

**Алхимики называли это  
вещество «обиталище  
бессмертного духа» и  
«начало горючести».**

**«... входит также в состав ужасного  
изобретения – пороха, который может  
метать далеко вперед куски железа,  
бронзы или камня – орудие войны  
нового типа».**

**Агрикола,  
«О царстве минералов», XVI в.**



**«... применяется для очищения  
жилищ, так как многие держатся  
мнения, что запах и горение его  
могут предохранить от всяких  
чародейств и прогнать нечистую  
силу»**

**Плиний Старший (23-79 гг. н.э.)  
"Естественная история"**

**Новый и Ветхий заветы  
живописуют это вещество  
как источник тепла при  
термообработке грешников  
в аду.**

# СЕРА

<b>Сера в природе</b>	
<b>Получение серы</b>	
<b>Физические свойства</b>	
<b>Аллотропные модификации серы</b>	

**Применение серы**



**Химические свойства**

---

**Чтобы изучить свойства  
вещества необходимо знать его  
электронное строение**

**Лайнус Полинг**

**S**

---

# ПЛАН ХАРАКТЕРИСТИКИ

---

1. Название, химический символ и относительная атомная масса элемента.
2. Атомный (порядковый) номер.
3. Положение элемента в периодической системе химических элементов.

## Строение атомов химического элемента

4. Заряд ядра атома элемента.
5. Число протонов.
6. Число нейтронов.
7. Общее количество электронов.
8. Схема строения электронной оболочки атомов.
9. Электронно – графическая формула.
10. К какому классу относится элемент по свойствам атома.

## Возможные степени окисления для атомов данного элемента

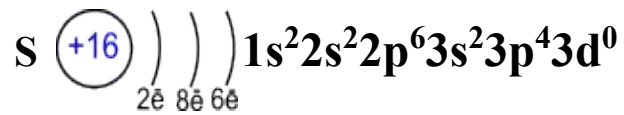
11. Высшая степень окисления.
  12. Минимальная степень окисления.
  13. Промежуточные степени окисления.
  14. В какой роли (окислителя или восстановителя) элемент может выступать в окислительно-восстановительных реакциях.
-

III период VI группа гл. подгруппа

**СЕРА**

$1p\ 16$   $e^{-}16$   $1n\ 16$

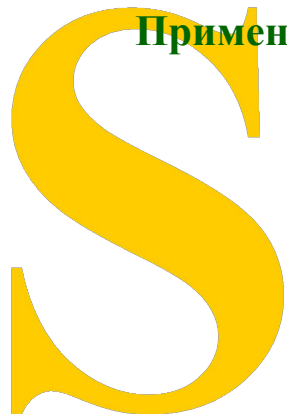
**неметалл**



**Ar (S)=32**

<b>Степени окисления</b>	<b>-2</b> <b>окислитель</b>	<b>0; +2; +4</b> <b>окислительно-восстановительная двойственность</b>	<b>+6</b> <b>восстановитель</b>
<b>Сера в природе</b>			
<b>Получение серы</b>			
<b>Физические свойства</b>			
<b>Аллотропные модификации серы</b>			

**Применение серы**



**Химические свойства**

# ***ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ***

---



**Антуан Лоран  
Лавуазье  
(1743-1794 г.г.)**

**Французский химик. Один из основоположников классической химии.**

**Ввел в химию строгие количественные методы исследования.**

**Доказал сложный состав атмосферного воздуха.**

**Первым убедился в том, что сера – самостоятельный химический элемент, а не соединение.**

# СЕРА В ПРИРОДЕ

---

«Нет ни единой руды, нет почти ни единого камня, который бы через взаимное с другими трение не дал от себя серного духу и не объявил тем самым её в себе присутствие»

*М.В.Ломоносов*

## СЕРА В ПРИРОДЕ

**ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО**

**САМОРОДНАЯ СЕРА**

**В СОСТАВЕ СЛОЖНЫХ  
ВЕЩЕСТВ:**

- **СУЛЬФИДЫ**
- **СУЛЬФАТЫ**

**S** 15-тый по распространённости химический элемент на Земле (седьмой среди неметаллов).

Шестой элемент по содержанию в природных водах.

