**Сера**

**9 класс**

*Жить – значит узнавать.*  
Д.И.Менделеев

**Цели.** На основе интеграции исторических, биологических и химических знаний изучить нахождение серы в природе и ее свойства, вскрыть причинно-следственные связи “строение–свойства” и “свойства–применение”, установить связь науки с практикой – изучить влияние серы и некоторых ее соединений на окружающую среду и организм человека.

**Задачи.***Образовательные:* охарактеризовать серу в свете представлений о трех формах существования химического элемента: атомы серы, простое вещество (следовательно, обратить внимание на ее аллотропию), а также сера в составе некоторых соединений; при изучении химических свойств обратить внимание на окислительно-восстановительные реакции.

*Развивающие:* развивать логическое мышление учащихся, умение проводить исследование, расширять их кругозор.

*Воспитательные:* воспитывать чувства сотрудничества, сотворчества, сопереживания.

**Методы обучения.** Частично-поисковый, проблемно-дискуссионный, использование информационно-коммуникационных технологий.

**Оборудование и реактивы.** Набор минералов, видеофрагменты из фильма “Сера”, видеоопыты, инструктивные карты и информационный материал, компьютер, экран, проектор; химические стаканчики на 100 мл с водой, ступка с пестиком, шпатель, лабораторный штатив с кольцом, асбестовая сетка, спиртовка, спички, лучинка; сера, уголь, KNO3.

На доске написаны опорные слова: “аллотропия”, “флотация”, “демеркуризация”.

**ХОД УРОКА**

**I. Мотивационно-ориентировочный этап**

**Учитель**. *Мы продолжаем изучение отдельных элементов периодической системы Д.И.Менделеева, и я не сомневаюсь в том, что вас ждут сегодня открытия, потому что, по словам Ж.Пиаже, “понять что-либо значит открыть вновь”. Урок посвящен одному из самых интересных элементов. Этот элемент и его соединения известны с глубокой древности. В средние века он считался обязательной составной частью всех веществ.*

*Что же это за элемент, вы ответите мне через несколько минут, когда прочтете текст.*

***Информационный материал***

В а р и а н т  1

Около 680 г. н.э. в морском бою против арабов византийцы впервые применили новое ужасное оружие – “греческий огонь”. Галеры византийцев выбрасывали на неприятельские суда заранее подожженную смесь из “пифонов” – установок, подобных огнеметам. Суда пылали как факелы, а огонь нельзя было потушить водой. Смесь горела на морских волнах, прилипала к корпусам судов и одежде людей. В 941 г. под стенами Царьграда “греческим огнем” был уничтожен флот киевского князя Игоря. Строки летописи в переводе на современный язык звучат так: “Словно молнию, которая в небе, греки имеют у себя и пускают ее, сжигая нас, поэтому мы не одолели их”. В состав “греческого огня” входили битум или нефть, а также неметалл Э. Этот неметалл на воздухе горит красивым сине-голубым пламенем, выделяя удушливый и едкий газ. При обработке концентрированной азотной кислотой неметалл Э превращается в сильную кислоту Н2ЭО4. При кипячении неметалла с солью состава Na2ЭО3 в растворе появляется другая соль, состава Na2ЭО3Э. Назовите неметалл Э.

О т в е т. Э*– сера*.

Уравнения упоминаемых в тексте реакций:

S + 6HNO3= Н2SО4 + 6NO2+ 2H2O,

http://him.1september.ru/2010/01/26-1.jpg

В а р и а н т  2

Химик синтезировал оранжево-желтые кристаллы нитрида неметалла состава Э4N4 и решил изучить его свойства. Поручив лаборанту растереть кристаллы в порошок, он ушел по делам. А лаборант решил, что лучше всего растирать вещество ударами пестика. Недолго думая, он так и сделал. Раздался взрыв, а самого “умельца” обсыпало с ног до головы желтым порошком. Собрав этот порошок, лаборант скрыл от химика случай со взрывом. Удивленный химик обнаружил, что свойства нитрида ничем не отличаются от свойств исходного Э. Какое вещество в данном случае скрывается за символом Э?

О т в е т.Э*– сера. При ударе нитрид серы*S4N4*распадается на серу и азот.*

Демонстрация видеофрагмента.

**Учитель**. *Сера – “начало начал” древнейших философов, алхимиков, элемент, окруженный мистикой и тайнами.*

*Переходим к изучению новой темы. На доске записываем тему урока.*

**II. Актуализация знаний учащихся.   
Строение и свойства серы на основании положения в периодической системе Д.И.Менделеева**

**Учитель**.*Периодическая система химических элементов – это графическое отображение периодического закона, и каждое принятое в таблице обозначение отражает какую-либо особенность в строении атома.*

Беседа с учащимися.

