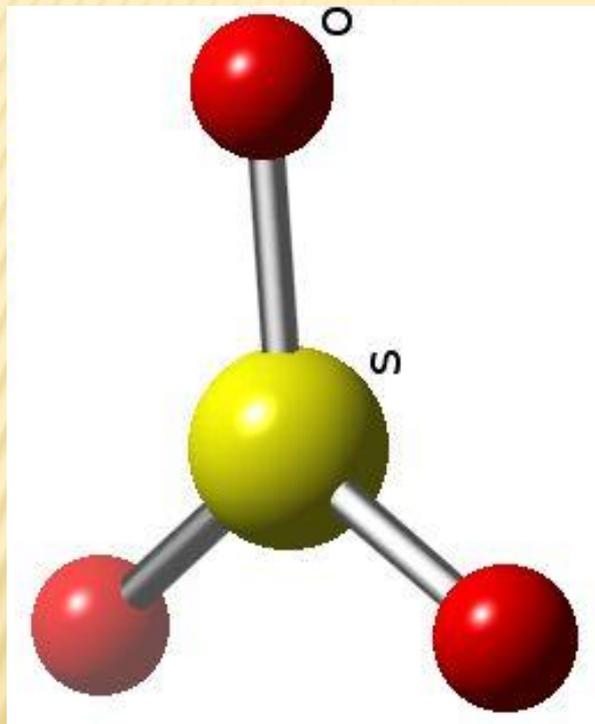


3) Основными оксидами:  $\text{CaO} + \text{SO}_3 = \text{CaSO}_4$

4)  $\text{SO}_3$  растворяется в 100%-й серной кислоте, образуя олеум:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + n\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 \times n\text{SO}_3$$

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА СЕРЫ(6)



5) Окислительные свойства.

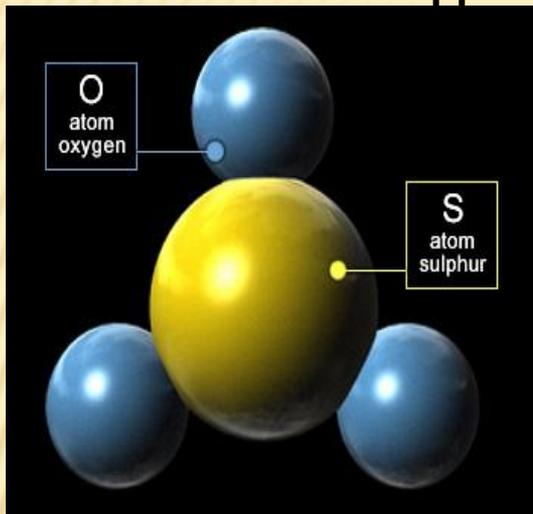
$\text{SO}_3$  характеризуется ярко выраженными окислительными свойствами, восстанавливается, обычно, до сернистого ангидрида:



6) При взаимодействии с хлороводородом образуется хлорсульфоновая кислота:



# ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА СЕРЫ (6)



Получают, оксид серы (6) окисляя оксид серы(4) кислородом воздуха при нагревании, в присутствии катализатора ( $\underline{V_2O_5}$ , Pt, или оксид железа (3) ( $Fe_2O_3$ )).

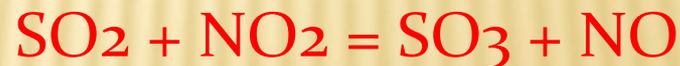


Можно получить термическим

разложением сульфатов:  $Fe_2(SO_4)_3 = Fe_2O_3 + 3SO_3 \uparrow$

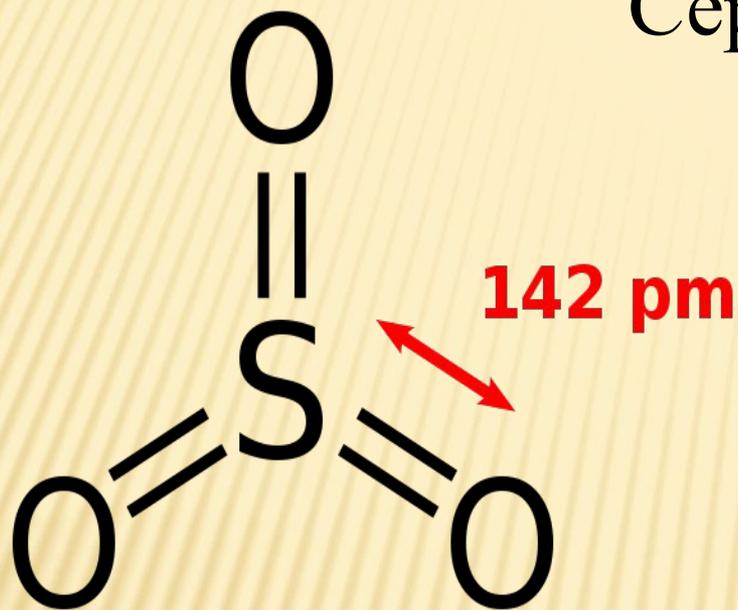
или взаимодействием  $SO_2$  с озоном:  $SO_2 + O_3 = SO_3 + O_2$