Содержание серы в земной коре составляет 0,05% по весу.

---



# *ПРИРОДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕРЫ*



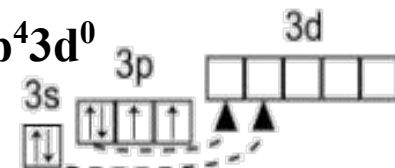


**Табл. 1** Запасы серы Российской Федерации

Республики и области России	Запасы серы в млн. т				
	В пиритах		В углеводородном сырье		Самородная сера
	серноколчеданные месторождения	комплексные рудные месторождения	в горючих газах	в нефти и конденсате	
Россия, всего в том числе:	123,9	712,4	1 416,5	115,8	27
Башкортостан	—	129,5	—	7,7	—
Татарстан	—	—	—	14,0	—
Среднее Поволжье	—	—	—	—	22
Оренбургская обл.	58,4	141,9	39,5	2,1	—
Астраханская обл.	—	—	1 367,3	—	—
Тюменская обл.	—	—	—	78	—
Красноярский край	—	168,7	—	—	—
Бурятия	8,0	104,5	—	—	—
Курило-Камчатский регион	—	—	—	—	5

III период VI группа гл. подгруппа

**СЕРА**



Ar (S)=32

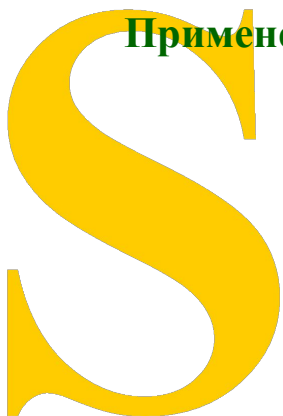
неметалл

${}^1_1p \ 16$     ${}^1_1n \ 16$     $\bar{e} \ 16$

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	<b>Простое вещество (самородная сера)</b>		<b>В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)</b>
<b>Получение серы</b>			
<b>Физические свойства</b>			
<b>Аллотропные модификации серы</b>			

**Применение серы:**

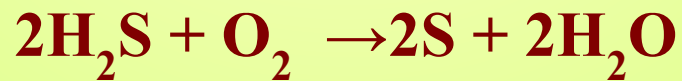
**Химические свойства:**



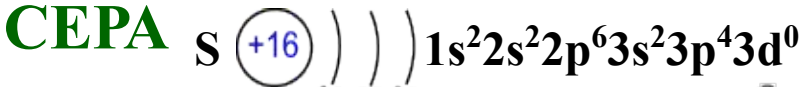
# ПОЛУЧЕНИЕ СЕРЫ

---

1. **Метод Фраша. Выплавление серы под землёй с помощью водяного пара и выкачивание на поверхность из скважин. (Герман Фраш 1890г.)**
2. **Добыча руды открытым способом. Полученную руду расплавляют в автоклавах, расплавленную серу сливают, а примеси остаются на дне.**
3. **Серу можно получить из соединений : Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода).**

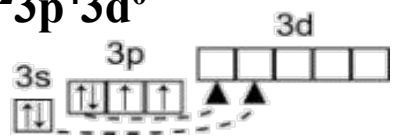


III период VI группа гл. подгруппа



Ar (S)=32

неметалл



${}^1_1p \ 16$     ${}^1_1n \ 16$     $\bar{e} \ 16$

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	<p>1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара (метод Фраша).</p> <p>2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы.</p> <p>3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода)     <math>2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O</math></p>		
<b>Физические свойства</b>			
<b>Аллотропные модификации серы</b>			

