



Самара



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY



Экспериментальное подтверждение амфотерности соединений некоторых металлов



Выполнили:

**ученики 8-го класса
ГБОУ СО «Гимназия №1
(базовая школа РАН)»
Мусатов Антон,
Чеботникова Диана**

**Научный руководитель:
преподаватель химии
Бурундукова Гузель Усмановна**

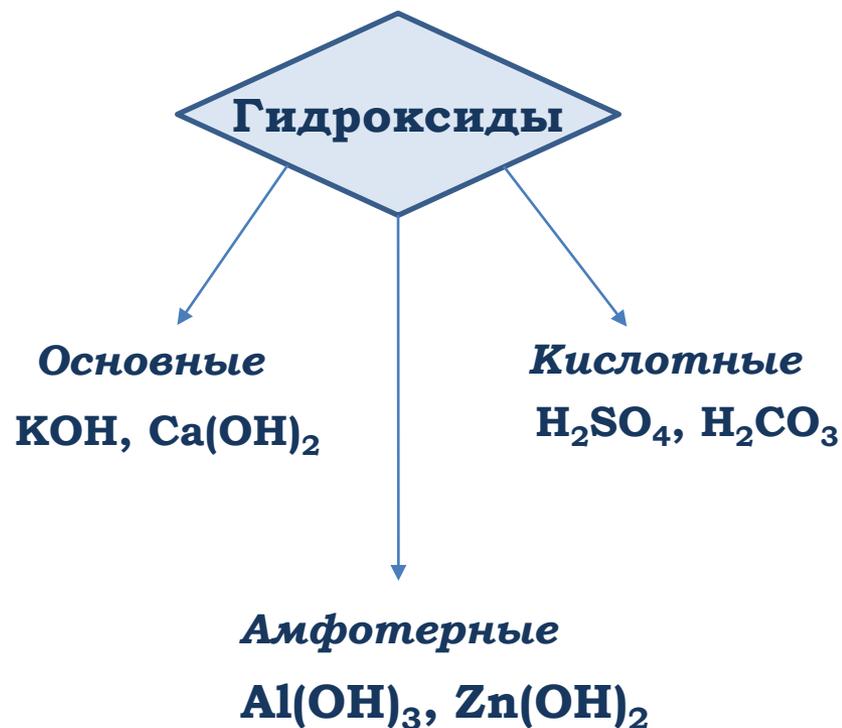
**Научный консультант:
к.х.н., ст. преподаватель
Абдильмянов Алексей Рафикович**

**Международная научная школьная конференция «XVIII Колмогоровские чтения»
3 - 7 мая, 2021**

Понятие «амфотерность»



Под амфотерностью понимают способность некоторых соединений проявлять в зависимости от условий как кислотные, так и основные свойства



Цель работы



Исследование кислотно-основных свойств оксида меди (II), гидроксида меди (II) и оксида серебра (I) и экспериментальная проверка их амфотерности

220 / 289

К основным оксидам относят оксиды металлов с наибольшей степенью окисления (+1 и +2), т. е. оксиды металлов IA и IIA группы Периодической системы Д. И. Менделеева, HgO, MnO и некоторые другие. Все основные оксиды представляют собой твердые вещества.

Типичные реакции основных оксидов

1. Основной оксид + кислота → соль + вода.
(реакция обмена)

а) $3\text{Na}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$;
б) $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Лабораторный опыт № 27
Взаимодействие основных оксидов с кислотами

В пробирку поместите немного (объемом со спичечную головку) порошка оксида меди (II). Отметьте его цвет. Налейте в пробирку с оксидом меди (II) 1–2 мл раствора серной кислоты. Для ускорения реакции слегка потрясите содержимое пробирки. Что наблюдаете? Поместите на стеклянную или фарфоровую пластину 1–2 капли полученного раствора, используйте стеклянную палочку или пипетку, и выпарьте его. Что образовалось на стеклянной пластине? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций между оксидом меди (II) и серной кислотой.

2. Основной оксид + кислотный оксид → соль.
(реакция соединения)

а) $\text{CaO} + \text{N}_2\text{O}_5 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$;
б) $\text{MgO} + \text{SiO}_2 = \text{MgSiO}_3$.

3. Основной оксид + вода → гидроксид.