Для окисления  $SO_2$  используют также  $NO_2$ :



Эта реакция лежит в основе исторически первого, нитрозного способа получения серной кислоты.

# ПРИМЕНЕНИЕ ОКСИДА СЕРЫ(6)



Серный ангидрид  $SO_3$  в

основном используют  
для получения серной  
кислоты.



# СЕРНАЯ КИСЛОТА (КУПОРОСНОЕ МАСЛО)



# СЕРНАЯ КИСЛОТА $\text{H}_2\text{SO}_4$

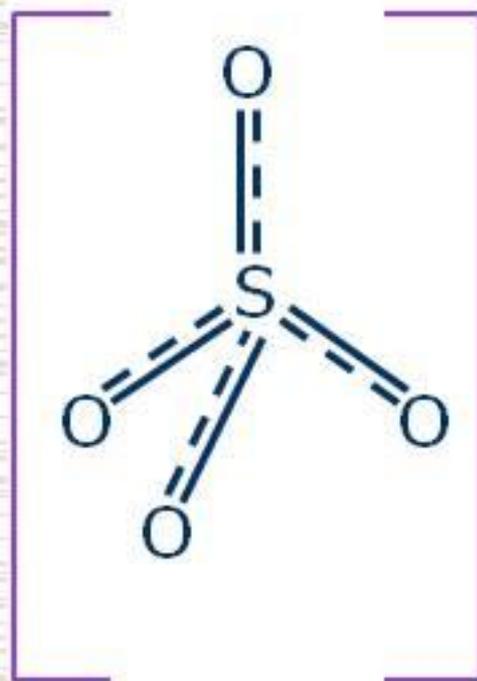


Серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – очень сильная двухосновная кислота, отвечающая высшей степени окисления серы +6.

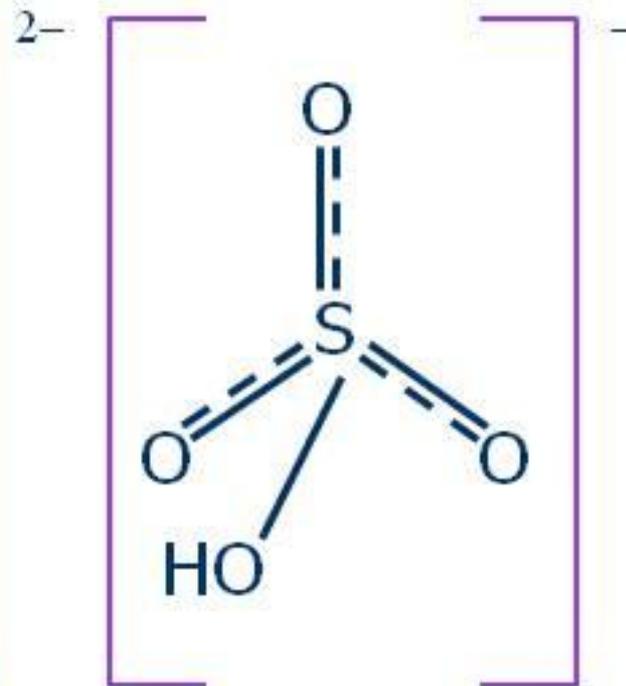
При обычных условиях концентрированная серная кислота – тяжёлая маслянистая жидкость без цвета, без запаха, с кислым медным вкусом.  $t_{\text{пл.}} = 10,4^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{кип.}} = 279,6^{\circ}\text{C}$ .

Продажная концентрированная кислота содержит примерно 96, 5%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; плотность её составляет 1, 84 г/см<sup>3</sup>. Неразбавленная кислота чувствуется по весу: 1 литр весит почти 2 кг.

