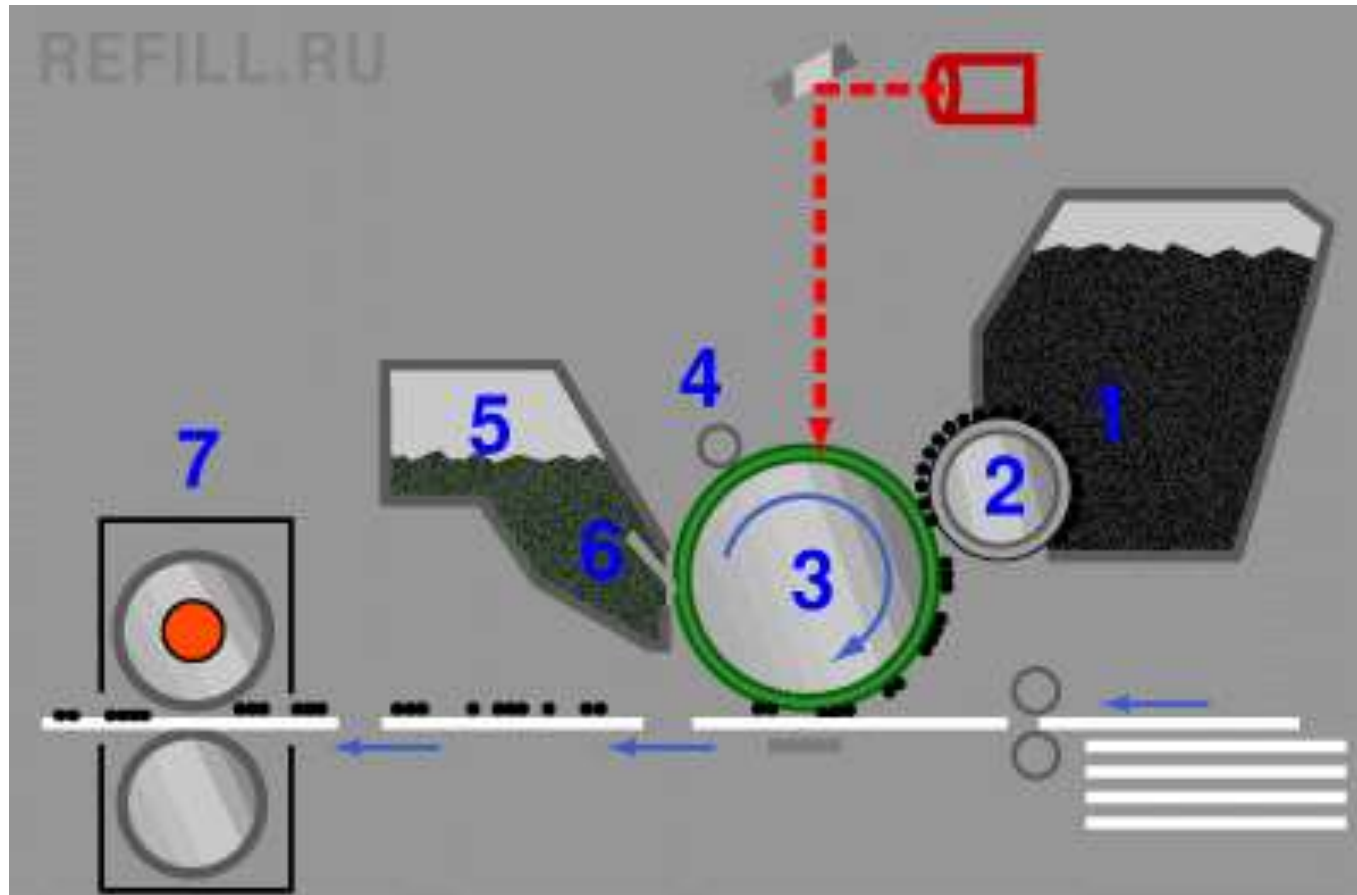


**Сера, селен, теллур
элементы VIA подгруппы
(халькогены – «рождающие руды»)
(2)**

Лекция курса
«Общая и неорганическая химия»
для 11-х классов СУНЦ

Селен. Принцип работы лазерного принтера



1. Тонер
2. Магнитный барабан
3. Фоторецептор
5. «Отработка»
6. Ракель (нож, лезвие)
7. Фьюзер, "печка"

