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"

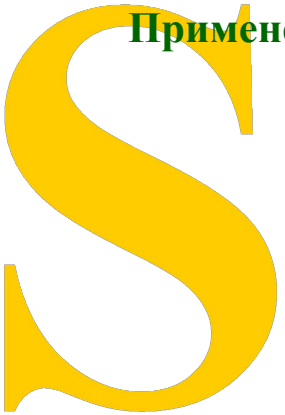
Новый и Ветхий заветы живописуют это вещество как источник тепла при термообработке грешников в аду.

СЕРА

Сера в природе	
Получение серы	
Физические свойства	
Аллотропные модификации серы	

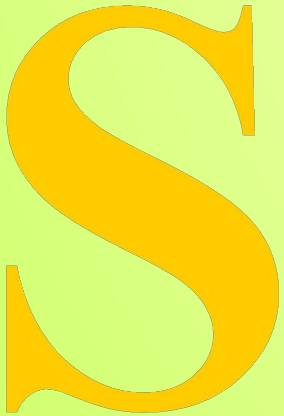
Применение серы

Химические свойства



Чтобы изучить свойства вещества необходимо знать его электронное строение

Лайнус Полинг



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

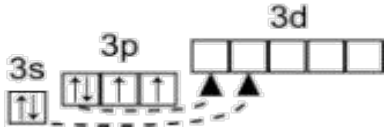
S (+16) 2ē 8ē 6ē $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$

СЕРА

Ar (S)=32

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

неметалл



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

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

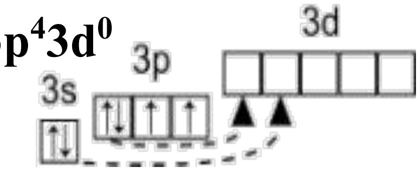
$^{1}_{1}p$ 16 $^{1}_{1}n$ 16 $\bar{e}$ 16

S (+16)))) 2ē 8ē 6ē

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$

Ar (S)=32

неметалл



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

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).**

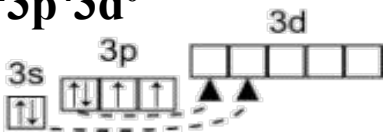
$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$$

