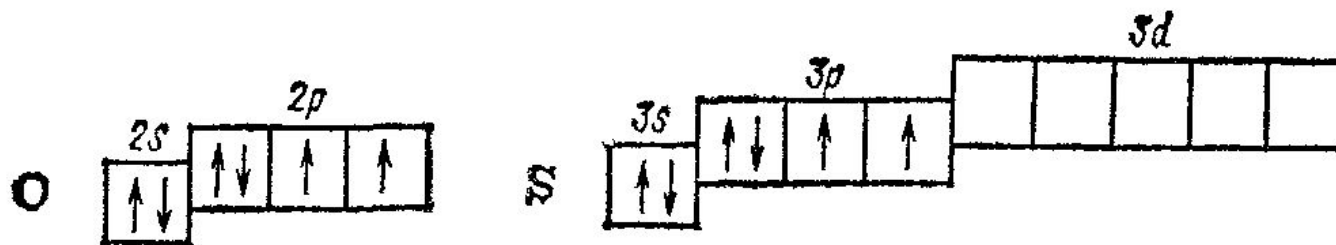


# Халькогены

Автор: Юшковец Е.Н.

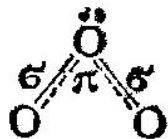
## Электронное строение кислорода и серы



Все халькогены имеют по 2 неспаренных электрона на внешнем уровне. У кислорода не может быть возбужденного состояния, поэтому для него характерна только валентность II, при этом степень окисления может быть различной: от +4 до -2. Для S, Se, Te возможно возбужденное состояние, поэтому и валентность может быть от VI до II.

# Озон – аллотропная модификация кислорода.

## Получение и химические свойства озона

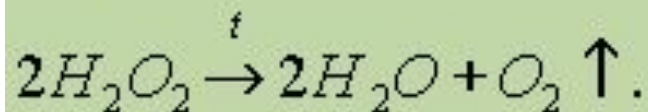
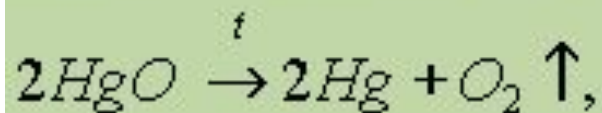
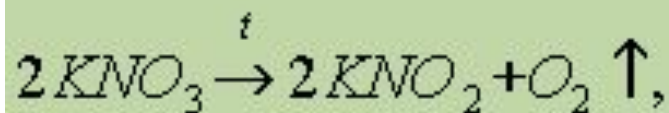
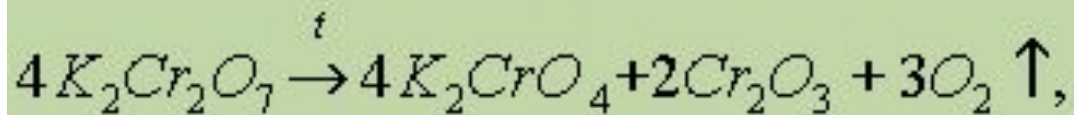
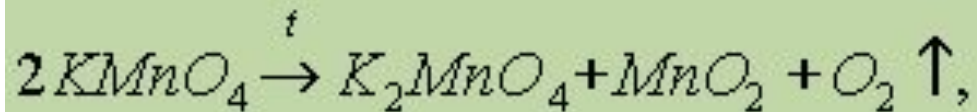
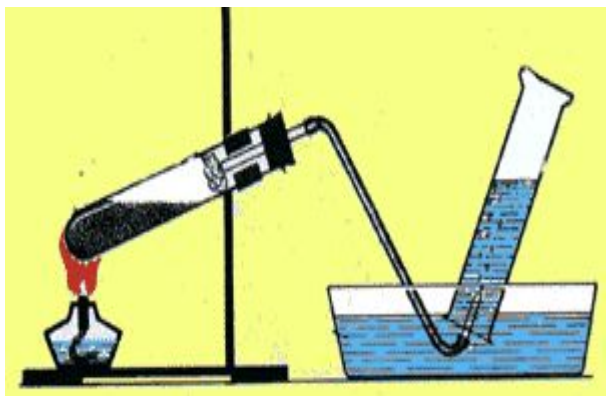


Озон имеет один атом кислорода в степени окисления +4, за счет чего проявляет окислительные свойства.