KCl - хлорид калия

H_2S - серный водород

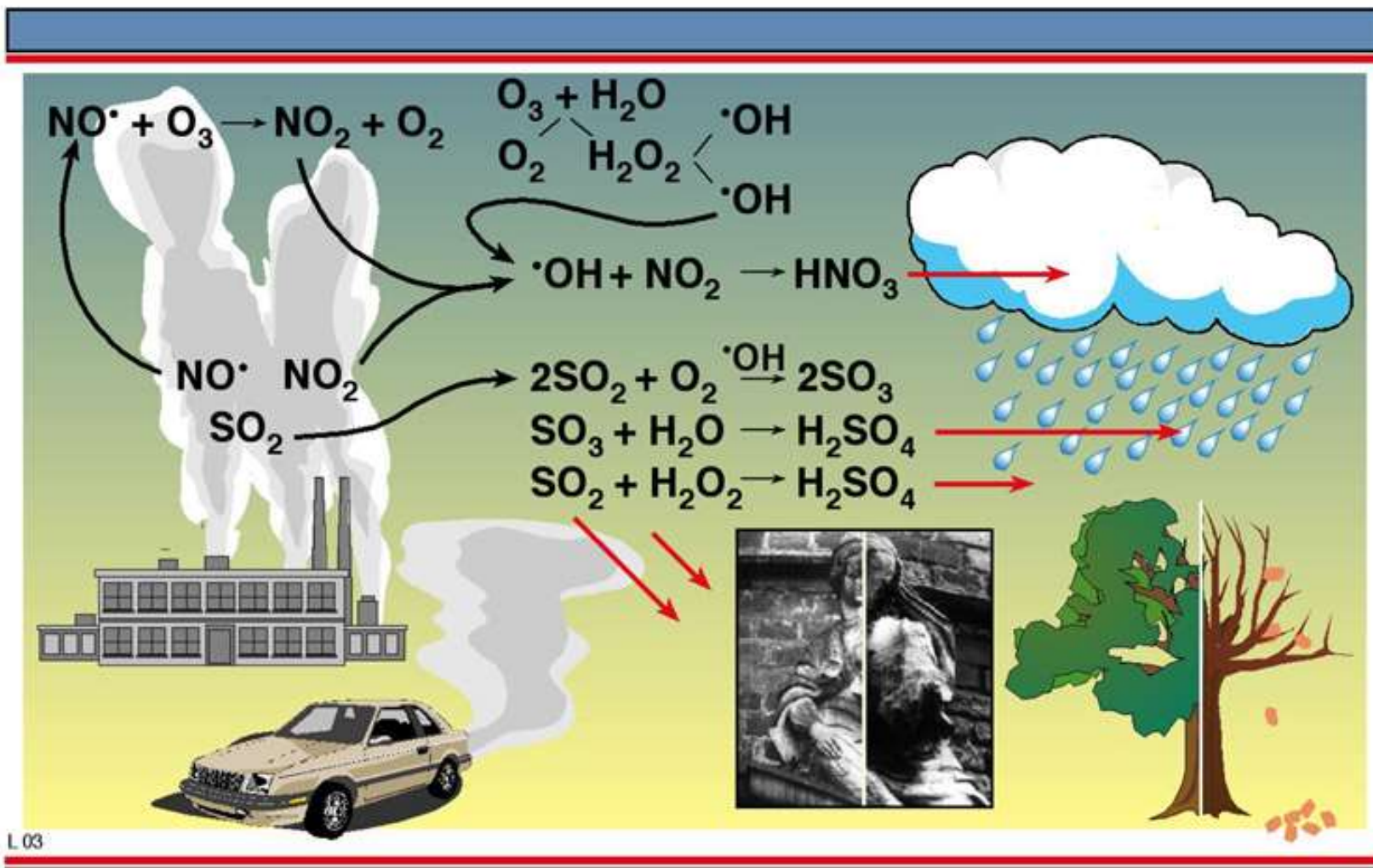
H_2SO_4 - сернистая кислота

Сульфат Na_2SO_4

Сульфит Na_2SO_3

Сульфид Na_2S

Источники кислотных дождей



Производство серной кислоты

1) Обжиг сульфидной руды (на примере халькопирита):



2) Каталитическое (V_2O_5) окисление сернистого газа:



3) Поглощение серного ангидрида олеумом ($\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3$)

4) Разбавление олеума:



Важнейшие химические продукты в 1990 г [*]

Сталь (Fe)	742 млн.т	Водород H₂	40
Кокс (C)	361	Едкий натр NaOH	36,5
Серная кислота H₂SO₄	136	Сера S	33
Сахар C₁₂H₂₂O₁₁	110	Кальцинированная сода Na₂CO₃	30,5
Негашеная известь CaO	109	Азотная кислота HNO₃	27,4
Аммиак NH₃	97,3	Полиэтилен (CH₂)_n	25,5
Этанол C₂H₅OH	90	Фосфорная кислота H₃PO₄	25
Хлор Cl₂	47	Алюминий Al	23,2
Этилен C₂H₄	46,7	Соляная кислота HCl	12

*Энциклопедия Аванта+, том.17, Химия, М. 2000, стр. 565

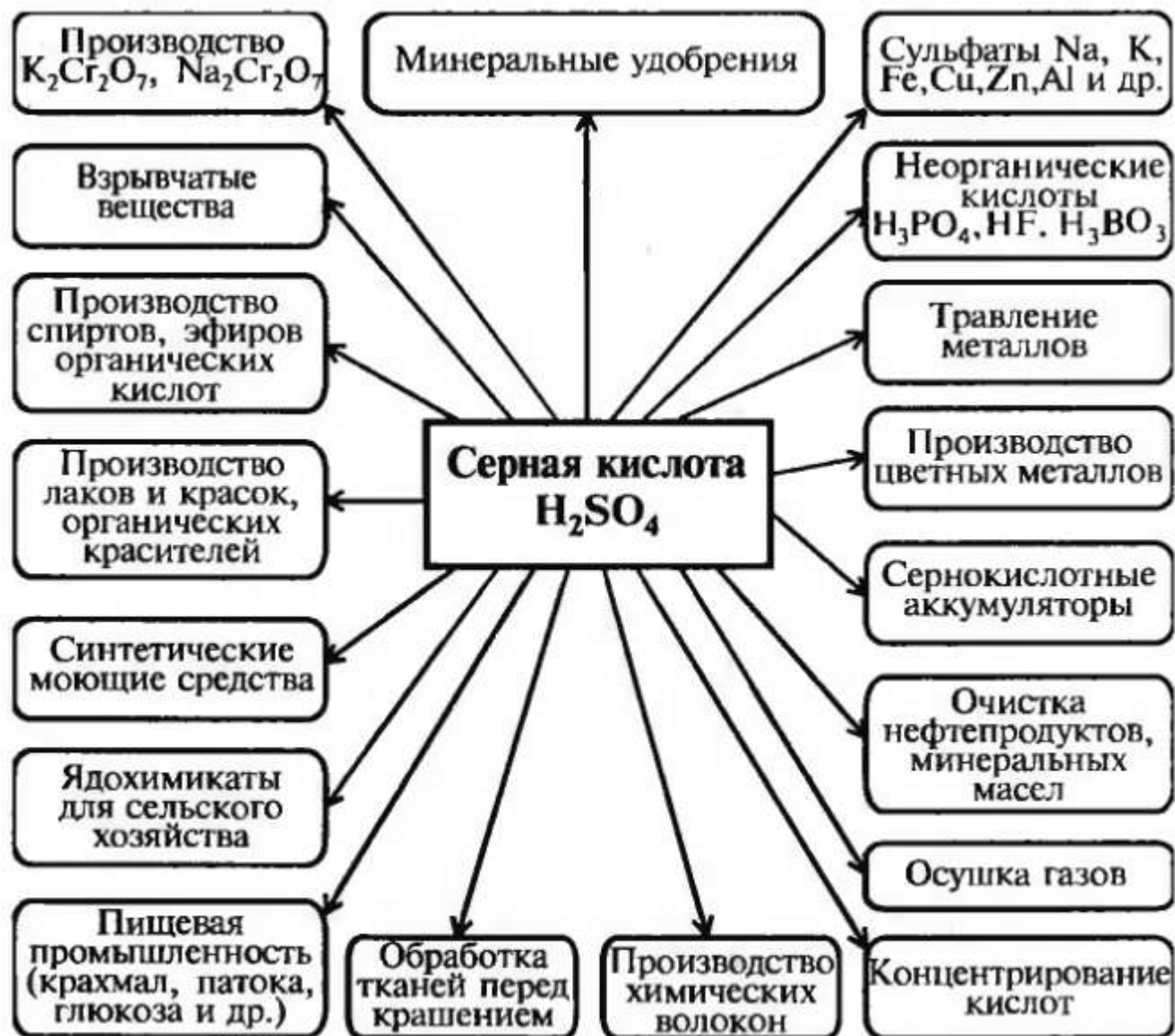
Аждваэсочетыре



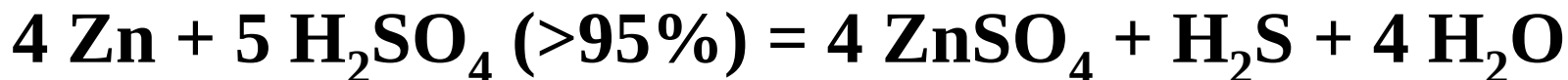
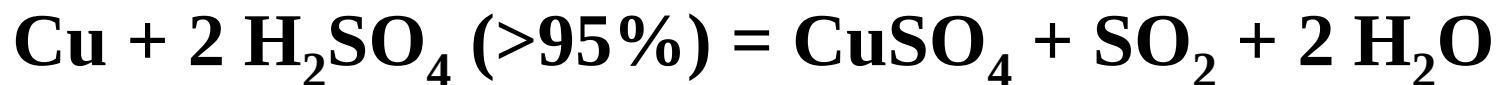