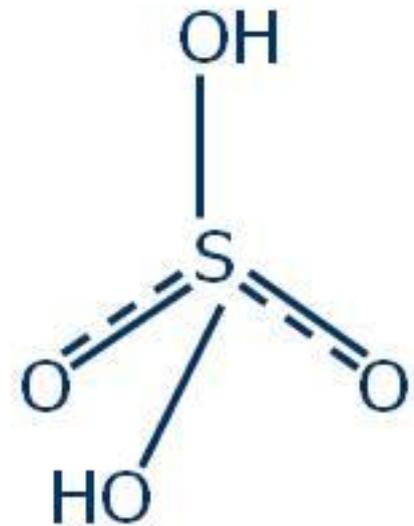
# Строение ( $sp^3$ -гибридизация)



Сульфат-ион

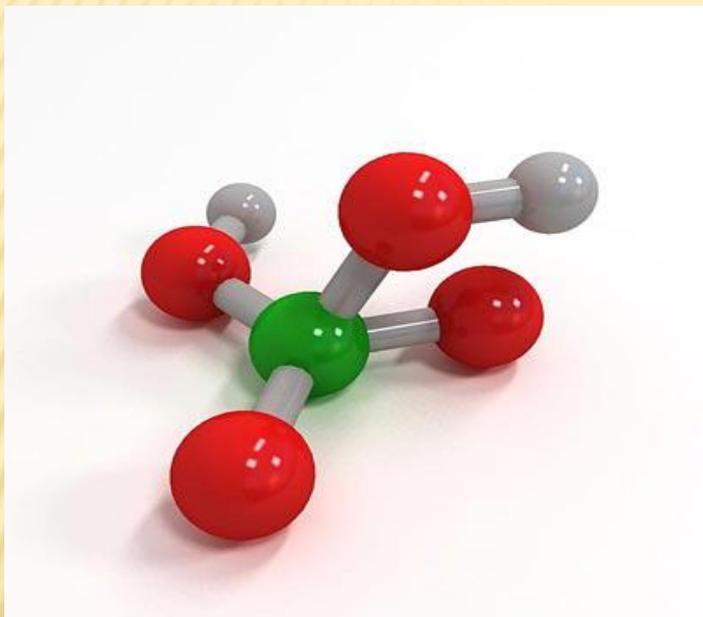


Гидросульфат-ион



Серная кислота

# СЕРНАЯ КИСЛОТА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



Разбавленная серная кислота является типичной кислотой и следовательно будет взаимодействовать :

1. С металлами до водорода



2. С основными и амфотерными оксидами



3. С основаниями и амфотерными гидроксидами



4. С солями если образуется мало диссоциирующее вещество

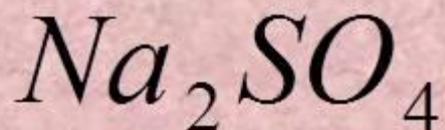


# Диссоциация:



Соли серной кислоты

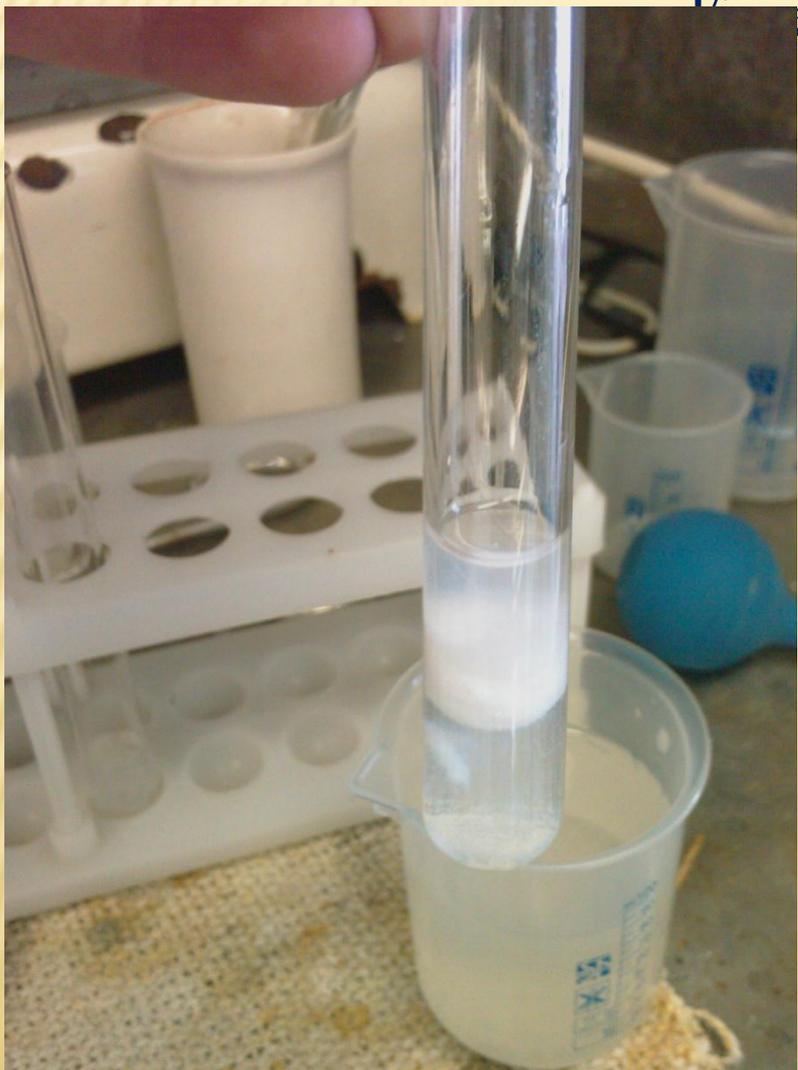
←  
Сульфаты (средние)