Озон — один из сильнейших окислителей. Он окисляет все металлы, кроме золота и платиновых металлов, а также большинство неметаллов. Он переводит низшие оксиды в высшие, а сульфиды металлов — в их сульфаты. В ходе большинства этих реакций молекула озона теряет один атом кислорода, переходя в молекулу  $\text{O}_2$ .

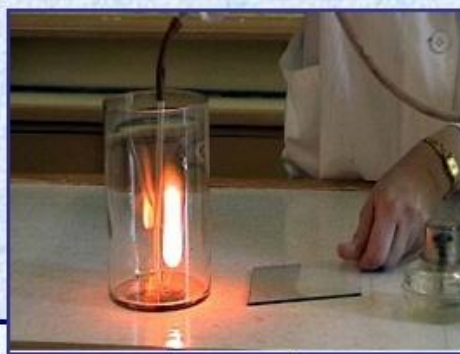
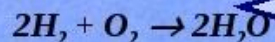
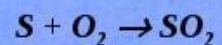
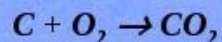
Молекулярный кислород – еще одна аллотропная модификация кислорода.  
Получение кислорода в лаборатории в реакциях разложения методом вытеснения воды.



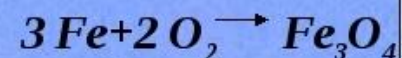
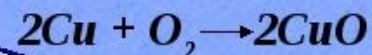
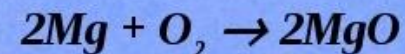
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОРОДА

Взаимодействие веществ с кислородом называется  
**окислением** или **горением**.

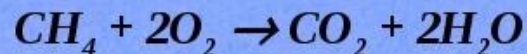
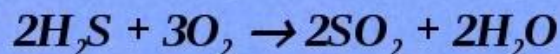
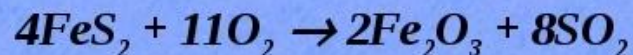
с неметаллами



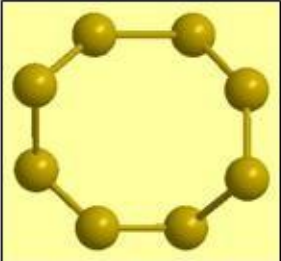
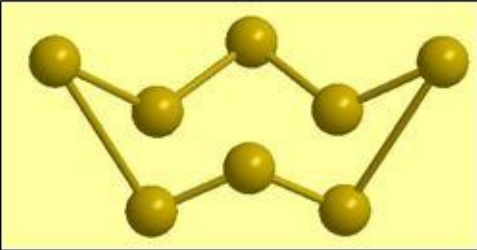
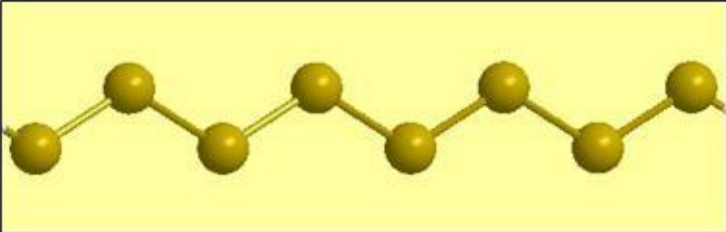
с металлами



