

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**КОКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**“Разрешено к защите”**  
Декан факультета  
\_\_\_\_\_ д.х.н. В. У. Хужаев  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**5110300 – направление методика преподавания химии  
студент IV курса 403-группы**

**Аббосов Шохижохон Азизхон угли**

**на тему “Химический эксперимент по неорганической химии в  
системе проблемного обучения”**

**Научный руководитель:**  
\_\_\_\_\_ Д.Б. Каримова  
**Преподаватель кафедры методика преподавания химии**

**Рецензенты:**  
\_\_\_\_\_ И.И. Махмудов  
**к.ф-м.н., ст. преп.кафедры МПХ**  
\_\_\_\_\_ Ё. Н.Тоштемиров  
**Учитель химии средней школы №41 г. Коканда**

**“Рекомендовано к защите”**  
**Зав. кафедрой методика преподавания химии:**  
\_\_\_\_\_ к.х.н. доцент Г.М. Очилов  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 год

**Коканд-2018**

## АННОТАЦИЯ

На выпускной квалификационной работы студента Кокандского государственного педагогического института по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижохона Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения»

В данной выпускной квалификационной работе изучено и обсуждено вопросы преподавания урока химии по теме «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения». Приведен проект урока по теме: “Гидролиз солей”, “Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры». При демонстрации опытов ученикам, обучение позволяет активно применять полученные ранее знания и умения, помогает повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также даёт возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий. Проведен педагогический эксперимент и на основе его сделано соответствующее заключение.

Qo'qon davlat pedagogika instituti Kimyo o'qitish metodikasi ta'lim yo'nalishi talabasi Abbosov Shoxijahon Azizxon o'g'lining “Muammoli o'qitish tizimida anorganik kimyodan kimyoviy eksperimentning o'rni” mavzusidagi bitiruv malakaviy ishiga

## ANNOTATSIYA

Ushbu bitiruv malakaviy ish “Kimyoviy eksperimentda muammoli o'qitish tizimidan foydalanish” deb nomlangan bo'lib, unda muammoli o'qitish va uning kimyo faniga tadbir'i haqidagi ma'lumotlar o'rganilgan va muhokama etilgan. “Tuzlar gidrolizi”, “Kimyoviy reaksiya tezligining modda tabiati, konsentratsiyasi va temperaturaga bog'liqligi” mavzusidagi dars loyihalari tayyorlangan. Pedagogik tajriba –sinov ishlari o'tkazilib, kimyoviy eksperimentlarda muammoli

o'qitish tizimidan foydalanishning o'quv jarayonidagi samaradorlik darajasi yuqoriligi aniqlangan.

### **Annotation**

**На выпускной квалификационной работы студента Кокандского государственного педагогического института по направлению Methodological preparatory work Abbosova Shokhijaxona Azizxon ugli на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения»**

**V dannyoy vpusknoy kvalifikatsionnoy rabote izucheno i obsujdeno voprosy prepodavaniya uroka ximii po teme «Ximicheskiy eksperiment po neorganicheskoy ximii v sistema problemnogo obucheniya». Priveden proekt uroka po teme: "Hydrolysis Sole", "Zavisimost scores ximicheskix reactions at prirody reagiruchix veshchestv, concentration and temperature". Prix demonstratsii Opyt uchenikam, obuchenie pozvolyaet aktivno primenyat poluchennye Previous ZNANIY i uploaded, pomogaet povysit uroven ZNANIY, glubinu ponimaniya ximicheskix yavleniy, a takje Dayong vozmojnost priobresti Opyt konkretnogo Dom problemnyx tvorcheskix zadaniy. Proved pedagogical experiment and na osnove ego sdelano sootvetstvuyushchee zaklyuchenie.**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На выпускной квалификационной работы студента  
Кокандского государственного педагогического института  
по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижахона  
Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии  
в системе проблемного обучения»

Возникновение концепции проблемного обучения знаменовало в своё время новый этап в развитии дидактики и психологии обучения. В отличие от ранее сложившихся подходов эта концепция привнесла в теорию и практику образования систему формирования творческих способностей учащихся, а не просто отдельные приемы активизации познавательных интересов и мышления. Проблемное обучение представляет собой особый тип обучения, характерную черту, которой составляет его развивающая по отношению к творческим способностям функция.

Система методов при этой форме построена с учетом целеполагания, а процесс взаимодействия преподавания и учения ориентированы на формирование познавательной самостоятельности, устойчивых мотивов учения и мыслительных способностей в ходе усвоения научных понятий и способов деятельности.

Подобные эксперименты при включении их в учебный процесс позволят ученикам активно применять полученные ранее знания и умения, помогут повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также дадут возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий. Необходимость повышения уровня экспериментальной подготовки учащихся обусловлена и потребностью общества в знающих высококвалифицированных специалистах по химии. Интерес к химической науке начинает формироваться еще в школе. Довольно часто заинтересованность, возникшая в школе, затем влияет на выбор профессии.

Выпускная квалификационная работа студента Аббосова Шохижахона  
Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии

в системе проблемного обучения» посвящена изучению и применения проблемных обучение на уроках химии.

Данная работа состоит из введения, 2 глав, --- таблиц, заключения, списка использованных литератур и написано в рукописном варианте.

В первой главе приведено основные формы проблемного обучения, значение опытов системы проблемного обучения для повышения уровня подготовки учащихся по химии.

Во второй главе описывается методики разработки содержания школьного химического эксперимента в системе проблемного обучения способом анкетирование, тестирование, критерий «степень обученности». Для исследования эффективности проблемного обучения при демонстрации опытов, в группах учащихся применяли метод педагогического тестирования учебных достижений по химии, с последующей его оценкой с помощью критерия «степень обученности»

В данной работе имеется некоторые стилистические и орфографические ошибки. Видимо это связано с тем, что автор учился в национальной школе. Но эти замечаний ни коем образом не снижает уровень и содержание самой работы.

Я считаю, что данная работа соответствует всем требованиям, предъявляемых, такого рода работам со стороны существующих нормативных документов. По этому, я рекомендую выпускной квалификационной работы студента Кокандского Государственного Педагогического института по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижахона Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения» на защиту перед Государственной Аттестационной Комиссии, а автора этой работы считаю достойной получения степени бакалавра.

**Преподаватель кафедры МПХ КГПИ:**

**Д.Каримова**

## ОТЗЫВ

На выпускной квалификационной работы студента  
Кокандского государственного педагогического института  
по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижахона  
Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии  
в системе проблемного обучения»

Подобные эксперименты при включении их в учебный процесс позволят ученикам активно применять полученные ранее знания и умения, помогут повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также дадут возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий. Необходимость повышения уровня экспериментальной подготовки учащихся обусловлена и потребностью общества в знающих высококвалифицированных специалистах по химии. Интерес к химической науке начинает формироваться еще в школе. Довольно часто заинтересованность, возникшая в школе, затем влияет на выбор профессии.

Выпускная квалификационная работа студента Аббосова Шохижахона Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения» состоит из введения, 2 глав, --- таблиц и список использованной литературы из --- источников и написано в рукописном варианте.

В первой главе приведены основные формы проблемного обучения, значение опытов системы проблемного обучения для повышения уровня подготовки учащихся по химии.

Во второй главе описывается методика разработки содержания школьного химического эксперимента в системе проблемного обучения. Приведены проекты урока по темам: “Гидролиз солей”, “Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры».

В данной работе имеются некоторые стилистические и орфографические ошибки. Видимо это связано с тем, что автор учился в

национальной школе. Но эти замечаний ни коем образом не снижает уровень и содержание самой работы.

Я считаю, что данная работа соответствует всем требованиям, предъявляемых, такого рода работам со стороны существующих нормативных документов. По этому, я рекомендую выпускной квалификационной работы студента Кокандского Государственного Педагогического института по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижахона Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения» на защиту перед Государственной Аттестационной Комиссии, а автора этой работы считаю достойной получения степени бакалавра.

**Ст.преподаватель кафедры**

**МПХ КГПИ:**

**к.ф.-м.н. .Т.Махмудов**

## ОТЗЫВ

На выпускной квалификационной работы студента  
Кокандского государственного педагогического института  
по направлению Методики преподавания химии Аббосова Шохижахона  
Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии  
в системе проблемного обучения»

Проблемное обучение при демонстрации опытов позволят ученикам активно применять полученные ранее знания и умения, помогает повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также даёт возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий.

Данная работа состоит из введения, 2 глав, --- таблиц и список использованной литературы из --- источников и написано в рукописном варианте.

В первой главе приведена основные формы проблемного обучения, значение опытов системы проблемного обучения для повышения уровня подготовки учащихся по химии.

Во второй главе описывается методики разработки содержания школьного химического эксперимента в системе проблемного обучения. Приведен проекты урока по темам: “Гидролиз солей”, “Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры».

В данной работе имеется некоторые стилистические и орфографические ошибки. Но эти замечаний ни коем образом не снижает уровень и содержание самой работы.

Я считаю, что данная работа соответствует всем требованиям, предъявляемых, такого рода работам со стороны существующих нормативных документов. По этому, я рекомендую выпускной квалификационной работы студента Кокандского Государственного Педагогического института по направлению Методики преподавания химии



Аббосова Шохижахона Азизхон угли на тему: «Химический эксперимент по неорганической химии в системе проблемного обучения» на защиту перед Государственной Аттестационной Комиссии, а автора этой работы считаю достойной получения степени бакалавра.

**Учитель предмета химии средней  
школы №41 г.Коканда:**

**Ё.Н.Тоштемиров**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

### **I. ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ РАЗВИВАЮЩЕГО ОБУЧЕНИЯ ПО ХИМИИ**

I.1. Проблемное обучение как одна из форм развивающего обучения

I.1.1. История возникновения проблемного обучения

I.1.2. Сущность проблемного обучения

I.1.3. Основные формы проблемного обучения

I.2. Совершенствование школьного химического эксперимента при проблемном обучении

I.2.1. Принципы разработки методической системы и содержания опытов по химии в системе проблемного обучения

I.2.2. Значение опытов системы проблемного обучения для повышения уровня подготовки учащихся по химии

### **II. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОБЛЕМНОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ ХИМИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

II.1. Методы сбора информации

II.2. Методические рекомендации и разработки содержания школьного химического эксперимента в системе проблемного обучения

II.3. Педагогическое исследование и его результаты

### **ВЫВОДЫ**

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ**

“Ни одна наука не нуждается в эксперименте в такой степени как химия. Ее основные законы, теории и выводы опираются на факты. Поэтому постоянный контроль опытом необходим”.

*Майкл Фарадей*

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы:** Возникновение концепции проблемного обучения знаменовало в своё время новый этап в развитии дидактики и психологии обучения. В отличие от ранее сложившихся подходов эта концепция привнесла в теорию и практику образования систему формирования творческих способностей учащихся, а не просто отдельные приемы активизации познавательных интересов, мышления и т.д. Проблемное обучение представляет собой особый тип обучения, характерную черту, которой составляет его развивающая по отношению к творческим способностям функция.

Система методов при этой форме построена с учетом целеполагания, а процесс взаимодействия преподавания и учения ориентированы на формирование познавательной самостоятельности, устойчивых мотивов учения и мыслительных способностей в ходе усвоения научных понятий и способов деятельности.

Анализ литературы показал, что опыты, позволяющие реализовать проблемный подход к обучению, мало разработаны, причём как в содержательном аспекте, так и в методическом плане, такие опыты не рассматриваются в качестве самостоятельной формы химического эксперимента. Мало исследован также и вопрос о влиянии эксперимента с проблемным содержанием на процесс обучения.

В тоже время важность и необходимость применения экспериментов для создания проблемных ситуаций при обучении химии подчеркивается в работах многих исследователей.

Проблема исследования заключается в том, что есть определенное несоответствие между возможностями развития учащихся с применением традиционной объяснительно-иллюстративной системы обучения, опирающейся на стандартный химический эксперимент и теми возможностями, которые предоставляются при использовании методической системы проблемного обучения, включающей соответствующие опыты. Такие эксперименты и усовершенствованная методика их проведения должны помочь ученикам в понимании и осознании многогранности изучаемых химических процессов, их природы, реальной сущности и зависимости от условий проведения.

Подобные эксперименты при включении их в учебный процесс позволят ученикам активно применять полученные ранее знания и умения, помогут повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также дадут возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий. Необходимость повышения уровня экспериментальной подготовки учащихся обусловлена и потребностью общества в знающих высококвалифицированных специалистах по химии. Интерес к химической науке начинает формироваться еще в школе. Довольно часто заинтересованность, возникшая в школе, затем влияет на выбор профессии.

**Объектом исследования** является: учебно-воспитательный процесс в общеобразовательных учреждениях.

**Предмет исследования:** методическая деятельность учителя химии по реализации химического эксперимента.

**Цель работы** состояла в разработке методических рекомендаций и содержания школьного химического эксперимента по неорганической химии в системе проблемного обучения.

Цель, предмет и объект исследования предполагают решение следующих **задач**:

1. Обобщить и систематизировать материалы методической и учебной литературы по проблемному обучению как одной из форм развивающего обучения.

2. Провести методический анализ литературы и сформулировать требования к содержанию проблемных ситуаций и вопросов, а также организации учебного процесса по химии в системе проблемного обучения.

3. Разработать содержание эксперимента для использования его в системе проблемного обучения.

4. Разработать методические рекомендации к опытам для учителя, использующего в своей работе проблемный подход к обучению.

5. Провести апробацию материалов экспериментов, созданных для использования в системе проблемного обучения.

6. Провести в группе учащихся анкетирование и тестирование с целью исследования образовательного потенциала эксперимента – как средства позволяющего реализовать проблемный подход к обучению.

**Состав и строение выпускной квалификационной работы.** ВКР состоит из 2 глав, 1 диаграммы, выводы, списка использованной литературы и страницы рукописном варианте.

# **ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ РАЗВИВАЮЩЕГО ОБУЧЕНИЯ ПО ХИМИИ**

## **1.1. Проблемное обучение как одна из форм развивающего обучения**

### **1.1.1 История возникновения проблемного обучения**

В определенном смысле возникновение концепции проблемного обучения знаменует собой новый этап в развитии дидактики и психологии обучения. В отличие от ранее сложившихся подходов эта концепция привнесла в теорию и практику образования систему формирования творческих способностей учащихся, а не просто отдельные приемы активизации познавательных интересов, мышления и т.д. Мыслительная деятельность необходима не только для решения уже поставленных, сформулированных задач (например, школьного типа). Она необходима и для самой постановки задач, для выявления и осознания новых проблем [21].