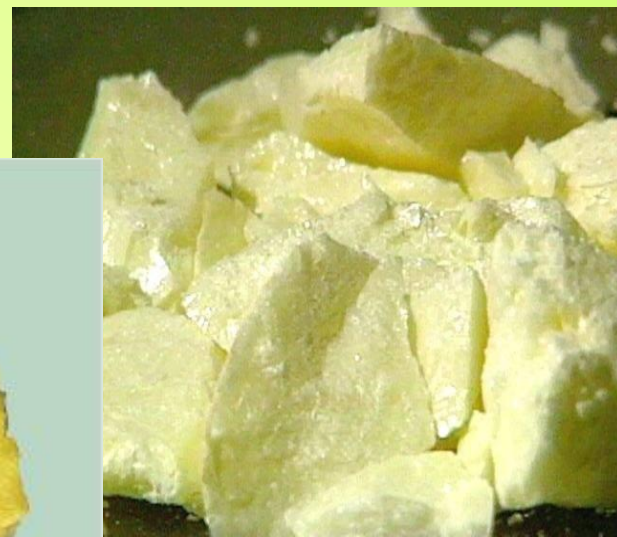
**Применение серы:**



**Химические свойства:**

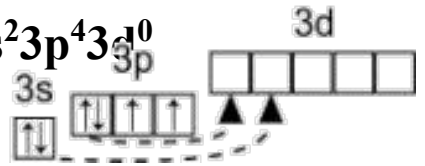
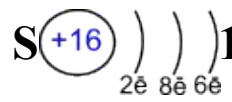


# *КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СЕРА*



III период VI группа гл. подгруппа

**СЕРА**

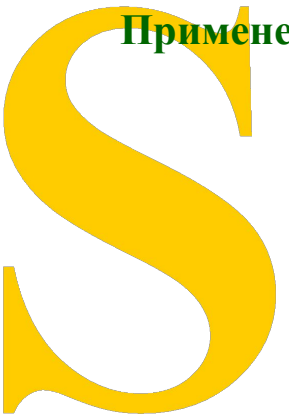


$1p^1 1n^1 \bar{e}^1$

**Ar (S)=32**

**неметалл**

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		2. 3.
<b>Физические свойства:</b>	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, имеет специфический запах, $t_{пл} = 112,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_{кип} = 444,674 \text{ }^\circ\text{C}$ , не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS <sub>2</sub> и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
<b>Аллотропные модификации серы</b>			



**Применение серы:**

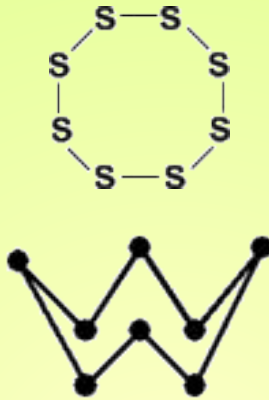
**Химические свойства:**

# АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЕРЫ

## МОНОКЛИННАЯ СЕРА

$S_8$  Игольчатые кристаллы,  
пл. =  $119^\circ\text{C}$ ;  $\rho = 1,96 \text{ г/см}^3$ .  
Устойчива при температуре  
более  $96^\circ\text{C}$ .