со сложными веществами

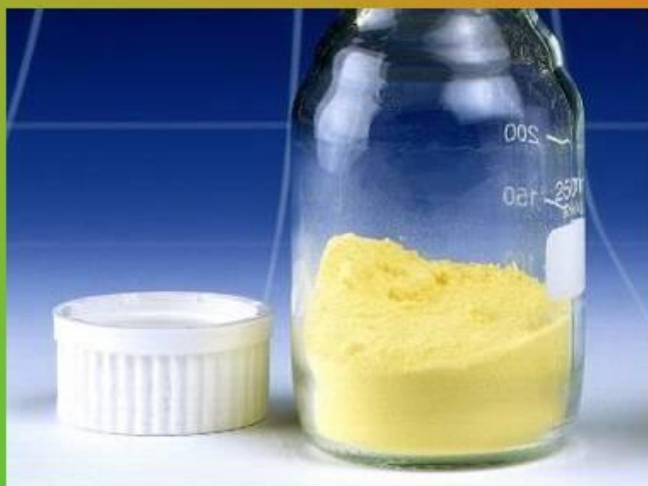


# Аллотропные модификации серы

кристаллическая		пластическая
ромбическая	моноклинная	
		
Лимонно-желтый кристаллы	Темно-желтые кристаллы	Резиноподобная масса темно-коричневого цвета
$t_{\text{плавлен.}} = 112,8^{\circ}\text{C}$ плотность = 2,06 г/см <sup>3</sup>	$t_{\text{плавления}} = 119,3^{\circ}\text{C}$ плотность = 1,957 г/см <sup>3</sup>	Образуется при резком охлаждении расплава плотность = 2,046 г/см <sup>3</sup>

# Аллотропия серы.

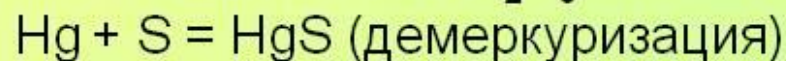
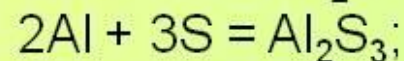
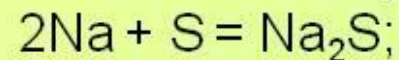
## Кристаллическая, пластическая и МОНОКЛИННАЯ



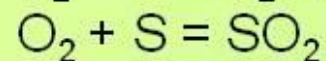
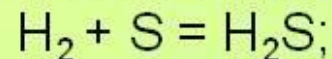
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

S

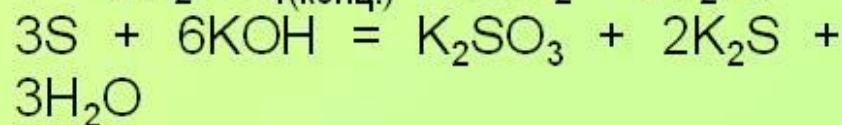
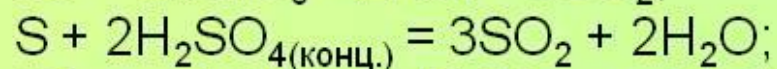
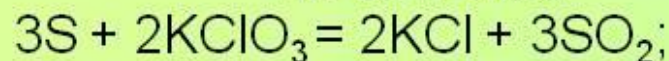
Реагирует с металлами  
(искл. золото, платина и рутений):



Реагирует с неметаллами  
(искл. азот и иод):



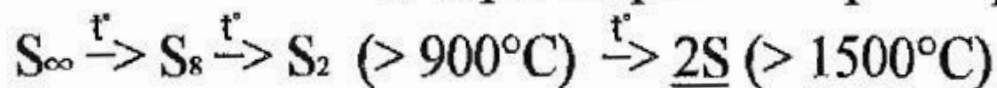
Реагирует со сложными  
веществами:





# СЕРА. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

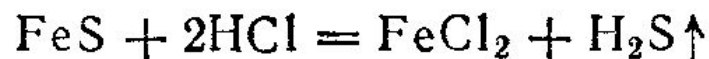
Реакционная способность серы возрастает при нагревании.