Проблемное обучение представляет собой особый тип обучения, характерную черту которой составляет его развивающая по отношению к творческим способностям функция [27].

Идея проблемности в обучении имеет исторические и научно-теоретические корни. История развития идей проблемного обучения состоит из трех этапов:

1) Этап зарождения. К историко-педагогическим предпосылкам проблемного обучения относятся идеи активизации обучения, которые высказывались учеными на протяжении всего становления и развития педагогики и даже еще до оформления ее в самостоятельную научную дисциплину (к примеру, майевтика Сократа). Эвристический метод Сократа обучения в виде бесед можно считать предвестником проблемного обучения. Позже основные направления будущего "проблемного обучения" разрабатывал Ж.Ж. Руссо, немецкий педагог А. Дистерверг, наши соотечественники Н. И. Пирогов, К. Д. Ушинский, Л. Н. Толстой. В то время это направление педагогики получило название эвристических бесед. Эвристический или проблемный метод обучения возможен в любых видах учебного процесса. Каждый из исследователей при этом преследовал разные

цели – от гуманистических (свободное самораскрытие природных дарований ребенка – у Ж.Ж Руссо и И. Г. Песталоцци), до утилитарно-прагматических (формирование навыков практического мышления для улучшения подготовки учащихся к будущему профессиональному труду – у разработчиков исследовательского метода). Однако у этих разных направлений существует общее: принцип природосообразности и культуросообразности обучения и воспитания [21]. Прогрессивные педагоги прошлого справедливо возражали против тотальной вербализации, присущей догматическому обучению, смысл которого заключен в механическом заучивании словесных конструкций.

Сторонники этих идей, считали, что самое важное при реализации проблемного обучения – поставить учащегося в ситуацию затруднения, озадачить его, вызвать интерес. Однако педагоги прошлого не оставили нам принципов разработки проблематизированной системы содержания, средств управления творческой деятельностью учащихся, описания качественных особенностей учебных проблем. Тем не менее, в их наследии можно найти ряд высказываний: «Плохой учитель преподносит истину, хороший – учит ее находить», «То, что человек не приобрел путем своей самостоятельности – не его». (А. Дистерверг). [21]

2) Этап развития. Подлинной психологической основой концепции проблемного обучения стала теория мышления как продуктивного процесса, выдвинутая Рубинштейном. [40]. Его теория была развита и конкретизирована его учениками и последователями (А. В. Брушлинский, А. М. Матюшкин, К. А. Славская), в том числе применительно к вопросам проблемного обучения (И. Я. Ильницкая, Л. В. Путляева, И. С. Якиманская). Центральное положение теории мышления как продуктивного процесса: «Мышление обычно начинается с проблемы или вопроса, с удивления или недоумения, с противоречия. Этой проблемной ситуацией определяется вовлечение личности в мыслительный процесс...» [40].

Согласно теории Пиаже, возраст между 5-7 годами знаменует собой переход от дооперационального мышления к мышлению на уровне

конкретных операций. Ребенок оказывается в состоянии устанавливать причинно-следственные связи, а также с помощью логических рассуждений согласовывать изменения, происходящие с объектами.

Л. С. Выготский определил два уровня когнитивного развития. Первый уровень – это уровень актуального развития ребенка, определяемый его способностью самостоятельно решать задачи. Второй уровень – это уровень потенциального развития, определяемый характером задач, которые ребенок мог бы решить под руководством взрослых или в сотрудничестве с более компетентными сверстниками. Расстояние между двумя этими уровнями Л. С. Выготский назвал зоной ближайшего развития. [20] Л. С. Выготский призвал педагогов, ориентироваться при построении учебного процесса на ближайшую перспективу в развитии своих учащихся. Необходимо давать им учебный материал чуть более сложный, чем они в состоянии усвоить самостоятельно; предлагать задачи, которые сегодня школьники могут решить только с помощью учителя и т.д. Только так, по мнению Л. С. Выготского, обучение может вести за собой развитие.

Идеи Л. С. Выготского о функции обучения в развитии ребенка получили свое продолжение в работах А. Н. Леонтьева, С.Л. Рубинштейна, А.В. Запорожца и других отечественных психологов, обосновавших деятельностный подход к обучению. В соответствии с данным подходом учебная деятельность, представляющая собой систему взаимосвязанных учебных действий, является формой психического развития ребенка, формой реализации его способностей [25]. Идеи Л. С. Выготского, А. Н. Леонтьева, С. Л. Рубинштейна получили дальнейшее развитие в работах Д. Б. Эльконина, В. В. Давыдова, Л. В. Занкова и др. В 60-е годы ими были разработаны концепции развивающего обучения, на основе которых проводились экспериментальные исследования в школе. В основе отечественных концепций лежат идеи, предусматривающие специально организованное, целенаправленное, заранее просчитываемое, планируемое развитие детей (Л. С. Выготский, В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин, Л. В. Занков).



Построение учебных предметов в классах, работающих по системе Давыдова – Эльконина, осуществляется на основе следующих положений [11]:

1. Усвоение знаний, носящих общий и абстрактный характер, предшествует знакомству учащихся с более частными и конкретными знаниями.

2. Знания усваиваются учащимися в процессе анализа их происхождения.

3. Учащиеся должны, прежде всего, обнаружить в учебном материале существенное, всеобщее отношение, определяющее содержание и структуру объекта этих знаний.

4. Это отношение учащиеся воспроизводят в особых предметах, графических или буквенных моделях, позволяющих изучать его свойства в чистом виде.

5. Учащиеся конкретизируют всеобщее отношение объекта в системе частных знаний о нем, обеспечивая мысленные переходы от всеобщего к частному и обратно.

6. Учащиеся должны уметь переходить от выполнения действий в умственном плане к выполнению их во внешнем плане и обратно.

3) Современный этап. За последнее время на основе психологических исследований проблемной ситуации и решения задач разрабатываются методы проблемного обучения школьников. Элементы проблемного обучения на курсах естественнонаучных циклов дисциплин, направлены на то, чтобы поставить учащегося в положение первооткрывателя, исследователя некоторых посильных для него проблем. Хотя мышление и не сводится к решению задач (проблем), лучше всего формировать его именно в ходе решения задач, когда ученик наталкивается на посильные для него проблемы и вопросы и формулирует их. Например, ученик решает серию задач и в результате сам открывает новую для себя (конечно, не для человечества) теорему, лежащую в основе решения всех этих задач. Психологическая наука приходит к выводу, что не нужно устранять всех

трудностей с пути ученика. Лишь в ходе их преодоления он сможет сформировать свои умственные способности.[2]

Учить детей с помощью элементов проблемного обучения труднее, чем просто сообщать им отдельные факты и закономерности. В течение последних десяти лет многие творческие учителя стараются так организовать образовательный процесс, чтобы учить детей критически мыслить. Психологи и педагоги рекомендуют следующие шесть техник обучения, нацеленные на развитие мышления учащихся:

1. Вспоминание: восстановление в памяти фактов, представлений и понятий.
2. Воспроизведение: следование образцу или алгоритму.
3. Обоснование: подведение частного случая под общий принцип или понятие.
4. Реорганизация: преобразование исходных условий задачи в новую проблемную ситуацию, позволяющую найти оригинальное решение.
5. Соотнесение: связывание вновь приобретаемых знаний с усвоенными ранее или с личным опытом.
6. Рефлексия: исследование самой мысли и причин ее появления.[1]

### **1.1.2 Сущность проблемного обучения**

Проблемное обучение – это тип развивающего обучения, в котором сочетаются систематическая самостоятельная поисковая деятельность учащихся с усвоением ими готовых выводов науки, а система методов построена с учетом целеполагания и принципа проблемности; процесс взаимодействия преподавания и учения ориентированы на формирование познавательной самостоятельности, устойчивых мотивов учения и мыслительных способностей в ходе усвоения ими научных понятий и способов деятельности. [27].

Проблема (греч.) – сложный вопрос, задача, требующие разрешения, исследования [34]. Важной предпосылкой успешного решения проблемы

служит её правильная постановка. Неверно поставленная проблема или псевдопроблема уведут в сторону от разрешения подлинных проблем. [24]

Проблемы делятся на естественные и специальные, преднамеренно создаваемые (научные и учебные), производственные, общественные, воспитательного характера [24].

При отборе основных типов проблем для обучения необходимо исходить из реальных ситуаций и задач, возникающих как в самой изучаемой науке, так и вне ее, чтобы ими мотивировать необходимость дальнейшего развития знаний. В последнем случае подобные исследования часто начинаются с поиска языка для описания рассматриваемой ситуации, изучаемого объекта, построения его модели. Построенная модель подлежит затем исследованию с помощью соответствующей теории (если она уже построена). Или для этой цели необходимо дальнейшее развитие теоретических знаний, построение теории изучаемого объекта. И, наконец, построенная теория с помощью различных интерпретаций применяется к новым объектам.

Выделяют три основных типа учебных проблем, приближающих или уподобляющих процесс обучения, процессу исследования [37]:

1) Проблема построения моделей. Решение проблем первого типа дает новые знания.

2) Проблема исследования различных классов моделей. Этот тип проблем состоит в исследовании результата решения проблемы первого типа. Результатом решения проблем второго типа является дальнейшее развитие системы теоретических знаний путем включения в нее новых "маленьких теорий". Решение проблем второго типа приводит полученные знания в систему.

3) Связан с применением новых теоретических знаний, полученных в результате решения проблем второго типа, в новых ситуациях, существенно отличающихся от тех, в которых приобретены эти знания. Результатом решения проблем третьего типа является перенос знаний на изучение новых объектов. Решение проблем третьего типа раскрывает новые возможности применения системы знаний.

Применить закономерности развития и разрешить имеющиеся противоречия учителю помогают требования принципа проблемности: [31]

1) выявлять и учитывать уровни развития интеллектуальной сферы учащихся;

2) учебно-воспитательный процесс должен быть направлен на развитие у учащихся творческих способностей, познавательных умений и других составляющих интеллектуальной сферы;

3) с учетом реальных учебных возможностей учащихся создавать проблемные ситуации, решать учебные и другие проблемы;

4) структурировать взаимодействие учителя и учащихся в соответствии с логикой проблемного обучения;

5) систематически осуществлять анализ результативности педагогических воздействий по развитию интеллектуальной сферы.

Проблемное обучение – это современный уровень развития дидактики и педагогической практики. Оно является эффективным средством общего развития учащихся. “Проблемным оно называется не потому, что весь учебный материал учащиеся усваивают только путем самостоятельного решения проблем и “открытия” новых понятий. Здесь есть и объяснение учителя, и репродуктивная деятельность учащихся, и постановка задач, и выполнение упражнений. Но организация учебного процесса базируется на принципе проблемности, а систематическое решение учебных проблем – характерный признак этого типа обучения. Поскольку вся система методов при этом направлена на общее развитие школьника, его индивидуальных способностей, проблемное обучение является подлинно развивающим обучением” [28].

Т. В. Кудрявцев (1984 год) выделил 4 уровня проблемного обучения:

1) Проблемное изложение, при котором учитель строит свое сообщение в форме воспроизведения логики поиска, выдвижение гипотезы, их обоснования и проверки, а также оценки полученных результатов.

2) Создание учителем проблемной ситуации, а проблема формируется и разрешается учащимися с помощью учителя.

3) Проблема формируется и решается самостоятельно учащимися.

4) Учащийся сам усматривает проблему и решает ее.

Проблемное обучение состоит из нескольких уровней: проблемная задача, проблемный вопрос, проблемная ситуация и проблемный урок.

Проблемная задача – это единица содержания проблемного обучения, а само это содержание – это система проблемных задач. Проблемная задача содержит в себе элементы, находящиеся в противоречивых отношениях, как между собой, так и с наличными знаниями учащихся. Структура проблемной задачи характеризуется тремя компонентами: данные (условия), требование и искомое (неизвестное). [21] Основными элементами учебной задачи являются «известное» и «неизвестное» для ученика. Психологическая суть учебной проблемы состоит в том, что она является содержанием проблемной ситуации, возникающей в процессе учебной деятельности школьника. Она несет в себе новые для ученика знание и способы его усвоения и определяет структуру мыслительного процесса. Учебная проблема формулируется в виде задачи, задания, вопросов. Задача или вопрос становятся проблемными при наличии противоречия между знанием и незнанием, когда содержание указывает направление поиска и есть достаточно опорных знаний для решения проблемы. [21]

Проблемный вопрос может входить в структуру проблемной задачи и выполнять функцию ее требования, выступать как самостоятельная форма мысли, требующая ответа. Проблемный вопрос отличается от информационного тем, что он ориентирован на противоречивую ситуацию и побуждает к поиску неизвестного, нового знания. [21]

Проблемные вопросы и проблемные задачи порождают в сознании проблемные ситуации. Это познавательные затруднения субъекта, преодолеть которые можно лишь путем поиска новых знаний или особое психическое состояние. Уровень проблемного обучения определяется сложностью проблемных ситуаций. Творческая деятельность ученика может быть организована и на сравнительно простой проблеме, следовательно, рассматривая градации уровней, можно не учитывать уровень сложности проблемы. В практической деятельности педагог увязывает уровень проблемы с привычным для него распределением учебного материала по темам и вопросам.

Постановка учебной проблемы – это формулирование вопроса для исследования, который иногда воспроизводит формулировку темы урока, а бывает и совсем с ней не совпадает.

Поставить учебную проблему можно двумя принципиально разными путями [26]:

- Имитировать научное творчество (сокращенный).
- В точности повторить этап постановки проблемы в науке (классический). Классический путь к учебной проблеме лежит в создании проблемной ситуации.

Проблемная ситуация – это «особый вид мыслительного взаимодействия субъекта и объекта; характеризуется таким психическим состоянием, возникающим у субъекта (учащегося) при выполнении им задания, которое требует найти (открыть или усвоить) новые, ранее не известные субъекту знания или способы действия» [26].

Психологическая структура проблемной ситуации включает:

- а) познавательную потребность, побуждающую человека к интеллектуальной деятельности;
- б) неизвестное достигаемое знание или способ действия;
- в) интеллектуальные возможности человека, включающие его творческие способности и прошлый опыт [26]

Проблемная ситуация является одним из главных средств активизации учебной деятельности учащихся. Проблемная ситуация возникает чаще всего тогда, когда имеется несколько вариантов решения при ограниченной информации, исходных данных.