III период VI группа гл. подгруппа

СЕРА

S +16))) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$

2ē 8ē 6ē



$^{1}_{1}p$ 16 $^{1}_{1}n$ 16 $\bar{e}$ 16

Ar (S)=32

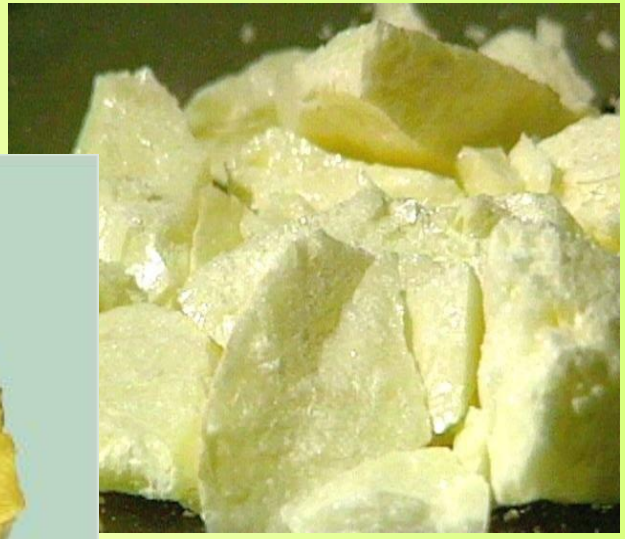
неметалл

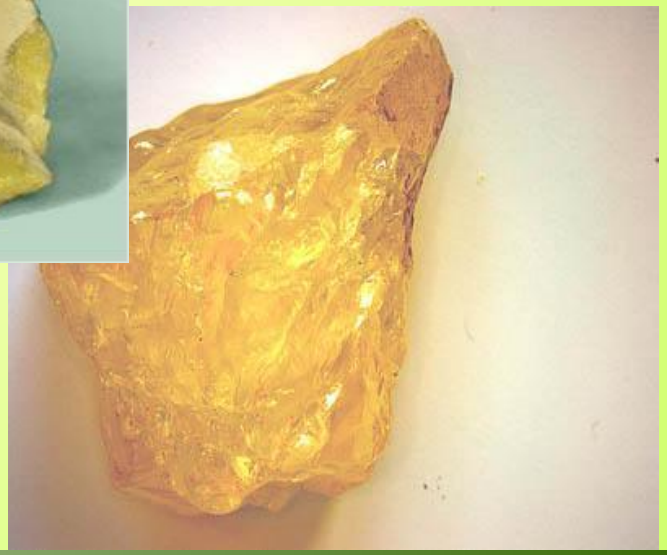
Степени окисления	**-2** **окислитель**	**0; +2; +4** **окислительно-восстановительная двойственность**	**+6** **восстановитель**
Сера в природе	**Простое вещество (самородная сера)**	**В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)**	
Получение серы	**1. Промышленный метод - выплавление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

Применение серы:

Химические свойства:

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СЕРА





III период VI группа гл. подгруппа

СЕРА

S^{+16} 2ē 8ē 6ē $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$

$^{1}_{1}p$ 16 $^{1}_{1}n$ 16 $\bar{e}$ 16

Ar (S)=32

неметалл

Степени окисления	**-2** **окислитель**	**0; +2; +4** **окислительно-восстановительная двойственность**	**+6** **восстановитель**
Сера в природе	**Простое вещество (самородная сера)**	**В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)**	
Получение серы	**1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. 2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. 3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода)** $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
Физические свойства:	**Светло-желтое хрупкое твердое вещество, имеет специфический запах,** $t_{пл} = 112{,}8\ °C$, $t_{кип} = 444{,}674\ °C$, **не смачивается водой, растворима в органических растворителях (**CS_2 **и др.). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.**		
Аллотропные модификации серы			

Применение серы:

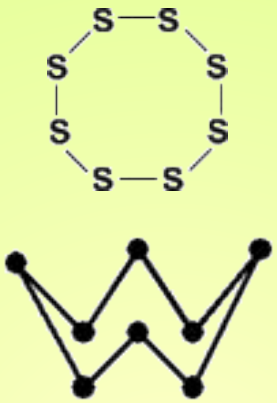
Химические свойства:

АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЕРЫ

МОНОКЛИННАЯ СЕРА

S_8 Игольчатые кристаллы, пл. = 119°С; ρ = 1,96 г/см3. Устойчива при температуре более 96°С.

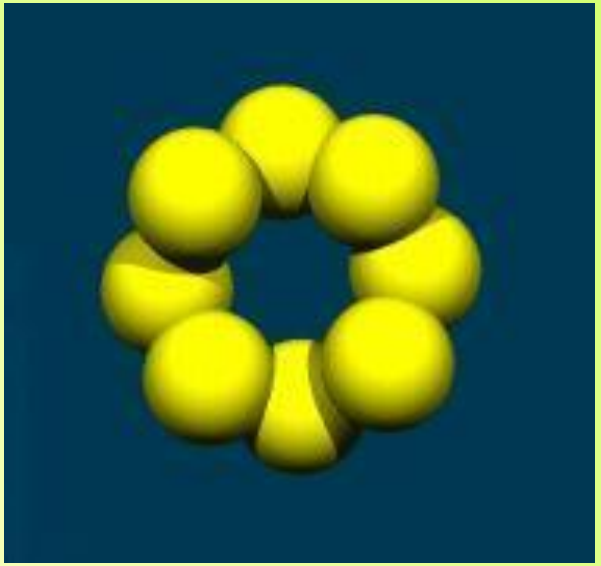
t°



РОМБИЧЕСКАЯ СЕРА

S_8, t°пл. = 113°С; ρ = 2,07 г/см3. Наиболее устойчивая модификация.

S

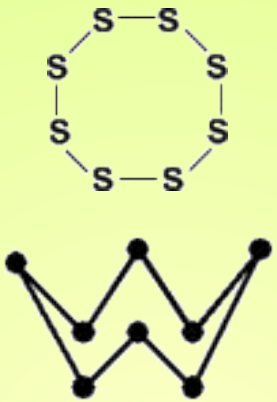


АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЕРЫ

МОНОКЛИННАЯ СЕРА

S_8 Игольчатые кристаллы, пл. = 119°С; ρ = 1,96 г/см3. Устойчива при температуре более 96°С.

t°

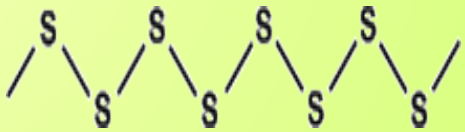


РОМБИЧЕСКАЯ СЕРА

S_8, t°пл. = 113°С; ρ = 2,07 г/см3. Наиболее устойчивая модификация.

ПЛАСТИЧЕСКАЯ СЕРА

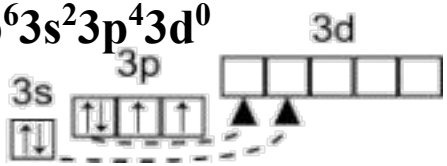
S_n



Коричневая резиноподобная масса. Неустойчива, при затвердевании превращается в ромбическую

III период VI группа гл. подгруппа

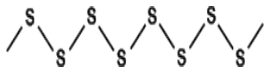
СЕРА **S** +16 (2ē 8ē 6ē) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$



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

Ar (S)=32

неметалл

Степени окисления	**-2** **окислитель**	**0; +2; +4** **окислительно-восстановительная двойственность**	**+6** **восстановитель**
Сера в природе	**Простое вещество (самородная сера)**	**В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)**	
Получение серы	**1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. 2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. 3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода)** $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
Физические свойства:	**Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха,** $t_{пл}$ **= 112,8 °C,** $t_{кип}$ **= 444,674 °C, не смачивается водой (флотация), растворима в органических растворителях (**CS_2 **и др..). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.**		
Аллотропные модификации серы	**РОМБИЧЕСКАЯ** S_8**;**	**МОНОКЛИННАЯ** *игольчатые кристаллы;* S_8	**ПЛАСТИЧЕСКАЯ** *Sn* 

Применение серы:

Химические свойства:

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МЕТАЛЛАМИ

$Hg^0 + S^0 = Hg^{+2}S^{-2}$ (2e) (при н.у. медленно)

$2Al + 3S = Al_2S_3$ (150-200° С)

$2Na + S = Na_2S$ (выше 130° С)

$Ca + S = CaS$ (150° С)

$Fe + S = FeS$ (600-950° С)

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С НЕМЕТАЛЛАМИ

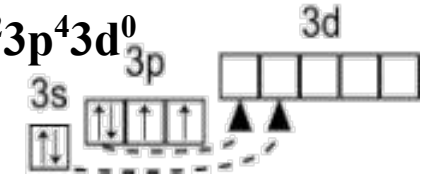
$$H_2^{0} + S^{0} = H_2^{+1}S^{-2}$$ (2e)

(150-200° С)

$$C + 2S = CS_2$$

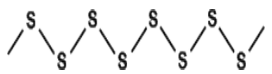
(700-800°С)

III период VI группа гл. подгруппа **СЕРА** S +16 (2ē 8ē 6ē) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$



$^1_1$p 16 $^1_1$n 16 ē 16

Ar (S)=32 **неметалл**

Степени окисления	**-2** **окислитель**	**0; +2; +4** **окислительно-восстановительная двойственность**	**+6** **восстановитель**
Сера в природе	**Простое вещество (самородная сера)**	**В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)**	
Получение серы	**1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. 2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. 3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода)** $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
Физические свойства:	**Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха,** $t_{пл}$ **= 112,8 °C,** $t_{кип}$ **= 444,674 °C, не смачивается водой, растворима в органических растворителях (**CS_2 **и др..). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.**		
Аллотропные модификации серы	**РОМБИЧЕСКАЯ** S_8	**МОНОКЛИННАЯ** S_8 ***игольчатые кристаллы;***	**ПЛАСТИЧЕСКАЯ** S_n 

Применение серы:

Химические свойства:

ОКИСЛИТЕЛЬ: $S^0 + 2ē \rightarrow S^{-2}$ $2Me + nS \rightarrow Me_2S_n$

$H_2 + S = H_2S$ $C + S = CS_2$

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С НЕМЕТАЛЛАМИ

$$\overset{0}{H_2} + \overset{0}{S} = \overset{+1\ -2}{H_2S} \quad (2e)$$

(150-200° С)

$$C + 2S = CS_2$$

(700-800°С)

$$\overset{0}{S} + \overset{0}{O_2} = \overset{+4\ -2}{SO_2} \quad (4e)$$

(280-360°С)

$$S + 3F_2 = \overset{+6\ -1}{SF_6}$$

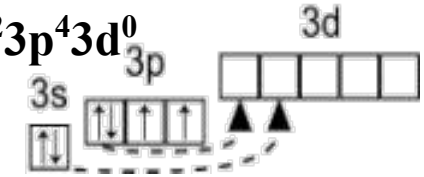
(комн.)

III период VI группа гл. подгруппа

СЕРА

S^{+16}))) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$

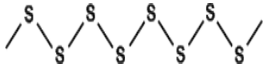
2ē 8ē 6ē



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

Ar (S)=32

неметалл

Степени окисления	-2 окислитель	0; +2; +4 окислительно-восстановительная двойственность	+6 восстановитель
Сера в природе	Простое вещество (самородная сера)	В составе сложных веществ (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)	
Получение серы	1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. 2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. 3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода) $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
Физические свойства:	Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха, $t_{пл}$ = 112,8 °C, $t_{кип}$ = 444,674 °C, не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS_2 и др..). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.		
Аллотропные модификации серы	РОМБИЧЕСКАЯ S_8	МОНОКЛИННАЯ S_8 *игольчатые кристаллы;*	ПЛАСТИЧЕСКАЯ S_n 

Применение серы:

Химические свойства:

ОКИСЛИТЕЛЬ: $S^0 + 2\bar{e} \rightarrow S^{-2}$ $2Me + nS \rightarrow Me_2S_n$

$H_2 + S = H_2S$ $C + S = CS_2$

ВОССТАНОВИТЕЛЬ: $S^0 - 4\bar{e} \rightarrow S^{+4}$; $S^0 - 6\bar{e} \rightarrow S^{+6}$

$S + O_2 = SO_2$ $S + F_2 = SF_6$

$S + 6HNO_3$ (конц.) $= H_2SO_4 + 6NO_2\uparrow + 2H_2O$

ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ

$3S^0 + 6KOH$(конц.) $= 2K_2S^{-2} + K_2S^{+4}O_3 + 3H_2O$

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.**

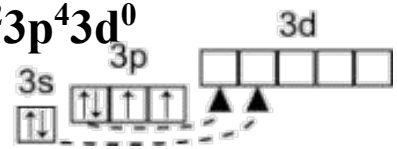
СЕРА

III период VI группа гл. подгруппа

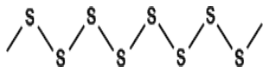
$^{1}_{1}p$ 16 $^{1}_{1}n$ 16 $\bar{e}$ 16

Ar (S)=32

S +16))) 2ē 8ē 6ē $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^0$



неметалл

Степени окисления	**-2** окислитель	**0; +2; +4** окислительно-восстановительная двойственность	**+6** восстановитель
Сера в природе	**Простое вещество** (самородная сера)	**В составе сложных веществ** (сульфаты, сульфиды, в составе орг. в-в)	
Получение серы	**1. Промышленный метод - выплавление из руды с помощью водяного пара. 2. Добыча руды открытым способом с последующим отделением серы. 3. Неполное окисление сероводорода (при недостатке кислорода)** $2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$		
Физические свойства	**Светло-желтое хрупкое твердое вещество, в чистом виде без запаха,** $t_{пл} = 112{,}8\ °C$, $t_{кип} = 444{,}674\ °C$, **не смачивается водой, растворима в органических растворителях (CS_2 и др..). Имеет молекулярную кристаллическую решётку.**		
Аллотропные модификации серы	РОМБИЧЕСКАЯ S_8	МОНОКЛИННАЯ S_8 *игольчатые кристаллы*	ПЛАСТИЧЕСКАЯ S_n 

Применение серы

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

Химические свойства

ОКИСЛИТЕЛЬ: $S^0 + 2\bar{e} \rightarrow S^{-2}$ $2Me + nS \rightarrow Me_2S_n$

$H_2 + S = H_2S$ $C + S = CS_2$

ВОССТАНОВИТЕЛЬ: $S^0 - 4\bar{e} \rightarrow S^{+4}$; $S^0 - 6\bar{e} \rightarrow S^{+6}$

