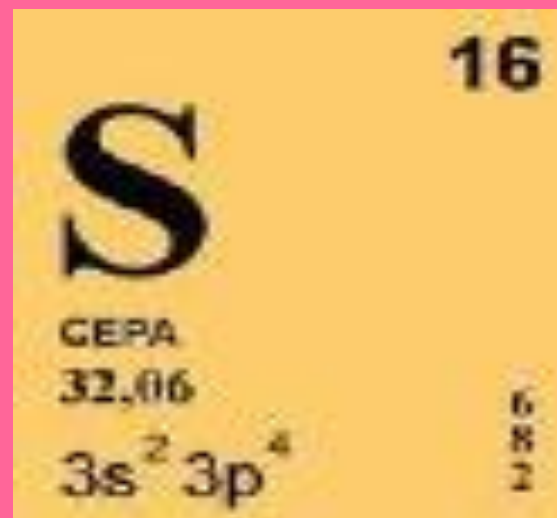


Серра


*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



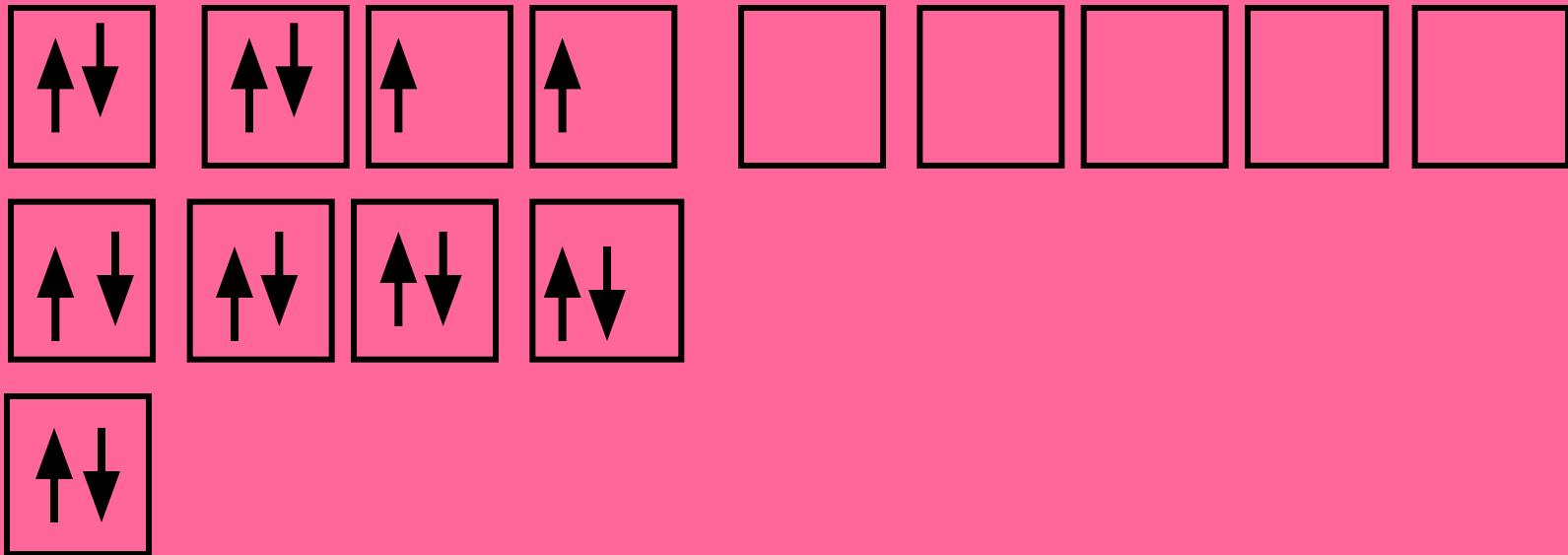
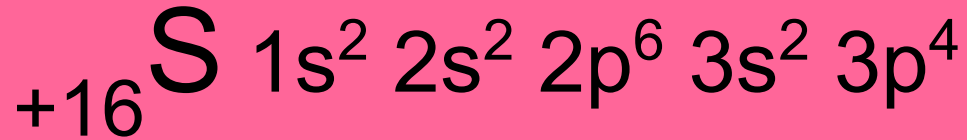
# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 Водород 1,00797 <b>H</b>													2 Гелий 4,0026 <b>He</b>
II	2	3 Литий 6,941 <b>Li</b>	4 Бериллий 9,0122 <b>Be</b>	5 Бор 10,811 <b>B</b>	6 Углерод 12,01115 <b>C</b>	7 Азот 14,0067 <b>N</b>	8 Кислород 15,9994 <b>O</b>	9 Фтор 18,9984 <b>F</b>							10 Неон 20,180 <b>Ne</b>
III	3	11 Натрий 22,9898 <b>Na</b>	12 Магний 24,305 <b>Mg</b>	13 Алюминий 26,9815 <b>Al</b>	14 Кремний 28,086 <b>Si</b>	15 Фосфор 30,9738 <b>P</b>	16 Сера 32,064 <b>S</b>	17 Хлор 35,453 <b>Cl</b>							18 Аргон 39,948 <b>Ar</b>
IV	4	19 Калий 39,0983 <b>K</b>	20 Кальций 40,08 <b>Ca</b>	21 Скандий 44,956 <b>Sc</b>	22 Титан 47,87 <b>Ti</b>	23 Ванадий 50,942 <b>V</b>	24 Хром 51,996 <b>Cr</b>	25 Марганец 54,938 <b>Mn</b>	26 Железо 55,847 <b>Fe</b>	27 Кобальт 58,9332 <b>Co</b>	28 Никель 58,69 <b>Ni</b>				
	5	29 Медь 63,546 <b>Cu</b>	30 Цинк 65,39 <b>Zn</b>	31 Галлий 69,72 <b>Ga</b>	32 Германий 72,59 <b>Ge</b>	33 Мышьяк 74,9216 <b>As</b>	34 Селен 78,96 <b>Se</b>	35 Бром 79,904 <b>Br</b>							36 Криптон 83,80 <b>Kr</b>
V	6	37 Рубидий 85,47 <b>Rb</b>	38 Стронций 87,62 <b>Sr</b>	39 Иттрий 88,905 <b>Y</b>	40 Цирконий 91,22 <b>Zr</b>	41 Ниобий 92,906 <b>Nb</b>	42 Молибден 95,94 <b>Mo</b>	43 Технеций [98] <b>Tc</b>	44 Рутений 101,07 <b>Ru</b>	45 Родий 102,905 <b>Rh</b>	46 Палладий 106,4 <b>Pd</b>				
	7	47 Серебро 107,868 <b>Ag</b>	48 Кадмий 112,40 <b>Cd</b>	49 Индий 114,82 <b>In</b>	50 Олово 118,69 <b>Sn</b>	51 Сурьма 121,75 <b>Sb</b>	52 Теллур 127,60 <b>Te</b>	53 Йод 126,9044 <b>I</b>							54 Ксенон 131,30 <b>Xe</b>