В зависимости от эмоциональной реакции учеников проблемные ситуации делятся на две группы: «с удивлением» и «с затруднением».[30]

В основу *проблемной ситуации «с удивлением»* можно заложить разные противоречия. Одно из них создается одновременным предъявлением двух противоречивых положений, фактов, мнений или теорий.

Приемы создания проблемной ситуации: [30]

1. Предъявить противоречивые факты.

2. а) обнажить житейское представление.

б) предъявить научный факт.

В типе *проблемной ситуации* «с затруднением» лежит противоречие между необходимостью и невозможностью выполнить требование учителя.

При столкновении школьников с противоречием, они испытывают чувство удивления или затруднения. Учебная мотивация родилась. Учитель может сам поставить проблему или это делают ученики. Для облегчения задачи необходимо развернуть побуждающий диалог – стимулирующие вопросы и побудительные предложения, помогающие ученикам сначала осознать противоречие, а затем сформулировать учебную проблему.

**Мельникова Е. Л.** предлагает следующие приёмы к созданию проблемных ситуаций и формулировке соответствующих проблемных вопросов:

№ приема проблемной ситуации	Осознание противоречия	Формулировка проблемы
1	Какие вы видите факты?	Какой вопрос возникает?
2	Вы как думали? Как на самом деле?	Сформулируйте проблему. Что нам известно?
3	Можете ли вы выполнить задание? Почему?	Какова будет цель (тема) урока?

Сокращенный путь к учебной проблеме – подводящий диалог. Это система посильных ученику вопросов и заданий, которые постепенно приводят ученика к открытию нужной мысли. В его структуру входят репродуктивные задания. Последний вопрос учителя обобщающий. Как создаются проблемные ситуации? Общее правило: выявляются противоречия в информации, способах действий, определяются причинно-следственные связи. Назовем ряд противоречий: есть факт и необходимость его объяснить; противоречие между житейским представлением и научным толкованием фактов; противоречия, связанные с необходимостью применения знаний в конкретных условиях; противоречия, связанные с ограниченностью исходных данных.

### Основные способы создания проблемных ситуаций:

- сообщение информации (опорные знания);
- сопоставление фактов (с одной стороны, ... с другой, ...);
- анализируются факты, явления,
- ставятся вопросы, предъявляются задания и т.д.

Осознание характера затруднения, недостаточности имеющихся знаний раскрывает пути его преодоления, состоящие в поиске новых знаний, новых способов действий, а поиск – это компонент процесса творческого мышления. Без такого осознания не возникает потребности в поиске, а, следовательно, нет и творческого мышления. [30]

Таким образом, не всякое затруднение вызывает проблемную ситуацию. Оно должно порождаться недостаточностью имеющихся знаний, и эта недостаточность должна быть осознана учащимися. Однако и не всякая проблемная ситуация порождает процесс мышления. Он не возникает, в частности, когда поиск путей разрешения проблемной ситуации непосилен для учащихся на данном этапе обучения в связи с их неподготовленностью к необходимой деятельности. Это чрезвычайно важно учесть, чтобы не включать в учебный процесс непосильных задач, способствующих не развитию самостоятельного мышления, а отвращению от него и ослаблению веры в свои силы.

Брушлинский (1983 год) выделяет два типа проблемных ситуаций: первичная (возникает тогда, когда обучаемый, наталкиваясь на противоречие, еще не осознает его, хотя и испытывает при этом недоумение, изумление, познавательный дискомфорт) и вторичная (проблема осознана и четко сформулирована). [2]

Требования к проблемным ситуациям: [26]

- решение проблемной ситуации должно быть ориентировано на максимальную самостоятельность и творческую деятельность обучаемого;
- проблема должна соответствовать учебной информации, которую познает обучаемый, а также уже имеющейся у него информации.



- проблемная ситуация должна создавать достаточную трудность в ее решении и в то же время быть посильной, тем самым способствуя формированию потребностей в ее решении;
- основу проблемной ситуации должна составлять противоречивость информации;
- проблемная ситуация в процессе ее решения должна порождать потребность в рассмотрении новых ситуаций, связанных с рассматриваемой;
- формулировка проблемной ситуации должна быть максимально ясной и свободной от непонятных для обучаемых слов и выражений;
- проблемная ситуация должна базироваться на основных дидактических принципах обучения (научности, систематичности и т. д.);
- проблемная ситуация должна бросать вызов любознательности обучающихся.

Педагогика в умственных операциях от возникновения проблемной ситуации до решения проблемы усматривает следующие этапы [2]:

1. возникновение проблемной ситуации;
2. осознание сущности затруднения и постановки проблемы;
3. нахождение способа решения путем догадки или выдвижения предположений и обоснование гипотезы;
4. доказательство гипотезы;
5. проверка правильности решения.

### **1.1.3 Основные формы проблемного обучения**

В отечественной педагогике различают три основные формы проблемного обучения [34]:

- проблемное изложение учебного материала в монологическом режиме лекции, либо диалогическом режиме семинара. При этом преподаватель сам ставит проблемные вопросы, сам выстраивает проблемные задачи и сам их решает. Учащиеся лишь мысленно включаются

в процесс поиска решения. Например, в начале лекции "О жизни растений" ставится проблема: "Почему корень и стебель растут в противоположные стороны?", но лектор не дает готового ответа, а рассказывает, как наука шла к этой истине, сообщает о гипотезах и опытах, которые делались для проверки этих гипотез [34]. Исследователи-педагоги считают, что для активизации мыслительной деятельности учащихся и эффективности обучения уроки должны строиться по принципу логических (мыслительных) заданий. Проблемное обучение ставит своей целью так освещать учебные вопросы, чтобы с необходимостью вызывать самостоятельную мыслительную деятельность учащихся, а через нее обеспечивать активное, целенаправленное внимание, восприятие, запоминание и т.д. К этому ведет такое изложение материала, когда учитель лишь сообщает фактический материал, описывает явления с тем, чтобы учащиеся сами нашли его сущность (причины, закономерные связи, значения), сделали необходимые выводы, опираясь на уже имеющиеся у них знания, жизненный опыт, применили их к решению поставленных вопросов и задач;

- частично-поисковая деятельность при выполнении эксперимента, на лабораторных работах, в ходе проблемных семинаров, эвристических бесед. Преподаватель продумывает систему проблемных вопросов, ответы на которые опираются на имеющуюся база знаний, но при этом не содержатся в прежних знаниях. Такие вопросы должны вызывать интеллектуальные затруднения учащихся и целенаправленный мыслительный поиск. Преподаватель должен придумать возможные "косвенные подсказки" и наводящие вопросы, он сам подытоживает главное, опираясь на ответы учеников. Частично-поисковый метод обеспечивает продуктивную деятельность третьего и четвертого уровня (применение, творчество) и третий и четвертый уровень знаний (знания-умения, знания-трансформации) в отличие от традиционного объяснительного и репродуктивного обучения, когда формируются лишь знания-знакомства и знания-копии [34]. Проблемный семинар можно провести в форме теоретической игры, когда небольшие рабочие группы, организованные на базе группы (класса)

учащихся, доказывают друг другу преимущества своей концепции, своего метода. Решение серии проблемных задач может быть вынесено на практическое занятие, посвященное проверке или оценке определенной теоретической модели или методики, степени их пригодности в данных условиях.;

- самостоятельная исследовательская деятельность, когда учащиеся самостоятельно формулируют проблему и решают ее (в курсовой или дипломной работе, научно-исследовательской работе (НИРС) с последующим контролем преподавателя, что обеспечивает продуктивную деятельность 4-го уровня — творчество и 4-й уровень наиболее эффективных и прочных "знаний-трансформаций" [34]. Наибольшая эффективность проблемного подхода реализуется через НИРС. При выполнении научной работы учащийся или студент проходит все этапы формирования профессионального мышления, в то время как на отдельной лекции, семинаре или практическом занятии преследуется одна или ограниченная группа целей проблемного обучения [21].

Нельзя не отметить, что применение этих приемов требует от учителя высокой квалификации и постоянного внимания к оценке результатов мыслительной деятельности учащихся. Поскольку у учащихся, особенно в средних классах, еще не сформировались системы оценки правильности решения задач и ответов на вопросы, оценкам и коррективам учителя здесь принадлежит ведущая роль. Ведь ученик может оценить как правильный ошибочный или только частично верный ответ. В таком случае система подкрепления все равно может включиться, что приведет к фиксации в памяти неправильного хода решения. То же самое может произойти, если учитель по невнимательности подкрепляет своим одобрением неправильный или не вполне точный ответ ученика.

## **1.2 Совершенствование школьного химического эксперимента при проблемном обучении**

## **1.2.1 Принципы разработки методической системы и содержания опытов по химии в системе проблемного обучения**

Характерной особенностью развивающего обучения является широкое использование проблемного подхода, который включает создание проблемной ситуации, понимание проблемы, деятельность, направленную на ее решение, и получение определенных знаний. Проблемный подход предполагает активизацию мыслительной деятельности учащихся при постановке перед ними познавательных задач. Решая эти задачи, ученики могут встретиться с трудностями понимания и осмысления нового учебного материала, т.е. с возникшей проблемной ситуацией.

Проблемная ситуация – это затруднение или противоречие, возникшее в процессе выполнения определенной учебной задачи, для разрешения которой требуются не только имеющиеся знания, но и новые.

Учащиеся быстрее включаются в активную деятельность, если [14]:

- проблемная ситуация вызывает у них не только чувство затруднения, но и уверенность в возможности с ней справиться, т. е. она не слишком проста и не очень для них трудна;
- элемент нового в проблемной ситуации вызывает интерес и способствует мобилизации умственных сил на ее решение.

Следовательно, необходимо, чтобы проблемные ситуации были разнообразными по содержанию и возможным способам решения.

Проблемные ситуации могут возникать в следующих случаях [14]:

- при расхождении между имеющимися знаниями и наблюдаемыми новыми фактами и явлениями. Например, ученикам известно, что все основания взаимодействуют с кислотами. Опыт взаимодействия гидроксида алюминия с гидроксидом натрия вызывает недоумение, т. к. в реакцию вступает нерастворимое и растворимое основания;
- при расхождении между имеющимися знаниями и новыми условиями их применения. Например, при взаимодействии растворов солей аммония и щелочей происходит выделение газа. Учащиеся затрудняются

объяснить сущность данного опыта, т. к. до сих пор они сталкивались только с тем, что при взаимодействии растворов солей и щелочей должен образоваться осадок;

- при расхождении между теоретическими и практическими знаниями. Например, в представлении учащихся вода является растворителем многих веществ, в том числе и солей. Растворение солей они относят к физическим явлениям. Наблюдение гидролиза солей вступает в противоречие с имеющимися практическими знаниями.

Известно, что создавать проблемные ситуации и решать их можно с помощью различных методов, с привлечением наглядных и технических средств обучения, а также с использованием химического эксперимента. Например, при постановке демонстрационных и лабораторных опытов, результаты которых ребята не могут объяснить, используя свои знания, поскольку в этих результатах, как правило, содержится новая информация, для понимания которой нужны новые знания. Такие опыты проводят перед изучением новой темы или отдельного ее вопроса, а также перед обобщением всего пройденного материала. Сначала учащиеся просто наблюдают явления, а затем при возникновении проблемы рассматривают глубоко и всесторонне их сущность. Демонстрационные и лабораторные опыты в процессе проблемного обучения могут служить как материалом для создания проблемных ситуаций, так и использоваться для их решения [14].

Следует учесть, что если для доказательства или опровержения гипотезы в ходе решения проблемы могут применяться все опыты, предусмотренные программой, то для создания проблемной ситуации можно использовать отнюдь не каждый опыт. В связи с этим к опытам, с помощью которых преподаватель создает проблему, предъявляются следующие требования [14]:

- 1) содержание опытов должно опираться на известные ученикам явления и закономерности и создавать перед ними посильную проблемную ситуацию;

2) проведению их должен предшествовать показ одного или нескольких опытов, подводящих к пониманию проблемы на основе уже имеющихся знаний;

3) опыты, с помощью которых ставится проблема, должны вызывать интерес, возбуждать любознательность.

Второе требование оказывается наиболее важным для окончательного выяснения, является опыт проблемным или нет.

Чтобы создавать проблемные ситуации, преподавателю необходимо анализировать учебный материал с точки зрения содержания, структуры, особенностей его усвоения учениками и возможностей использования опытов для постановки и решения проблем. Поэтому при тематическом планировании учебного материала следует предусмотреть время для проведения таких опытов, определить конкретно урок, на котором можно их использовать и задачи, которые будут решаться с их помощью.

Учащихся необходимо научить решать проблемы. Для этого преподаватель сначала сам ставит проблему и показывает пути ее решения, затем проблемные ситуации анализируются под руководством преподавателя. По мере накопления учащимися знаний и овладения преподавателем опытом в использовании проблемного подхода к обучению ребятам предоставляется все больше самостоятельности как в постановке, так и в решении проблем. (14)

### **1.2.2 Значение опытов системы проблемного обучения для повышения уровня подготовки учащихся по химии**

Один из главнейших признаков, по которому различаются все педагогические технологии, – мера ее ориентации на ребенка, подход к ребенку: Либо технология исходит из могущества педагогики, среды, либо она – лично ориентирована, т. е. признает главным действующим лицом ребенка.

Целью обучения по химии является становление и развитие самореализующейся личности, где групповая работа сочетается с

индивидуальной, где деятельность личности основана на внутренней мотивации, а также на полноценном общении учителя и учащихся .

Сталкиваясь с проблемой неуспеваемости учащихся при изучении химии, многие практикующие учителя считают, что наиболее удачным приемом подачи материала является проблемное обучение [42]. Химия – наука экспериментальная. Поэтому в основе преподавания лежит химический эксперимент как источник знаний, выдвижения и проверки гипотез, как средство закрепления знаний и их контроля.

Ведущей педагогической идеей опыта является глубокое усвоение учебного материала и осмысление его на уроке химии, формирование межличностных отношений у учащихся, обучение радостью, успехом, удачей при поиске и разрешении проблемных вопросов.

Для того чтобы возбудить мыслительную деятельность учащихся применяется один из приемов современных технологий обучения – проблемный подход при изучении неорганической и органической химии. Изучение нового материала можно сделать активным процессом, вовлечь учащихся в более интенсивную умственную работу.

