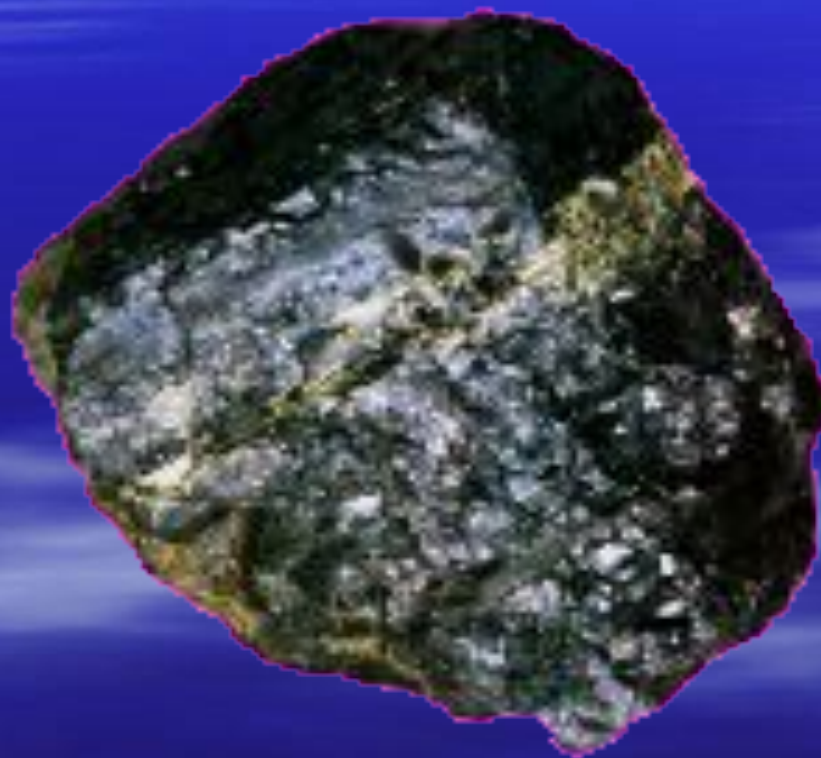
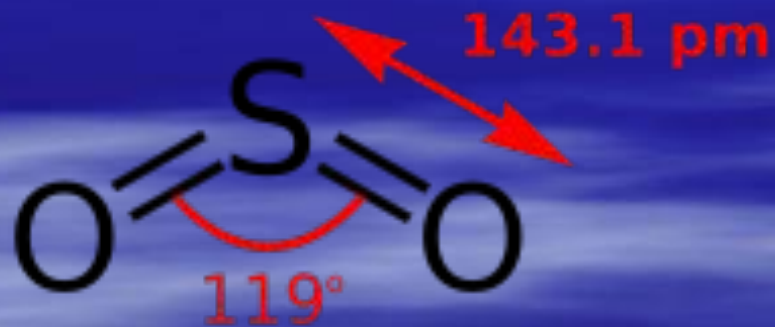


# Токсикологическая характеристика оксидов серы

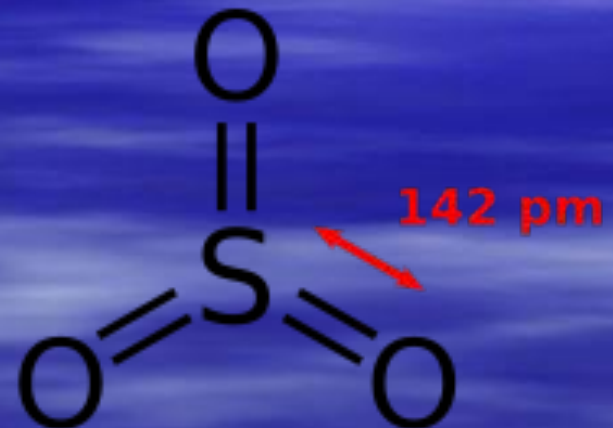


# Физические свойства

- SO<sub>2</sub> (серистый ангидрид; сернистый газ)