VI	8	55 Цезий 132,905 <b>Cs</b>	56 Барий 137,34 <b>Ba</b>	57 Лантан 138,91 <b>La*</b>	58 Гафний 178,49 <b>Hf</b>	59 Тантал 180,949 <b>Ta</b>	60 Вольфрам 183,85 <b>W</b>	61 Рений 186,2 <b>Re</b>	62 Осмий 190,2 <b>Os</b>	63 Иридий 192,2 <b>Ir</b>	64 Платина 195,09 <b>Pt</b>				
	9	79 Золото 196,967 <b>Au</b>	80 Ртуть 200,59 <b>Hg</b>	81 Таллий 204,37 <b>Tl</b>	82 Свинец 207,19 <b>Pb</b>	83 Висмут 208,980 <b>Bi</b>	84 Полоний [209] <b>Po</b>	85 Астат [210] <b>At</b>							86 Радон [222] <b>Rn</b>
VII	10	87 Франций [223] <b>Fr</b>	88 Радий [226] <b>Ra</b>	89 Актиний [227] <b>Ac**</b>	90 Резерфордий [261] <b>Rf</b>	91 Дубний [262] <b>Db</b>	92 Сиборгий [266] <b>Sg</b>	93 Борий [264] <b>Bh</b>	94 Гассий [269] <b>Hs</b>	95 Мейтнерий [268] <b>Mt</b>	96 Дармштадтий [271] <b>Ds</b>				
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>RO</b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					<b>RH<sub>4</sub></b>	<b>RH<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>R</b>	<b>HR</b>							
ЛАНТАНОИДЫ*		58 Церий 140,12 <b>Ce</b>	59 Празмодим 140,907 <b>Pr</b>	60 Неодим 144,24 <b>Nd</b>	61 Прометий [145] <b>Pm</b>	62 Самарий 150,35 <b>Sm</b>	63 Европий 151,96 <b>Eu</b>	64 Гадолиний 157,25 <b>Gd</b>	65 Тербий 158,924 <b>Tb</b>	66 Диброзий 162,50 <b>Dy</b>	67 Гольмий 164,930 <b>Ho</b>	68 Эрбий 167,26 <b>Er</b>	69 Тулий 168,934 <b>Tm</b>	70 Иттербий 173,04 <b>Yb</b>	71 Лутеций 174,967 <b>Lu</b>
АКТИНОИДЫ**		90 Торий 232,038 <b>Th</b>	91 Протактиний [231,04] <b>Pa</b>	92 Уран 238,03 <b>U</b>	93 Нептуний [237] <b>Np</b>	94 Плутоний [244] <b>Pu</b>	95 Америций [243] <b>Am</b>	96 Кюрий [247] <b>Cm</b>	97 Берклий [247] <b>Bk</b>	98 Калифорний [251] <b>Cf</b>	99 Эйнштейний [252] <b>Es</b>	100 Фермий [257] <b>Fm</b>	101 Менделеев [258] <b>Md</b>	102 Нобелий [259] <b>No</b>	103 Лоуренсий [261] <b>Lr</b>

# 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  $\text{H}_2\text{S}$

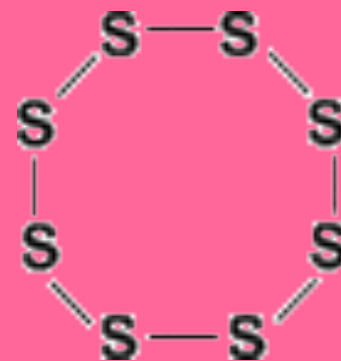
# Схема расположения электронов на энергитических подуровнях





# 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

Сульфидная

Сульфатная

S

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

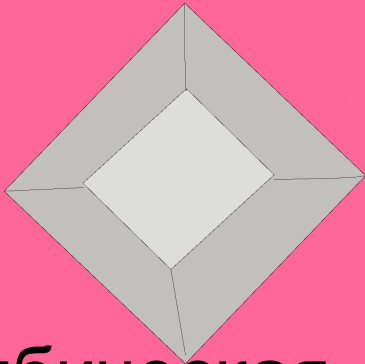
CaSO<sub>4</sub>·2 H<sub>2</sub>O,  
MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O,  
Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O

# 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
- $$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$$

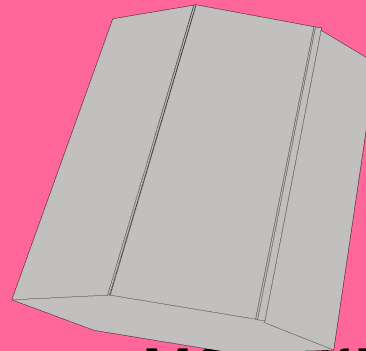
# Физические свойства серы.

- ❑ 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.



- 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  
 $\text{HgS}$

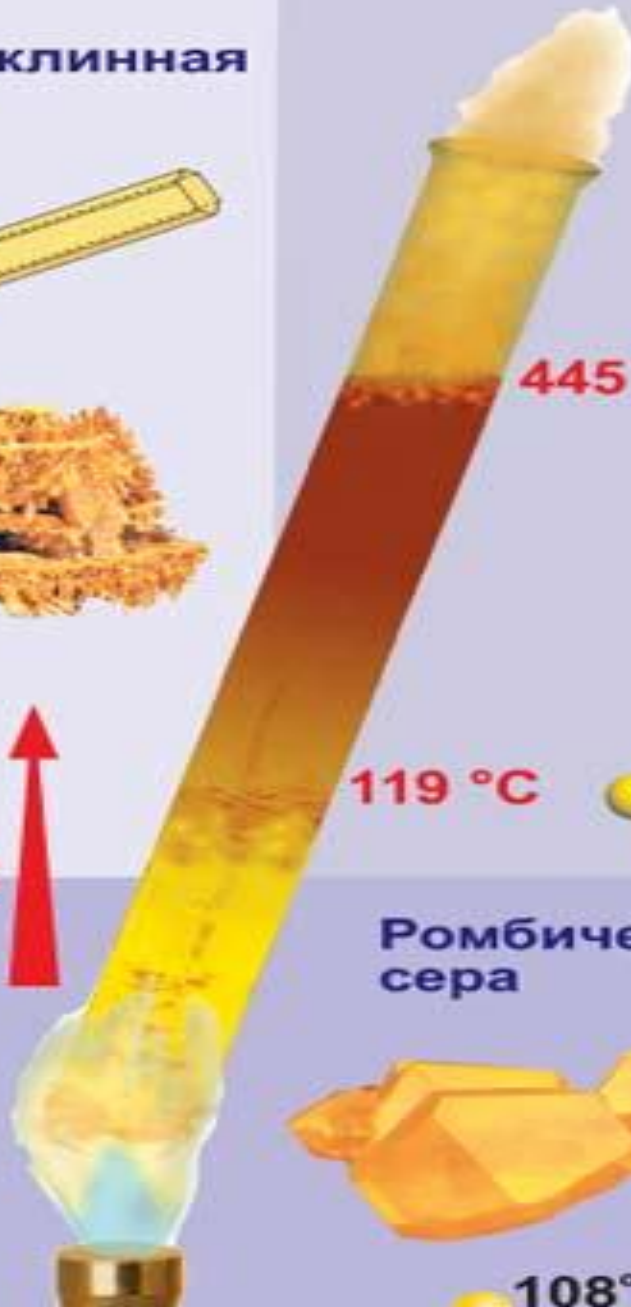


# АЛЛОТРОПНЫЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ СЕРЫ

Моноклинная  
сера



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



← Пары серы  
( $\text{S}_2$ )

Пластическая  
сера

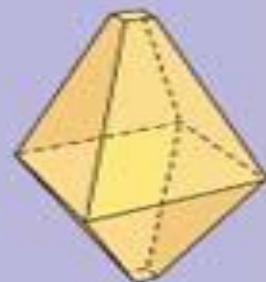


$445^\circ\text{C}$



$119^\circ\text{C}$

Ромбическая  
сера



$108^\circ$



# 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

