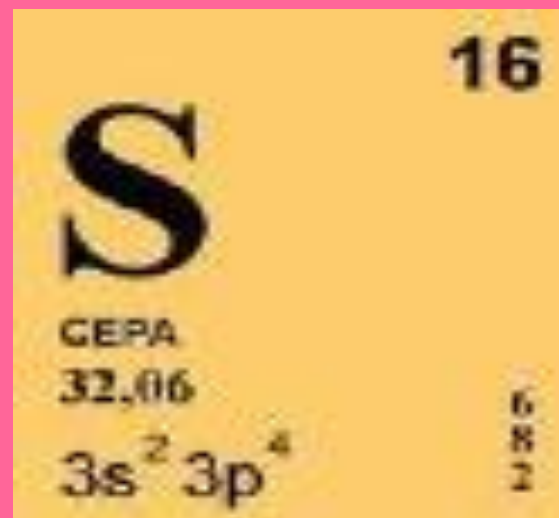


Серра


*Sulfur*



# Историческая справка

- Сера известна человечеству с древних времен, т. к. она в природе встречается в самородном виде. Считалось, что голубое пламя и запах, распространяемый при горении серы, отгоняет демонов.





❏ Сернистый газ использовали для отбеливания тканей. При раскопках Помпеи нашли картину, на которой изображен противень с серой и приспособление для подвешивания над ним материи.

- Кроме того, серу и ее соединения использовали для приготовления косметических средств и для лечения кожных заболеваний..



- ❑ Ее применяли для военных целей. Так в
- ❑ 670 г защитники Константинополя сожгли арабский флот с помощью смеси селитры, угля и серы (“греческий огонь”). Сера также входит в состав черного пороха