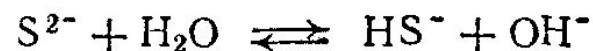
ОКИСЛИТЕЛЬ -2	ВОССТАНОВИТЕЛЬ +2, +4, +6
<p>I. С металлами:</p> <p>1) без нагревания (Na, K)</p> $\underline{2Na}^0 + \underline{S}^0 \xrightarrow{2e} Na_2^{+1}S^{-2}$ <p>2) при нагревании - все (кроме Au, Pt)</p> $\underline{Zn}^0 + \underline{S}^0 \xrightarrow{2e} Zn^{+2}S^{-2}$ <p>II. С неметаллами:</p> <p>1) с водородом</p> $\underline{H_2}^0 + \underline{S}^0 \xrightarrow{2e} H_2^{+1}S^{-2}$ <p>2) с фосфором</p> $\underline{2P}^0 + \underline{3S}^0 \xrightarrow{6e} P_2^{+3}S_3^{-2}$ <p>3) с углеродом</p> $\underline{C}^0 + \underline{2S}^0 \xrightarrow{4e} C^{+4}S_2^{-2}$	<p>I. С кислородом</p> $\underline{S}^0 + \underline{O_2}^0 \xrightarrow{4e} S^{+4}O_2^{-2}$ $2\underline{S}^0 + \underline{3O_2}^0 \xrightarrow[Fe]{12e} 2S^{+6}O_3^{-2}$ <p>II. С галогенами (кроме йода)</p> $\underline{S}^0 + \underline{Cl_2}^0 \xrightarrow{2e} S^{+2}Cl_2^{-1}$

# Химические свойства сероводорода

## Получение из сульфидов



## Свойства электролита



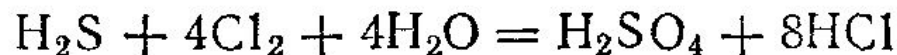
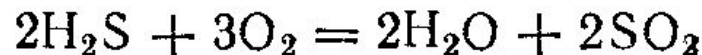
## Свойства

### восстановителя

неполное сгорание

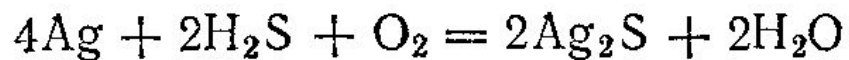


полное сгорание



## Качественные реакции на сульфид-ион:

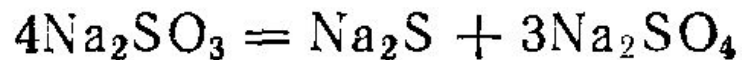
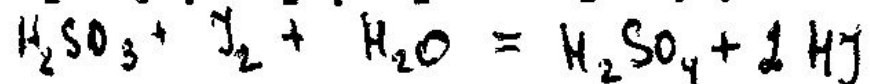
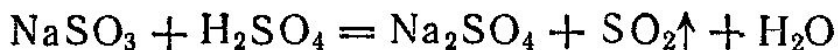
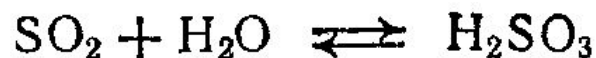
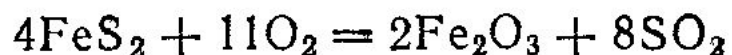
- Большинство сульфидов нерастворимо и окрашены в черный цвет, за исключением сульфида ртути (II). Сульфиды меди, ртути, свинца и серебра не растворяются в растворах сильных кислот.



*Потемнение серебра  
на воздухе*



Сера +4: сернистый ангидрид , сернистая кислота,  
сульфиты.