→  
Гидросульфаты (кислые)



# КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА СЕРНУЮ КИСЛОТУ

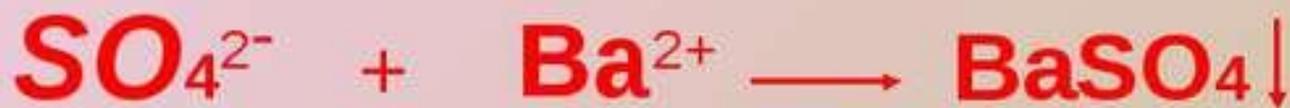


Качественной реакцией на

серную кислоту и её растворимые соли является их взаимодействие с растворимыми солями бария, при котором образуется белый осадок сульфата бария, нерастворимый в воде и кислотах (чаще всего используют азотную кислоту), например:



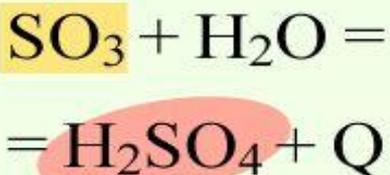
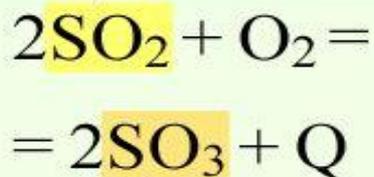
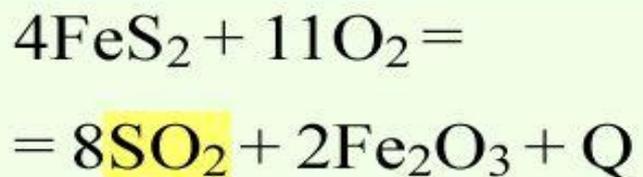
**КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ**  
**НА СУЛЬФАТ-АНИОН –**  
**ЭТО РЕАКЦИЯ С КАТИОНОМ БАРИЯ**



