

Р.Г. Иванова
А.А. Каверина

Сера и ее соединения

Производство серной кислоты

комплект транспарантов
для общеобразовательной школы

2-е издание, стереотипное

Центр  ПЛАНЕТАРИУМ
Москва. 2006

Комплект транспарантов «Сера и ее соединения. Производство серной кислоты» / Р.Г. Иванова, А.А. Каверина – 2-е изд. стереотип. – М.: Центр Планетариум, 2006.

Авторы: Р.Г. Иванова, А.А. Каверина

Комплект транспарантов по теме «Сера и ее соединения. Производство серной кислоты» включает как транспаранты (рисунки, схемы), так и методические пояснения к ним. Последовательность транспарантов соответствует установившейся в методике логике объяснения учебного материала о химических элементах в связи с их положением в периодической системе и особенностями строения атомов, а также о свойствах и значении их важнейших соединений. Возможность наложения отдельных пленок друг на друга придает пособию динамичность.

© Р.Г. Иванова, А.А. Каверина, 2000

© Центр Планетариум, разработка и концепция издания, 2000

© Центр Планетариум, оформление, 2006

Методическое введение

Производство серной кислоты, которой посвящен комплект прозрачных пленок (транспарантов), имеет важное значение для формирования системы знаний по химии. Предлагаемые рисунки, схемы с комментариями, задания для самостоятельной работы учащихся даны в определенной последовательности, соответствующей принятому в методике плану изучения химических элементов. В связи с этим рассмотрены положение серы в периодической системе химических элементов, строение атома, возможные изотопы, что позволит обсудить с учащимися проблему численного значения атомной массы серы.

Следующий блок транспарантов содержит сведения о соединениях серы с разными степенями окисления. Схемы, задания и рисунки опытов, подтверждающих отдельные свойства соединений серы, дают возможность пояснить учащимся различие реакций, в процессе которых не изменяется степень окисления серы (электронно-статичных), и реакций, идущих с изменением ее степени окисления (электронно-динамичных). На схемах реакции первого типа показаны в виде цепочек превращений веществ, формулы которых расположены горизонтально в соответствии со степенями окисления, обозначенными на оси. Реакции второго типа отражены цепочками превращений веществ, формулы которых обозначены как бы на разных уровнях, показывающих превращения веществ с понижением значения степени окисления серы (восстановление) или с повышением (окисление). При демонстрации пленок учитель может решить разные учебные задачи: предложить учащимся самостоятельно составить уравнения реакций, а затем проверить правильность выполнения задания по записям на транспаранте; провести беседу по вопросам, выясняющим сущность окислительно-восстановительных реакций и не относящихся к этому типу; выполнить демонстрационный или лабораторный опыт, соответствующий показанному на транспаранте, и т.д.

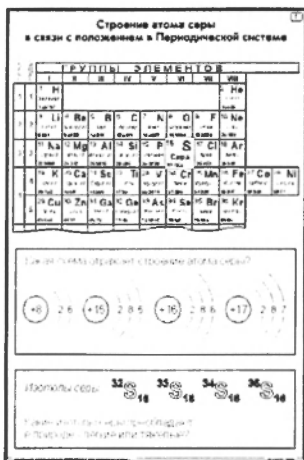
Комплект включает также пленки, содержание которых позволяет обсудить свойства серы как простого вещества и ее аллотропных модификаций.

Заключительный блок транспарантов посвящен вопросам нахождения серы и ее соединений в природе, а также их применению в народном хозяйстве. Особое внимание обращено на значение серной кислоты и в связи с этим рассмотрены особенности промышленного производства серной кислоты.

Комментарий к изобразительному ряду

1. Строение атома серы в связи с положением в периодической системе

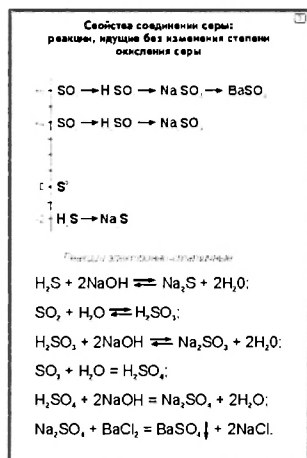
Транспарант демонстрируют при характеристике серы как химического элемента, после того как учащиеся расскажут о положении серы в периодической системе. О строении атомов и изотопах серы можно провести беседу по вопросам, приведенным на транспаранте, и предложить учащимся дать сравнительную характеристику строения атомов и свойств соседних химических элементов: S и O; S и P; S и Cl.



2. Степени окисления серы

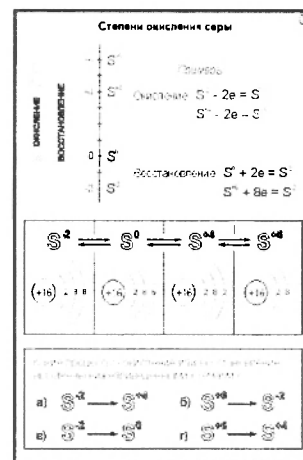
Схемами, изображенными на транспаранте, можно воспользоваться при объяснении особенности окислительно-восстановительных процессов на примере серы. Учащиеся вспомнят, что при электронно-динамичных реакциях происходит изменение степеней окисления химических элементов, которые условно можно представить как приобретение (присоединение) или потерю (отдачу) электронов.

Отвечая на вопрос, учащиеся смогут применить и проверить свои знания.



3. Свойства соединений серы: реакции, идущие без изменения степени окисления серы

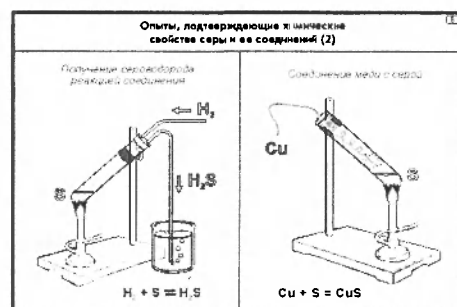
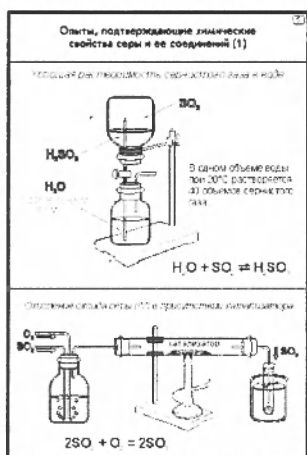
Схема демонстрируется при изучении свойств соединений серы как представителей важнейших классов неорганических веществ: оксидов (кислотных), кислот, солей. Кроме реакций, уравнения которых отражены на схеме, учащиеся могут самостоятельно составить химические уравнения, отражающие другие свойства соединений серы, например взаимодействия SO_2 и NaOH ; SO_3 и NaOH ; H_2SO_4 и BaCl_2 и др.



4. Свойства соединений серы: реакции, идущие с изменением степени окисления серы

На схеме рассматриваются возможные случаи окислительно-восстановительных превращений соединений серы. Учащиеся могут самостоятельно составить уравнения реакций, указанные на схеме с помощью стрелок. Образцы даны на транспаранте.

5–6. Опыты, подтверждающие химические свойства серы и ее соединений



5. Хорошая растворимость сернистого газа в воде. Окисление оксида серы в присутствии катализатора

6. Получение сероводорода. Соединение меди с серой

Рисунки демонстрируют при объяснении проведенных на уроке опытов, а также при обсуждении особенностей реакций электронно-статических и электронно-динамических.

Кристаллы и макромолекулы серы.
Аллотропные модификации

Кристаллы модификации α (1) и (2) (рис. 3.6.1) и (3) (рис. 3.6.2).

Рис. 3.6.2. Схематическое изображение кристаллов серы: 1) модификация α ; 2) модификация α ; 3) модификация β .

Рис. 3.6.3. Зависимость плотности ρ от температуры T для кристаллов серы.

1) \rightarrow 2) $\xrightarrow{800^\circ\text{C}}$ 4) $\xrightarrow{1700^\circ\text{C}}$ 3)

8. Сера в природе

The diagram shows a cross-section of the earth's crust with a well. The well passes through a layer labeled 'ПЛОТНЫЙ САНДИСТЫЙ СЛОЙ' (dense sandy layer) and reaches a reservoir labeled 'НАПОЛНЕНАЙ ШИШ' (oil-filled layer). Below the well, a line graph plots the concentration of various elements in the oil.

Элементы, содержание которых в нефти выше, чем в окружающей среде

Элемент	Содержание (%)
H	14.5
C	83.9
O	2.87
Fe	0.0001
Na	2.87
Mg	2.30
Si	0.0001
P	0.0001 (0.0001)
Cl	0.0001 (0.0001)
K	0.0001
Ca	0.0001

Сведения о сферах в природе и их применении

Минералы и сырьевые продукты, используемые в строительстве

Материал	Сфера	Функция	Применение	Прочность
Песок	Строительство	Заполнитель бетона и асфальта	Строительство дорог, фундаментов	8,5
Известняк	Строительство	Строительство стен, фундаментов	Строительство стен, фундаментов	8,5
Кирпич	Строительство	Строительство стен, фундаментов	Строительство стен, фундаментов	8,5
Цемент	Строительство	Строительство стен, фундаментов	Строительство стен, фундаментов	8,5
Асбест	Строительство	Строительство стен, фундаментов	Строительство стен, фундаментов	8,5
Мрамор	Строительство	Строительство стен, фундаментов	Строительство стен, фундаментов	8,5

Применение минералов и сырьевых продуктов в строительстве

МАТЕРИАЛЫ **ПРОЦЕСС**

Транспортировка сырья (песок, гравий, щебень)

Производство строительных материалов (бетон, кирпич, цемент)

Монтаж конструкций (фундамент, стены, крыша)

Финишная отделка (штукатурка, покраска, облицовка)

Эксплуатация и обслуживание объектов

МАТЕРИАЛЫ

ПРОЦЕССЫ

АДМИНИСТРАЦИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО

Строительство объектов (фундамент, стены, крыша)

Эксплуатация объектов (ремонт, обслуживание)

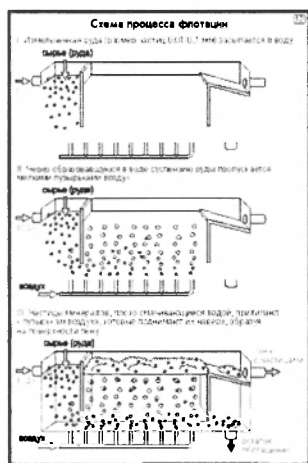
Рисунки демонстрируют при объяснении проведенных на уроке опытов, а также при обсуждении особенностей реакций электронно-статических и электронно-динамичных.

Сера и ее соединения. Производство серной кислоты

11. Схема химического производства

Данная схема используется многократно по мере изучения любого химического производства. Впервые вниманию учащихся ее предлагают на уроке по теме «Серная кислота – важнейший продукт химической промышленности. Сырье для производства серной кислоты». Схема может быть использована также в качестве плана при обобщении и систематизации знаний о научных принципах химического производства.

12. Схема процесса флотации



Первоначальные представления о сущности метода флотации как одного из наиболее совершенных методов обогащения руд учащиеся получают при обсуждении общих принципов выбора сырья в химической промышленности. При изучении производства серной кислоты эти представления конкретизируются, в частности, на примере обогащения природных сульфидных руд, содержащих: железный колчедан (пирит) – FeS_2 ; халькопирит – CuFeS_2 ($\text{Cu} \cdot \text{FeS}$); цинковую обманку – ZnS .

При флотации более тяжелые частицы халькопирита всплывают наверх. Учащимся предлагают назвать причину этого явления.

Пена с частицами халькопирита вытекает из флотационной машины. После ее самопроизвольного разрушения остается концентрат с высоким содержанием сульфида меди. Где можно использовать это сырье? Флотационные «хвосты» содержат пирит. Его отделяют от воды и высушивают. Содержание серы в нем 32–47%.

13. Условия осуществления реакций, лежащих в основе производства серной кислоты

Подобные задания целесообразно использовать в целях систематизации и обобщения знаний по теме: «Производство серной кислоты». Транспарант 13 представляет собой задание, ответы на которое приведены на двух прозрачных листах, которые после опроса учащихся (письменного или устного) накладываются сверху.

Условия осуществления реакций, лежащих в основе производства серной кислоты		УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ					
РЕАКЦИИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ	ОТДАЧА ТЕПЛОТЫ	ДАВЛЕНИЕ	ТЕМПЕРАТУРА	ВРЕМЯ	КАТАЛИЗАТОР	ОСРЕДНЕНИЕ	ОБЪЕМ
$4\text{FeS} + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + \text{O}$	+		+			+	+
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{O}$		+		+		+	+
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$						+	+

1 В первой графе таблицы запишите уравнения химических реакций, лежащих в основе производства серной кислоты.
2 В пустых ячейках таблицы знаком "+" отметьте условия, которые являются оптимальными для проведения каждой из реакций.

Характеристика реакций, лежащих в основе производства серной кислоты		ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ					
РЕАКЦИИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ		НЕОБРАЗОВАНИЕ	ОБРАЗОВАНИЕ	ОСРЕДНЕНИЕ	ОБЪЕМ	ТЕМПЕРАТУРА	ДАВЛЕНИЕ
$4\text{FeS} + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + \text{O}$		+		+		+	+
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{O}$			+	+		+	+
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$		+		+		+	+

1 В первой графе таблицы запишите уравнения химических реакций, лежащих в основе производства серной кислоты.
2 В пустых ячейках таблицы знаком "+" отметьте признаки, отвечающие характеристике каждой из реакций.

14. Характеристика реакций, лежащих в основе производства серной кислоты

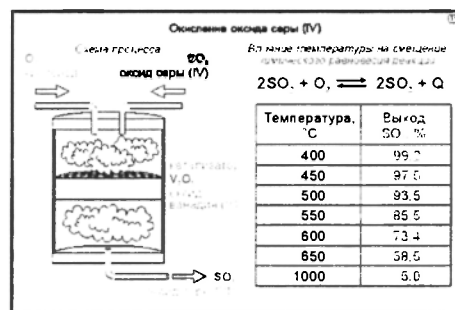
Подобные задания можно предложить учащимся в ходе изучения темы, при обобщении знаний по теме, а также в качестве заданий для самопроверки знаний. Транспарант 14 представляет собой задание, ответы на которое приведены на двух прозрачных листах, которые после опроса учащихся (письменного или устного) накладываются сверху.

15. Окисление оксида серы (IV)

Данный транспарант используют при ознакомлении учащихся с химической реакцией, лежащей в основе второй стадии производства серной кислоты. Тема урока: «Окисление сернистого газа». Использование предлагаемой схемы в ходе обсуждения данной реакции поможет учащимся самостоятельно ответить на вопрос: почему реакцию окисления оксида серы (IV) относят к гетерогенно-каталитическим?

Приведенные на листе экспериментальные данные анализируют с учащимися в ходе обсуждения вопроса о выборе условий для осуществления реакции. При этом учащимся можно предложить для обдумывания следующие вопросы:

- каким требованием необходимо руководствоваться при выборе условий для осуществления реакции?
- какое влияние будет оказывать повышение температуры на скорость прямой (окисление SO_2) и обратной реакции (разложение SO_3)?
- почему окисление SO_2 нельзя проводить при сравнительно низких и довольно высоких температурах?



Наглядное пособие для общеобразовательной школы

**Комплект транспарантов
«Сера и ее соединения.
Производство серной кислоты»**

Авторы: ИВАНОВА Раиса Георгиевна
КАВЕРИНА Ада Александровна

Руководитель издательской группы: *С.В. Скрипкин*
Художественный редактор: *Л.Н. Щербакова*
Компьютерная графика и верстка: *И.Г. Кривоносов*
Корректор: *Л.В. Яковлева*
Научно-методический и технический отделы ЦНСО

ИБ№104

Изд. лицензия ИД № 03856 от 30 января 2001 г.
Подписано к производству 01.12.2006

Формат 60 × 84 $\frac{1}{8}$. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 1000 экз.

Центр «Планетариум»
Москва, Орликов пер., 3, кор.1
Тел.: (495) 380-00-27, 687-99-87

Брошюра отпечатана в типографии
ООО «Печатный салон ШАНС»
127412, Москва, Ижорская ул., 13/19