«Образ химии глазами НЕхимика» Анна Исаева, СУНЦ МГУ, выпуск 2003

Применение серной кислоты

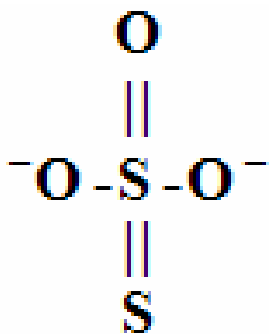


Серная кислота. Сера - окислитель

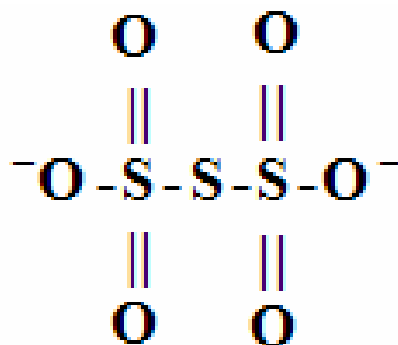


Дегидратирующее действие серной кислоты

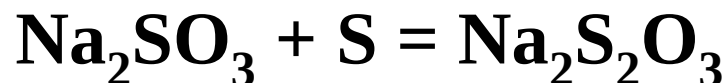
Тиосерные кислоты



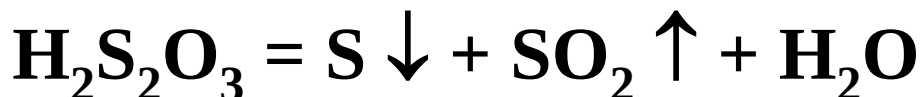
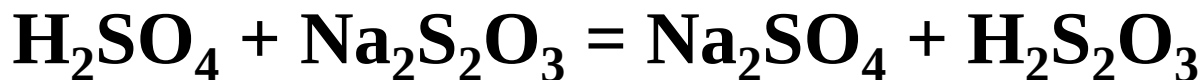
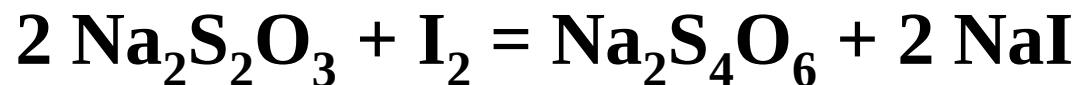
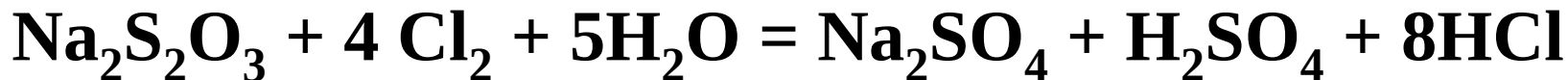
тиосульфат



трисионат



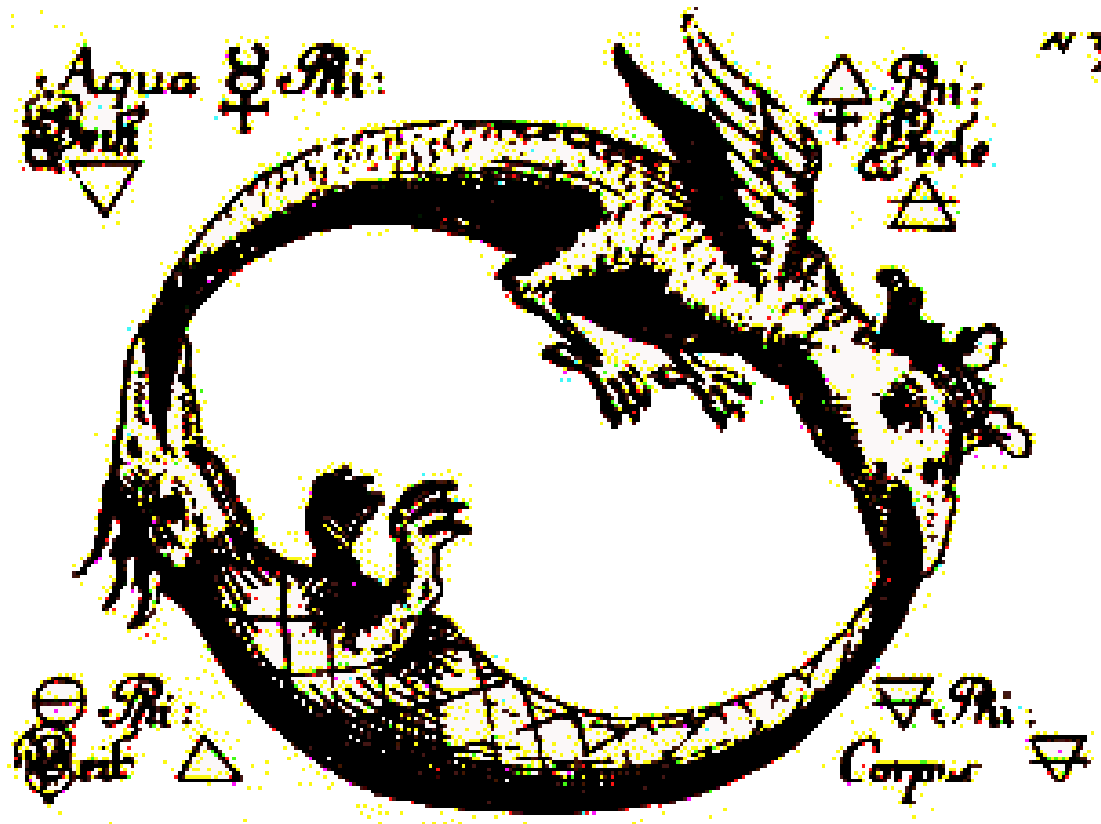
“Антихлор”:



Круговорот серы в природе



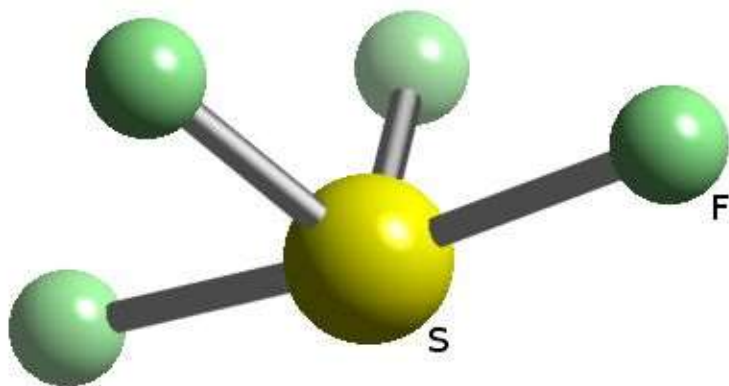
Рис. 1. Круговорот серы в природе



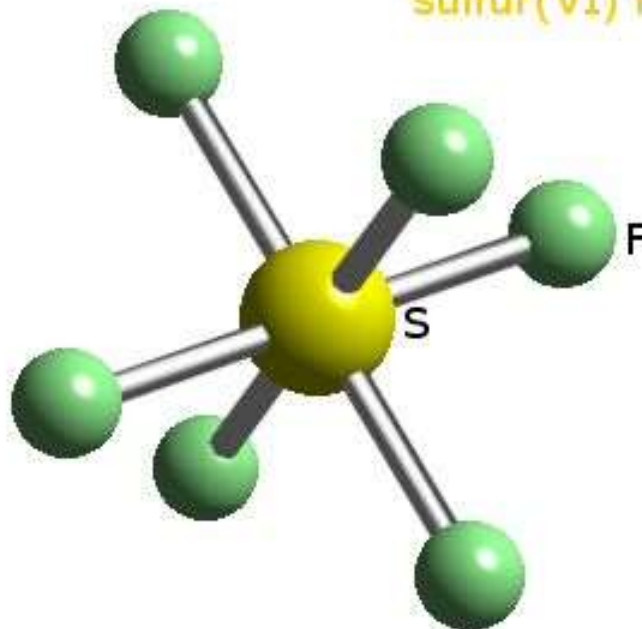
Сера и ртуть рассматриваются как отец и мать металлов. При их соединении образуются различные металлы. Сера обуславливает изменчивость и горючесть металлов, а ртуть твердость, пластичность и блеск. Сера - бескрылый змей, ртуть - крылатый. Если алхимику удавалось соединить оба принципа, то он получал первоматерию.

Строение SF_4 ($6+4=10\text{e}$, 5 е-пар) и SF_6 ($6+6=12\text{e}$, 6 е-пар)

sulfur(IV) fluoride



sulfur(VI) fluoride



Высшие кислородные кислоты серы, селена, теллура

Кислота	Серная	Селеновая	Теллуровая
Формула	H_2SO_4	H_2SeO_4	H_6TeO_6
K_1 дисс	$> 10^3$	$> 10^3$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
K_2 исс	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-11}$

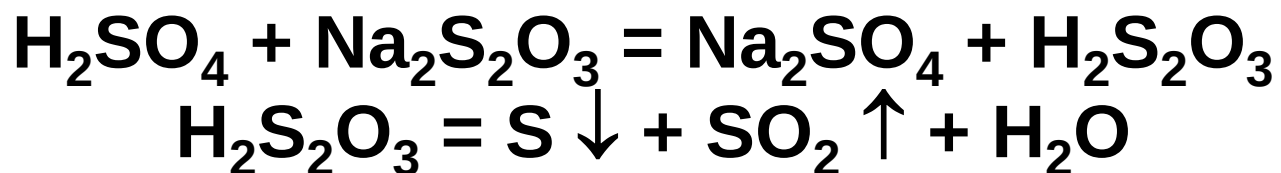
А если заменить серу как жидкую среду...