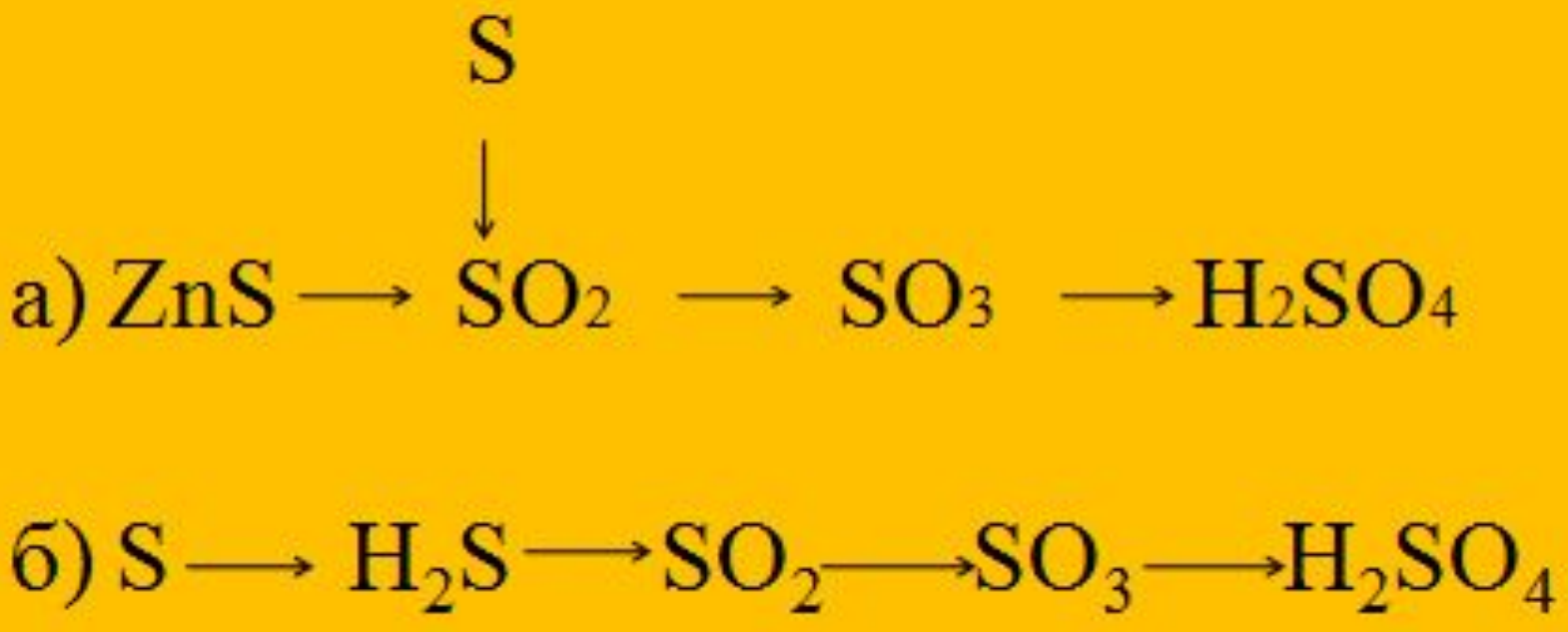
$S + O_2 = SO_2$ $S + F_2 = SF_6$

$S + 6HNO_3\,(конц.) = H_2SO_4 + 6NO_2\uparrow + 2H_2O$

ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ

$3S^0 + 6KOH(конц.) = 2K_2S^{-2} + K_2S^{+4}O_3 + 3H_2O$

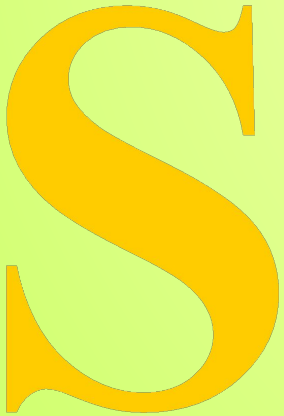
Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.



Задача: Каков объём (н.у.)

а) сернистого газа получится при обжиге на воздухе 120г пирита FeS_2;

б) сероводорода получится при обработке 0,88 г сульфида железа (ll) соляной кислотой.

Домашнее задание:

- § 22, 23, задачи