Проблемные вопросы при постановке химического эксперимента заставляют учащихся:

- строить гипотезы;
- разрешать теоретические вопросы;
- делать правильные выводы;
- прогнозировать свойства веществ.

Ясность и четкость цели, конкретность проблемной ситуации мобилизует внимание учащихся, а внимание активизирует мышление [42].

Система, лично ориентированная, развивает у учащихся память, волю, воображение, эмоциональную сферу, самостоятельность, систематизирует знания. Дает возможность овладеть ими и уверенно применять на практике [42]. Особое внимание важно обратить на активизацию деятельности всех учащихся, включая слабоуспевающих,

трудных, равнодушных, чтобы все были заинтересованы и включены в работу. Совершенно очевидно, что развитие химического мышления учащихся невозможно при использовании только традиционного, преимущественно иллюстративного и констатирующего химического эксперимента. Стандартные химические опыты, применяемые в школьном курсе достаточно давно, не дают возможности многогранного, целостного рассмотрения многих вопросов, изучаемых школьниками в настоящее время.

В качестве примера можно привести традиционные, стандартные опыты взаимодействия металлов с растворами солей, которые обычно демонстрируются учащимся. Выполнение только этих экспериментов приводит учеников к поверхностному решению вопроса о взаимодействии металлов с растворами солей. Ведь в этих экспериментах не учитываются различные факторы, влияющие на направление реакций между металлами и растворами солей (возможность взаимодействия металла с водой, гидролиз соли и т. д.). А других экспериментов, учитывающих эти факторы и дающих более целостную и точную картину данного свойства, в школе нет. То же самое наблюдается и при изучении многих других вопросов и разделов школьного курса.

Следовательно, необходимо своевременно и постепенно знакомить учащихся с такими химическими экспериментами, которые позволят выработать новые модели изучаемых процессов. Моделирование в сочетании с объяснением новых проблемных опытов будет способствовать развитию знаний учащихся и их мышления [42].

Совершенствование школьного химического эксперимента происходит, главным образом, в следующих направлениях:

первое – модернизация приборов, аппаратов и другого оборудования для проведения опытов;

второе – совершенствование техники проведения эксперимента, например, работа с малыми количествами веществ;

третье – введение отдельных дополнительных новых опытов.



четвёртое – разработка целостной системы принципиально новых проблемно-развивающих химических экспериментов для современной школы. Новые опыты помогут в значительной мере обогатить содержание школьного курса, дадут возможность учителю систематически применять проблемные и исследовательские формы организации учебной деятельности школьников.

На современном этапе развития школы необходимо сочетание традиционных опытов и нового нестандартного проблемно-развивающего эксперимента, который не только иллюстрирует изучаемые явления, но и дает ученикам необходимую информацию, чтобы анализировать материал, применять теоретические знания, получать самостоятельные выводы.

Таким образом, химический эксперимент и усовершенствованная методика его проведения в школе тоже могут являться средством развития и способствовать осуществлению важнейших положений теории развивающего обучения.

Выбор данной области исследования обусловлен также необходимостью исправления существенных пробелов и недостатков в знаниях учащихся, связанных с отсутствием в программах и учебниках определенных опытов, раскрывающих ученикам реальную картину направления некоторых химических процессов. Как показывает практика преподавания химии, в знаниях учеников достаточно часто проявляются существенные ошибки из-за поверхностного и одностороннего толкования химических явлений. Предотвратить эти существенные ошибки и пробелы возможно только на основе специально подобранных и разработанных химических опытов, которые наглядно и убедительно продемонстрируют ученикам неоднозначность наблюдаемых явлений и необходимость учета разнообразных факторов, влияющих на направление химических реакций [42].

## **ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОБЛЕМНОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ ХИМИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

### **2.1. Методы сбора информации**

Для сбора информации мы использовали методы анкетирование, тестирование, критерии «Степень обученности».

Анкетирование – метод сбора первичного материала в виде письменного опроса респондентов с целью сбора информации с помощью анкеты о состоянии тех или иных сторон воспитательного процесса, отношения к тем или другим явлениям [12]. Мы использовали сплошное (опрос всех представителей выборки) и выборочное (опрос части выборки) анкетирование. По числу респондентов и типов контактов респондентов анкетирование, проводимое нами следует отнести к групповому (несколько респондентов) и очному (в присутствии исследователя-анкетёра) соответственно. Вопросы предложенные учащимся были составлены в закрытой (содержит полный набор возможных ответов) и открытой (ответ целиком и полностью формулирует сам респондент) форме (Приложение 7).

### **Тестирование**

Для подведения итога по вопросу актуальности химического эксперимента в системе проблемного обучения мы использовали педагогический тест. Педагогический тест – это инструментальное средство контроля знаний, при использовании которого можно определить надежность проводимого измерения [16, 18]. Тест составлен преимущественно закрытой формой тестовых заданий. То есть, учащемуся предлагалось выбрать правильный ответ из нескольких возможных.

### **Критерий «Степень обученности»**

Для подведения итога по проводимым тестированиям мы использовали критерий «Степень обученности».

По В. П.Симонову степень обученности группы (СОГ) вычисляется по формуле:

$$\text{СОГ} = (n_5 \cdot 1 + n_4 \cdot 0,64 + n_3 \cdot 0,36 + n_2 \cdot 0,16) \cdot 100 \% / N$$

Где :  $n_5$  – количество учащихся, получивших оценку "5"

$n_4$  – количество учащихся, получивших оценку "4"

$n_3$  – количество учащихся, получивших оценку "3"

$n_2$  – количество учащихся, получивших оценку "2"

$N$  – количество учащихся в группе.

Результат до 60 % – вторая степень обученности (низкая).

Результат от 60 до 70 % – третья степень обученности (средняя).

Результат от 70 % и выше – четвертая степень обученности (высокая)

[41].

## **2.2. Методические рекомендации и разработки содержания школьного химического эксперимента в системе проблемного обучения**

Известно, что большая часть, проводимых в школе опытов имеет иллюстративный характер и используется только для подтверждения изучаемых явлений. Вместе с тем учащимся 9-10-х, и, особенно, 11-х классов, целесообразно предлагать не только иллюстративные опыты, но и опыты проблемного характера, так как они обеспечивают активизацию познавательной деятельности учащихся, учат самостоятельно мыслить, развивают интерес к предмету, улучшают знания, расширяют научный кругозор и часть выводят на новый уровень понимания ранее изученных вопросов школьной программы, при изучении соединений железа на уроках или на факультативных занятиях, по усмотрению учителя, возможна постановка предлагаемых иных опытов. Такие эксперименты целесообразно включать в беседы эвристического характера или в процесс проблемного изложения материала преподавателем.

Обсуждение результатов всех рассмотренных ниже экспериментов проводится в форме фронтальной эвристической беседы, руководимой

учителем. Учитель задает вопросы, позволяющие установить существующие закономерности, сделать выводы. Определения понятий, уравнения реакций, выводы, сформулированные детьми и скорректированные учителем, должны быть записаны каждым учащимся в тетрадь. По ходу обсуждения учитель отмечает успехи учащихся, в конце урока ставит им оценки.

Здесь и далее по тексту словосочетание «*химический эксперимент (опыт) в системе проблемного обучения*» может быть записано как «*проблемный эксперимент*».

### **Занятие №1. Тема: Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры**

Приведённые ниже опыты, могут быть использованы при объяснении нового материала в изучении темы 1. «Скорость химических реакций. Химическое равновесие» у учеников 8-х классов (см. тематическое планирование для 8 класса). Использовался теоретический материал учебника 8 класса Аскарров Химия-8 [8], методическое пособие для учителя [9], настольная книга для учителя [5], рабочая тетрадь [7].

Предварительно (на предыдущем уроке) учитель знакомит учащихся с понятием скорость химической реакции и детально подготавливает их к восприятию материала по теме «Факторы, влияющие на скорость химической реакции», повторяя материал учебной программы по темам: «Ряд активности металлов», «Концентрация растворов», «Гомогенные и гетерогенные реакции», «Теория активации». На уроке по теме «Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры» учитель проверяет в форме теста пройденный на предыдущем занятии материал и материал по темам повторения.

**Цель работы:** провести эксперимент, показывающий зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры

**Форма проведения эксперимента:** фронтальная (демонстрационный эксперимент), и/или эксперимент на лабораторной работе

**Оборудование и реактивы:** 10%-ый раствор HCl, 10%-ый раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Mg (опилки), Zn (опилки, гранулы и порошок), Fe (опилки), CuO (порошок), дистиллированная вода; спиртовка, пробирки, пробиркодержатель, спички.

**Ход работы:**

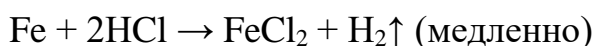
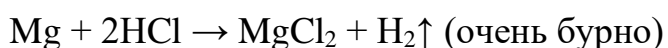
***Опыт №1. Зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ***

До проведения опыта 1 учитель не должен акцентировать внимания учащихся на теме «Ряд активности металлов», необходимо проверить остаточные знания путём создания проблемной ситуации.

В три пробирки (подписанные, под номерами) прилить по 3 мл раствора HCl и внести в каждую из пробирок навески опилок одинаковой массы: в первую – Mg, во вторую – Zn, в третью – Fe;

Наблюдения: что химическая реакция идет во всех трех пробирках с выделением газа.

**Уравнения реакций:**



**Проблема:**

Учитель: массы взятых веществ навесок твёрдых веществ, концентрация соляной кислоты, условия проведения реакции одинаковы, но при этом интенсивность проходящих процессов (скорость выделения водорода) различна?

**Обсуждение:**

Учащиеся: мы брали разные металлы.

Учитель: все вещества состоят из атомов химических элементов. Чем отличаются химические элементы согласно знанию вами Периодического закона и Периодической системы Д. И. Менделеева?

Учащиеся: Порядковым номером, положением в Периодической системе Д. И. Менделеева, то есть они имеют различное электронное

строение, а следовательно простые вещества образованные этими атомами имеют различные свойства.

Учитель: то есть эти вещества имеют различную природу. Таким образом, скорость химической реакции будет зависеть от природы того или иного реагирующего вещества, т. к. они имеют различное строение и свойства.

Вывод:

Учащиеся: Скорость химической реакции будет зависеть от природы реагирующих веществ: чем активнее металл (вещество), тем выше скорость химической реакции.

Учитель: демонстрация положения химических элементов в «Ряду активности металлов»

***Опыт №2. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ***

До проведения опыта 2 учитель не должен акцентировать внимания учащихся на теме «Концентрация растворов», необходимо проверить остаточные знания путём создания проблемной ситуации.

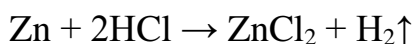
В три пробирки (пронумерованные) прилить раствор HCl: в первую – 3 мл; во вторую – 2 мл; в третью – 1 мл.

Затем во вторую и третью добавить по 1 мл и 2 мл дистиллированной воды соответственно (тем самым разбавляем раствор).

В каждую из пробирок опустить по грануле Zn (примерно одинакового размера).

Наблюдения: химическая реакция идет во всех трех пробирках, но с разной скоростью.

Уравнение реакции:



- 10%-ый бурно  
раствор HCl
- разбавленный медленно  
10%-ый раствор HCl

- очень разбавленный очень медленно

10%-ый раствор HCl

Проблема: природа всех реагирующих веществ, условия проведения опыта одинаковы, однако интенсивность проходящих процессов (скорость выделения водорода) различна?

Обсуждение:

Учитель: почему скорость химической реакции разная, ведь реагируют одинаковые по химической природе вещества?

Учащиеся: При добавлении воды, мы изменили (уменьшили) концентрацию соляной кислоты во второй и третьей пробирках, при этом интенсивность выделения водорода уменьшалась.

Вывод:

Учащиеся: Скорость химической реакции будет зависеть от концентрации реагирующих веществ: чем больше концентрация реагирующих веществ, тем выше скорость химической реакции.

***Опыт №3. Зависимость скорости химической реакции от температуры***

В три пробирки (под номерами) налить по 3 мл раствора  $H_2SO_4$  (одинаковой концентрации). В каждую поместить навеску CuO (II) (порошок). Первую пробирку оставить в штативе; вторую – опустить в стакан с горячей водой; третью – нагреть в пламени спиртовки.

Наблюдения: химическая реакция идет во всех трех пробирках: раствор окрашивается в голубой цвет. Но в первой очень медленно и практически незаметно, во второй – с небольшой скоростью, а в третьей – очень быстро.

Учитель: какие процессы происходят с веществом – сильным электролитом – в растворе?

Учащиеся: при растворении вещества в воде происходит его диссоциация, т.е. вещества диссоциируют на ионы.

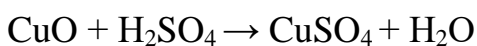
Учитель: какие ионы могут образоваться при диссоциации исходных веществ?

Учащиеся: среди исходных веществ есть только один сильный электролит – это серная кислота, она диссоциирует по уравнению:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ .

Учитель: известно, что вещества диссоциируя могут взаимодействовать с молекулами воды, образуя гидратированные ионы, и некоторые среди таких гидратированных ионов окрашивают раствор в соответствующий цвет. Однако ни один из ионов:  $\text{H}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  не имеет окраски в растворе. Следовательно, синий цвет раствору придали гидратированные ионы полученные при диссоциации продукта реакции.

Учащиеся:

Уравнение реакции:



Синий раствор

- Н.у. очень медленно
- С горячей водой медленно
- Кипячение очень быстро

Учитель: синюю окраску раствору придали гидратированные ионы меди.

Проблема:

Учитель: все взятые для эксперимента вещества имеют одинаковую природу, масса взятого порошка  $\text{CuO}$  и концентрация серной кислоты также одинаковы, однако скорость реакции разная.

Обсуждение:

Учащиеся: Значит, при изменении температуры реакции мы изменяем и ее скорость.

Учитель: Значит ли это, что при повышении температуры будет увеличиваться скорость всех химических реакций?

Учащиеся: Нет. Некоторые реакции идут при очень низких и даже минусовых температурах.

Вывод:



Учащиеся: Следовательно, любое изменение температуры на несколько градусов будет в разы изменять скорость химической реакции.

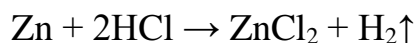
Учитель: Практически так звучит закон Вант-Гоффа, который будет здесь действовать: При изменении температуры реакции на каждые 10 °С скорость химической реакции изменяется (увеличивается или уменьшается) в 2-4 раза.