*(осадок белого  
цвета)*

# ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

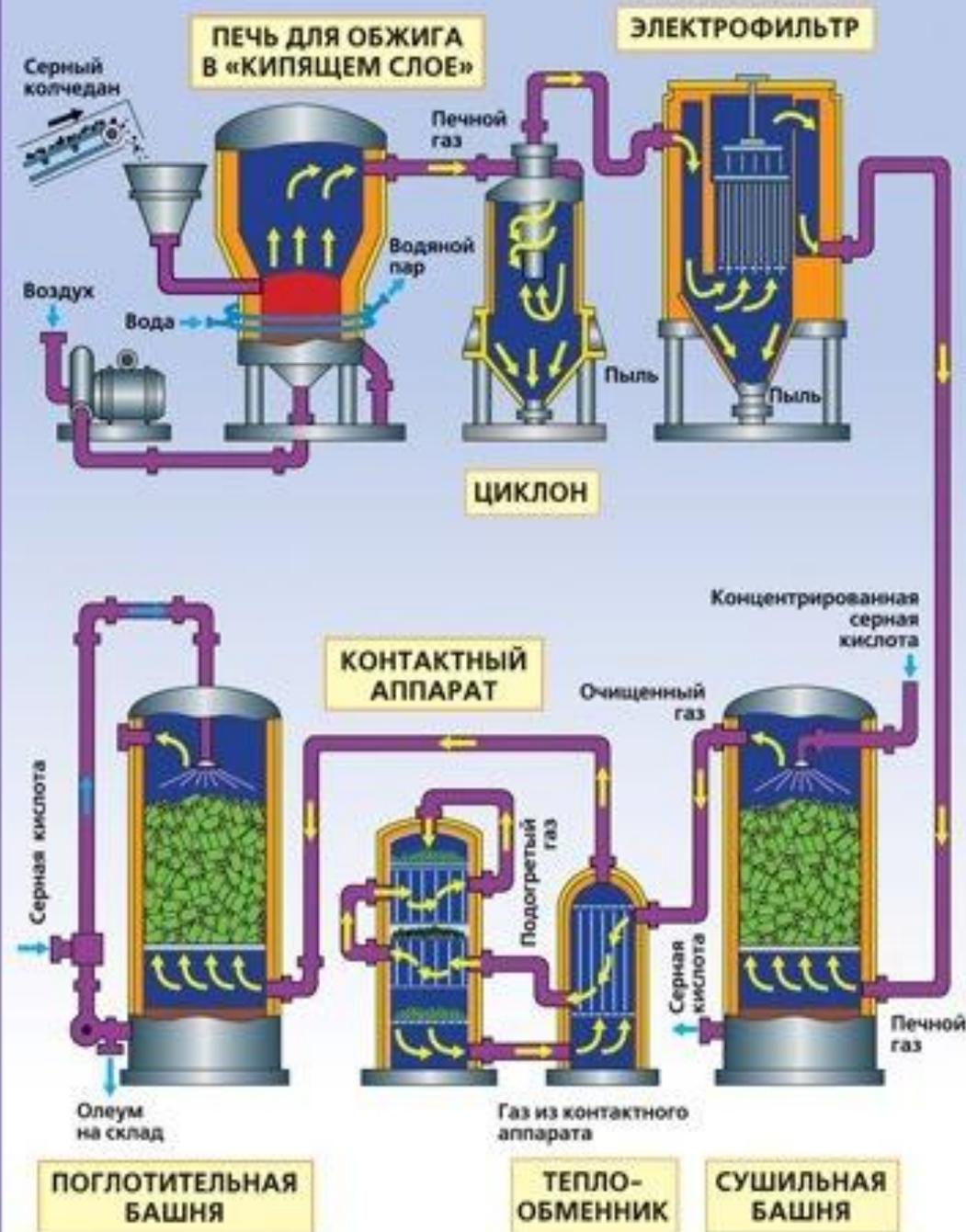
## Промышленное получение СЕРНОЙ КИСЛОТЫ



В промышленности серную кислоту получают окислением сернистого газа до серного ангидрида с последующей гидратацией последнего до серной кислоты. Сернистый газ получают или обжигом железного колчедана или обжигом руд цветных металлов или сжиганием серы или серосодержащих веществ.

# ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Производство серной кислоты из серного колчедана осуществляется в печи с кипящим слоем. Полученный при этом  $\text{SO}_2$  попадает вначале в циклон, а затем в электрофильтр для очистки от пыли. Очищенный от пыли  $\text{SO}_2$  попадает в контактный аппарат где происходит его окисление до  $\text{SO}_3$ . После охлаждения  $\text{SO}_3$  поглощается серной кислотой и олеум подается на склад.



# ПРИМЕНЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ



# ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

---

1. Разбавленная серная кислота реагирует с веществом, формула которого:  
а) Zn;                      б)  $H_2O$ ;                      в) Cu;                      г)  $P_2O_5$ .
2. С помощью какого катиона можно распознать сульфат-ион?  
а)  $Cu^{2+}$ ;                      б)  $Mg^{2+}$ ;                      в)  $Ba^{2+}$ ;                      г)  $Na^+$ .
3. Степень окисления серы в серной кислоте  
а) +2                      б) +4                      в) +6                      г) - 2
4. Разбавленная серная кислота не реагирует с:  
а)  $SiO_2$                       б) Ca                      в) NaOH                      г) CuO
5. Наличие ионов  $SO_4^{2-}$  можно определить с помощью  
а) лакмуса                      б) цинка                      в)  $CuCl_2$                       г)  $BaCl_2$



# ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ ИЗ ЧИСЛА ПРЕДЛОЖЕННЫХ

9. При взаимодействии серной кислоты с сульфитом натрия получается газ :
- а) водород                      б) сероводород                      в) сернистый газ                      г) триоксид серы.
10. Окислитель в уравнении взаимодействия железа с разбавленной серной кислотой
- а) ионы водорода                      б) железо                      в) ион  $\text{SO}_4^{2-}$                       г) атом серы
11. Малиновый от фенолфталеина раствор щёлочи при добавлении серной кислоты:
- а) обесцвечивается                      б) краснеет                      в) розовеет                      г) становится оранжевым.
12. Сульфат меди невозможно получить реакцией взаимодействия:
- а) серной кислоты (разб.) и меди                      б) серной кислоты (разб.) и сульфида меди  
в) серной кислоты (разб.) с оксидом меди (2)                      г) серной кислоты и гидроксидом меди (2).
13. Качественная реакция на сульфат-анион осуществляется взаимодействием серной кислоты с
- а) сульфатом бария                      б) хлоридом бария                      в) нитратом серебра                      г) хлоридом серебра.
14. Разбавленная серная кислота с неметаллами:
- а) взаимодействует с образованием осадков  
б) взаимодействует с образованием других кислот  
в) не взаимодействует.  
г) взаимодействует в присутствии  $\text{HCl}$

# **ПРИДУМАЙТЕ БУРИМЕ**

---

**Кислота  
Серная**

**Красота  
Неверная**

# **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

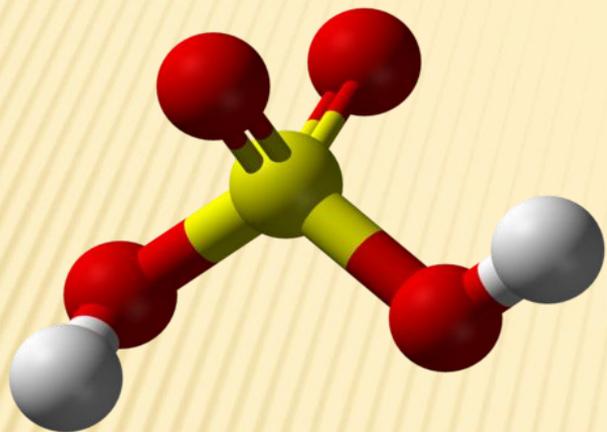
**читать § 21, упр. в тетради ;  
тесты**

# ТЕМА УРОКА

---

## Окислительные свойства серной кислоты

# СЕРНАЯ КИСЛОТА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



1. Концентрированная серная кислота в отличие от разбавленной реагирует как с металлами до водорода, так и с металлами после водорода но водород при этом не выделяется, а выделяется  $\text{SO}_2$ ,  $\text{S}$  или  $\text{H}_2\text{S}$ , в зависимости от активности металла.



2. Концентрированная серная кислота при кипячении окисляет многие неметаллы до соответствующей кислоты или оксида

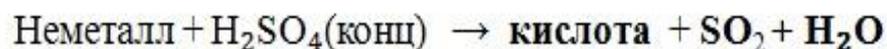


# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ С МЕТАЛЛАМИ



# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ С МЕТАЛЛАМИ

| Металлы                       | активные                                       | Средней активности   | малоактивные                      | благородные |
|-------------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------|
|                               | Li, Ca, Rb, K, Ba,<br>Sr, Ca, Na, Mg,<br>Al(п) | Zn, Cd, Sn, Mn(п), Cr<br>(п), Fe (п), Co (п), Ni<br>(п), Pb(п) | Cu, Ru, Hg, Ag,<br>Rh, Pd, Bi (п) | Au, Pt, Ir  |
| Концентрированн<br>ая кислота | H <sub>2</sub> S, S                            | S, SO <sub>2</sub>   | SO <sub>2</sub>                   | -           |



**Пассивация:** с холодной конц. серной кислотой не реагируют: **Al, Cr, Fe, Be, Co**

При нагревании пассивирующие пленки растворяются, и взаимодействие с кислотой протекает интенсивно.