- SO<sub>3</sub> (серный ангидрид)

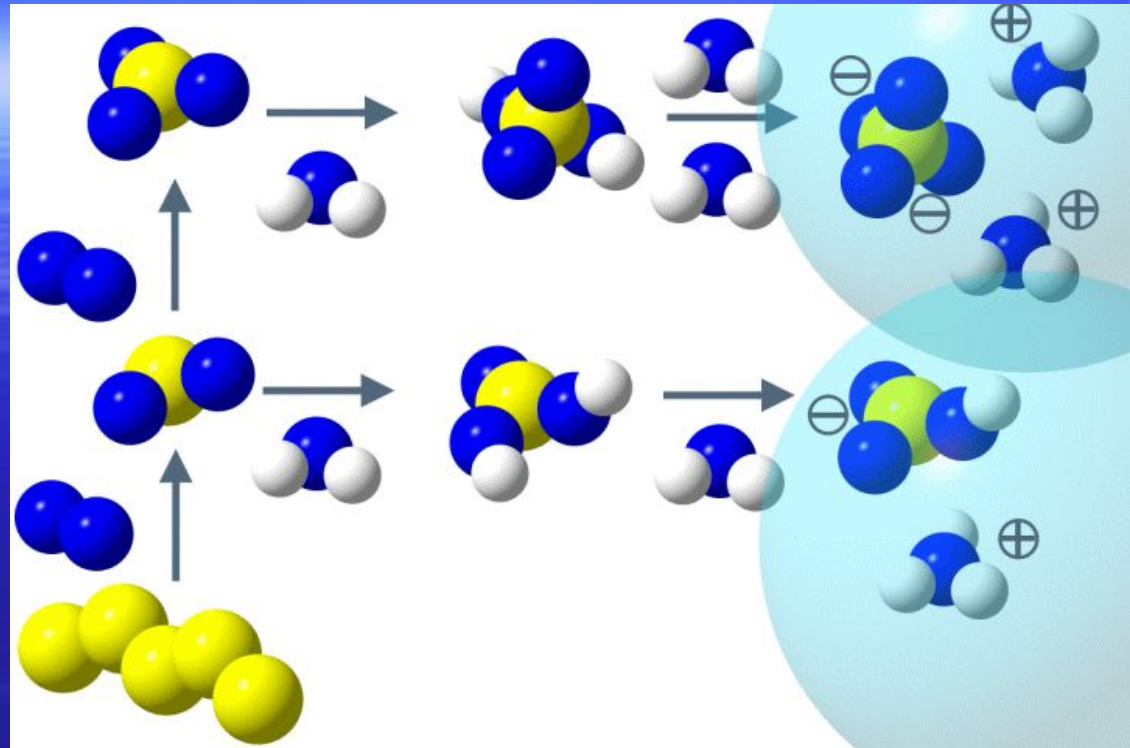
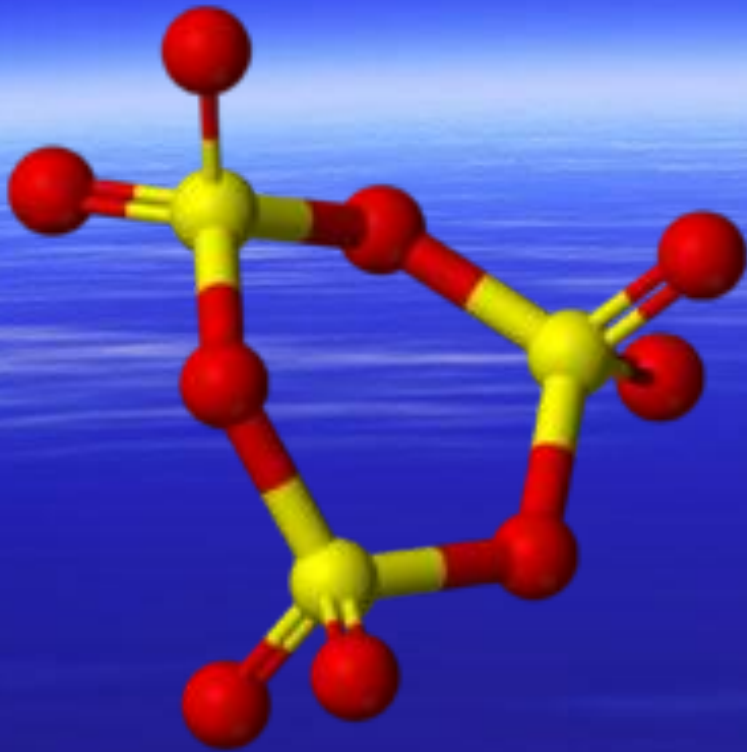