***Опыт №4. Зависимость скорости химической реакции от площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ***

В три пробирки (под номерами) прилить по 2 мл раствора HCl, и добавить в первую – гранулу Zn, во вторую – стружку Zn, в третью – порошок Zn (одинаковые по массе).

Наблюдения: химическая реакция идет во всех трех пробирках (выделение газа), но с разной интенсивностью.

Уравнение реакции:



- гранулы медленно
- стружка с высокой скоростью
- порошок бурно

Проблема:

Учитель: все вещества одинаковы по своей химической природе, одинаковы по массе и концентрации, реагируют при одинаковой температуре, однако интенсивность выделения водорода (а следовательно и скорость) разная.

Обсуждение:

Учащиеся: Одинаковые по массе гранулы Zn, стружки Zn и пыль Zn, имеют разные занимаемые объемы в пробирке, разную степень измельчения. Там где эта степень измельчения наибольшая – скорость выделения водорода максимальна.

Учитель: эта характеристика – площадь поверхности соприкосновения реагирующих веществ. В нашем случае различна площадь поверхности соприкосновения цинка с раствором  $H_2SO_4$ .

Вывод:

Учащиеся: Скорость химической реакции зависит от площади соприкосновения реагирующих веществ: чем больше площадь соприкосновения реагирующих веществ (степень измельчения), тем больше скорость реакции.

Учитель: такая зависимость наблюдается не всегда: так для некоторых гетерогенных реакций, например, в системе Твёрдое вещество – Газ, при очень высоких температурах (более  $500\text{ }^{\circ}C$ ) сильно измельчённые (до порошка) вещества способны спекаться, тем самым площадь поверхности соприкосновения реагирующих веществ уменьшается.

## **Занятие №2. Тема: Катализ и катализаторы**

Приведённый ниже опыт проводится фронтально при объяснении нового материала в изучении темы 1. «Скорость химических реакций. Химическое равновесие» у учеников 9-х классов (см. тематическое планирование для 9 класса, уроки 7). Использовался теоретический материал учебника 8 класса О. С. Габриеляна Химия-8 [8], методическое пособие для учителя [9].

Цель работы: изучить влияние катализатора на скорость химической реакции.

Форма работы: фронтальная (демонстрационный эксперимент).

Реактивы и оборудование: 3% раствор перекиси водорода,  $MnO_2$  (порошок), детергент; спиртовка, пробирки, пробиркодержатель, спички, лучина, кипящая водяная баня.

Ход работы

*Опыт №5. Зависимость скорости химической реакции от катализатора*

Следует повторить понятие реагент в химической реакции, что бы потом учащийся смог дифференцировать реагент и катализатор в конкретной реакции.

В пробирку № 1 прилить 3%-ый раствор перекиси водорода и внести детергент (растворенный стиральный порошок). В пробирку № 2 прилить 3%-ый раствор перекиси водорода внести порошок оксида марганца (IV) и внести детергент (растворенный стиральный порошок).

Наблюдения: химическая реакция очень бурно проходит во второй пробирке и сопровождается выделением газа (детергент поднимается), по окончании реакции во второй пробирке масса оксида марганца (IV) не изменилась.

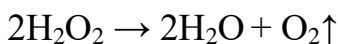
Учитель: Какой это газ? Водород или кислород? Как доказать выделение каждого из газов?

Ученики: внесём тлеющую лучину.

Наблюдения: лучина вспыхивает

Ученики: следовательно, это кислород

Уравнение реакции:



Проблема: если условия проведения опытов в пробирке № 1 и № 2 – концентрация перекиси водорода, температурный режим, природа исходного вещества – были одинаковые, а внесённый оксид марганца (IV) не израсходовался в ходе опыта, то почему во второй пробирке так интенсивно выделялся кислород?

Обсуждение:

1) проходит ли реакция разложения перекиси водорода в первой пробирке?

Обсудить с учащимися условия хранения, используемого в быту как бактерицидное средство, вещества – перекиси водорода. Обратит внимание на то, что особенно на свету она разлагается на воду и кислород, который в момент образования обладает сильными окислительными свойствами. По этой причине перекись водорода хранят в герметичных тёмных склянках.

Учитель: нам уже известно, что повышение температуры способствует повышению скорости реакции. Подогреем пробирку № 1 на водяной бане.

Наблюдения: детергент поднимается по пробирке.

Учащиеся: следовательно, газ выделяется.

2) является ли добавленный в пробирку 2 оксид марганца (IV) реагентом в данной реакции?

Ученики: обращают внимание, что после окончания реакции во 2 пробирке, остался черный порошок оксида марганца (IV). Следовательно – это не реагент.

Учитель: Используемое нами вещество – оксида марганца (IV) – это катализатор. Поскольку, катализаторы – это вещества, которые изменяют скорость химической реакции, но сами в ходе этого не расходуются. Катализаторы бывают положительные (увеличивают скорость химической реакции) и отрицательные – ингибиторы (уменьшают скорость химической реакции). катализаторы способны изменять природу реагирующего вещества (его энергию активации).

### **Вывод по занятиям 1 и 2:**

Учитель: Давайте подведем итоги и сделаем выводы. От чего будет зависеть скорость химической реакции?

Учащиеся:

- от природы реагирующих веществ;
- от их концентрации;
- от температуры реакции;
- от площади соприкосновения реагирующих веществ;
- от катализатора.

### **Занятие № 6. Тема: «Гидролиз солей»**

Предложенные ниже опыты рекомендуется проводить при изучении темы «Строение вещества и их свойства» у учащихся 11 классов, обучающихся по учебнику О. С. Габриеляна «Химия-11» на уроке по теме «Гидролиз неорганических веществ» (см. тематическое планирование 10 класс)

**Цель работы:** получить представления о гидролизе неорганических веществ, используя проблемный эксперимент.

**Форма работы:** Работа выполняется в группах (4–5 человек) или в парах учащихся.

**Оборудование и реактивы:** растворы веществ: HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, KOH, Ba(OH)<sub>2</sub>, NaCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, CuCl<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa, KBr, NaNO<sub>3</sub>, лакмус, фенолфталеин.

**Ход опыта:**

В подписанные пробирки с предложенными веществами прилить соответствующие индикаторы.

Учащиеся знакомы со свойствами кислот и щелочей изменять окраску индикаторов. Поэтому они быстро проводят соответствующие реакции с кислотами и щелочами и объясняют изменение окраски лакмуса и фенолфталеина взаимодействием индикатора с ионами H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>. При диссоциации средних солей образуются катионы металлов и анионы кислотных остатков, которые с индикаторами не взаимодействуют.

Проблема возникает тогда, когда цвет индикатора изменяется в растворах карбоната натрия и сульфата меди (II). Причем цвет лакмуса в растворе Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> становится синим, а в растворе CuSO<sub>4</sub> – красным.

Учитель: составим таблицу «Окраска лакмуса в растворах солей»

Соль	Окраска раствора соли при добавлении индикатора (лакмуса)	Реакция среды
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Синий	щелочная
CuSO <sub>4</sub>	Красный	Кислая

Учащиеся: Для объяснения наблюдаемых явлений учащиеся выдвигают ряд гипотез, одна из которых – посторонние примеси в растворах солей Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и CuSO<sub>4</sub>.

Учитель: Для проверки этой гипотезы учитель предлагает для анализа растворы других солей:  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{NaNO}_3$ .

Учащиеся: продолжают таблицу «Окраска лакмуса в растворах солей»

Соль	Окраска раствора соли при добавлении индикатора (лакмуса)	Реакция среды
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Синий	Щелочная
CuSO <sub>4</sub>	Красный	Кислая
CuCl <sub>2</sub>	Красный	Кислая
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Красный	Кислая
FeCl <sub>3</sub>	Красный	Кислая
Na <sub>2</sub> S	Синий	Щелочная
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Синий	Щелочная
CH <sub>3</sub> COONa	Синий	Щелочная
KBr	Фиолетовый	Нейтральная
NaNO <sub>3</sub>	Фиолетовый	Нейтральная

Учитель: Таким образом, все соли можно разделить на три группы:

1-я группа – соли, растворы которых ведут себя по отношению к лакмусу как кислоты (CuSO<sub>4</sub>, CuCl<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>);

2-я группа – соли, растворы которых ведут себя по отношению к лакмусу и фенолфталеину как щелочи (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa);

3-я группа – соли, растворы которых не изменяют окраску индикатора (KBr, NaNO<sub>3</sub>).

Гипотезу о посторонних примесях можно считать отвергнутой.

Учитель: Почему растворы солей первой группы изменяют фиолетовую окраску раствора лакмуса на красную?

Учащийся: Значит, в этих растворах есть ионы H<sup>+</sup>.

Учитель: Откуда ионы H<sup>+</sup> в растворе, если вы смешивали соль и воду?

Учащийся: Наверное, из воды.

Учитель: Как от воды могли отделиться ионы H<sup>+</sup>?

Учащийся: Видимо, какая-то частица соли отрывает от молекулы воды частицу OH<sup>-</sup>. Отрицательную частицу от молекулы воды может оторвать положительная частица из соли.

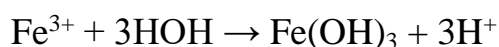
Учитель: Что же общего у катионов Cu<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>? Почему именно они присоединяют гидроксид-ионы? Почему этого не происходит в случае катионов Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>?

Учащийся: Гидроксиды  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – слабые основания, а  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  – сильные. Сильные основания в растворе полностью диссоциируют на ионы.

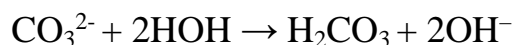
Растворы второй группы солей изменяют фиолетовую окраску лакмуса на синюю. Значит, в их растворах есть гидроксид-ионы. Остатки слабых электролитов – анионы кислотных остатков – взаимодействуют с молекулами воды с образованием ионов  $\text{OH}^-$ . В растворах солей третьей группы нет свободных ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ . С водой не взаимодействуют остатки сильных электролитов (кислот и оснований).

В результате подобных рассуждений учащиеся самостоятельно приходят к выводам.

1. Если соль образована сильной кислотой и слабым основанием, реакция ее раствора будет кислая. Причина кислой среды – взаимодействие катиона (остатка слабого основания) с молекулами воды. Такое взаимодействие называется гидролизом по катиону.

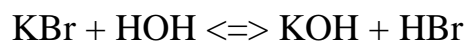


2. Если соль образована слабой кислотой и сильным основанием, реакция ее раствора будет щелочная. Причина щелочной среды – взаимодействие аниона (остатка слабой кислоты) с молекулами воды. Этот процесс называется гидролизом по аниону.



3. Если соль образована сильной кислотой и сильным основанием, реакция ее раствора будет нейтральной. Катионы металла и анионы кислотного остатка таких солей не образуют прочных связей с молекулами воды. Как следствие, в растворах таких солей нет ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ .

Учитель: Реакция солей, образованных сильной кислотой и сильным основанием обратима, так как в ходе неё не образуется слабый электролит.



Таким образом, соли, образованные сильной кислотой и сильным основанием имеют нейтральную реакцию среды, но гидролизу не подвергаются



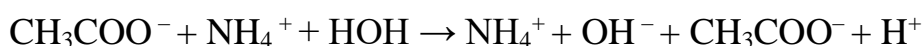
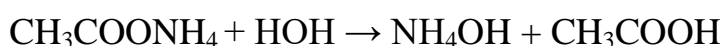
Учащийся: А как ведут себя в растворе соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой?

Учитель: Попробуйте самостоятельно спрогнозировать результат опыта и аргументировать свой прогноз.

Учащийся: Вероятно, реакция раствора такой соли будет нейтральной, ведь ионы  $\text{H}^+$ , образованные при взаимодействии катиона – остатка слабого электролита – с молекулами воды, будут связываться ионами  $\text{OH}^-$ , образованными при гидролизе по аниону.

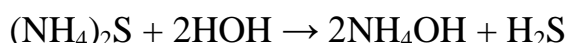
К фиолетовому раствору лакмуса добавляем раствор ацетата аммония. Цвет не изменяется – реакция раствора нейтральная.

Ученики: составляют уравнение реакции гидролиза ацетата аммония в молекулярной, полной и краткой ионной форме:



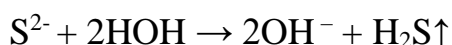
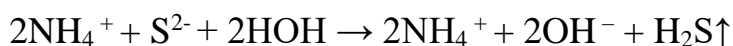
Учитель: Поэкспериментируем еще с одной солью – сульфидом аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . При его добавлении фиолетовый раствор лакмуса становится синим. Проблема!

Учащиеся: составляют уравнение реакции гидролиза сульфида аммония в молекулярной форме:



Учитель: Сила и слабость электролита – понятия относительные. Исходя из данных эксперимента (посинение лакмуса) сила электролита – сероводородной кислоты – оказалась меньше, чем сила гидроксида аммония.

Учащийся: гидроксид аммония лучше продиссоциировал в растворе, поэтому реакция раствора сульфида аммония щелочная.



Учащийся: «Как узнать, какой электролит сильнее?»

Учитель: рассказывает о константах диссоциации слабых кислот и оснований, учит пользоваться справочными данными. В заключении учитель

анализирует и подводит итоги по таблице «Окраска лакмуса в растворах солей»:

Соль	Окраска раствора соли при добавлении индикатора (лакмуса)	Реакция среды
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Синий	Щелочная
CuSO <sub>4</sub>	Красный	Кислая
CuCl <sub>2</sub>	Красный	Кислая
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Красный	Кислая
FeCl <sub>3</sub>	Красный	Кислая
Na <sub>2</sub> S	Синий	Щелочная
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Синий	Щелочная
CH <sub>3</sub> COONa	Синий	Щелочная
KBr	Фиолетовый	Нейтральная
NaNO <sub>3</sub>	Фиолетовый	Нейтральная
CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	Фиолетовый	Нейтральная
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	Синий	Щелочная

**Домашнее задание:**

Составить уравнения реакций гидролиза для всех, использованных на уроке солей (NaCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, CuCl<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S, K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa, KBr, NaNO<sub>3</sub>) и составить аналогичные, предложенной на уроке, таблицы для фенолфталеина и метилоранжа.

Соль	Окраска раствора соли при добавлении фенолфталеина	Окраска раствора соли при добавлении Метилоранжа	Уравнение реакций гидролиза (молекулярная, полная и краткая ионная форма)	Реакция Среды
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				
CuSO <sub>4</sub>				
CuCl <sub>2</sub>				
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>				
FeCl <sub>3</sub>				
Na <sub>2</sub> S				
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>				
CH <sub>3</sub> COONa				
KBr				
NaNO <sub>3</sub>				
CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>				

(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S				
-----------------------------------	--	--	--	--

По нашему мнению, на следующем уроке в этом классе целесообразно рассмотреть ступенчатый гидролиз для солей, образованных сильным основанием и слабой многоосновной кислотой (например, карбонат натрия) и сильной кислотой и слабым многокислотным основанием (например, сульфат алюминия).

**Цель работы:** получить представления о ступенчатом гидролизе неорганических веществ и изучить влияние различных факторов на скорость реакции гидролиза, используя проблемный эксперимент.

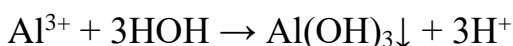
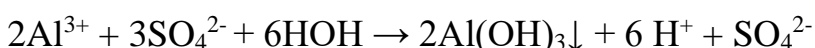
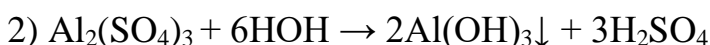
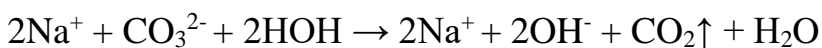
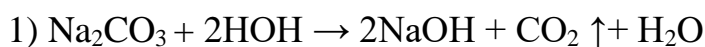
**Форма работы:** фронтальная (демонстрационный эксперимент)

**Оборудование и реактивы:** кристаллические вещества: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; свежеприготовленные 1%-ые растворы CH<sub>3</sub>COONa, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; растворы Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, приготовленные задолго до занятия и оставленные в бесцветных склянках на свету и при умеренном нагревании (солнце) в герметичных склянках; универсальная индикаторная бумага, фенолфталеин, спиртовка, спички, пробиркодержатель.

**Ход опыта:**

**Учитель:** составьте уравнения реакций гидролиза карбоната натрия и сульфата алюминия в молекулярной, полной и краткой ионной формах

**Учащиеся:**



**Учитель:** согласно предложенному вами уравнению реакции (1) выделяется газ (CO<sub>2</sub>), а по уравнению (2) – осадок (Al(OH)<sub>3</sub>). Проведём эксперимент: растворим предложенные соли в воде при н.у. и поместим в их растворы универсальную лакмусовую бумагу.

Наблюдения: в растворе (1) универсальная индикаторная бумага синего цвета (щелочная среда), а в растворе (2) универсальная индикаторная бумага красного цвета (кислая среда), что подтверждается вашими уравнениями реакций. Однако, в пробирке (1) мы не наблюдаем выделения газа, а в пробирке (2) – выделения осадка. Проблема!

Учитель: обратимся к растворам этих же солей, но приготовленным задолго до занятия и оставленным в бесцветных склянках на свету и при умеренном нагревании (солнце) в герметичных склянках. В склянке с карбонатом натрия мы видим пузырьки газа, а в склянке с сульфатом алюминия небольшой осадок. Внесение универсальной индикаторной бумаги даёт результат аналогичный показанному ранее.

Учащиеся: следовательно, мы правильно предположили среду раствора. А сам гидролиз протекает лучше при условиях, отличных от нормальных (более высокие температуры, излучение).

Учитель: действительно, гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой многоосновной кислотой (например, карбонат натрия) и сильной кислотой и слабым многокислотным основанием (например, сульфат алюминия) при н.у. протекает не сразу, а ступенчато. Далее учитель предлагает вспомнить виды солей (нормальные, кислые и основные) и на примере сульфата алюминия рассматривает уравнения реакций ступенчатого гидролиза с образованием основной соли, и с акцентом на число стадий в зависимости от кислотности слабого основания, реакцию среды на каждой из трёх стадий гидролиза и на преимущественном гидролизе по первой ступени. Затем учащиеся самостоятельно составляют уравнение ступенчатого гидролиза карбоната натрия по предложенной схеме, но с образованием кислой соли.

Учитель: таким образом, реакции гидролиза подчиняются тем же правилам в отношении скорости, что и другие реакции: с повышением температуры скорость реакции увеличивается. В подтверждение учащимся предлагается провести опыт с ацетатом натрия и фенолфталеином при н.у., при нагревании и при охлаждении.

Наблюдения: при н.у. – окраска фенолфталеина слабо-малиновая, при нагревании – окраска усиливается, а при охлаждении в холодной воде – слабо-малиновая

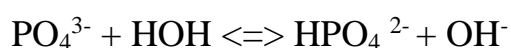
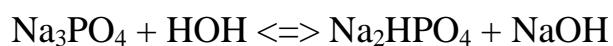
Учитель: составьте уравнения реакций гидролиза  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Согласно уравнениям реакций и, исходя из знания, соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой имеют щелочную реакцию среды. Прилейте в пробирки под номерами растворы (1)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , (2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , (3)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , в каждую поместите универсальную индикаторную бумагу.

Наблюдения: (1)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  – сильнощелочная (по шкале рН примерно 12), (2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – слабощелочная (по шкале рН примерно 9), (3)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – слабокислая (по шкале рН примерно 6).

Учитель: мы обнаруживаем противоречия между составленными уравнениями реакций и экспериментальными данными. Какая кислота, образует эти соли?

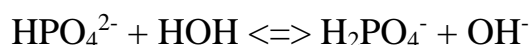
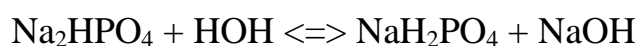
Учащийся: слабая многоосновная ортофосфорная кислота.

Учитель: Рассмотрим сначала гидролиз средней соли – фосфата натрия. Первая (основная) ступень гидролиза выражается следующими уравнениями:

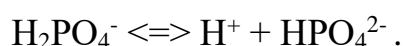


Образующийся при гидролизе ион  $\text{HPO}_4^{2-}$  практически не диссоциирует на ионы (см. константы диссоциации  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), поэтому характер среды определяют ионы  $\text{OH}^-$ , и среда водных растворов средних фосфатов является сильнощелочной.

При гидролизе гидрофосфатов на первой ступени образуются дигидрофосфат-ионы, что видно из следующих уравнений:

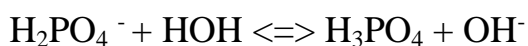
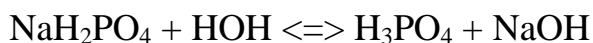


Образующиеся ионы  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  заметно диссоциируют:



Являющиеся продуктом этой диссоциации ионы водорода частично нейтрализуют ионы  $\text{OH}^-$ , образующиеся при гидролизе, и поэтому среда гидрофосфатов является слабощелочной.

Что касается дигидрофосфатов, то в их растворах наряду с гидролизом:



идет процесс диссоциации дигидрофосфат-ионов:  $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$

Причем второй процесс превалирует, поэтому все ионы  $\text{OH}^-$  (продукт гидролиза) нейтрализуются ионами  $\text{H}^+$  (продукт диссоциации), а избыток последних обуславливает слабокислый характер среды растворов дигидрофосфатов.

### **Занятие № 7. Тема «Гидролиз солей»**

Предлагаемая форма проведения проблемного эксперимента может быть осуществлена на уроке, в классе с углубленным изучением химии или на факультативном занятии.

Учитель делит класс на пять примерно равных по силе групп. Если занятие длится 2 ч, то группам (4–5 человек) дается задание провести все пять опытов, обсудить их результаты, написать уравнения происходящих процессов, сделать выводы. Затем проводится жеребьевка, в результате которой группа узнает номер опыта, результаты которого ей предстоит объяснить. Причем докладчика из группы назначает учитель, поэтому группа заинтересована, чтобы все ее представители работали и сумели объяснить и написать уравнения происходящих процессов. После выступления докладчика группа вносит исправления и дополнения. Затем остальные группы исправляют ошибки, дополняют ответы первой группы. Таким образом, итоговая оценка группы складывается из оценки выступления докладчика и оценки выступлений группы. Баллы группе приносят также замечания, дополнения к выступлениям других групп. В конце занятия учитель сообщает места, которые заняли группы, и предлагает группам

самостоятельно поставить отличные оценки: 1-е место – трем представителям группы, 2-е место – двум, 3-е место – одному.

Если занятие длится 1 ч, то группам (4–5 человек) дается задание провести по одному из предложенных опытов, обсудить результаты этого опыта, написать уравнения происходящих процессов, сделать выводы. Затем проводится жеребьевка, в результате которой определяется очередность выступления групп. Дальнейший ход – как в предыдущей форме проведения занятия.

Возможна также и другая форма оценивания результатов: учитель предлагает учащимся каждой группы оценить работу членов своей группы, затем учитель спрашивает любого учащегося, и, если оценка, выставленная группой, подтверждается, вся группа получает заявленные оценки. Если же оценка оказывается ниже, все заявленные оценки снижаются на один балл.

**Цель работы:** рассмотреть взаимодействие веществ с продуктами гидролиза.

**Реактивы и оборудование:** алюминий (гранулы), оксид меди (II), твёрдый карбонат кальция, 10 %-ые растворы: карбоната натрия, хлорида железа (III), сульфата алюминия, концентрированный раствор хлорида железа (III); пробирки, спиртовка, спички.

**Ход работы:** Учащиеся получают задание: выполнить 5 опытов.

**Опыт 1.** Поместить гранулу алюминия в раствор карбоната натрия и нагреть реакционную смесь.

**Опыт 2.** Поместить гранулу алюминия в раствор хлорида железа(III) и нагреть реакционную смесь.

**Опыт 3.** Поместить в концентрированный раствор хлорида железа(III) кусочек карбоната кальция.

**Опыт 4.** Поместить в раствор сульфата алюминия немного (на кончике шпателя) оксида меди(II) и нагреть смесь.

**Опыт 5.** Учащимся предлагается более сложное задание.

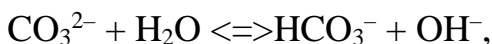
**УЧИТЕЛЬ.** Вы знаете, что металлы, основные оксиды и нерастворимые соли могут взаимодействовать с растворами средних солей, хотя на первый

взгляд это противоречит теоретическим представлениям. Подумайте, какую еще необычную для средних солей реакцию можно провести. Проведите ее и объясните наблюдаемые явления (о п ы т 5).

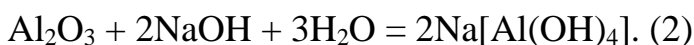
Учитель предлагает проанализировать продукты реакции, объяснить происходящие явления, написать уравнения соответствующих реакций.

### ***Обсуждение результатов эксперимента***

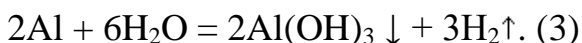
**Опыт 1.** Соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в растворе подвергается гидролизу по аниону:



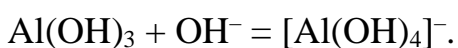
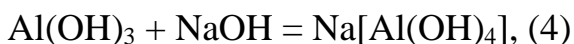
Амфотерный оксид алюминия, образующий защитную пленку на поверхности алюминия, взаимодействует со щелочью, полученной по уравнению (1):



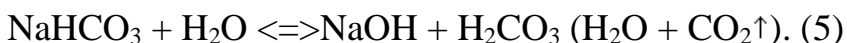
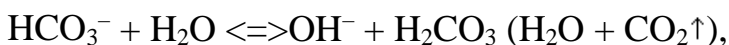
Алюминий, лишенный оксидной пленки, взаимодействует с водой:



Гидроксид алюминия, образовавшийся в реакции (3), взаимодействует с гидроксидом натрия, полученным по реакции (1), т.к.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  – амфотерный гидроксид:



Поскольку гидроксид-ионы связываются гидроксидом алюминия, равновесие гидролиза (1) смещается вправо, идет вторая ступень гидролиза:



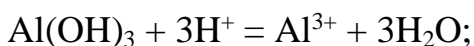
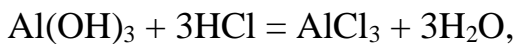
В ходе эксперимента учащиеся наблюдают выделение газов, которые представляют собой смесь водорода и углекислого газа.

Кроме того, наблюдается выпадение осадка. Если раствор карбоната натрия был разбавленным и взят не в избытке, то этот осадок не растворяется до конца. Поэтому есть возможность проанализировать этот осадок.

Учащиеся предполагают, что в осадке  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ . Однако при добавлении кислоты к осадку, промытому от раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , углекислый

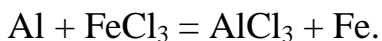


газ не выделяется. Надо догадаться, что осадок –  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Гидроксид алюминия – амфотерный, он должен взаимодействовать и с кислотами, и со щелочами. При экспериментальной проверке, действительно, осадок растворяется и в соляной кислоте, и в растворе гидроксида калия:



Мы считаем, что не следует писать суммарное уравнение реакции алюминия с карбонатом натрия. Достаточно обсудить процессы, которые идут в исследуемой системе, описанные уравнениями реакций (1–5).

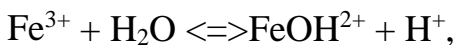
**Опыт 2.** Алюминий реагирует с раствором хлорида железа(III). Во-первых, алюминий более активный металл, чем железо, поэтому алюминий вытесняет железо из раствора его соли:



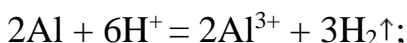
В осадке можно обнаружить частички железа, например, с помощью магнита.

Кроме того, было замечено выделение газа, и в осадке наряду с частицами железа обнаружены бурые частицы другого вещества. Анализ газа (характерный хлопок при поджигании) показал, что этот газ – водород.

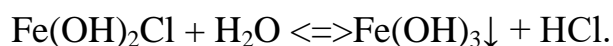
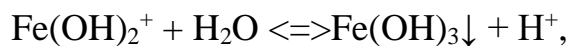
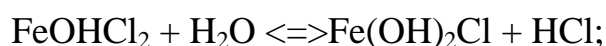
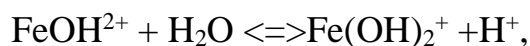
Логично предположить, что хлорид железа(III) подвергается гидролизу по катиону:



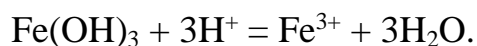
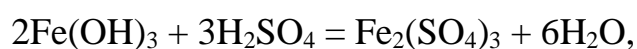
Получившаяся в результате реакции (1) кислота взаимодействует с алюминием и с образующимся железом с выделением водорода:



Алюминий и железо связывают ионы  $H^+$ , равновесие гидролиза смещается в сторону его продуктов, гидролиз идет по 2-й и 3-й ступеням:

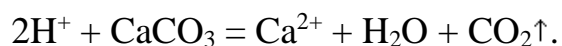
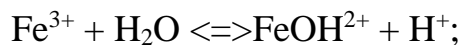
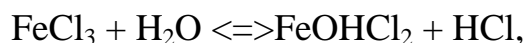


Следовательно, бурые частицы осадка – это гидроксид железа(III), не растворимый в воде и щелочах, но растворимый в кислотах. Это можно проверить экспериментально:

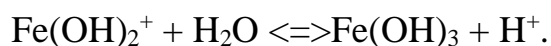
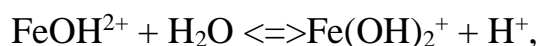


В растворе щелочи осадок  $Fe(OH)_3$  не растворяется.