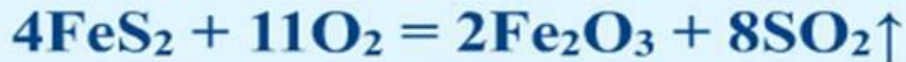


## Печь для обжига в «кипящем слое»

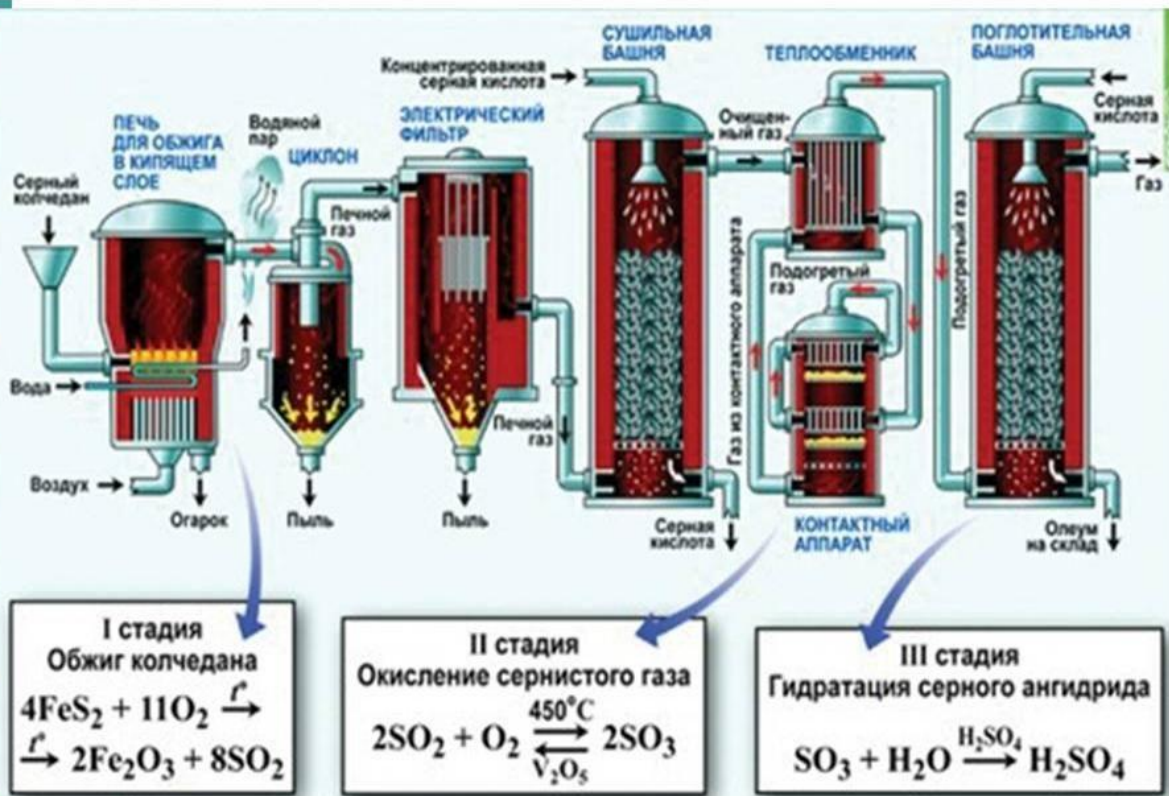


1. Крупные куски пирита дробят, мелкие спекают;
2. Обогащают воздух кислородом;
3. Теплообмен, т.к. температура выше  $800^{\circ}\text{C}$ ;
4. Толстые стены печи обшиты сталью.

