

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С. П. КОРОЛЕВА**

**КЛАССЫ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ**

Методические указания

САМАРА 1995

Составители: **В. И. Костина, И. А. Расщепкина**

УДК 54 075

Классы неорганических соединений: Метод. указания /Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. В. И. Костина, И. А. Расщепкина. Самара, 1995. 8 с.

Методические указания являются руководством к лабораторной работе «Классы неорганических соединений» и включают теоретические основы эксперимента, лабораторные опыты, характеризующие свойства некоторых веществ.

Предназначены для студентов 1-го курса дневного и вечернего отделений технического вуза, а также для учащихся аэрокосмического лицея. Указания разработаны преподавателями кафедры «Химия».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королёва

Рецензент **В. В. Слепушкин**

Цель работы: изучение химических свойств оксидов, кислот, оснований, солей и установление генетической связи между ними.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Неорганические соединения подразделяются на классы, каждый из которых характеризуется общими свойствами.

ОКСИДЫ

Оксидами называются сложные вещества, состоящие из двух элементов, один из которых — кислород. Например: Na_2O , CO , P_2O_5 , Al_2O_3 . Оксиды подразделяются на несолеобразующие и солеобразующие. Последние, в свою очередь, делятся на основные, кислотные и амфотерные.

Основными называются оксиды, которые образуют соли при взаимодействии с кислотами или кислотными оксидами.



Основным оксидам соответствуют основания. Например, оксиду кальция CaO соответствует основной гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Кислотными называются оксиды, которые образуют соли при взаимодействии с основаниями и основными оксидами.



Присоединяя прямо или косвенно воду, кислотные оксиды образуют кислоты. Например:



Амфотерными называются оксиды, которые образуют соли при взаимодействии как с кислотами, так и с основаниями. К амфотерным относятся оксид цинка ZnO , оксид алюминия Al_2O_3 , оксид олова (II) SnO , оксид свинца (II) PbO , оксид хрома (III) Cr_2O_3 и др.



Несолеобразующие оксиды не взаимодействуют ни с кислотами ни с основаниями. К ним относятся оксид азота (I) N_2O , оксид азота (II) NO и др.

КИСЛОТЫ

Кислотами называются вещества, способные диссоциировать в растворе с образованием ионов водорода. Количество атомов водорода определяет основность кислоты.

$\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ — одноосновная кислота,

$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ — двухосновная кислота,

$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ — трехосновная кислота.

Двух- и многоосновные кислоты диссоциируют ступенчато:

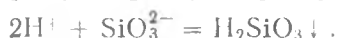
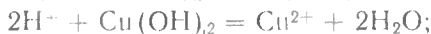
$\text{H}_3\text{AsO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{AsO}_4^-$ — первая ступень,

$\text{H}_2\text{AsO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HAsO}_4^{2-}$ — вторая ступень,

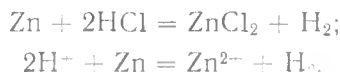
$\text{HAsO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{AsO}_4^{3-}$ — третья ступень.

По наличию кислорода в своем составе кислоты делятся на кислородосодержащие (H_2SO_4 , HClO_4) и бескислородные (HCl , H_2S).

Характерными свойствами кислот являются их реакции с основными оксидами, основаниями и солями:



Кислоты реагируют с металлами, при этом атомы металла окисляются



ОСНОВАНИЯ

Основаниями называются вещества, способные диссоциировать в растворе с образованием гидроксид-ионов. Количество гидроксид-ионов в основании определяет его кислотность.

$\text{KOH} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{OH}^-$ — однокислотное основание,

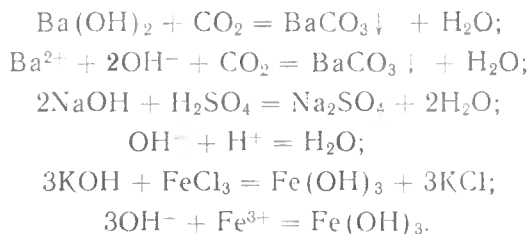
$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ — двухкислотное основание.

Многokислотные основания диссоциируют ступенчато:

$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaOH}^+ + \text{OH}^-$ — первая ступень,

$\text{CaOH}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^-$ — вторая ступень.

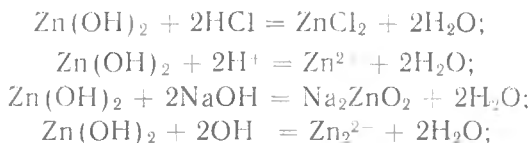
Характерными свойствами оснований являются их реакции с кислотными оксидами, кислотами и солями.



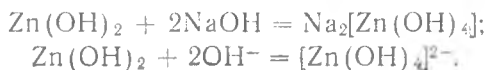
Амфотерные основания способны диссоциировать в водных растворах как по типу кислот, так и по типу оснований:



Амфотерные основания взаимодействуют как с кислотами, так и со щелочами:



или



К амфотерным основаниям относятся гидроксид цинка $Zn(OH)_2$, гидроксид алюминия $Al(OH)_3$, гидроксид свинца (II) $Pb(OH)_2$, гидроксид хрома (III) $Cr(OH)_3$ и др.

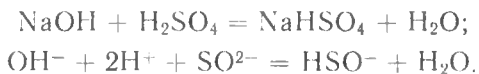
СОЛИ

Соли можно рассматривать как продукты взаимодействия кислот и оснований.

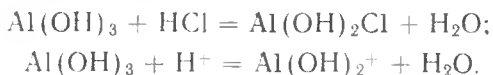
При полном замещении атомов водорода в молекуле кислоты атомами металла образуются средние соли:



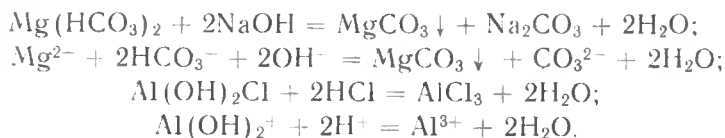
Если взятого количества основания недостаточно для образования средней соли, получаются кислые соли, например:



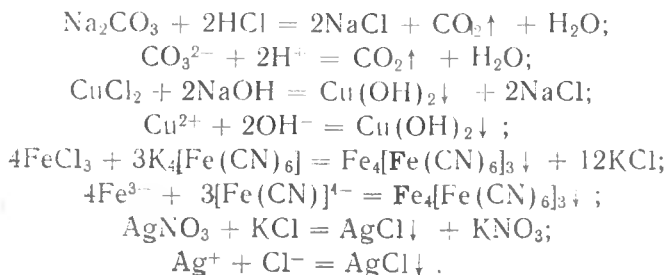
Если взятого количества кислоты недостаточно для образования средней соли, получаются основные соли, например:



Для превращения кислых и основных солей в средние необходимо добавить соответствующее количество основания или кислоты, например:



Самыми характерными свойствами солей являются их реакции полного обмена с кислотами, щелочами, друг с другом, проходящие в водных растворах. Такие реакции идут практически до конца, если в результате реакции образуются газы, осадки или слабые электролиты.



Между простыми веществами, оксидами, кислотами, основаниями и солями существует генетическая связь, а именно — возможность их взаимного перехода, которую можно выразить схемой:



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение оксида серы (IV) и исследование его свойств

В железную ложечку поместите небольшой кусочек серы. Нагрейте ложечку над пламенем горелки и, когда сера загорится, опустите ложечку в коническую колбу с водой так, чтобы она не касалась воды, закройте горло колбы ватным тампоном. Когда горение прекратится, ложечку выньте из колбы, а содержимое колбы взболтайте, чтобы растворить в воде продукты горения. Затем добавьте в колбу 1—2 капли раствора метилоранжа. Отметьте окраску раствора. Составьте уравнения реакций. Каков характер оксида?

Опыт 2. Получение оксида меди (II) и исследование его свойств

В сухую пробирку поместите столько сухого карбоната гидроксомеди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, чтобы было покрыто дно пробирки, и закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите в пробирку с известковой водой (раствор гидроксида кальция в воде). Пробирку с $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ нагрейте на пламени спиртовки до прекращения выделения пузырьков газа. Напишите уравнения происходящих реакций. Отметьте качественные признаки реакций.

К оставшемуся после разложения соли оксиду меди (II) прилейте 2—3 мл разбавленной серной кислоты и нагрейте до полного растворения осадка. Напишите уравнение реакции, отметьте цвет раствора. Сделайте вывод о способе получения оксидов и их свойствах на основе опытов 1 и 2.

Опыт 3. Взаимодействие основания с кислотой

В пробирку налейте 3—4 мл раствора гидроксида натрия. Добавьте 1—2 капли фенолфталеина. Отметьте окраску раствора. Затем по каплям добавьте в пробирку раствор хлороводородной кислоты до изменения окраски раствора. Напишите в молекулярном и ионном видах уравнение реакции, объясните изменение окраски раствора.

Опыт 4. Получение кремниевой кислоты

В пробирку налейте 3—4 мл концентрированного раствора силиката натрия и прибавьте вдвое меньший объем раствора хлороводородной кислоты. Содержимое пробирки перемешайте стеклянной палочкой. Напишите в молекулярном и ионном видах уравнение реакции. Отметьте качественные признаки реакций. Сделайте выводы о способах получения кислот на основании опытов 1 и 4.