**Опыт 3.** Учащиеся знают, что нерастворимые соли ( $CaCO_3$ ) не должны взаимодействовать с другими солями. Однако в системе  $FeCl_3 + CaCO_3$  они наблюдают бурное выделение газа и выпадение бурого осадка. Для выяснения, какой это газ, в реакционную пробирку вносят горящую лучину, она гаснет. Следовательно, выделяющийся газ –  $CO_2$ . Анализ осадка проводят аналогично опыту 2. Итак, при взаимодействии  $FeCl_3$  с  $CaCO_3$  образовались углекислый газ и гидроксид железа(III). Учащиеся объясняют, что образовавшаяся при гидролизе  $FeCl_3$  соляная кислота реагирует с  $CaCO_3$ :



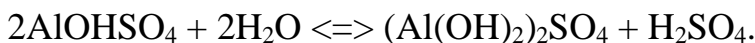
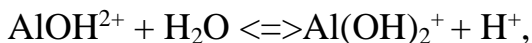
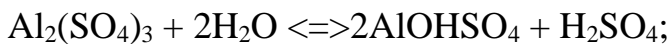
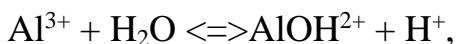
Поскольку ионы  $H^+$  реагируют с  $CaCO_3$ , то гидролиз  $FeCl_3$  идет по 2-й и 3-й ступеням:



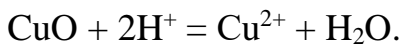
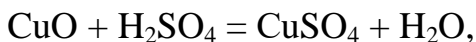
**Опыт 4.** Учащиеся замечают изменение окраски раствора. Бесцветный раствор становится голубым, что явно свидетельствует о появлении в

растворе гидратированных ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ . Как это объяснить, если известно, что средние соли не реагируют с основными оксидами?

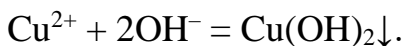
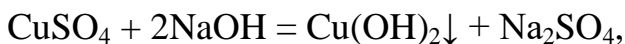
Сульфат алюминия гидролизует по катиону:



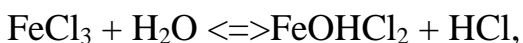
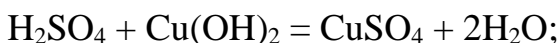
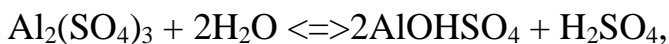
Образующаяся серная кислота при нагревании взаимодействует с оксидом меди(II). Ионы  $\text{Cu}^{2+}$  переходят в раствор и придают ему голубую окраску.

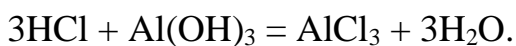


Учащиеся анализируют раствор на содержание ионов  $\text{Cu}^{2+}$ . Для этого прибавляют к фильтрату раствор щелочи, наблюдается выпадение голубого осадка:



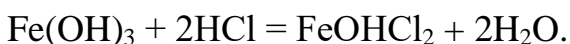
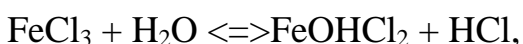
**Опыт 5.** Учащиеся исходят из следующих представлений. При гидролизе соли может образоваться кислота. Кислоты взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду активности до водорода, основными оксидами, нерастворимыми солями (если при этом образуется газ), нерастворимыми основаниями и амфотерными гидроксидами. Первые три случая рассмотрены выше (см. опыты 2–4), следовательно, можно предположить, что растворы солей, гидролизующихся по катиону, будут растворять основания и амфотерные гидроксиды. Продукт такого гидролиза – кислота – будет взаимодействовать с основаниями и амфотерными гидроксидами. Например, в растворе  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  растворится основание  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , а в растворе  $\text{FeCl}_3$  растворится амфотерный гидроксид  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :





Учащиеся проводят эти реакции, доказывая, что их гипотеза верна:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  растворяется в растворе сульфата алюминия, а  $\text{Al}(\text{OH})_3$  растворяется в растворе хлорида железа(III).

Можно показать такой «фокус». Нерастворимое основание  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  взаимодействует с раствором  $\text{FeCl}_3$ , осадок растворяется:



(Советуем учителю заранее подобрать нужные концентрации растворов, чтобы ожидаемые эффекты реакций, которые будут проводить учащиеся и сам учитель, наблюдались.)

**Вывод.** Если к раствору соли, подвергающейся гидролизу, добавить вещество, способное взаимодействовать с кислотами или щелочами, то это вещество взаимодействует с продуктами гидролиза – кислотами или щелочами.

### **Занятие № 8. Тема «Гидролиз солей»**

Предлагаемая форма проведения проблемного эксперимента может быть осуществлена на уроке, в классе с углубленным изучением химии или на факультативном занятии.

Работу можно провести в парах учащихся, а обсуждение ведется в форме эвристической беседы. Возможно также выполнение эксперимента в группах, с последующей защитой каждого опыта.

**Цель работы:** изучение совместного гидролиза солей

**Реактивы и оборудование:** 20%-ые растворы: карбоната натрия, нитрата бария, сульфата алюминия, хлорида бария, хлорида алюминия, сульфата меди (II), хлорида железа(III); пробирки.

**Ход работы:** Учащиеся получают задание – выполнить 5 опытов.

**Опыт 1.** К раствору карбоната натрия добавить раствор нитрата бария. Описать наблюдаемые явления, объяснить их, написать уравнение происходящей реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Проанализировать полученные вещества.

**Опыт 2.** К раствору сульфата алюминия добавить раствор хлорида бария. Описать наблюдаемые явления, объяснить их, написать уравнение происходящей реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Проанализировать полученные вещества.

**Опыт 3.** К раствору карбоната натрия добавить раствор хлорида алюминия. Описать наблюдаемые явления, объяснить их, написать уравнение происходящей реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Проанализировать полученные вещества.

**Опыт 4.** К раствору сульфата меди (II) добавить раствор карбоната натрия. Описать наблюдаемые явления, объяснить их, написать уравнение происходящей реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Проанализировать полученные вещества.

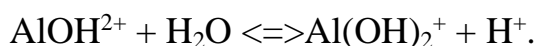
**Опыт 5.** К раствору хлорида железа (III) добавить раствор карбоната натрия. Описать наблюдаемые явления, объяснить их, написать уравнение происходящей реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Проанализировать полученные вещества.

### ***Обсуждение результатов эксперимента***

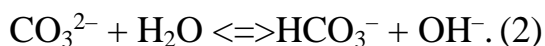
**Опыты 1 и 2.** Первые два опыта не вызывают у детей удивления, это обычные обменные реакции. Учащиеся фиксируют выпадение осадков, записывают уравнения реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах.

**Опыт 3.** Смешав растворы хлорида алюминия и карбоната натрия, учащиеся наблюдают выделение газа и выпадение осадка. Если предположить, что идет реакция обмена, то газа быть не должно. Внесение в реакционный сосуд горящей лучины и ее угасание служит доказательством того, что образуется углекислый газ. Учащиеся полагают, что выпадающий осадок – карбонат алюминия. Чтобы определить состав осадка, они добавляют к промытому от исходного карбоната натрия осадку соляную кислоту. Газ при этом не образуется, осадок же растворяется. Если к осадку добавить раствор щелочи, то осадок тоже растворяется. Следовательно,

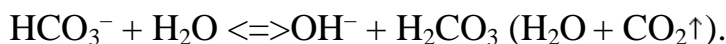
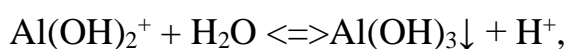
осадок – гидроксид алюминия. В ходе дискуссии учащиеся приходят к объяснению этого процесса. Хлорид алюминия гидролизуется по катиону:



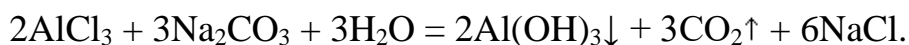
Карбонат натрия гидролизуется по аниону:



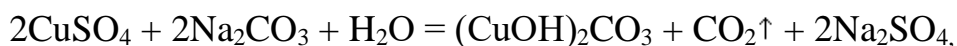
Ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  связываются в молекулы воды, их концентрация понижается, равновесие реакций гидролиза (1) и (2) смещается в сторону продуктов реакций. Идут и последние ступени реакций гидролиза:



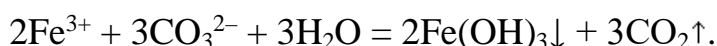
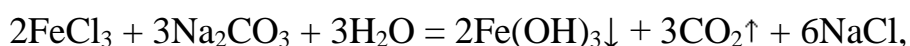
Суммарное уравнение реакции совместного гидролиза имеет вид:



**Опыт 4.** Учащиеся приливают раствор карбоната натрия к раствору сульфата меди(II). После проведения опыта 3 их уже не удивляет выделение газа, не поддерживающего горение. Они предполагают, что осадок –  $\text{CuCO}_3$  или  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . В таблице растворимости кислот, солей и оснований в воде указано, что соединение  $\text{CuCO}_3$  в водном растворе не существует. Учащиеся делают вывод, что осадок – это гидроксид меди(II). Смущает только цвет осадка – бирюзовый. Учитель просит получить гидроксид меди(II) взаимодействием сульфата меди(II) и гидроксида натрия. Выпавший осадок имеет голубой цвет. Учащиеся предполагают, что осадок, полученный при взаимодействии растворов  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , это основная соль  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ . Однако учитель может показать образец гидрокарбоната меди(II), который имеет зеленый цвет. Учащиеся делают вывод, что осадок, полученный при взаимодействии  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , – это смесь голубого  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и зеленого  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ . Процесс можно описать следующими уравнениями реакций:



**Опыт 5.** В реакции солей  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  учащиеся наблюдают выпадение бурого осадка и выделение газа, не поддерживающего горение. Довольно быстро они делают вывод, что совместный гидролиз хлорида железа, гидролизующегося по катиону, и карбоната натрия, гидролизующегося по аниону, приводит к гидроксиду железа(III) и оксиду углерода(IV). Эти вещества являются продуктами последних ступеней гидролиза исходных солей:



### **Занятие № 9. Амфотерные соединения**

Приведённые ниже опыты проводились при объяснении нового материала в изучении темы «Амфотерные оксиды и гидроксиды» у учеников 9-х классов (см. тематическое планирование для 9 класса, урок 3). Использовался теоретический материал учебника 9 класса О. С. Габриеляна Химия-9 [10], методическое пособие для учителя [9], настольная книга для учителя [6], рабочая тетрадь [11].

**Цель работы:** используя проблемный эксперимент, дать понятие об амфотерности оксидов и гидроксидов металлов и особенностях их химических свойств.

**Форма проведения эксперимента:** фронтальная (демонстрационный эксперимент)

**Оборудование и реактивы:**

**Ход работы:**

Проведение работы начинают с эвристической беседы.

**Учитель:** приведите классификацию простых веществ, оксидов, гидроксидов.

**Ученик:** простые вещества: металлы и неметаллы; оксиды: оксиды неметаллов (кислотные) и оксиды металлов (основные); гидроксиды: гидроксиды металлов и кислородсодержащие кислоты (гидроксиды неметаллов).

Учитель: предложите соответствующие друг другу химические формулы представителей простых веществ, оксидов и гидроксидов (для дальнейшего обсуждения учитель выбирает те соединения, которые необходимы ему для работы)

Ученик: простые вещества: металлы – Na, Ca, Zn, Fe, Al, Cr; неметаллы: S, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>; оксиды: основные – Na<sub>2</sub>O, CaO, ZnO, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO; кислотные – SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; гидроксиды: металлов – NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>2</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>; неметаллов – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, HCl.

Учитель: составьте возможные уравнения реакций между веществами: Ca, Zn, Al; CaO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; SO<sub>3</sub>; Ca(OH)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

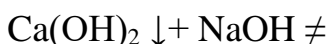
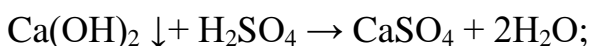
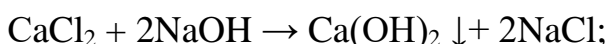
Ученик: Ca + SO<sub>3</sub> → ; Ca + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → ; Zn + SO<sub>3</sub> → ; Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → ; Al + SO<sub>3</sub> → ; Al + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → ; и т.д.

Учитель: учитель все предложенные вами реакции вписываются в правило, что вещества металлической природы реагируют с веществами неметаллической природы. Получим некоторые из этих гидроксидов и подтвердим это утверждение реакциями с мерной кислотой.

### ***Опыт 1. Получение гидроксида кальция и опыты с ним***

Учитель получает гидроксид кальция взаимодействием хлорид кальция, приливая по каплям гидроксид натрия, обращая внимание при этом, что избыток щёлочи приводит к увеличению объёма осадка. Затем проводит реакцию полученного осадка с раствором серной кислоты. Учащиеся записывают уравнения.

Ученик:

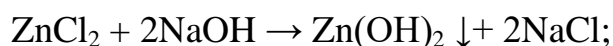


***Опыт 2. Получение гидроксида цинка и гидроксида алюминия и опыты с ними***



Учитель получает гидроксид цинка взаимодействием хлорид цинка, приливая по каплям гидроксид натрия, обращая внимание на получаемый осадок, затем учитель целенаправленно приливает избыток щелочи.

Ученик: осадок растворился. Уравнение реакции получения гидроксида цинка:



Учитель: проведём реакцию получения гидроксида алюминия: учитель получает гидроксид алюминия взаимодействием хлорид алюминия, приливая по каплям гидроксид натрия, обращая внимание на получаемый осадок.

Ученик: предлагает приливать щёлочь осторожно, чтобы провести реакцию с серной кислотой, подтвердив их предположение. Составляет уравнение реакции получения гидроксида алюминия:  $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$

Учитель: во время из беседы приливает избыток щелочи, что опять приводит к растворению осадка гидроксида алюминия.