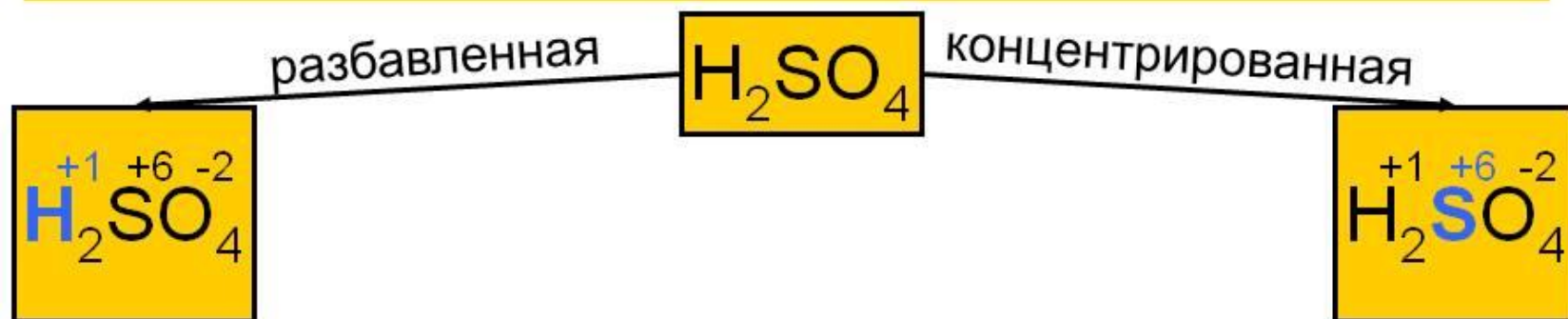
# Получение серной кислоты



# Полный процесс производства $H_2SO_4$



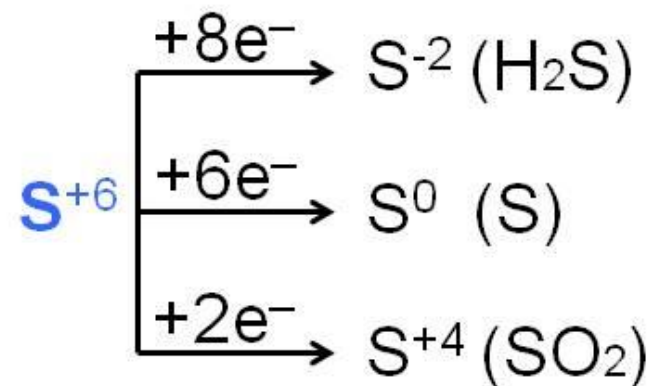
# Серная кислота



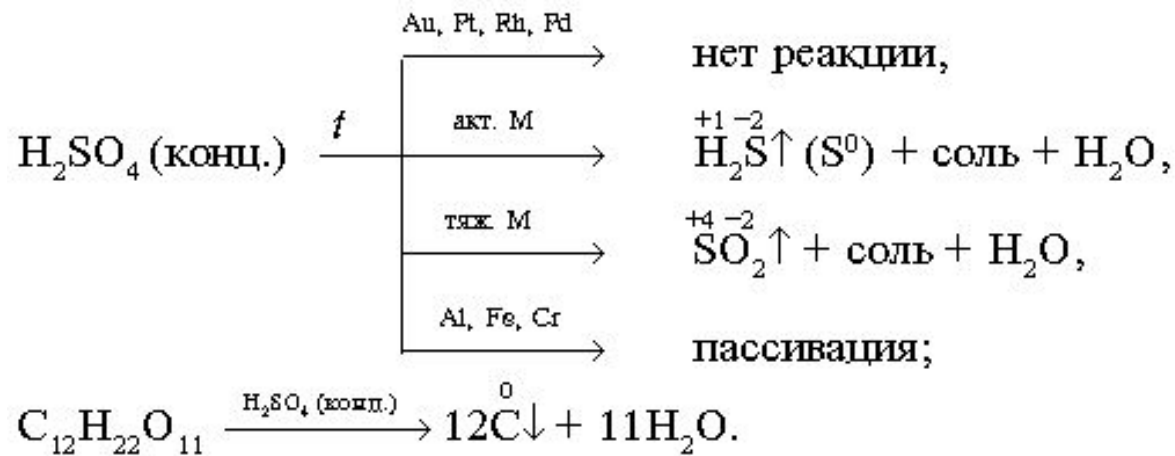
$\text{H}^+$  — окислитель



$\text{S}^{+6}$  — окислитель







## Физические свойства кислот

Концентрированная серная кислота обугливает сахар и ткань



## Качественная реакция на сульфат - ион

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$
- $\text{BaSO}_4$  белый нерастворимый в воде и кислотах мелкокристаллический осадок