Разложение тиосерной кислоты

prosto_s 0:22



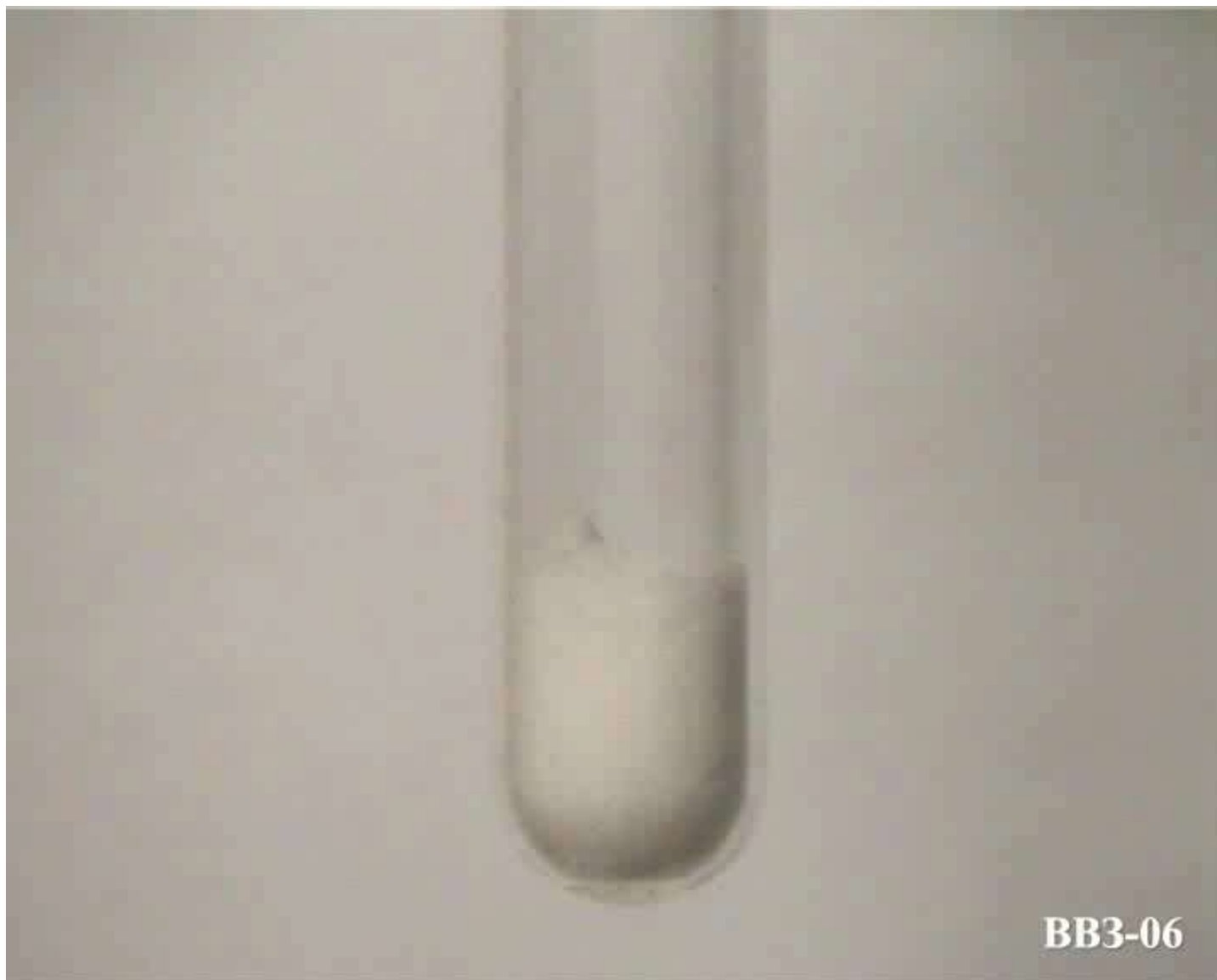


Реакция меди с конц. серной кислотой SO4-Cu-tXD-w72p 0 : 44

$$2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$

Реакция хлорида с конц. серной кислотой

h-SO4Cl-a-t 0 : 32

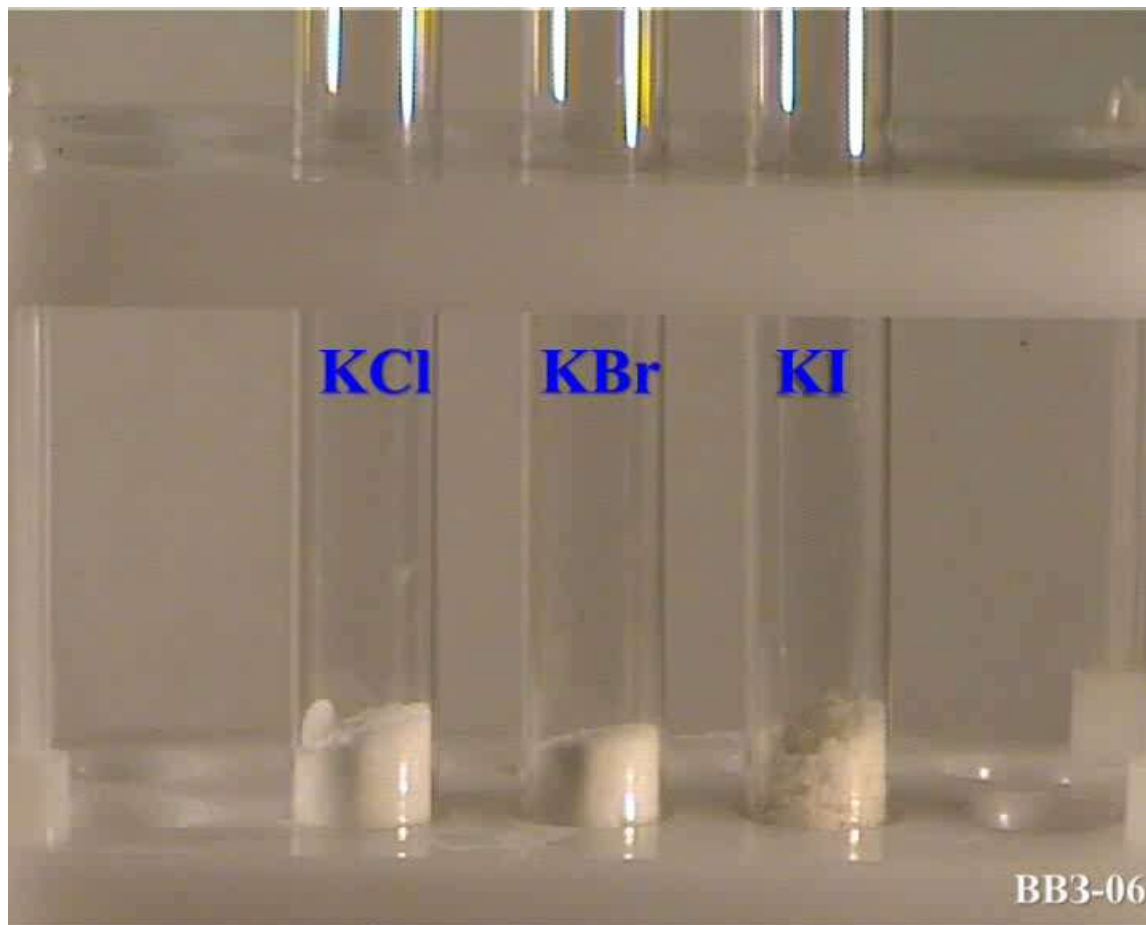


Реакция бромида с конц. серной кислотой h-SO4Br-t 0 : 43



Реакция иодида с конц. серной кислотой h-SO4-I-t 0 : 30





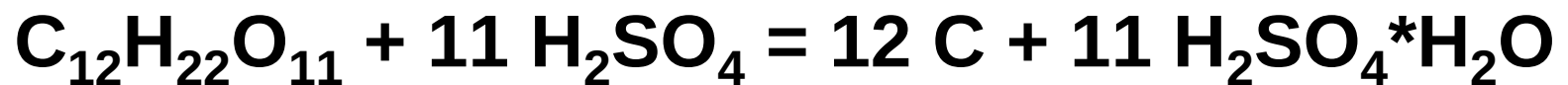
Реакция концентр. серной кислоты с KCl, KBr, KI h-SO₄hI-t





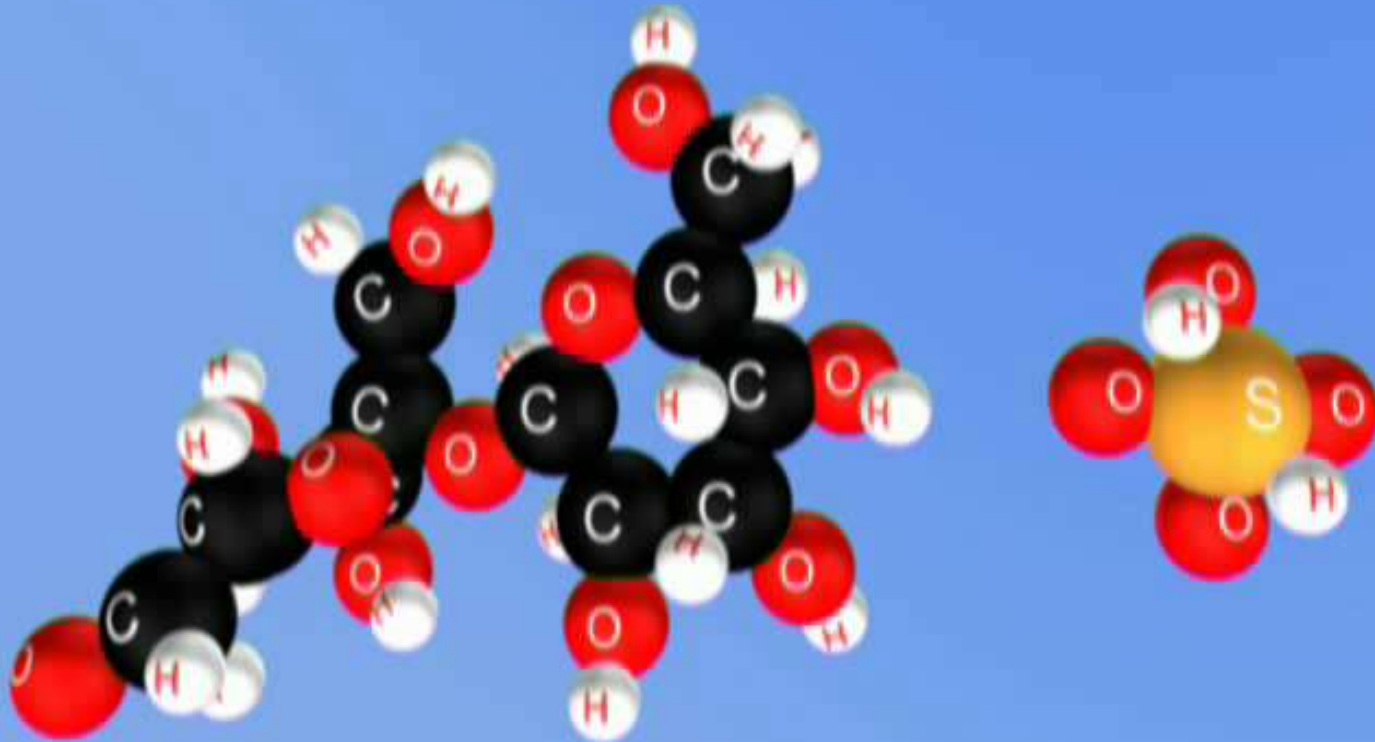
Обугливание сахара конц. серной кислотой