# Физические свойства



- Оксид серы(IV) (диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид) —  $\text{SO}_2$ . В нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся [спички](#) Оксид серы(IV) (диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид) —  $\text{SO}_2$ . В нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся спички), ядовит. Под давлением сжижается при комнатной температуре. Растворяется в воде с образованием нестойкой [сернистой кислоты](#) Оксид серы(IV) (диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид) —  $\text{SO}_2$ . В нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом

- Оксид серы(VI) (серный ангидрид, трёокись серы, серный газ)  $\text{SO}_3$  - существует в двух аллотропных формах: жидкой и кристаллической. В природе не встречается, получается окислением диоксида серы.  $\text{SO}_3$  — высший оксид серы, тип химической связи: ковалентная полярная химическая связь. В обычных условиях легколетучая бесцветная жидкость с удушающим запахом. При температурах ниже  $16,9\text{ }^\circ\text{C}$  застывает с образованием смеси различных кристаллических модификаций твёрдого  $\text{SO}_3$ .



- Пространственная модель молекулы-SO<sub>3</sub>
- Окисление серы и реакция с водой

# Применение

- SO<sub>2</sub> обесцвечивает органические красителя и применяется для отбеливания шелка, шерсти и соломы. Этим газом окуривают животных для лечения чесотки, а также склады, подвалы и тару для уничтожения плесневых грибков
- В пищевой промышленности диоксид серы используется как консервант и обозначается на упаковке под кодом E220.
- Применяется он также и в качестве растворителя в лабораториях. При таком его применении следует помнить о возможном содержании в SO<sub>2</sub> примесей в виде H<sub>2</sub>O и SO<sub>3</sub>. Их удаляют пропусканием через растворитель концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; это лучше делать под вакуумом или в другой закрытой аппаратуре
- Серный ангидрид используют в основном в производстве серной кислоты.

# Главные источники

- Оксид серы (IV) поступает в воздух в результате сжигания топлива и плавки руд, содержащих серу. Основные источники загрязнения атмосферы  $SO_2$  : энергетические установки, предприятия цветной металлургии и сернокислотное производство. Менее значительны выбросы предприятий черной металлургии и машиностроения, угольной, нефтеперерабатывающей промышленности, производства суперфосфата, транспорта. Выбросы  $SO_2$  загрязняют воздух на значительное расстояние от источника (на тысячу и более километров).
- Серный ангидрид  $SO_3$  выбрасываются в атмосферу при сжигании угольного топлива, нефти и природного газа, а также при выплавке цветных металлов и производстве серной кислоты.

# Поступления в организм

- Вещества могут поступать в организм различными путями:  
через рот,  
дыхательные пути,  
кожу, слизистые оболочки, плаценту и др.