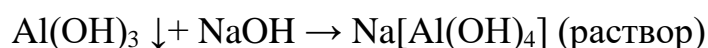
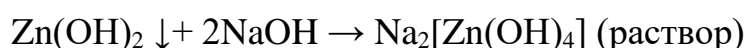
О чём говорит признак растворение осадка в других ранее изученных процессах?

Ученик: следовательно, происходит химическая реакция

Учитель: добавление какого вещества приводит к растворению осадка гидроксидов цинка и алюминия

Ученик: гидроксида натрия

Учитель: ранее мы не встречались с подобными реакциями при которых гидроксид металла реагирует с гидроксидом другого металла. Составим уравнение реакции, с получением комплексной соли (дать только понятие о комплексных солях):

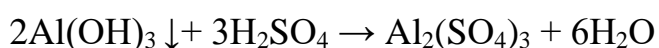
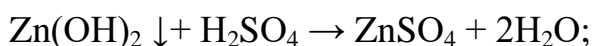


Учитель: постараемся получить эти гидроксиды аккуратно, по каплям добавляя гидроксид натрия. Мы ещё не подтвердили ранее изученное свойство: способность гидроксидов металлов реагировать с кислотами.

Вероятно, что если гидроксиды цинка и алюминия способны реагировать со щелочами, то они не реагируют с кислотами?

Учитель проводит реакцию гидроксидов цинка и алюминия с серной кислотой.

Ученик: осадки растворились.



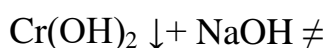
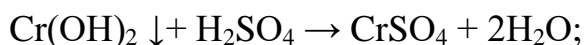
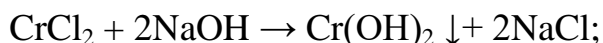
Учитель: такая способность гидроксидов цинка и алюминия взаимодействовать и с растворами кислот и с растворами щелочей, характерна и для их оксидов и алюминия и цинка – простых веществ. Это свойство – амфотерность. Записывают определение в тетрадь.

Учитель: проанализируем результаты других опытов:

### ***Опыт 3. Получение гидроксида хрома (II) и (III) и изучение их свойств***

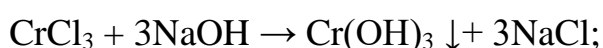
Учитель получает гидроксид хрома (II) взаимодействием хлорида хрома (II), приливая по каплям гидроксид натрия, обращая внимание при этом, что избыток щёлочи приводит к увеличению объёма осадка. Затем проводит реакцию полученного осадка с раствором серной кислоты. Учащиеся записывают уравнения.

Ученик:

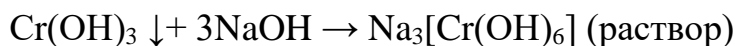


Учитель получает гидроксид хрома (III) взаимодействием хлорида хрома (III) и по каплям приливаемого гидроксида натрия. Учитель обращает внимание на получаемый осадок, затем учитель пробует прилить избыток щелочи.

Ученик: осадок растворился. Уравнение реакции получения гидроксида хрома (III):



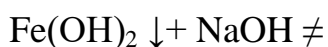
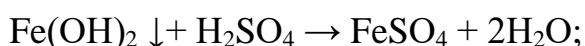
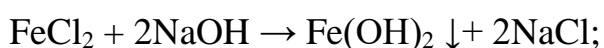
Учитель: таким образом, гидроксид хрома (II) ведёт себя в растворе так же как гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов, т.е. обладает основными свойствами. А гидроксид хрома (III) проявляет амфотерные свойства.



#### ***Опыт 4. Получение гидроксида железа (II) и (III) и изучение их свойств***

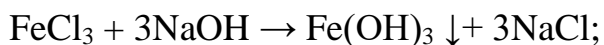
Учитель получает гидроксид железа (II) взаимодействием хлорид железа (II), приливая по каплям гидроксид натрия, обращая при этом внимание, что избыток щёлочи приводит к увеличению объёма осадка. Затем проводит реакцию полученного осадка с раствором серной кислоты. Учащиеся записывают уравнения.

Ученик:



Учитель получает гидроксид железа (III) взаимодействием хлорид железа (III), приливая по каплям гидроксид натрия, обращая внимание на получаемый осадок, затем учитель целенаправленно приливает избыток щелочи.

Ученик: осадок не растворился. Вероятно и гидроксид железа (II) и гидроксид железа (III) проявляют основные свойства. Уравнение реакции получения гидроксида цинка:



Учитель: проверим ваше предположение, несколько изменив условия реакции: прильём к свежеприготовленному гидроксиду железа (III) горячей концентрированной щелочи.

Ученик: осадок растворяется

Учитель: таким образом, гидроксид железа (III) так же амфотерен, но проявляет это свойство при более жёстких условиях.

Таким образом, к соединениям, проявляющим амфотерные свойства относятся: цинк, оксид цинка, гидроксид цинка, алюминий, оксид алюминия, гидроксид алюминия, оксид и гидроксид хрома (III), оксид и гидроксид железа (III). Кроме того, амфотерными являются оксид и гидроксид олова (II) и оксид и гидроксид свинца (II).

Каково место положения всех названных элементов в таблице и к каким элементам (s, p, d, f) они относятся. Оформим в виде таблицы:

Элемент	Вид элемента	Степень окисления	Амфотерность	Вывод
Zn	d-элемент	Высшая	+	Амфотерными свойствами обладают p- и d-элементы. При непостоянных степенях окисления амфотерными являются соединения с промежуточной степенью окисления
Al	p-элемент	Постоянная	+	
Cr (III)	d-элемент	Промежуточная	+	
Fe (III)	d-элемент	Промежуточная	+	
Sn (II)	p-элемент	Промежуточная	+	
Pb (II)	p-элемент	Промежуточная	+	

Апробация материалов экспериментов, созданных для использования в системе проблемного обучения, проводилась в школе № 41.

Исследование эффективности методической системы проблемного подхода к обучению химии, с применением школьного химического эксперимента, проводилось нами в урочной деятельности с учащимися 8 классов при изучении тем «Скорость химических реакций» и «Гидролиз солей», соответственно.

Апробацию нашего эксперимента начинали с формирования двух групп учащихся, с исходно одинаковым уровнем подготовки по химии.

Схема эксперимента приведена на рис. 2.

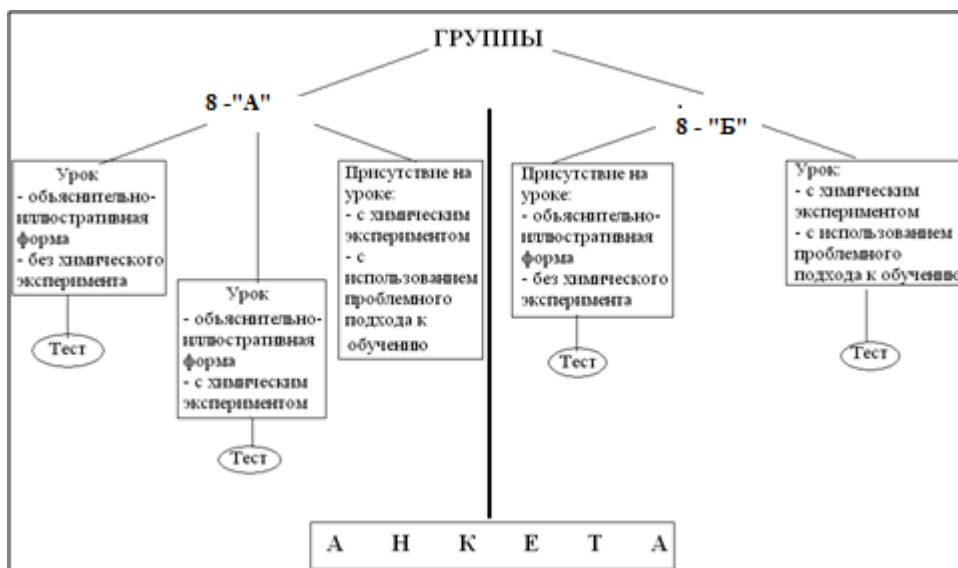


Рис. 2. Схема эксперимента

Конспект урока по теме «Гидролиз солей» для учащихся, обучавшихся с применением объяснительно-иллюстративной формы обучения представлен в приложении 4. После проведения урока по теме «Гидролиз солей» с применением объяснительно-иллюстративной формы обучения и без химического эксперимента у учащихся классы 8<sup>А</sup> и 8<sup>Б</sup>, нами было проведено тестирование (Приложение 5).

Анализ проведённого тестирования показал, что показатель «Степени обученности» в классе 8<sup>А</sup> и 8<sup>Б</sup> на момент начала эксперимента составил 43 %, что соответствует второй (низкой) степени обученности (по В. П. Симонову) [41].

После проведения урока по теме «Гидролиз солей» с применением объяснительно-иллюстративной формы обучения и с химическим экспериментом у учащихся классе 8<sup>А</sup>, нами вновь было проведено тестирование (Приложение 5).

Анализ проведённого тестирования показал, что показатель «Степени обученности» в классе 8<sup>А</sup> составил 60 %, что соответствует третьей (средней) степени обученности (по В. П. Симонову) [41].

Конспект урока по теме «Гидролиз солей» для учащихся классе 8<sup>Б</sup> приведён в Главе 3, занятие № 6. Для того, чтобы эксперимент в системе проблемного обучения не приобрел развлекательный характер, учащимся с самого начала должна быть ясна цель проводимых опытов. Наш небольшой

опыт показал, что учащиеся глубоко вникают в суть проводимых опытов, задумываются над их результатами и пытаются ответить на вопросы только в том случае, если эксперимент поражает воображение и сильно влияет на эмоциональную сферу.

После проведения урока по теме «Гидролиз солей» в классе 8<sup>Б</sup> с применением химического эксперимента и проблемного подхода к обучению, нами было проведено тестирование (Приложение 6).

Анализ проведённого тестирования показал, что показатель «Степени обученности» в классе 8<sup>Б</sup> составил 94 %, что соответствует четвёртой (высокой) степени обученности (по В. П. Симонову) [41].

Таким образом, полученные в результате нашего исследования данные, показывают, что проблемное обучение при демонстрации опытов, способствует повышению эффективности обучения химии. Подобные опыты являются благодатной почвой для формирования диалектического и системного мышления учащихся. А включение таких опытов в процесс обучения позволяет учащимся овладевать логическими методами познания.

В дальнейшем у учащихся классы 8<sup>А</sup> и 8<sup>Б</sup> нами было проведено анкетирование (Приложение 7) с целью исследования образовательного потенциала эксперимента – как средства позволяющего реализовать проблемный подход к обучению.

Анализ проведённого анкетирования показал, что все анкетлируемые учащиеся проявили заинтересованность к проблемному моделированию ситуации при воспроизведении химических опытов. Большинство их опрошиваемых, при этом, отметили, что эта заинтересованность обусловлена предоставляемой возможностью логически и самостоятельно (в результате беседы) выявить и сформулировать правила и закономерностей химических явлений (процессов).

Все анкетлируемые отметили, что они не испытывали сложности при восприятии нового материала, преподаваемого в системе проблемного обучения и хотели, чтобы подобные уроки чаще использовались при объяснении нового материала. Не исключено, что это связано с тем, что

именно такая постановка эксперимента позволяет учащимся ощущать себя в роли исследователей-первооткрывателей.

## ВЫВОДЫ

1. Проведён анализ психолого-педагогической, методической и химической литературы для определения современного состояния проблемы применения эксперимента в системе проблемного обучения.

2 Проведённое нами исследование показало, что проблемное обучение при демонстрации опытов позволят ученикам активно применять полученные ранее знания и умения, помогает повысить уровень знаний, глубину понимания химических явлений, а также даёт возможность приобрести опыт конкретного решения проблемных и творческих заданий.

3. «Степень обученности» в классах учащихся, обучавшихся по объяснительно-иллюстративной системе без применения химического эксперимента (класса 8<sup>A</sup> и 8<sup>B</sup>), по объяснительно-иллюстративной системе с применением химического эксперимента (класса 8<sup>A</sup>), в системе проблемного обучения при демонстрации химического эксперимента составила 43 % (низкий уровень), 60 % (средний уровень) и 94 % (высокий уровень), соответственно.

4. Применение проблемного обучения при демонстрации опытов помогает преодолеть некоторые «издержки» использования концентрического принципа в обучении. Кроме того, такой эксперимент дает возможность не только устанавливать новые факты, но также исправлять ошибки в знаниях учащихся.



## Приложение

### Тест № 1. Тема «Гидролиз», для учащихся обучавшихся по объяснительно-иллюстративной форме обучения

1. Какую реакцию среды показывают водные растворы различных солей?

- а) кислую;
- б) нейтральную;
- в) щелочную.

2. Что называется гидролизом солей?

- а) взаимодействие соли с  $H_2O$ , с образованием слабого электролита;
- б) процесс распада молекул соли на ионы;
- в) процесс образования солей.

3. Что такое степень гидролиза?

а) произведение числа гидролизованных молекул соли к общему числу растворенных молекул;

б) отношение числа молекул соли к числу гидролизованных молекул;

в) отношение числа гидролизованных молекул соли к общему числу растворенных молекул.

4. От чего зависит степень гидролиза?

- а) от природы соли;
- б) от давления;
- в) от концентрации раствора;
- г) от температуры;
- д) от влажности воздуха.

5. Какие соли подвергаются гидролизу?

- а) образованные сильным основанием и слабой кислотой;
- б) образованные сильным основанием и сильной кислотой;
- в) образованные слабым основанием и сильной кислотой;
- г) образованные слабым основанием и слабой кислотой.

6. Какие соли гидролизуются по аниону?

- а)  $NaCN$ ;

б)  $\text{CuCl}_2$ ;

в)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;

г)  $\text{NaCl}$ .

**7.** Какие соли гидролизуются по катиону?

а)  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ ;

б)  $\text{FeSO}_4$ ;

в)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ;

г)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

**8.** Какие соли гидролизуются и по катиону, и по аниону?

а)  $\text{Rb}_2\text{CO}_3$ ;

б)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ;

в)  $\text{NH}_4\text{CN}$ ;

г)  $\text{NaCl}$ .

**9.** Какие соли не подвергаются гидролизу?

а)  $\text{NaCl}$ ;

б)  $\text{CuCl}_2$ ;

в)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;

г)  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ .

**10.** На какие 4 группы можно разделить соли? Приведите примеры солей.