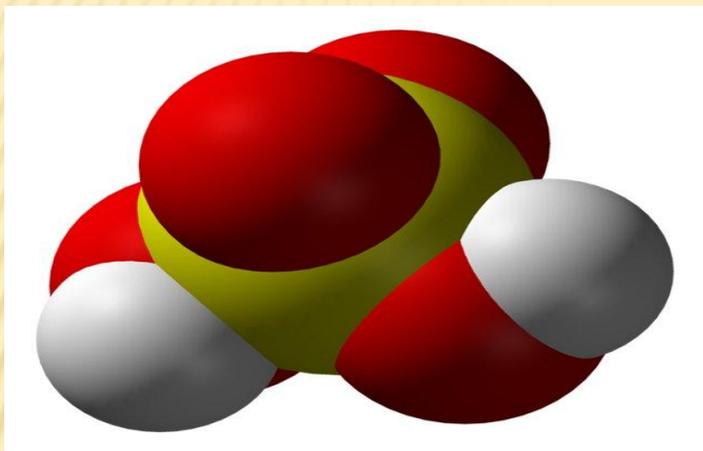
Не реагируют с серной кислотой ни при какой концентрации: **Au, Pt, Pd.**

# СЕРНАЯ КИСЛОТА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Холодная концентрированная серная кислота не взаимодействует с железом, алюминием, хромом так как пассивирует их, что позволяет перевозить кислоту в железных цистернах