# Общий характер действия

Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля, образующегося при туманах и повышенной влажности Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля, образующегося при туманах и повышенной влажности воздуха Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля, образующегося при туманах и повышенной влажности воздуха, раздражающий эффект сильнее. При неблагоприятных метеорологических условиях может вызвать массовое отравление Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля, образующегося при туманах и повышенной влажности воздуха, раздражающий эффект сильнее. При неблагоприятных метеорологических условиях может вызвать массовое отравление населения. Влажная поверхность слизистых поглощает SO<sub>2</sub>, затем последовательно образуются H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Общее действие заключается в нарушении углеводного и белкового обмена; угнетении окислительных процессов в головном мозге, печени Раздражает дыхательные пути, вызывая спазм бронхов и увеличение сопротивления дыхательных путей. При воздействии SO<sub>2</sub> в виде аэрозоля, образующегося при туманах и повышенной влажности воздуха,



# Острое отравление

- Кожный зуд, сыпи, фурункулез.
- Покраснение и опухание конъюнктивы.
- Появление мелких точечных дефектов на роговице.
- Ломота в бровях и глазных яблоках, ощущением песка в глазах.
- Светобоязнь, слезотечение.
- Общая слабость, головные боли, головокружение, тошнота.
- Ослабление слуха.
- Расстройства пищеварения, поносы.
- Судороги и потеря сознания (при острой интоксикации).
- Психические нарушения, понижение интеллекта

# Хроническое отравление

- SO<sub>2</sub> токсичен. Симптомы - удушье, расстройство речи, затруднение глотания, рвота расстройство речи, затруднение глотания, рвота, возможен острый отёк расстройство речи, затруднение глотания, рвота, возможен острый отёк лёгких, бронхоспазм, гипертрофия (утолщение и увеличение органов), так и гиперплазия (изменение общего числа клеток в эпителии).
- При длительном воздействии диоксида серы увеличивается число заболеваний раком.
- Сернистый ангидрид может вызывать общее отравление организма, проявляющееся в изменении состава крови, поражении органов дыхания, повышении восприимчивости к инфекционным заболеваниям. Развивается нарушение обмена веществ, повышение артериального давления у детей, ларингит, конъюнктивит, ринит, бронхопневмония, аллергические реакции, острые заболевания верхних дыхательных путей и системы кровообращения. При кратковременном воздействии – раздражение слизистой оболочки глаз, слезотечение, затруднение дыхания, тошнота, рвота, головные боли. Повышенная утомляемость, ослабление мышечной силы, снижение памяти. Замедление восприятия, ослабление функциональной способности сердца, изменение бактерицидности кожи.

# Кислотные дожди



- скульптура из известняка одного из двенадцати апостолов на фронте церкви Святых Петра и Павла в старом городе Кракова, Польша. Кислотный дождь нанес всем 12-ти скульптурам невероятный ущерб. Пришлось оригиналы скульптур заменить копиями.



- копия поврежденной оригинальной скульптуры апостола.