SO4shs-tXD-w72p



НИГМА

Обугливание сахара концентрированной серной кислотой

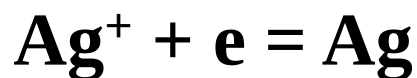
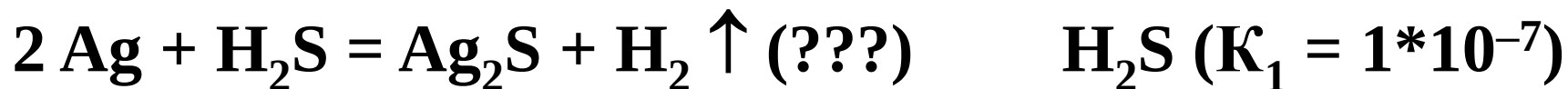


Галилео



Снова уравнение Нернста

Вспоминаем термодинамику



$$E^0 = + 0,80 \text{ V}$$

$$E = E^0 + 0,058 \lg [\text{Ag}^+]$$

$$\text{ПР}_{\text{Ag}_2\text{S}} = 2 \cdot 10^{-50} \rightarrow [\text{Ag}^+] = 1,7 \cdot 10^{-17} \approx 10^{-17}$$

$$E = 0,8 - 0,058 \cdot 17 = 0,8 - 0,986 = -0,186 \text{ V}$$

Прокариоты с серным жизненным циклом

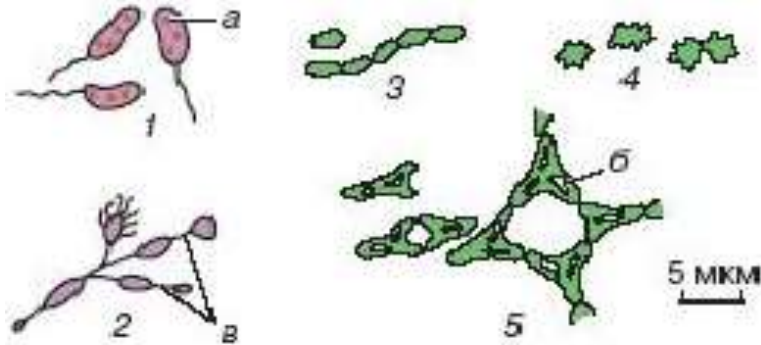
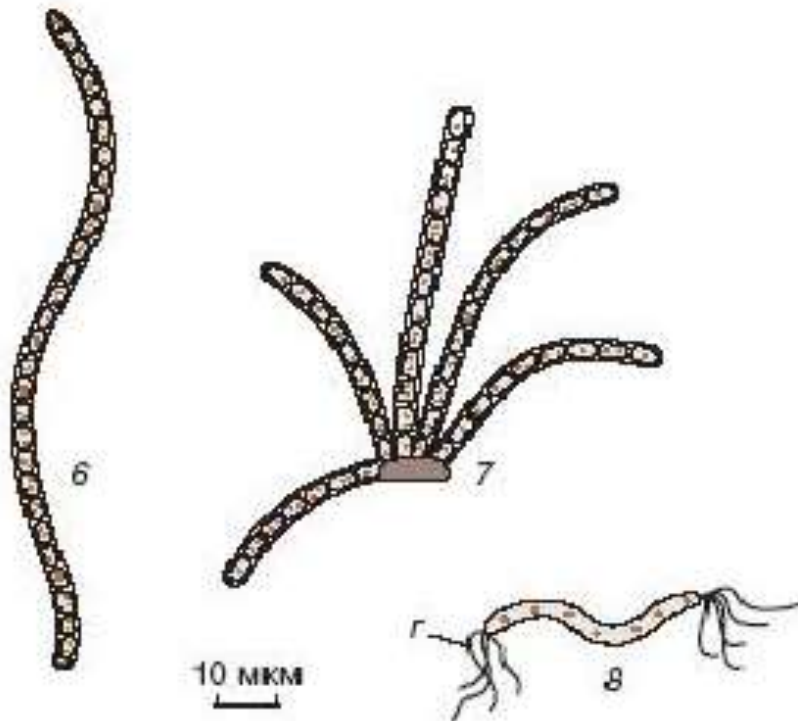


Рис. 2. Некоторые морфологические формы прокариот, участвующих в превращении соединений серы.

Фототрофные бактерии: пурпурные серные – *Chromatium* (1), пурпурные несерные – *Rhodospirillum rubrum* (2), зеленые серные – *Chlorobium* (3), *Prostecochloris* (4), *Pelodictyon* (5)

Бесцветные серобактерии: *Beggiatoa* (6); *Thiothrix* (7); *Thiospira* (8)

а – включения серы, б – газовые вакуоли, в – ги-фы, г – жгутики



Места обитания анаэробных литотрофных прокариот (Камчатка, Долина гейзеров)



«Черный курильщик» - рай для экстремофилов



Кислотность и температура среды развития некоторых прокариот

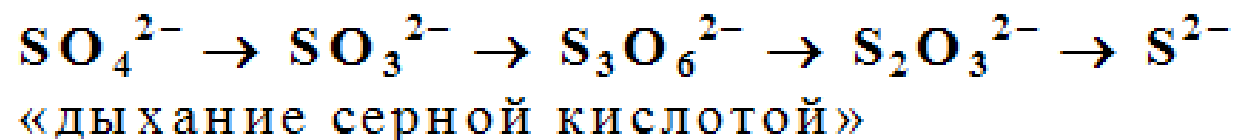
Название	рН роста (мин-оптим-макс)	Оптимальная темпер., °С	Вид метаболизма
<i>Picrophilus oshimae</i>	0,6 - 0,7 - ?	85	Анаэробное дыхание
<i>Sulfurisphaera ohwakuensis</i>	1,0 - 2,0 - 5,0	84	Аэробное окисление соединений серы
<i>Acidianus infernus</i>	1,0 - 2,0 - 5,5	90	Аэробное окисление серы, восстановление серы водородом
<i>Stigiolobus azoricus</i>	1,0 - 2,3 - 5,5	80	Восстановление серы водородом

Бонч-Осмоловская Е.А. и др. Биоразнообразие анаэробных литотрофных прокариот в наземных гидротермах Камчатки.
//Микробиология, 1999, Т. 68, с. 398-406

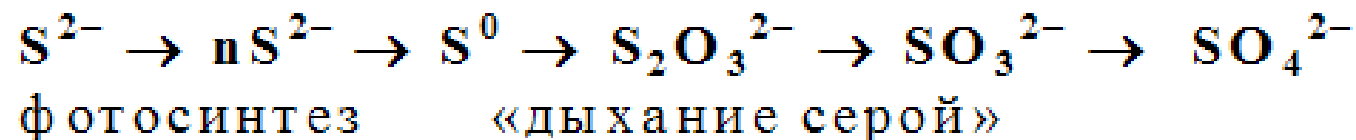


Метаболизм на основе соединений серы

Полная цепочка восстановления сульфатов
анаэробными бактериями :



Полная окислительная цепочка (*фототрофные* бактерии) :