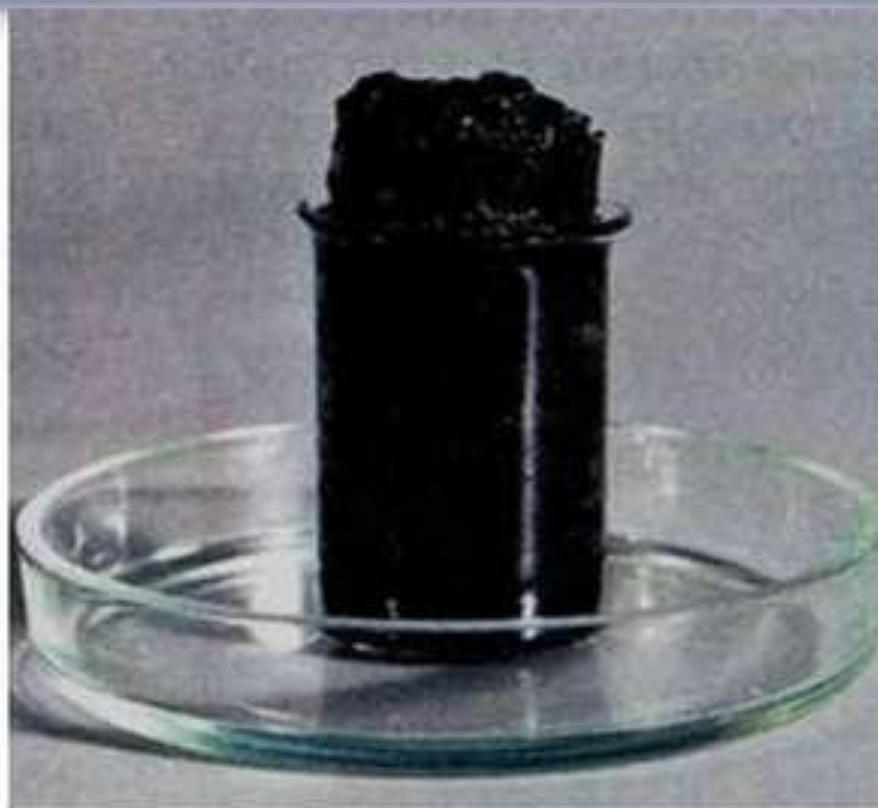


# СЕРНАЯ КИСЛОТА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



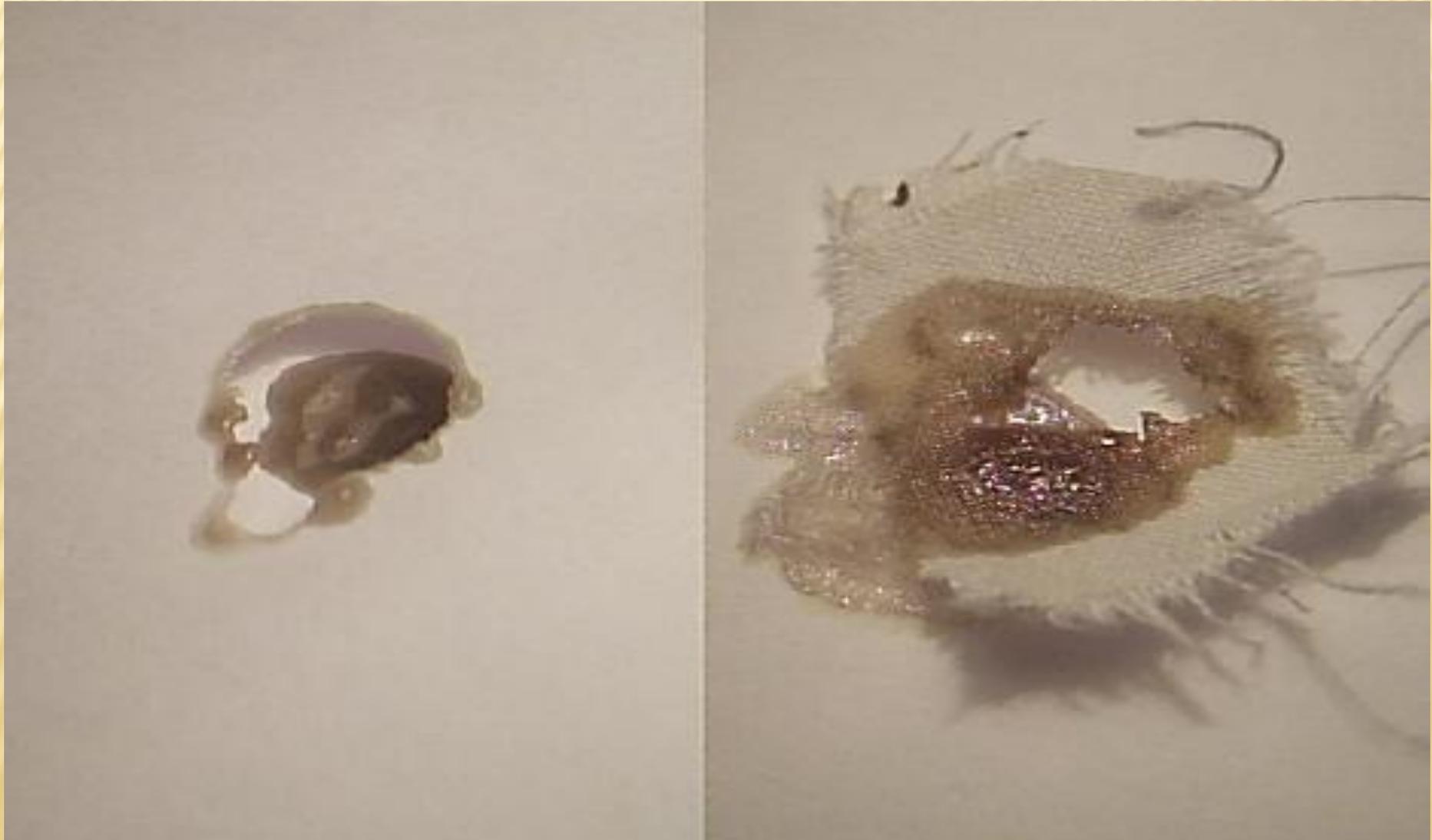
Концентрированная серная кислота обугливает органические вещества отнимая у них воду входящую в состав веществ и разрушает многие органические вещества





**Концентрированная серная кислота обугливает органические вещества.**

# ДЕЙСТВИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ТКАНИ



# ДЕЙСТВИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ТКАНИ



ствием серной

кислоты кожа становится сначала белой, затем буроватой с покраснением. При этом окружающие ткани распухают. При попадании серной кислоты на кожу её необходимо как можно скорее смыть сильной струёй воды, обожжённое место смочить 5% - ным раствором соды. Ожоги полученные действием серной кислоты заживают очень долго и трудно.

# Техника безопасности



При растворении серной кислоты нужно вливать её тонкой струёй в воду при помешивании

## Разбавление серной кислоты



- Относительно смешивания серной кислоты с водой с давних пор существует строгое правило: «Сначала вода, потом кислота, иначе произойдет ужасное».
- Если же сделать наоборот, то первые же порции воды, оставшись наверху (вода легче кислоты) и взаимодействуя с кислотой, разогреваются так сильно, что вскипают и разбрызгиваются вместе с кислотой; могут попасть в глаза, на лицо и одежду.



# ОЛЕУМ



растворы серного ангидрида  
 $SO_3$  в серной кислоте  
называются олеумом,

они образуют два

соединения  $H_2SO_4 \times SO_3$  и

$H_2SO_4 \times 2SO_3$ . Олеум содержит

также пиросерные кислоты, получающиеся по  
реакциям:

