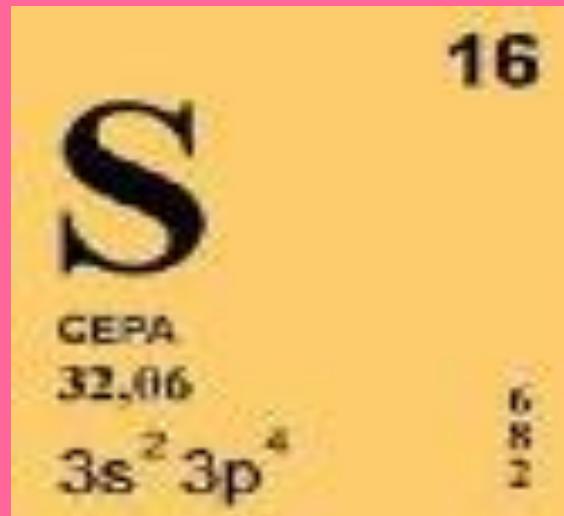


СУЛЬФУР

... или просто СЕРА



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

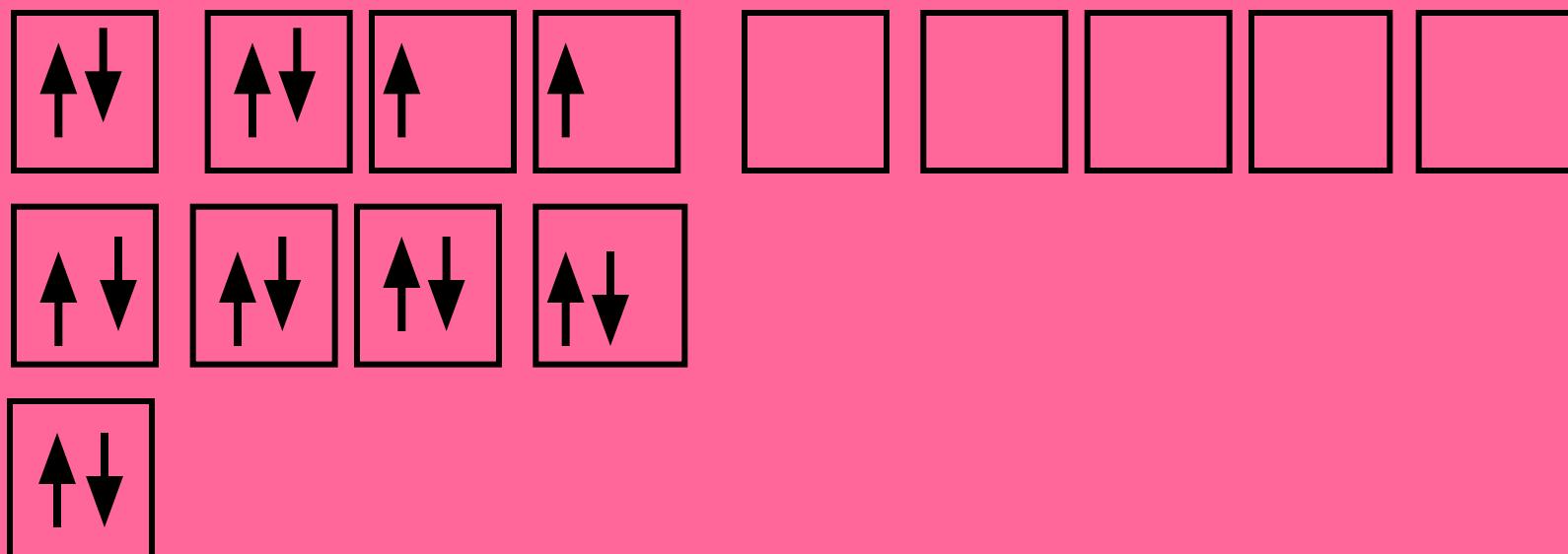
ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
I	1	¹ Водород 1.00797	² Литий 6.941	³ Бериллий 9.0123	⁴ Бор 10.811	⁵ Углерод 12.01115	⁶ Азот 14.0067	⁷ Кислород 15.9994	⁸ Фтор 18.9984	⁹ Гелий 4.0026			
II	2	¹⁰ Натрий 22.98985	¹¹ Магний 24.305	¹² Алюминий 26.98115	¹³ Силиций 28.086	¹⁴ Кремний 30.9738	¹⁵ Фосфор 31.9738	¹⁶ Сера 32.064	¹⁷ Хлор 35.453	¹⁸ Неон 20.180			
III	3	¹⁹ Калий 39.09835	²⁰ Кальций 40.08	²¹ Скандиний 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	¹⁸ Аргон 39.949	
IV	4	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 Криpton 83.80				
	5	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 96.901	⁴⁴ Рутений 101.07	⁴⁵ Родий 102.905	⁴⁶ Палладий 106.4	¹⁴ Хеонон 131.30	
V	6	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 Иод 128.9044	⁵⁴ Ковонон 131.30				
	7	⁵⁵ Цезий 132.905	⁵⁶ Барий 137.34	⁵⁷ Лантан 138.91	⁵⁸ Гафний 178.49	⁵⁹ Тантал 180.948	⁶⁰ Вольфрам 183.85	⁶¹ Рений 186.2	⁶² Оsmий 190.2	⁶³ Иридий 192.2	⁶⁴ Платина 195.09	⁸⁶ Радон (222)	
VI	8	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)				
	9	⁸⁷ Франций (223)	⁸⁸ Радий (226)	⁸⁹ Актиний (227)	⁹⁰ Рf (Радиофторий (241))	⁹¹ Db (Дубий (262))	⁹² Sg (Сиборий (266))	⁹³ Bh (Борий (264))	⁹⁴ Hs (Гасий (269))	⁹⁵ Mt (Мактнерий (271))	⁹⁶ Ds (Дарштадтский (271))	⁸⁶ Радон (222)	
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH_4	RH_3	H_2R	HR					
ЛАНТАНОИДЫ*		⁵⁸ Церий 140.92	⁵⁹ Празеодим 140.907	⁶⁰ Неодим 144.24	⁶¹ Прометий 145.0	⁶² Самарий 150.35	⁶³ Европий 151.95	⁶⁴ Гадолиний 157.25	⁶⁵ Тербий 158.924	⁶⁶ Диброзий 162.55	⁶⁷ Гольмий 164.930	⁶⁸ Эрбий 167.26	⁶⁹ Темий 168.934
АКТИНОИДЫ**		⁹⁰ Торий 232.038	⁹¹ Протактиний 231.04	⁹² Уран 238.03	⁹³ Нептуний (237)	⁹⁴ Плутоний (244)	⁹⁵ Америй (243)	⁹⁶ Кордиев (247)	⁹⁷ Берклиев (247)	⁹⁸ Калифорний (251)	⁹⁹ Экиндейий (257)	¹⁰⁰ Фермий (257)	¹⁰¹ Макдональдий (256)
											¹⁰² Нобелий (259)	¹⁰³ Люренсий (262)	

Характеристика серы по ГСХЭ

- +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 SO₂ (сернистый газ) и SO₃ (серный газ)
- е) этим оксидам соответствуют кислоты H₂SO₃(сернистая) и H₂SO₄(серная)
- ё) с водородом образует летучее водородное соединение H₂S

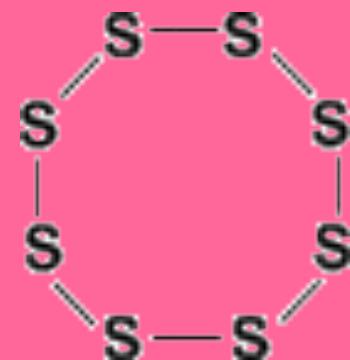
Схема расположения электронов на энергетических подуровнях

$+16 \text{S } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$



Строение молекулы серы

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



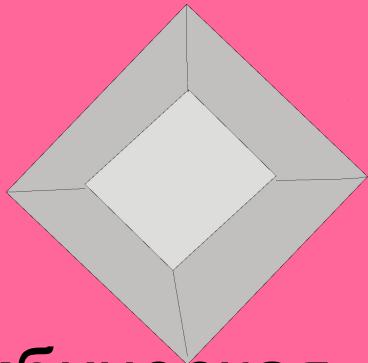


Получение

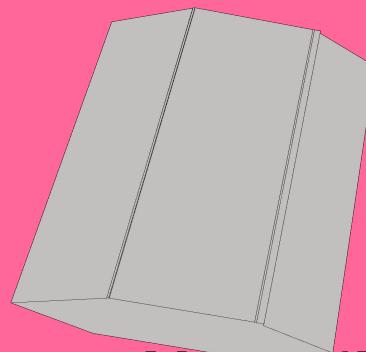
- а) Самородную серу очищают от примесей песка и глины. Для этого ее расплавляют перегретым водяным паром, в результате жидкую серу легко отделяется от твердых примесей. При затвердевании получается комовая сера, дальнейшую очистку которой проводят перегонкой.
- б) Из сульфидов
- t
- $\text{FeS}_2 \Rightarrow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

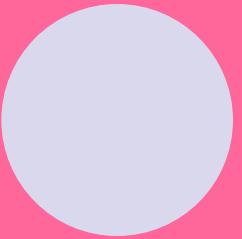
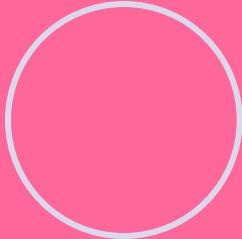
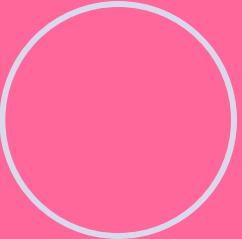


и



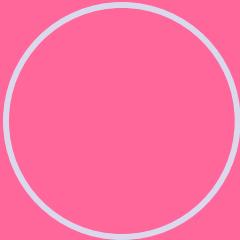
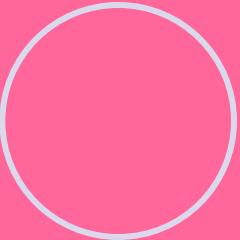
- ромбическая и моноклинная.

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



- Кристаллы состоят из молекул S₈(кр. решетка молекулярная –неполярная)
- ромбическая сера имеет цвет лимонно-желтый, tпл.=112,8С,
-
- моноклинная сера имеет желтый tпл.=119.3С,





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

S 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
 FeS_2



Халькопирит
 CuFeS_2

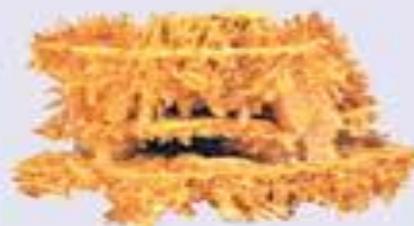
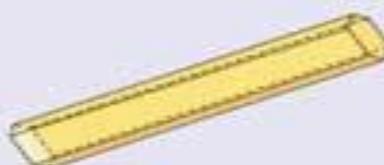


Киноварь
 HgS



АЛЛОТРОПНЫЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ СЕРЫ

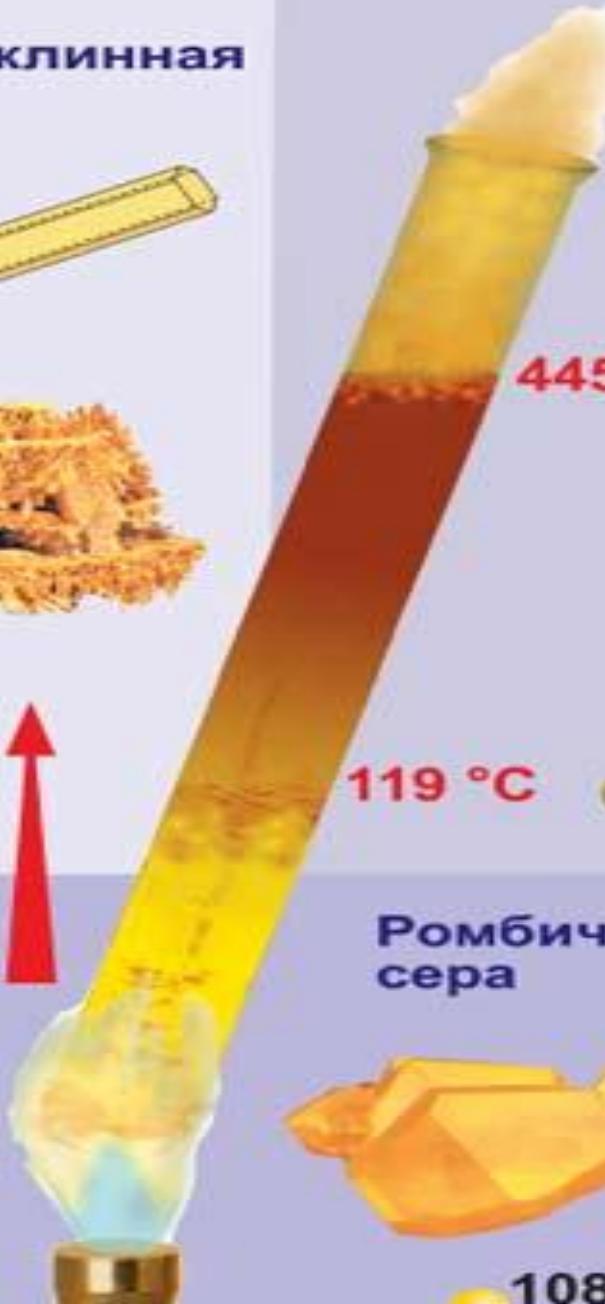
Моноклинная
сера



95,6 °C



119 °C



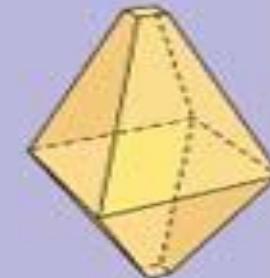
445 °C

← Пары серы
(S_2)

Пластическая
сера



Ромбическая
сера



108°



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 - эbonит, 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:
- $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{S}$
- с остальными металлами (кроме Au, Pt) - при повышенной t° :
- $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{-t^\circ} \text{Al}_2\text{S}_3$
- $\text{Zn} + \text{S} \xrightarrow{-t^\circ} \text{ZnS}$
- С некоторыми неметаллами сера образует бинарные соединения:
- $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{S}$
- $2\text{P} + 3\text{S} \xrightarrow{\quad} \text{P}_2\text{S}_3$
- $\text{C} + 2\text{S} \xrightarrow{\quad} \text{CS}_2$

Восстановительные свойства сера проявляет в реакциях с сильными окислителями:

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

Тиосульфат-ион: степени окисления серы