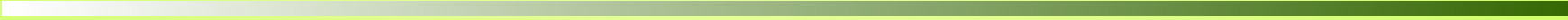
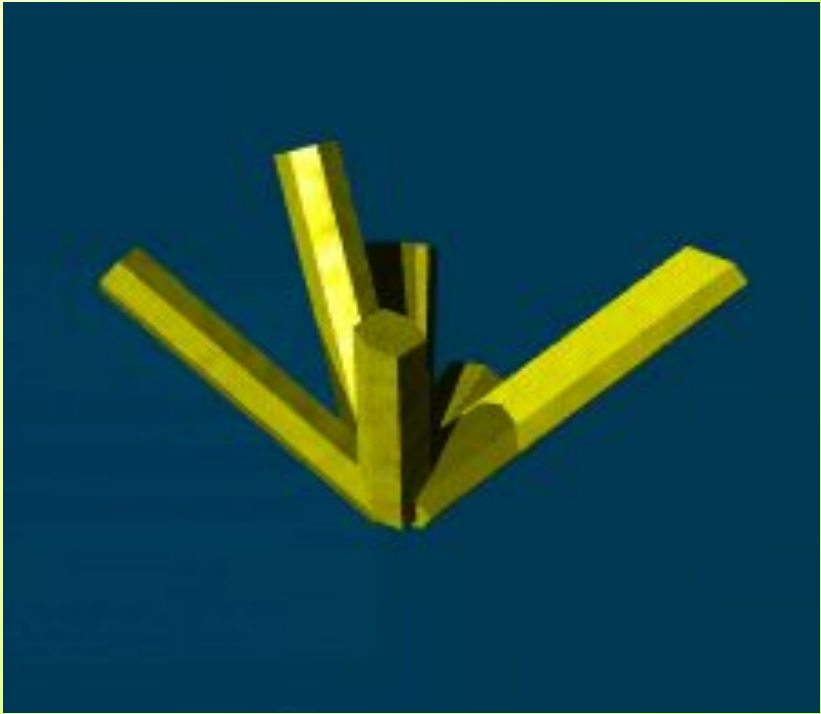
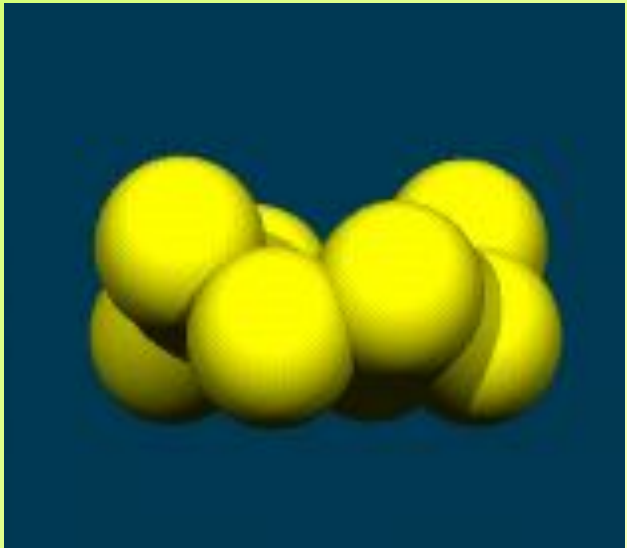
$t^\circ$



## РОМБИЧЕСКАЯ СЕРА

$S_8$ ,  $t^\circ_{\text{пл.}} = 113^\circ\text{C}$ ;  $\rho = 2,07 \text{ г/см}^3$ .  
Наиболее устойчивая  
модификация.

S

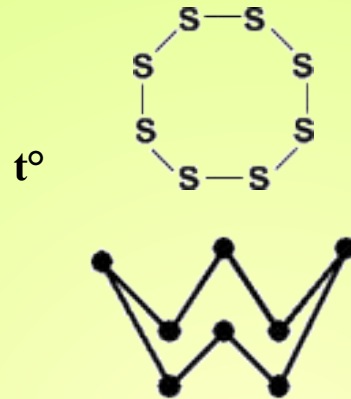




# АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЕРЫ

## МОНОКЛИННАЯ СЕРА

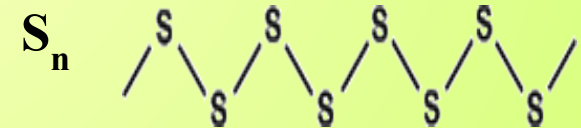
$S_8$  Игольчатые кристаллы,  
пл. =  $119^\circ\text{C}$ ;  $\rho = 1,96 \text{ г/см}^3$ .  
Устойчива при температуре  
более  $96^\circ\text{C}$ .



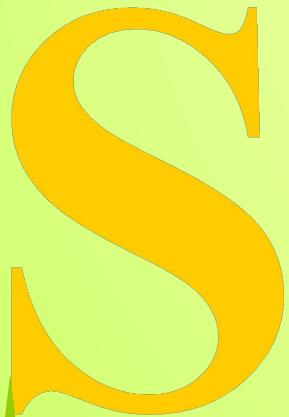
## РОМБИЧЕСКАЯ СЕРА

$S_8$ ,  $t^\circ_{\text{пл.}} = 113^\circ\text{C}$ ;  $\rho = 2,07 \text{ г/см}^3$ .  
Наиболее устойчивая  
модификация.