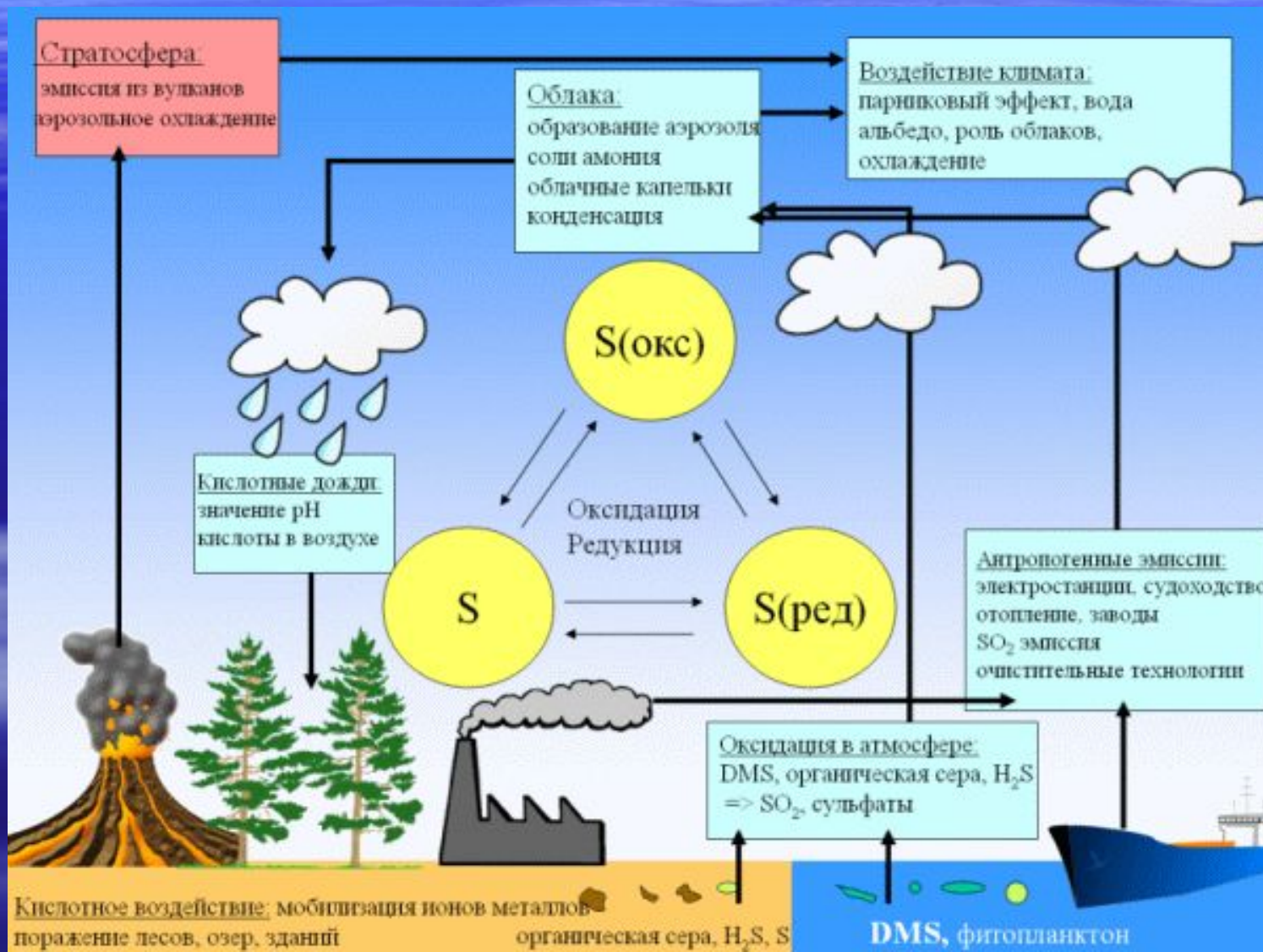
# Кислотные дожди

- **Кислотный дождь** — все виды метеорологических осадков — дождь — все виды метеорологических осадков — дождь, снег — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH дождевых осадков — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами (обычно — оксидами серы — все виды метеорологических осадков — дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение pH дождевых осадков из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами (обычно — оксидами серы, оксидами азота)
- Впервые термин «кислотный дождь» был введен в 1872 году английским исследователем Робертом Смитом. Его внимание

# Причины кислотных дождей

Главной причиной кислотных дождей является присутствие в составе атмосферы Земли двуокиси серы  $\text{SO}_2$  и двуокиси азота  $\text{NO}_2$ , которые в результате происходящих в атмосфере химических реакций, превращаются в соответственно серную и азотную кислоты, выпадение которых на поверхность земли оказывает влияния на живые организмы и экотоп в целом.

# Соединения серы влияют на климат различными путями. Это представлено на схеме.



# Экологические и экономические последствия



- Скульптура, пострадавшая от кислотного дождя

- Последствия выпадения кислотных дождей наблюдаются в США, Германии, Чехии, Словакии, Нидерландах, Швейцарии, Австралии, республиках бывшей Югославии и ещё во многих странах земного шара. Кислотный дождь оказывает отрицательное воздействие на водоемы — озера, реки, заливы, пруды — повышая их кислотность до такого уровня, что в них погибает флора и фауна.