Токсические свойства элементов VIA группы и их соединений

	S	Se	Te
ПДК (пыль 8 час. в сутки), мг/м ³	2,0	2,0	0,01
	H₂S	H₂Se	H₂Te
ПДК (8 часов в сутки), мг/м ³	10	0,1	
Раздражение глаз и носа, мг/м ³	4	<0,1	
Смертельно за 1 - 3 часа, мг/м ³	800	20	
	SO₂	SeO₂	TeO₂
Температура плавления, °C	-72,7	340-390	возг.450
ПДК (пыль 8 час. в сутки), мг/м ³	10	0,1	0,0005
Порог восприятия, мг/м ³	3	0,2	0,003
Раздражение глаз и носа, мг/м ³	20-50		
Смертельно за 1 - 3 часа, мг/м ³	5000		

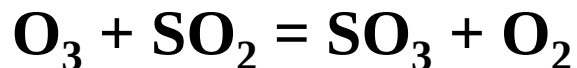
Сернистый газ в атмосфере

Природный выброс сернистого газа составлял в 1990 г. 20 млн т в год, а антропогенный – 150 млн. т.

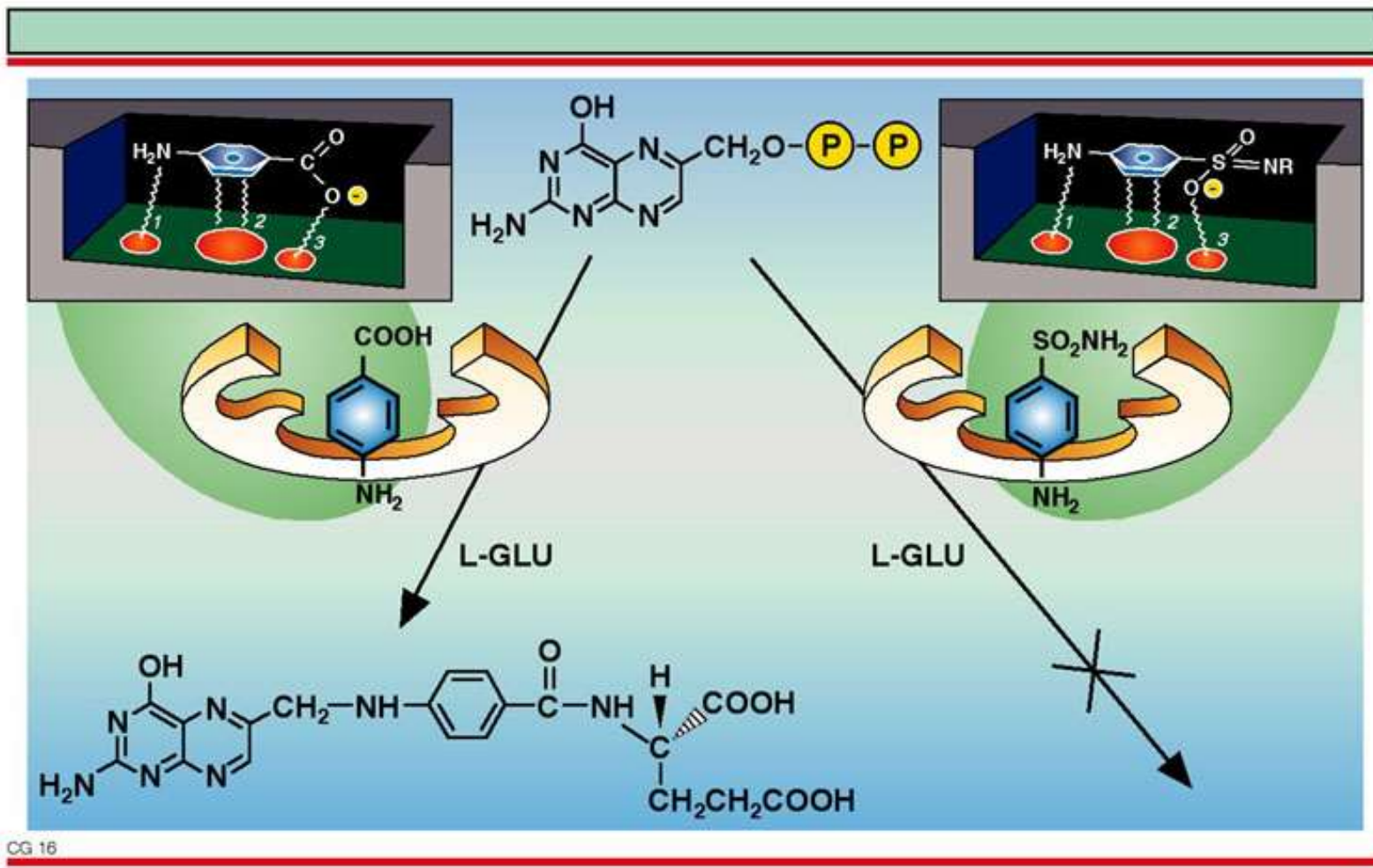
Максимум загрязнения приходился в Европе на 1973-1974 гг.; тогда рН дождя в Шотландии составлял **2,4**, на западном берегу Норвегии **2,7**.

Тепловая электростанция мощностью 1 млн. кВт тратит **в год** 3 млн т. каменного угля, при этом в атмосферу выбрасывается до **100000 т сернистого газа**.

В присутствии сернистого газа озоновый слой становится источником сернокислотного загрязнения атмосферы и осадков:

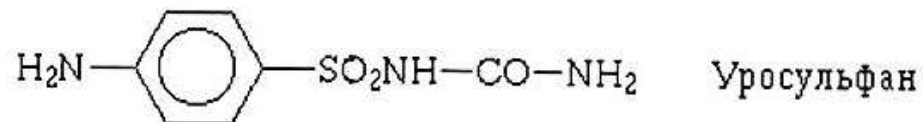
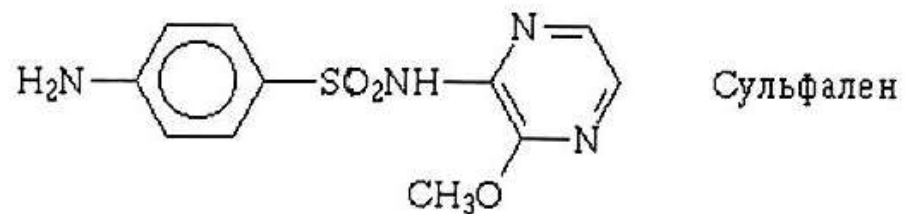
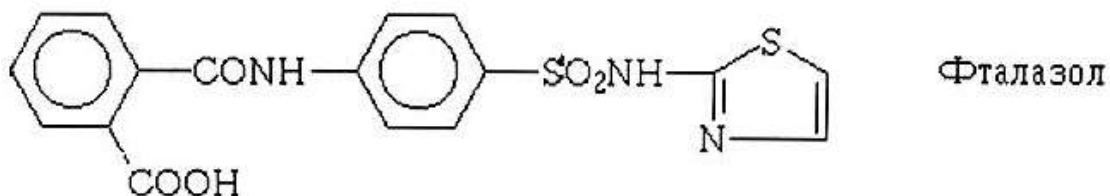
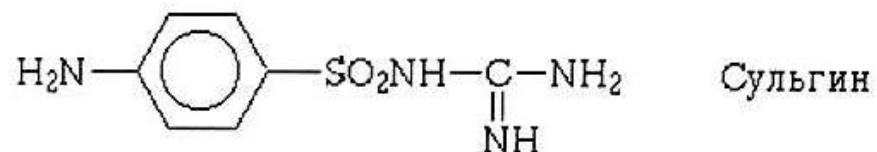
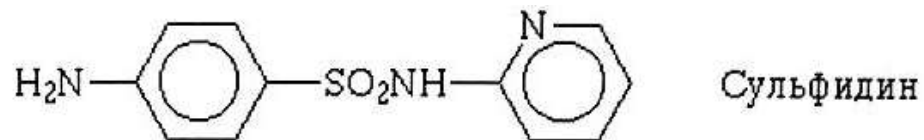