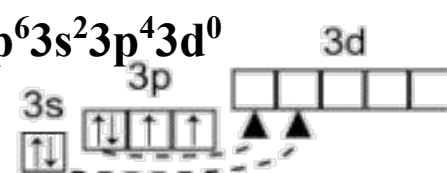
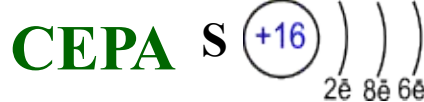
## ПЛАСТИЧЕСКАЯ СЕРА



Коричневая резиноподобная масса.  
Неустойчива, при затвердевании  
превращается в ромбическую



III период VI группа гл. подгруппа



**Ar (S)=32**

неметалл

${}^1_1p \ 16 \quad {}^1_1n \ 16 \quad \bar{e} \ 16$

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		2. 3.
<b>Физические свойства:</b>	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха, $t_{пл} = 112,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_{кип} = 444,674 \text{ }^\circ\text{C}$ , не смачивается водой (флотация), растворима в органических растворителях (CS <sub>2</sub> и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
<b>Аллотропные модификации серы</b>	РОМБИЧЕСКАЯ S <sub>8</sub> ; 	МОНОКЛИННАЯ игольчатые кристаллы; S <sub>8</sub>	ПЛАСТИЧЕСКАЯ Sn 

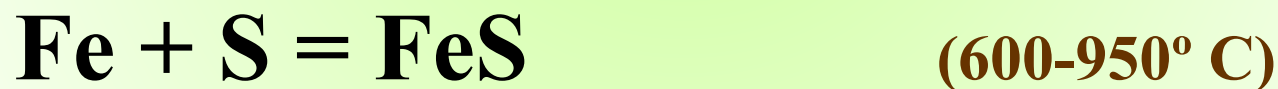
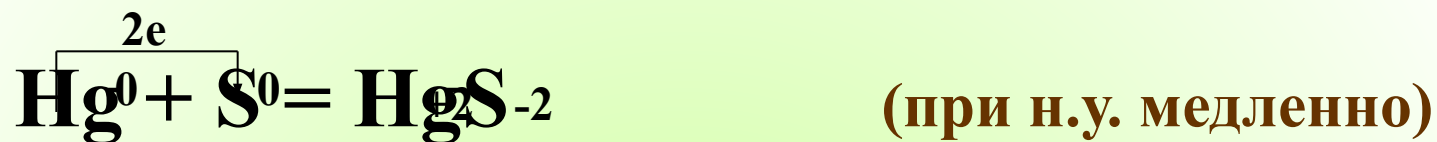
**Применение серы:**

**S**

**Химические свойства:**

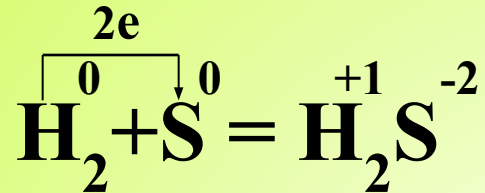
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МЕТАЛЛАМИ

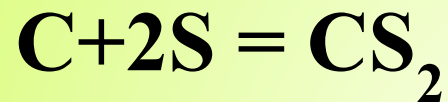


# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

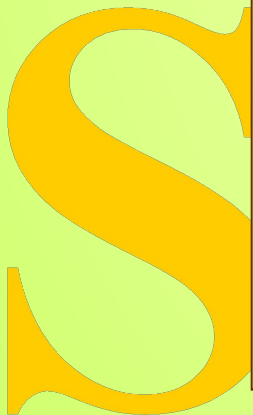
## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С НЕМЕТАЛЛАМИ



(150-200° C)



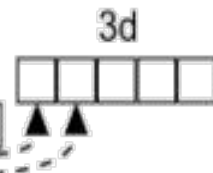
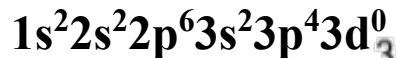
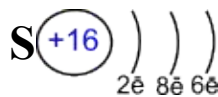
(700-800° C)





III период VI группа гл. подгруппа


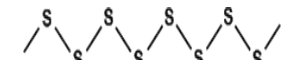
**СЕРА**



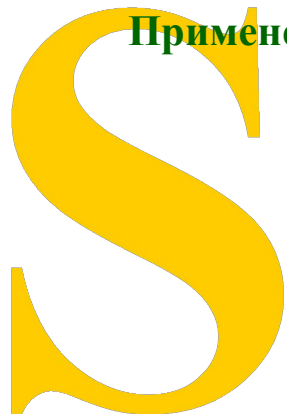
**Ar (S)=32**

неметалл

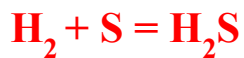
${}^1_1p \ 16$     ${}^1_1n \ 16$     $\bar{e} \ 16$