**Учитель**. *Какое положение занимает сера в периодической системе Д.И.Менделеева? Каков физический смысл данных показателей серы?*

**Ученик**. *3-й период, VI группа, главная подгруппа, порядковый номер 16. Заряд ядра +16, 16 электронов вращаются на 3-х электронных уровнях, на внешнем уровне 6 электронов, как и у атома кислорода, до завершения недостает 2-х электронов. Сера может принять два электрона, проявляя степень окисления –2* (http://him.1september.ru/2010/01/27-1.jpg).

**Учитель**.*Давайте вспомним известные вам основные закономерности изменения свойств атомов и простых веществ, образованных химическими элементами главных подгрупп периодической системы.*

*Итак, в главных подгруппах сверху вниз:*

*• радиус атома возрастает;*

*• восстановительные свойства возрастают;*

*• окислительные свойства убывают;*

*• неметаллические свойства ослабевают.*

**Ученик**.*У атома кислорода два энергетических уровня, а у атома серы три. Радиус атома серы больше радиуса атома кислорода, восстановительные свойства серы больше, а окислительные – меньше, чем у кислорода.*

**Учитель** (проблемный вопрос). *Может ли атом серы проявлять другие степени окисления?*

*Для ответа на этот вопрос распределим электроны по уровням, подуровням, по орбиталям*(рис. 1).

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/01/27-2.jpg |
| ***Рис. 1. Распределение электронов по уровням и подуровням в атоме серы*** |

Это задание выполняет один из учащихся на магнитной доске и объясняет распределение электронов, а остальные ученики выполняют задание в тетрадях.

**Ученик**.*На первом уровне один подуровень и одна орбиталь, заполненная полностью. На втором уровне два подуровня и четыре орбитали, заполненные полностью. На третьем уровне три подуровня и девять орбиталей. Появляется d-подуровень, в спокойном состоянии атома серы он не заполнен: внешний электронный слой такой же, как и у кислорода. Есть две орбитали, имеющие пары электронов, и две орбитали, имеющие по одному электрону. В возбужденном состоянии атома может происходить разъединение пар электронов. При разъединении одной пары один электрон перескакивает на d-подуровень, образуется четыре неспаренных электрона, которые сера может предоставлять более электроотрицательным атомам, проявляя при этом степень окисления +4 (http://him.1september.ru/2010/01/28-1.jpg). При разъединении еще одной пары электронов образуется 6 неспаренных электронов, которые сера также может предоставлять более электроотрицательным атомам, проявляя при этом степень окисления +6 (http://him.1september.ru/2010/01/28-2.jpg).*

**Учитель**. *Сделаем вывод. Сера может быть и окислителем, и восстановителем и иметь степени окисления –2, 0, +4, +6. Приведем примеры*(рис. 2).

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/01/28-3.jpg |
| ***Рис. 2. Примеры соединений серы с различными степенями окисления*** |

*По отношению к кислороду сера проявляет восстановительные свойства. По отношению к водороду, металлам и менее электроотрицательным неметаллам сера проявляет окислительные свойства.*

*Дальше рассмотрим серу как простое вещество.*

**III. Операционно-исполнительский этап**

**Учитель**. *В нашей творческой мастерской сегодня работают три лаборатории.*

Учащиеся работают по инструктивным картам и информационному материалу. Затем докладывают всему классу отчеты лабораторий по результатам исследования.

|  |
| --- |
| ***Инструктивная карта для 1-й лаборатории***  *Сера как простое вещество*  • Дайте определение явления аллотропии. Какие аллотропные модификации серы вы знаете?  • Сравните физические свойства кристаллической и пластической серы.  *У желтой серы есть корона, Но нет ни подданных, ни трона. Корону сера надевает, Когда устойчивой бывает. Тепло ведет к кристаллам длинным Бесцветной серы моноклинной.*  • Изучите физические свойства кристаллической серы. Проведите опыт “Растворение серы в воде” и сделайте вывод.  • Перечислите природные соединения серы, напишите их химические формулы. |

**Учитель**. *Более подробно мы будем изучать свойства кристаллической серы.*

*В качестве закрепления посмотрим видеофрагмент.*

Ответ обучающихся на вопрос “Природные соединения серы” сопровождается видеофрагментом.

**Учитель** (подводит итог обсуждения серы как элемента и как простого вещества). ***Вывод:****сера имеет три энергетических уровня. Радиус атома серы больше радиуса атома кислорода. Сера может быть окислителем и восстановителем. Молекулы серы имеют четное число атомов:* S2, S4, S6, S8.