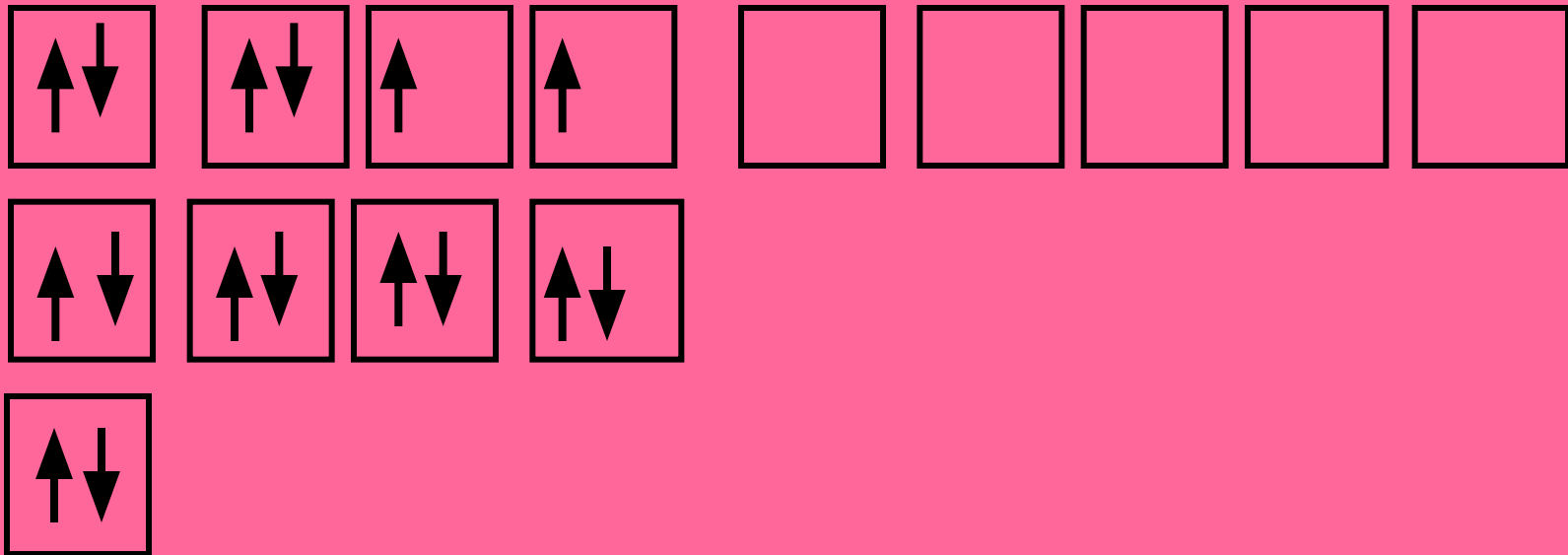
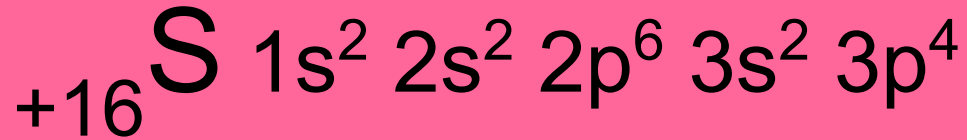
# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 Водород 1,00797													2 Гелий 4,0026
II	2	3 Литий 6,941	4 Бериллий 9,0122	5 Бор 10,811	6 Углерод 12,01115	7 Азот 14,0067	8 Кислород 15,9994	9 Фтор 18,9984							10 Неон 20,180
III	3	11 Натрий 22,9898	12 Магний 24,305	13 Алюминий 26,9815	14 Кремний 28,086	15 Фосфор 30,9738	16 Сера 32,064	17 Хлор 35,453							18 Аргон 39,948
IV	4	19 Калий 39,0983	20 Кальций 40,08	21 Скандий 44,956	22 Титан 47,87	23 Ванадий 50,942	24 Хром 51,996	25 Марганец 54,938	26 Железо 55,847	27 Кобальт 58,9332	28 Никель 58,69				
	5	29 Медь 63,546	30 Цинк 65,39	31 Галлий 69,72	32 Германий 72,59	33 Мышьяк 74,9216	34 Селен 78,96	35 Бром 79,904							36 Криптон 83,80
V	6	37 Рубидий 85,47	38 Стронций 87,62	39 Иттрий 88,905	40 Цирконий 91,22	41 Ниобий 92,906	42 Молибден 95,94	43 Технеций [98]	44 Рутений 101,07	45 Родий 102,905	46 Палладий 106,4				
	7	47 Серебро 107,868	48 Кадмий 112,40	49 Индий 114,82	50 Олово 118,69	51 Сурьма 121,75	52 Теллур 127,60	53 Йод 126,9044							54 Ксенон 131,30
VI	8	55 Цезий 132,905	56 Барий 137,34	57 Лантан 138,91	58 Гафний 178,49	59 Тантал 180,949	60 Вольфрам 183,85	61 Рений 186,2	62 Осмий 190,2	63 Иридий 192,2	64 Платина 195,09				
	9	79 Золото 196,967	80 Ртуть 200,59	81 Таллий 204,37	82 Свинец 207,19	83 Висмут 208,980	84 Полоний [209]	85 Астат [210]							86 Радон [222]
VII	10	87 Франций [223]	88 Радий [226]	89 Актиний [227]	90 Резерфордий [261]	91 Дубний [262]	92 Сиборгий [266]	93 Борий [264]	94 Гассий [269]	95 Мейтнерий [268]	96 Дармштадтий [271]				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR							
ЛАНТАНОИДЫ*		58 Церий 140,12	59 Празмодим 140,907	60 Неодим 144,24	61 Прометий [145]	62 Самарий 150,35	63 Европий 151,96	64 Гадолиний 157,25	65 Тербий 158,924	66 Диброций 162,50	67 Гольмий 164,930	68 Эрбий 167,26	69 Тулий 168,934	70 Иттербий 173,04	71 Лантан 174,99
АКТИНОИДЫ**		90 Торий 232,038	91 Протактиний 231,04	92 Уран 238,03	93 Нептуний [237]	94 Плутоний [244]	95 Америций [243]	96 Кюрий [247]	97 Берклий [247]	98 Калифорний [251]	99 Эйнштейний [252]	100 Фермий [257]	101 Менделеев [258]	102 Нобелий [259]	103 Лоуренсий [261]

# Характеристика серы по ПСХЭ

- +16S
- а) находится в VI группе, главной подгруппе
- б) III период. 3 ряд
- в) неметалл
- г) проявляет степени окисления **-2, 0, +2, +4, +6**
- д) образует кислотные оксиды  $\text{SO}_2$  (сернистый газ) и  $\text{SO}_3$  (серный газ)
- е) этим оксидам соответствуют кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_3$ (сернистая) и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (серная)
- ё) с водородом образует летучее водородное соединение  $\text{H}_2\text{S}$

# Схема расположения электронов на энергитических подуровнях





# Строение молекулы серы

- $S_8$ -молекула серы состоит из 8-и атомов
- связь в молекуле - ковалентная неполярная
- молекула неполярная
- кристаллическая решётка - молекулярная неполярная





## Сера в природе



Самородная

S

Сульфидная

PbS, CuS, ZnS, FeS<sub>2</sub>  
H<sub>2</sub>S

Сульфатная

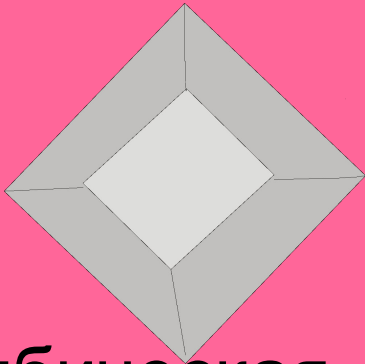
CaSO<sub>4</sub>·2 H<sub>2</sub>O,  
MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O,  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O

# Получение

- а) Самородную серу очищают от примесей песка и глины. Для этого ее расплавляют перегретым водяным паром, в результате жидкая сера легко отделяется от твердых примесей. При затвердевании получается комовая сера, дальнейшую очистку которой проводят перегонкой.
  