Габриелян О.С, химия, 8 класс, с. 250

CuO обозначен как основной оксид

$2\text{NaOH} + \text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Они отличаются лишь количеством образующейся воды.

Основные оксиды, подобно основаниям, также вступают в реакции с кислотами, при этом образуется соль и вода. Возьмем черный порошок оксида меди(II) и обработаем его горячим раствором серной кислоты. Оксид меди(II) растворится в кислоте, получается голубой раствор сульфата меди(II):

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

При медленном испарении воды из него выделяются крупные синие кристаллы медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Точно такие же продукты образуются и при нейтрализации гидроксида меди(II) серной кислотой:

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

Аналогично в реакции с кислотами вступают и другие основные оксиды и гидроксиды:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
$$\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
$$2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$

Во всех этих реакциях получаются соль и вода.

142

Взаимодействие веществ, обладающих кислотными и основными свойствами

Лабораторный опыт 19 Взаимодействие основных оксидов с кислотами

В разные пробирки поместите оксид магния, оксид меди(II) и оксид кальция. Добавьте в каждую пробирку кислоту. Что вы наблюдаете? Повторите опыт, взяв вместо соляной кислоты азотную. Напишите уравнения реакций.

Взаимодействие оксидов между собой

Кузьменко Н.Е, Еремин В.В. химия, 8 класс, с. 142

CuO и Cu(OH)₂ обозначены как основные соединения

СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ОКСИДОВ

Основные оксиды — это оксиды, которым в качестве гидроксидов соответствуют основания.

Например:

$$\text{Na}_2\text{O} = \text{NaOH}$$

гидроксид натрия — основной гидроксид (основание)

$$\text{CaO} = \text{Ca}(\text{OH})_2$$

гидроксид кальция — основной гидроксид (основание)

Основные оксиды образуют только металлы и, как правило, в степени окисления +1 и +2 (исключение: BeO, ZnO, SnO, PbO не относятся к основным).

Основные оксиды взаимодействуют:

1. С кислотами, образуя соль и воду (реакция обмена):

Основной оксид + Кислота = Соль + Вода

Например, возьмем две пробирки, в одну из которых нальем раствор гидроксида натрия NaOH, в другую — соляную кислоту HCl. Затем в каждую пробирку внесем немного оксида магния MgO, представляющего собой порошок белого цвета, и осторожно перемешаем стеклянной палочкой. В пробирке с раствором гидроксида натрия никаких признаков химической реакции не наблюдается, в пробирке не происходит выделение тепла. Порошок смешивается водой и оседает на дно. Иная картина наблюдается в пробирке с соляной кислотой: происходит разогревание раствора, порошок растворяется и образуется прозрачный раствор. Реакцию между оксидом магния и соляной кислотой можно выразить молекулярным уравнением:

Химические свойства основных оксидов

Новошинский И.И., химия, 8 класс, с. 142

Ag₂O обозначен как основной оксид

Актуальность, объект, предмет и задачи исследования



Актуальность работы заключается в опровержении информации, содержащейся в школьных учебниках

Объект исследования: соединения переходных металлов

Предмет исследования: оксид меди (II), оксид серебра (I), гидроксид меди (II)

Задачи работы:

- 1. Анализ научной литературы по данной проблеме**
- 2. Выбор методов определения продуктов исследуемых реакций и подбор концентраций растворов исходных веществ**
- 3. Проведение твердофазного синтеза Na_2CuO ;**
- 4. Исследование превращений в растворе нитрата меди (II) при добавлении избытка щелочи**
- 5. Изучение превращений в растворе нитрата серебра (I) при добавлении избытка щелочи**

Амфотерность CuO , твердофазный синтез



Реагент	CuO	NaOH
М, г/моль	80	40
Масса, г	5.0	5.0



Расплавленная щелочь,
до добавления оксида



Конец процесса, после
добавления оксида

Амфотерность CuO , гидролиз Na_2CuO_2



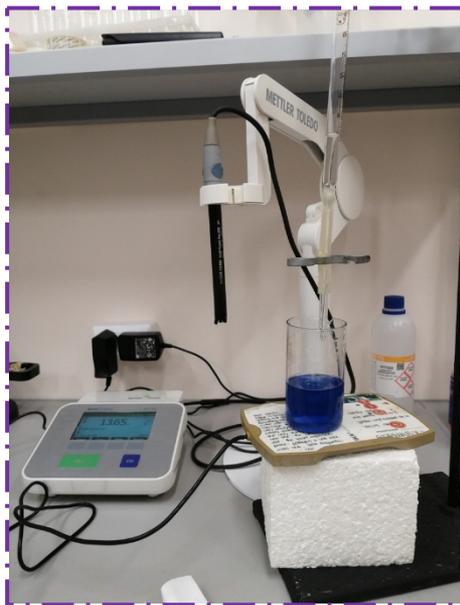
Цвет раствора после взаимодействия Na_2CuO_2 с водой (слева в кювете) показан в сравнении с раствором нитрата меди (II) (справа в колбе)