# Экологические и экономические последствия

Выделяют три стадии воздействия кислотных дождей на водоемы. Первая стадия — начальная. С увеличением кислотности воды (показатели рН меньше 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи, уменьшается количество кислорода в воде, начинают бурно развиваться водоросли (буро-зеленые). Первая стадия эвтрофикации (заболачивания) водоема. При кислотности рН 6 погибают пресноводные креветки. Выделяют три стадии воздействия кислотных дождей на водоемы. Первая стадия — начальная. С увеличением кислотности воды (показатели рН меньше 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи, уменьшается количество кислорода в воде, начинают бурно развиваться водоросли (буро-зеленые). Первая стадия эвтрофикации (заболачивания) водоема. При кислотности рН 6 погибают пресноводные креветки. Вторая стадия — кислотность повышается до рН 5.5, погибают донные бактерии. Выделяют три стадии воздействия кислотных дождей на водоемы. Первая стадия — начальная. С увеличением кислотности воды (показатели рН меньше 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи, уменьшается количество кислорода в воде, начинают бурно развиваться водоросли (буро-зеленые). Первая стадия эвтрофикации (заболачивания) водоема. При кислотности рН 6 погибают пресноводные креветки. Вторая стадия — кислотность повышается до рН 5.5, погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон. Выделяют три стадии воздействия кислотных дождей на водоемы. Первая стадия — начальная. С увеличением кислотности воды (показатели рН меньше 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи, уменьшается количество кислорода в воде, начинают бурно



# Экологические и экономические последствия



- Лес после кислотного дождя

Кислотный дождь наносит вред не только водной флоре и фауне. Он также уничтожает растительность на суше. Ученые считают, что хотя до сегодняшнего дня механизм до конца ещё не изучен, "сложная смесь загрязняющих веществ, включающая кислотные осадки, озон, и тяжелые металлы в совокупности приводят к [деградации лесов](#). Экономические потери от кислотных дождей в США, по оценкам одного исследования, составляют ежегодно на восточном побережье 13 миллионов долларов и к концу века убытки достигнут 1.750 миллиардов долларов от потери лесов; 8.300 миллиардов долларов от потери урожаев (только в бассейне реки Огайо) и только в штате Миннесота 40 миллионов долларов на медицинские расходы. Единственный способ изменить ситуацию к лучшему, по мнению многих специалистов, - это уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу.

# Интересные факты. Сера

- **КИНОВАРЬ.** Если в лаборатории разлили ртуть (возникла опасность отравления ртутными парами!), её первым делом собирают, а те места, из которых серебристые капли не извлекаются, засыпают порошкообразной серой. Ртуть и сера вступают в реакцию даже в твёрдом состоянии — при простом соприкосновении. Образуется кирпично-красная киноварь (на фото) — сульфид ртути — химически крайне инертное и безвредное вещество. Выделить ртуть из киновари несложно. Многие другие металлы, в частности железо, вытесняют ртуть из киновари.
- **СЕРОБАКТЕРИИ.** В природе постепенно происходит круговорот серы, подобный круговороту азота и углерода. Растения потребляют серу — ведь её атомы входят в состав белка. Растения берут серу из растворимых сульфатов, а гнилостные бактерии превращают серу белков в сероводород (отсюда — отвратительный запах гниения). Но есть так называемые серобактерии, которым вообще не нужна органическая пища. Они питаются сероводородом, и в их организмах в результате реакции между  $H_2S$ ,  $CO_2$  и  $O_2$  образуются углеводы и элементарная сера. Серобактерии нередко оказываются переполнены крупинками серы — почти всю их массу составляет сера с очень небольшой "добавкой" органических веществ.



# Конец