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		2. 3.
<b>Физические свойства:</b>	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха, $t_{пл} = 112,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_{кип} = 444,674 \text{ }^\circ\text{C}$ , не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS <sub>2</sub> и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
<b>Аллотропные модификации серы</b>	РОМБИЧЕСКАЯ $S_8$ 	МОНОКЛИННАЯ $S_8$ <i>игольчатые кристаллы;</i>	ПЛАСТИЧЕСКАЯ $S_n$ 

**Применение серы:**

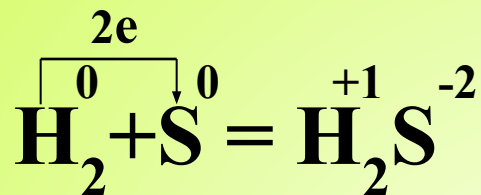


**Химические свойства:**

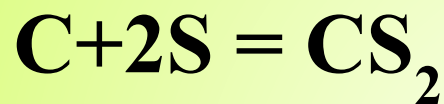


# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

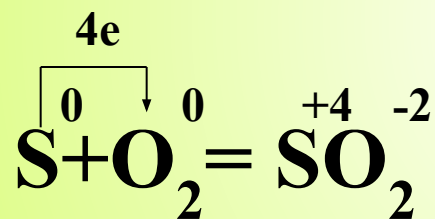
## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С НЕМЕТАЛЛАМИ



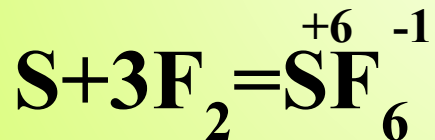
(150-200° C)



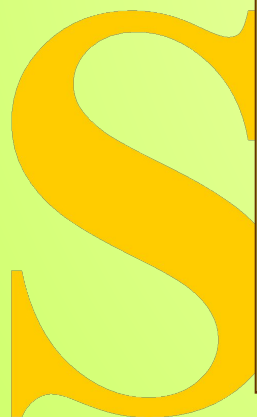
(700-800°C)



(280-360°C)

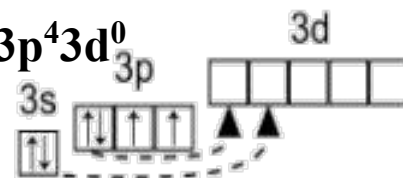
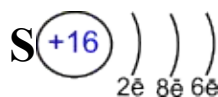


(КОМН.)



III период VI группа гл. подгруппа

**СЕРА**



**Ar (S)=32**

неметалл

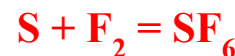
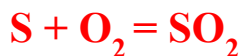
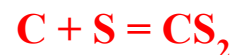
${}^1_1p 16$   ${}^1_1n 16$   $\bar{e} 16$

<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
<b>Физические свойства:</b>	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха, $t_{пл} = 112,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_{кип} = 444,674 \text{ }^\circ\text{C}$ , не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS <sub>2</sub> и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
<b>Аллотропные модификации серы</b>	РОМБИЧЕСКАЯ $S_8$	МОНОКЛИННАЯ $S_8$ <i>игольчатые кристаллы;</i>	ПЛАСТИЧЕСКАЯ $S_n$