Показания колориметра

Пропускание, %	
До начала реакции	100
После протекания реакции	69



Амфотерность $\text{Cu}(\text{OH})_2$, образование комплексной соли

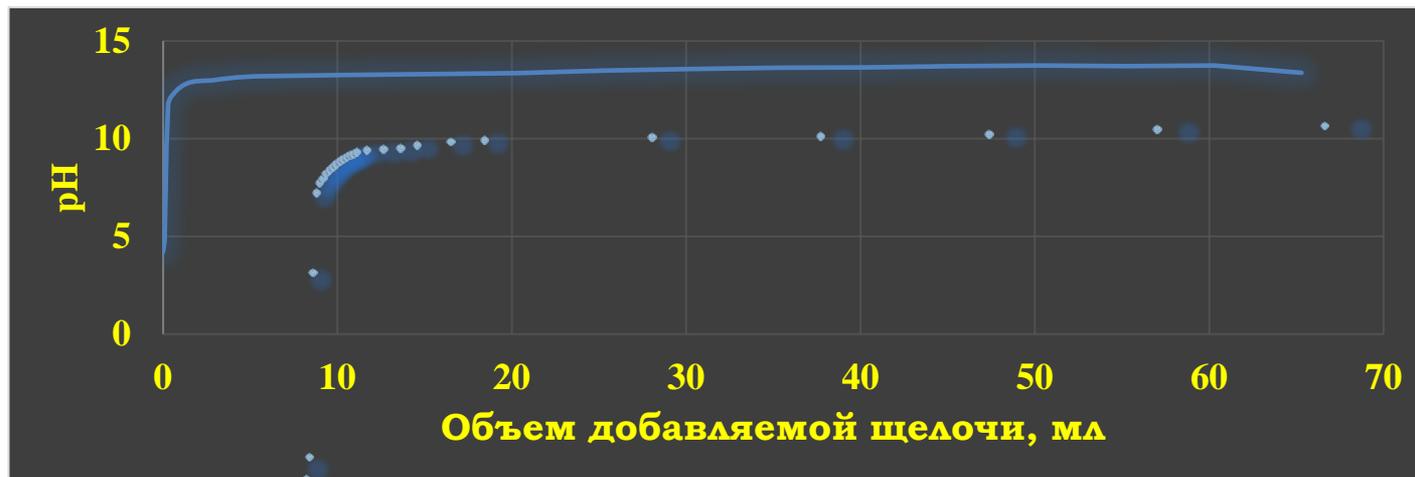


Установка для исследования и
рН-метр Metler Toledo seven
compact

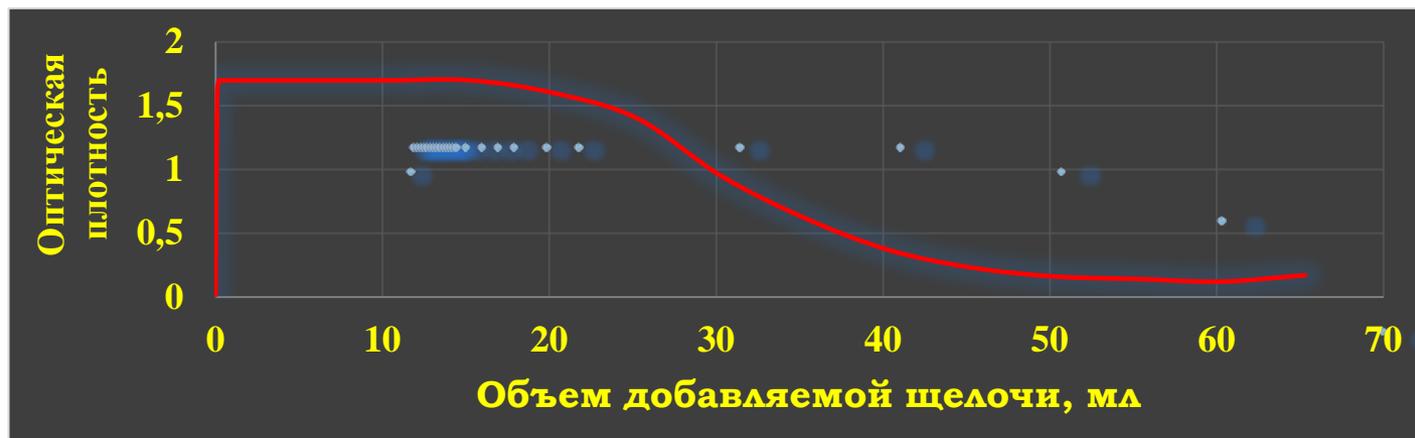


Колориметр КФК-2 для
спектрофотометрического анализа

Амфотерность $\text{Cu}(\text{OH})_2$, образование комплексной соли



Показания рН-метра



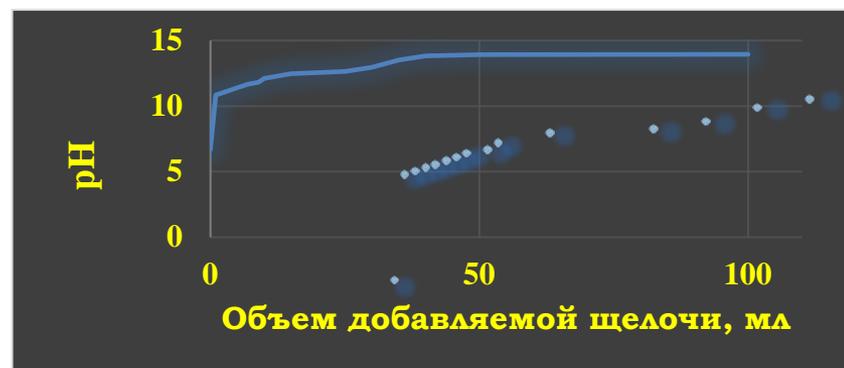
Показания колориметра

Совместный анализ

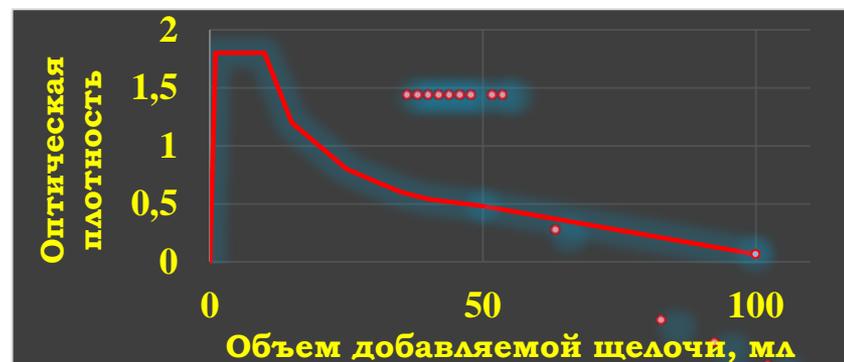
Амфотерность Ag_2O , образование комплексной соли



Установка для исследования



Показания pH-метра



Показания колориметра

Заключение



На основании проведенного исследования была опровергнута информация школьных учебников о том, что оксид меди (II), оксид серебра (I), гидроксид меди (II) являются соединениями только с основными свойствами

- ❖ Синтезирован купрат натрия. Спектрофотометрическим методом анализа доказана способность купрата гидролизываться в воде**
- ❖ При совместном использовании спектрофотометрического и потенциометрического методов анализа изучено влияние избытка щелочи на гидроксид меди (II) и оксид серебра (I). Установлен факт образования комплексных солей $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ и $\text{Na}[\text{Ag}(\text{OH})_2]$, растворимых в воде**



Самара



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY



Спасибо за внимание!

Научная новизна исследования: впервые дана оценка кислотно-основным свойствам оксида меди (II), гидроксида меди (II) и оксида серебра (I) при помощи спектрофотометрического и потенциометрического методов анализа

Практическая ценность работы: полученные экспериментальные данные могут быть использованы в процессе обучения на уроках химии в школах и колледжах