### Соли серной кислоты

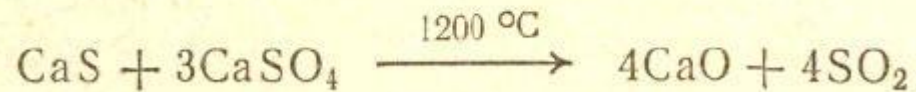
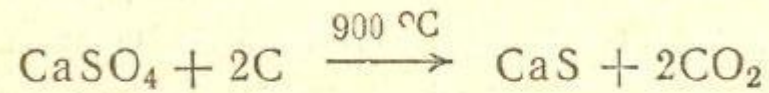
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$	Глауберова соль		
$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	Гипс		
$\text{BaSO}_4$	Сульфат бария		
$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	Медный купорос		

Shared

# Сульфаты

Соли серной кислоты имеют все свойства солей. Особенным является их отношение к нагреванию:

- сульфаты активных ме (Na, K, Ba) не разлагаются даже при  $t > 1000^{\circ}\text{C}$
- другие (Cu, Al, Fe) даже при небольшом нагревании распадаются на оксид серы(VI) и оксид металла



## Задания 37

17. При сжигании на воздухе простого вещества жёлтого цвета образуется газ с резким запахом. Этот газ выделяется также при обжиге некоторого минерала, содержащего железо, на воздухе. При действии разбавленной серной кислоты на вещество, состоящее из тех же элементов, что и минерал, но в другом соотношении, выделяется газ с характерным запахом тухлых яиц. При взаимодействии выделившихся газов друг с другом образуется исходное простое вещество. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

27. В нагретую концентрированную серную кислоту внесли медную проволоку и выделяющийся газ пропустили через избыток раствора едкого натра. Раствор осторожно выпарили, твёрдый остаток растворили в воде и нагрели с порошкообразной серой. Непроореагировавшую серу отделили фильтрованием и к раствору прибавили серную кислоту, при этом наблюдали образование осадка и выделение газа с резким запахом. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

39. Раствор, полученный при пропускании сернистого газа через бромную воду, нейтрализовали гидроксидом бария. Выпавший осадок отделили, смешали с коксом и прокалили. При обработке продукта прокаливания хлороводородной кислотой выделяется газ с запахом тухлых яиц. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

43. Сернистый газ пропустили через раствор перекиси водорода. Из образовавшегося раствора выпарили воду и к остатку добавили магниевую стружку. Выделяющийся газ пропустили через раствор медного купороса. Выпавший осадок чёрного цвета отделили и подвергли обжигу. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

57. Твёрдое вещество, образующееся при взаимодействии сернистого газа и сероводорода, при нагревании взаимодействует с алюминием. Продукт реакции растворили в разбавленной серной кислоте и в образовавшийся раствор добавили поташ. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

67. Продукт взаимодействия серы с алюминием (реакция протекает при нагревании) растворили в холодной разбавленной соляной кислоте и в раствор добавили кальцинированную соду. Образовавшийся осадок отделили, смешали с едким натром и нагрели. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

74. Соль, полученную при взаимодействии оксида цинка с серной кислотой, прокалили при  $800^{\circ}\text{C}$ . Твёрдый продукт реакции обработали концентрированным раствором щёлочи и через полученный раствор пропустили углекислый газ. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

77. Сернистый газ пропустили через раствор перекиси водорода. Раствор упарили и в оставшуюся жидкость добавили медную стружку. Выделившийся газ смешали с газом, который образуется при взаимодействии сульфида железа (II) с раствором бромоводородной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

86. Железный порошок растворили в большом количестве разбавленной серной кислоты, через полученный раствор пропустили воздух и добавили сульфид аммония. Образовавшуюся нерастворимую соль отделили и растворили в горячем растворе концентрированной азотной кислоты. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.