**Применение серы:**

**S**

**Химические свойства:**



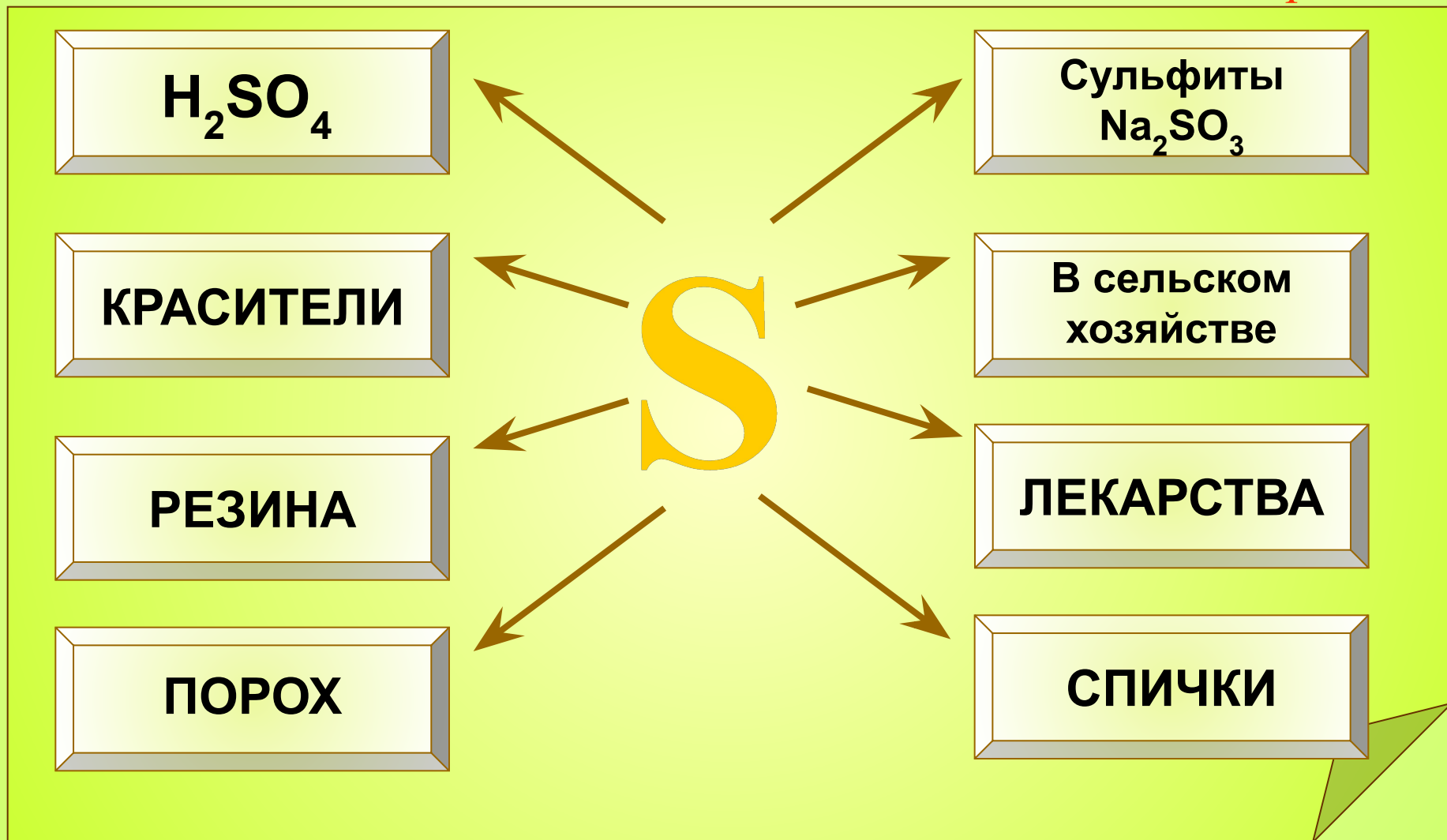
ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ



# ПРИМЕНЕНИЕ СЕРЫ

«Сера - двигатель химической промышленности»

*А.Е.Ферсман*





# ***БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕРЫ***

---

- **Жизненно важный элемент для высших организмов, составная часть многих белков, концентрируется в волосах.**
  - **Также много серы в биологически активных веществах (например, в витаминах).**
  - **Играет значительную роль в процессах обезвреживания ядовитых веществ в печени.**
  - **Основные источники серы - продукты животного происхождения, но довольно значительно ее содержание и в растительной пище. Сыр содержит 263 мг серы в 100 г продукта, яйца, мясо - 230, рыба - 175, горох, фасоль, овсяная крупа - более 200, другие крупы и хлеб - более 100 мг.**
  - **Потребность организма в сере около 1 г в сутки.**
-