(Демонстрация видеофрагмента.)

*Для серы как химического элемента характерна аллотропия. Наиболее устойчива модификация, известная под названием ромбической серы. В природе сера встречается в трех формах – самородная, сульфидная, сульфатная.*

*Переходим к изучению следующего раздела.*

|  |
| --- |
| ***Инструктивная карта для 2-й лаборатории***  *Химические свойства серы*  • Изучите и проанализируйте материал “Химические свойства серы”. Поясните, в соединениях с какими элементами сера проявляет окислительные и восстановительные свойства.  • О каких соединениях серы упоминал А.С.Пушкин в стихотворении, написанном в 1832 г.?  *Тогда услышал я (о, диво) запах скверный,  Как будто тухлое разбилося яйцо,  Иль карантинный страж курил жаровней серной,  Я, нос себе зажав, отворотил лицо…* |

**Ученик**. *В стихотворении упоминаются*H2S*и*SO2*, последний с глубокой древности использовался для дезинфекции (окуривание горящей серой).*

Если ученики затрудняются с ответом, то его дает учитель.

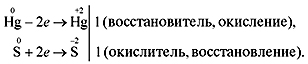
**Ученик**. *При обычных условиях сера вступает в реакцию со щелочными и щелочно-земельными металлами, медью, ртутью, серебром. Реакция серы с ртутью используется для сбора пролитой ртути. Такой процесс называют демеркуризацией. При нагревании сера реагирует и с другими металлами*(Zn, Al, Fe), *и только золото не взаимодействует с ней ни при каких условиях.*

Учитель с учениками рассматривают на доске несколько реакций взаимодействия серы с различными веществами с использованием метода электронного баланса.

1) В з а и м о д е й с т в и е  с  м е т а л л а м и.

а) Взаимодействие со ртутью:

http://him.1september.ru/2010/01/29-1.jpg



б) Взаимодействие с натрием:

http://him.1september.ru/2010/01/29-3.jpg

http://him.1september.ru/2010/01/29-4.jpg

в) Взаимодействие с медью:

2Cu + S = Cu2S.

**Учитель**. *Эти реакции мы рассмотрели теоретически, а сейчас увидим их на практике. Внимание на экран.*

Демонстрация видеофрагмента “Взаимодействие серы с металлами – Fe, Cu, Hg” и видеоопыта “Взаимодействие серы с Na”.

Учитель обращает внимание на горение пучка тоненьких медных проволочек в парах серы – при этом образуется черный сульфид меди(I).

2) В з а и м о д е й с т в и е  с  в о д о р о д о м.

http://him.1september.ru/2010/01/29-5.jpg

http://him.1september.ru/2010/01/29-6.jpg

**Учитель**.***Вывод:****с металлами, с водородом сера проявляет окислительные свойства и образует соединения со степенью окисления –2.*

3) В з а и м о д е й с т в и е  с  к и с л о р о д о м.

Демонстрация видеоопыта “Горение серы”.

**Учитель**.*Обратите внимание на цвет пламени. Запишите уравнение реакции, поясняющее восстановительные свойства серы.*

http://him.1september.ru/2010/01/29-7.jpg

http://him.1september.ru/2010/01/29-8.jpg

**Учитель**.*При окислении* SO2 *образуется*SO3, *обратите внимание на степени окисления серы:*

2SO2 + O2 = 2SO3.

*Эту реакцию мы рассмотрим подробно на следующем уроке, когда будем говорить о производстве серной кислоты.*

***Вывод:****по отношению к сильным окислителям сера проявляет восстановительные свойства и степень окисления +4.*

***Общий вывод:****сера вступает в реакции и с металлами, и с неметаллами. По отношению к металлам и водороду сера является окислителем (степень окисления серы в этих соединениях –2). По отношению к фтору и кислороду – более электроотрицательным элементам – сера является восстановителем (степени окисления серы в соединениях +4,+6).*

*Девиз нашего урока – высказывание Д.И.Менделеева: “Жить – значит узнавать” – можно продолжить словами академика А.Н.Несмеянова: “Знать – значит победить!” и И.В.Гете: “Просто знать – еще не все, знания нужно уметь использовать”. Послушаем обучающихся из 3-й лаборатории, которые изучали биологическую роль серы в организме и рассматривали диоксид серы (сернистый газ) как загрязнитель атмосферы, а также способы его улавливания.*

|  |
| --- |
| ***Инструктивная карта для 3-й лаборатории***  *Соединения серы и экология*  • Раскройте биологическую роль серы в организме.  • Перечислите основные источники оксида серы(IV) как загрязнителя атмосферы и способы его улавливания.  Ответ обучающихся сопровождается просмотром видеофрагмента. |

***Информационный материал***

*Диоксид серы — загрязнитель атмосферы*

В настоящее время хозяйственная деятельность человека вносит существенные изменения в естественный круговорот серы в природе.

Атмосферные потоки переносят газообразные соединения серы на большие расстояния, поэтому значительный вклад в их содержание в воздухе в европейских странах вносят не только “собственные источники” каждой страны, но и трансграничный перенос.

Большую экологическую опасность (с учетом масштабности действия) представляет диоксид серы – SO2. Наибольшее количество – до 70 % – выбрасывают с дымовыми газами топливно-энергетические установки, перерабатывающие угли и мазуты с большим содержанием серы, а также предприятия цветной и черной металлургии (15 %) при переработке сульфидных руд, например:

Cu2S + 2О2 = 2CuO + SO2,

4FeS2 + 11О2 = 2Fe2O3 + 8SO2.

Наряду с массовыми загрязняющими выбросами медеплавильных заводов, а также при производстве серной кислоты, при травлении металлов, на литейных производствах, SO2 образуется и выделяется в атмосферу на нефтеперегонных, кожевенных, суперфосфатных и других заводах, в кузницах и котельных.

Воздействие диоксида серы на окружающую среду проявляется в увеличении заболеваемости людей, снижении продуктивности сельскохозяйственных угодий, ускорении коррозии металлоконструкций, разрушении архитектурных сооружений и памятников культуры.

Причиной возникновения кислотных дождей явились массовые промышленные выбросы SO2и оксидов азота в атмосферу. Взаимодействуя с атмосферной влагой, диоксид серы создает кислую среду. Растворимость SO2 в воде достаточно велика и составляет 40 объемов на один объем воды. Лишь небольшая часть растворенных молекул обратимо взаимодействует с водой, однако при дальнейшем окислении образуется серная кислота, которая, являясь сильным электролитом, в разбавленном водном растворе диссоциирует практически полностью. Это приводит к повышению кислотности атмосферной воды.

В районах сосредоточения промышленных производств 60 % кислотности дождевой воды дает серная кислота, 30 % – азотная, 5 % – соляная и только 2 % – углекислый газ (остальные 3 % связаны с другими примесями).

По результатам многолетних наблюдений на станциях контроля кислотности осадков на территории бывшего СССР отмечается возрастание их рН в направлении с запада на восток, которое искажается лишь влиянием промышленных центров и рельефа. Как в северном, так и в южном направлениях, кислотность осадков в целом уменьшается. Как правило, более кислые осадки выпадают в холодный период с экстремальными значениями в феврале-марте.

Экологические последствия закисления природной среды сейчас достаточно хорошо изучены. Увеличение концентрации ионов водорода приводит к массовой гибели обитателей рек и озер. При подкислении почвы происходит растворение многих труднорастворимых в естественных условиях соединений алюминия, цинка, марганца и других элементов. В результате этого гибнут леса.

Значительные выбросы в атмосферу приводят в конечном итоге не только к образованию в ней серной кислоты, но и сульфатов. Частицы сульфатов переносятся на большие расстояния и служат ядрами конденсации при образовании водяных капель. При этом плотность и яркость облаков могут возрастать. Облака отражают солнечный свет назад в космическое пространство, что приводит к охлаждению планеты, т.е. глобальному изменению климата.

В настоящее время разработано довольно большое количество способов очистки промышленных газовых выбросов от диоксида серы.

Наибольшее распространение в промышленности получили методы, основанные на абсорбации SO2водными растворами, содержащими вещества основного характера, такие, как известь (Са(ОН)2 и СаО), аммиак (NH3), известняк (СаСO3), соду (Na2CO3•10H2O), доломит (СаСО3•MgCO3).

Образующиеся сульфаты находят применение как в строительной промышленности (CaSO4•MgSO4), так и в виде удобрений ((NH4)2SO4).

Однако, учитывая истощение природных месторождений серы, такие газы могут рассматриваться и как резерв производства серы. Наблюдаемая тенденция к поиску регенеративных технологий проявляется в повышенном интересе исследователей к реакции взаимодействия диоксида серы и сероводорода:

SO2 + 2H2S = 3S + 2H2O,

которая приводит к получению товарной серы.

**IV. Оценочно-рефлексивный этап**

**Учитель**. *В завершение поделитесь своими впечатлениями об уроке. Для этого допишите предложения, посвященные сегодняшнему дню.*

*Сегодня я узнал* ………………………………. .