- б) Из сульфидов
- □
$$\text{FeS}_2 \xrightarrow{t} \text{FeS} + \text{S}$$
- в) Из сероводорода - неполным окислением
- $$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$$

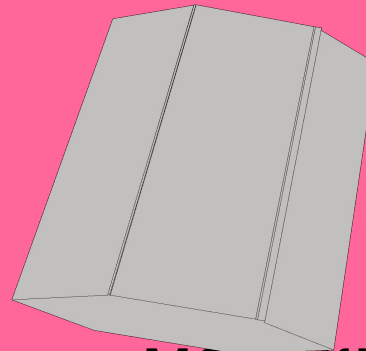
# Физические свойства серы.

- ❑ Сера имеет несколько аллотропных модификаций. Наиболее устойчивы



❑ ромбическая

и



моноклинная.

- ❑ Это кристаллические вещества, которые различаются формой кристаллов и некоторыми физическими свойствами

- ❑ Кристаллы состоят из молекул  $S_8$  (кр. решетка молекулярная – неполярная)
- ❑ ромбическая сера имеет цвет лимонно-желтый,  $t_{пл.} = 112,8^\circ C$ ,
- ❑
- ❑ моноклинная сера имеет цвет темно-желтый  $t_{пл.} = 119,3^\circ C$ ,



□ При быстром охлаждении расплавлено серый образуется ещё одна неустойчивая аллотропная модификация- пластическая сера  $S_n$  , которая легко растягивается подобно резине.

□ S S S S S

□ ..S S S S S S...

□ В воде сера практически нерастворима. Хорошим растворителем для неё является сероуглерод,

□ толуол и некоторые другие вещества.

# СЕРА В ПРИРОДЕ

Самородная сера



Пирит  
 $\text{FeS}_2$



Халькопирит  
 $\text{CuFeS}_2$



Кинноварь  
 $\text{HgS}$



# АЛЛОТРОПНЫЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ СЕРЫ

Моноклинная  
сера



$95,6^\circ\text{C}$



$119^\circ\text{C}$

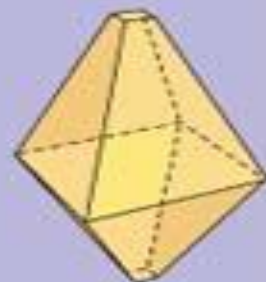
Ромбическая  
сера



$108^\circ$

← Пары серы  
( $\text{S}_2$ )

Пластическая  
сера



# Применение серы

- ❑ Большая часть серы используется для производства серной кислоты.
- ❑ Значительное количество серы расходуется для вулканизации каучука (она повышает его прочность и эластичность). При введении в каучук большого количества серы получают твердый продукт - эбонит, являющийся электроизоляционным материалом.
- ❑ Сера применяется для борьбы с вредителями сельского хозяйства,
- ❑ для изготовления черного пороха,
- ❑ а также в медицине для изготовления мазей против кожных заболеваний.



# Физические свойства

- Твердое кристаллическое вещество желтого цвета, нерастворима в воде, водой не смачивается (плавает на поверхности),  $t^{\circ}\text{кип} = 445^{\circ}\text{C}$

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Сера реагирует со щелочными металлами без нагревания:



с остальными металлами (кроме Au, Pt) - при повышенной  $t^\circ$ :



С некоторыми неметаллами сера образует бинарные соединения:



# Восстановительные свойства сера проявляет в реакциях с сильными окислителями:

- с кислородом:
- $S + O_2 \xrightarrow{t^\circ} S + 4O_2$
- $2S + 3O_2 \xrightarrow{t^\circ; pt} 2S + 6O_3$
- 
- с галогенами (кроме йода):
- $S + Cl_2 \rightarrow S + 2Cl_2$
- 
- с кислотами - окислителями:
- $S + 2H_2SO_4(\text{конц}) \rightarrow 3S + 4O_2 + 2H_2O$
- $S + 6HNO_3(\text{конц}) \rightarrow H_2S + 6O_4 + 6NO_2 + 2H_2O$

# Тиосульфат-ион: степени окисления серы