III период VI группа гл. подгруппа

${}^1_1p\ 16$   ${}^1_1n\ 16$   $\bar{e}\ 16$

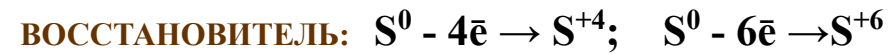
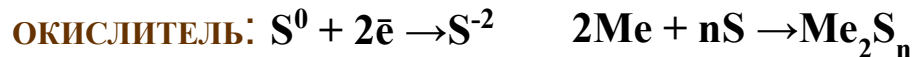


<b>Степени окисления</b>	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
<b>Сера в природе</b>	Простое вещество (самородная сера)		В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)
<b>Получение серы</b>	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		2. 3.
<b>Физические свойства</b>	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха, $t_{пл} = 112,8\ ^\circ C$ , $t_{кип} = 444,674\ ^\circ C$ , не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS <sub>2</sub> и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
<b>Аллотропные модификации серы</b>	РОМБИЧЕСКАЯ $S_8$ 	МОНОКЛИННАЯ $S_8$ игольчатые кристаллы	ПЛАСТИЧЕСКАЯ $S_n$ 

### Применение серы

- производство серной кислоты;
- производство бумаги;
- вулканизация резины;
- получение красителей;
- в сельском хозяйстве – удобрения и ядохимикаты;
- производство лекарственных препаратов;
- производство пороха и спичек и др.

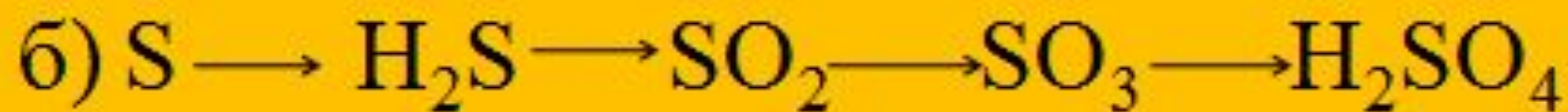
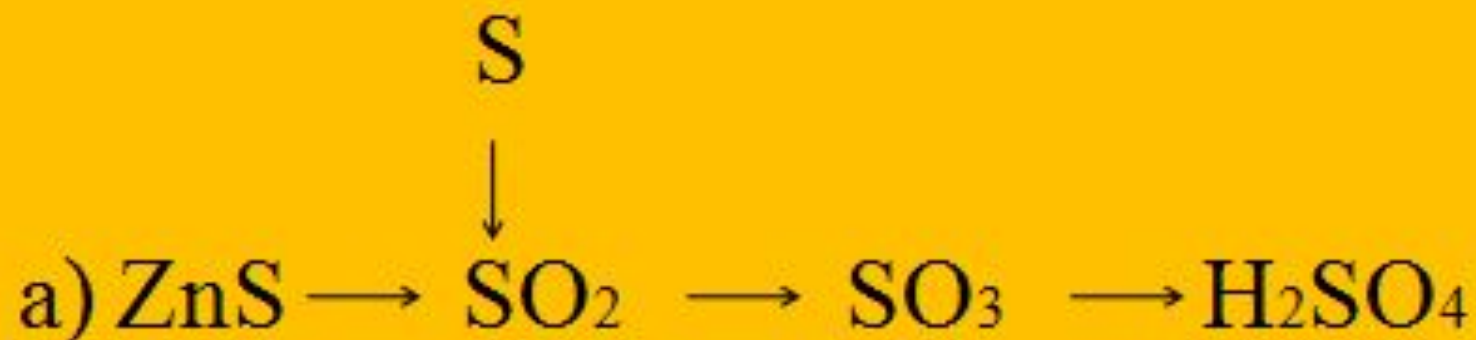
### Химические свойства



#### ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ



Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.



# Задача: Каков объём (н.у.)

- а) сернистого газа получится при обжиге на воздухе 120г пирита  $\text{FeS}_2$ ;
- б) сероводорода получится при обработке 0,88 г сульфида железа (II) соляной кислотой.

# Домашнее задание:

- § 22, 23, задачи