*Я удивился* ……………………………………. .

*Я хотел бы*…………………………………… .

**V. Итоги урока**

**Учитель**. *Заканчиваем урок общими выводами.*

• *Для серы, как и для кислорода, характерна аллотропия. Наиболее известны три аллотропных видоизменения серы: сера ромбическая, моноклинная, пластическая.*

• *Сера может быть и окислителем, и восстановителем, она имеет в соединениях степени окисления: –2, 0, +4, +6.*

• *Сера – один из “исторических” неметаллов. Она известна человеку с древнейших времен.*

(Демонстрация видеофрагмента.)

*И в наши дни сера не теряет, а все более увеличивает свое значение в жизни человека. Бумага и резина, эбонит и спички, ткани и лекарства, косметика и пластмассы, краски, удобрения – это все только небольшой перечень того, что нуждается в сере для своего изготовления.*

*Д.Хевеши говорил: “Мыслящий ум не чувствует себя счастливым, пока ему не удается связать воедино разрозненные факты, им наблюдаемые”. сегодня мы попытались создать “портрет серы” из тех фактов, которые были известны, и из новых сведений об этом химическом элементе и простом веществе.*

**VI. Домашнее задание**

**Учитель**.*Прочитайте в учебнике § 21, выполните задания 1, 3 на с. 99 (О.С.Габриелян. Химия. 9 класс. М.: Дрофа, 2005).*

*Решите проблемную ситуацию*(рис. 3)*.*

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/01/31-1.jpg |
| ***Рис. 3. Химическое предприятие – источник загрязнения окружающей среды соединениями серы*** |

***1.****Внесите в рисунок недостающие элементы. Анализируя рисунок, ответьте на следующие вопросы.*

*а) Как отразится на биоценозе водоема воздействие кислотных дождей (образовавшихся с участием*SO2),*выпавших на почву?*

*б) Каким образом могут быть устранены изменения, происшедшие в водоеме под действием попавшего туда*SO2?

***2.****Вы – директор предприятия, изображенного на рисунке. Экспертами-экологами обнаружены отклонения от нормы состава воды из близлежащего озера и установлена причина: большие выбросы*SO2*вашим предприятием.*

*Что вы предпримете?*

*– Закроете предприятие;*

*– усовершенствуете очистные сооружения;*

*– займетесь очисткой воды в озере.*

*Обоснуйте выбранный вами вариант.*

*Наш урок мы закончим занимательным опытом “Горение черного пороха”, в состав которого входят три вещества: сера, уголь и калийная селитра. Эта смесь поджигается длинной горящей лучинкой. Происходит яркая вспышка – взрыв.*

*Желающие к следующему уроку могут подготовить сообщение по теме “Состав пороха”.*

*Сейчас прозвенит долгожданный звонок,   
Увы, но к концу подошел наш урок.   
А я благодарность вам всем объявляю,   
Отметки все ваши в журнал выставляю.  
Надеюсь привычно,  
Что будут они “хорошо” и “отлично”.   
Большое спасибо я вам говорю.   
Мы цели достигли. Благодарю!*

Л и т е р а т у р а

*Аликберова Л.Ю.* Занимательная химия: Книга для учащихся, учителей и родителей. М.: АСТ-ПРЕСС, 2002;

*Габриелян О.С*. Настольная книга учителя химии. 9 класс. М.: Блик и Ко, 2001;

*Егоров А.С., Шацкая К.П., Иванченко Н.М. и др.* Репетитор по химии. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008;

*Егоров А.С., Шацкая К.П., Иванченко Н.М.*Химия внутри нас: Введение в бионеорганическую и биоорганическую химию. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004;

*Кузьменок Н.М., Стрельцов Е.А., Кумачев А.И.* Экология на уроках химии. Минск: Красико-принт, 1996; Иллюстрированный словарь: Химия. М.: АСТ-Астрель, 2005;

*Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю.*Занимательные задания и эффектные опыты по химии. М.: Дрофа, 2002;

*Павлищева А.Ю.* Соединения серы и их значение // DVD: Фестиваль педагогических идей “Открытый урок”. Материалы участников. 2007/2008. Диск 2. ИД “Первое сентября”;

*Руина Л.А.* Разработка урока “Сера: нахождение в природе, свойства, применение, влияние на окружающую среду”. Там же;

*Сергеева В.А.* Урок химии в 9 классе по теме “Сера”. Там же.

**Н.В.МАЛЬКОВА,  
учитель химии  
средней школы № 15  
(г. Йошкар-Ола)**