Эффект сульфамидов – конкуренция с п-аминобензойной кислотой (фактор роста бактерий) в синтезе фолиевой кислоты

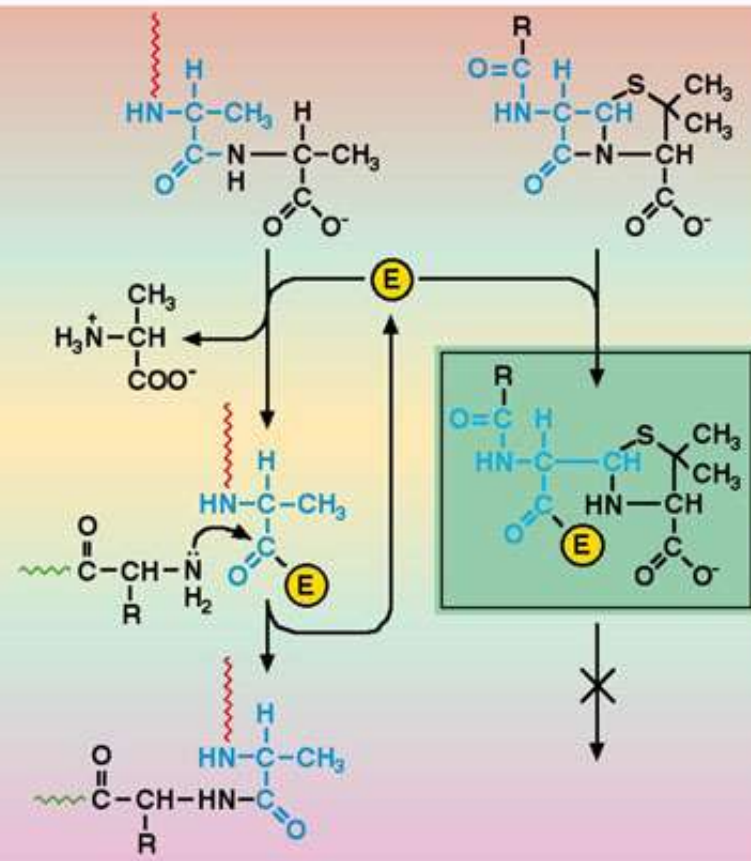
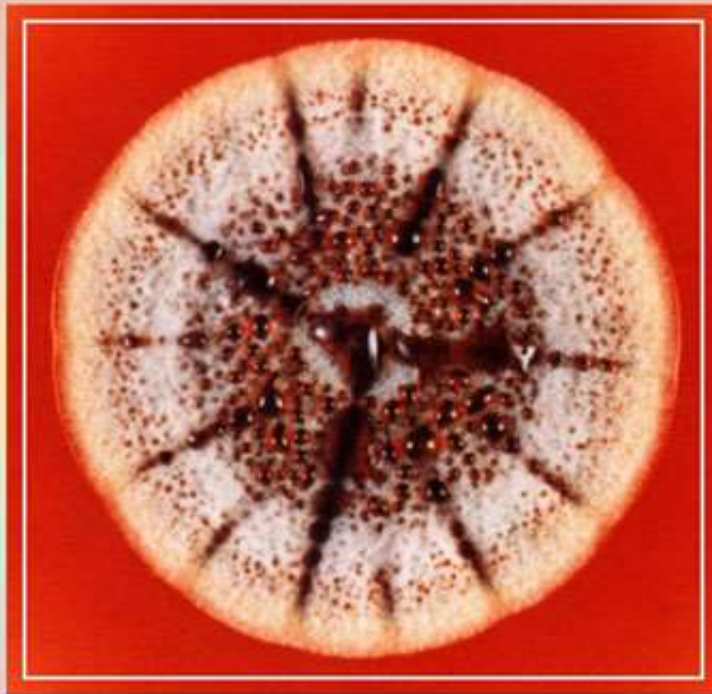


Сульфамиды - лекарства

-(Шкроб А.М. Молекулы лечат. ХиЖ-XXI, 1998, № 2)

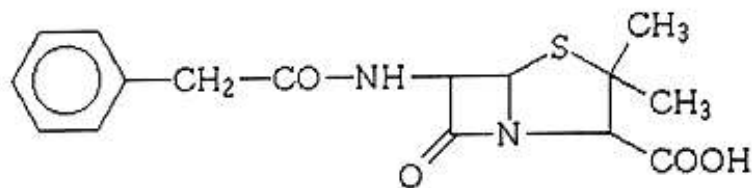


Эффект пенициллина – блокирование транспептидазы (E) – т.е. остановка синтеза клеточных стенок некоторых бактерий

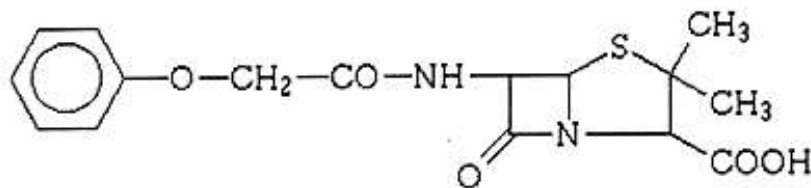


Пенициллины - лекарства

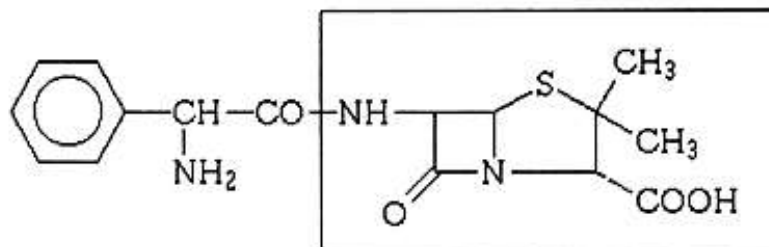
(Шкроб А.М. Молекулы лечат. ХиЖ-XXI, 1998, № 2)



"Глава" знаменитого семейства - бензилпенициллин



Феноксиметилпенициллин относительно устойчив в кислых средах; поэтому его можно принимать в виде таблеток.



На смену бензилпенициллину и феноксиметилпенициллину пришли полусинтетические пенициллины, получаемые ацилированием аминопенициллановой кислоты (ее остаток - в рамке). Здесь изображен один из них - ампициллин.