Опыт 5. Получение гидроксида никеля II и исследование его свойств

В пробирку налейте 3—4 мл раствора хлорида никеля (II) и прилейте к нему такой же объем раствора гидроксида натрия. Дайте отстояться выпавшему осадку. Жидкость с осадка осторожно слейте. Исследуйте растворимость осадка в кислотах, добавляя к нему при перемешивании раствор серной кислоты. Напишите в молекулярном и ионном видах уравнения соответствующих реакций и отметьте характерные признаки реакций. На основании опытов 2, 3, 4 и 5 сделайте вывод о свойствах кислот и оснований.

Опыт 6. Получение гидроксида алюминия и исследование его кислотно-основных свойств

В пробирку налейте 4—5 мл раствора сульфата алюминия. Нагрейте раствор на спиртовке до кипения и прибавьте к нему такой же объем раствора аммиака. Содержимое пробирки взболтайте и половину его перенесите в другую пробирку. В одну из пробирок добавьте по каплям раствор соляной кислоты до полного растворения осадка. Во вторую пробирку прилейте раствор гидроксида натрия также до полного растворения осадка. Составьте в молекулярном и ионном видах уравнения реакций. Определите характер гидроксида алюминия. Сделайте вывод о способе получения гидроксидов на основании опытов 5, 6.

Опыт 7. Получение средней соли

В пробирку налейте 3—4 мл раствора хлорида бария и прилейте к нему такой же объем раствора хромата калия. Напи-

шите в молекулярном и ионном видах уравнение реакции, отметьте характерные признаки реакции. Сделайте вывод о способах получения средних солей на основании опытов 3, 6, 7.

Опыт 8. Получение кислой соли

В пробирку с известковой водой (раствор должен занимать 1/3 объема пробирки) пропустите из аппарата Киппа оксид углерода IV до появления помутнения, затем продолжайте пропускать газ до исчезновения муты (газоотводная трубка аппарата Киппа должна доходить до дна пробирки, пузырьки газа должны пробулькивать через раствор медленно!).

Напишите в молекулярном и ионном видах уравнения происходящих реакций, учитывая следующую последовательность: вначале образование средней соли, затем превращение ее в кислоту. Сделайте вывод о способе получения кислой соли.

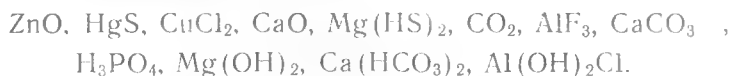
Опыт 9. Получение основной соли

В пробирку налейте 5—6 мл раствора сульфата меди (II), к нему добавьте 1—1,5 мл раствора щелочи, нагрейте до начала кипения. Обратите внимание на цвет образовавшегося осадка. Для сравнения в другой пробирке к 1—2 мл раствора этой же соли меди добавьте 2—4 мл раствора щелочи, нагрейте полученный раствор.

Чем вызвано различное изменение цвета осадков при нагревании? В каком случае должна была образоваться основная соль? Почему? Составьте в молекулярном и ионном видах уравнения происходящих реакций, сделайте вывод о том, при каком условии основная соль получается из средней. Сделайте выводы о свойствах солей на основании опытов 2, 4, 5, 8, 9, 10.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

1. К какому классу неорганических соединений относится каждое из перечисленных веществ? Назвать их.

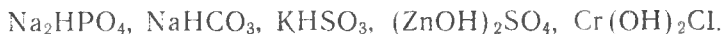


2. Какие из перечисленных ниже веществ будут реагировать с гидроксидом натрия? Назвать исходные вещества и продукты реакций. Написать в молекулярном и ионном видах уравнения реакций.



3. Составьте в молекулярном и ионном видах уравнения реакций, с помощью которых можно превратить следующие кис-

лые и основные соли в средние. Назовите исходные вещества и продукты реакций.



4. Составьте в молекулярном и ионном видах уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л.: Химия, 1988. 272 с.

Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1980. 720 с.

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Составители: Костина Валентина Игнатьевна,
Расщепкина Наталья Афанасьевна

Редактор Л. Я. Чегодаева

Техн. редактор Н. М. Каленюк

Корректоры: Т. И. Щелокова, В. Н. Ардакова

Подписано в печать 7.04.95. Формат 60 × 84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,46. Усл. кр.-отт. 0,58. Уч.-изд. л. 0,5.

Тираж 200 экз. Заказ 169. Арт. С—53 мр/95

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С. П. Королева.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Издательство Самарского аэрокосмического университета,
443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.