

Формирование и развитие СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ О ХИМИЧЕСКОЙ реакции

Береснева Е. В.
к.п.н., профессор кафедры
фундаментальной химии и методики
обучения химии ВятГУ

План лекции

- 1. Общая характеристика системы знаний о химической реакции
- 2. Структура и содержание системы знаний о химической реакции
- 3. Последовательность формирования системы знаний о химической реакции

1. Общая характеристика системы знаний о химической реакции

- *Химическая реакция – это специфический и наиболее важный объект изучения химии*

«Химическое превращение, химическая реакция есть главный предмет химии. Изучение различных свойств элементов и их соединений, в частности, строения атомов и молекул дает, в сущности, для химии вспомогательный материал, облегчающий главную задачу – задачу рационального управления химическими превращениями»

- Н. Н. Семенов «Цепные реакции»

Учение о химических процессах

- Учение о химических процессах может быть выделено как особый уровень химических знаний, как важная концептуальная система химии, развивающаяся на основе учений о химическом элементе и веществе (Ф. Басоло, Р.Пирсон, Р. Б. Добротин, Ю. А. Жданов, М.Х. Карапетьянц, Д. А. Кемпбел, Э. Н. Рэмсден, Ю. И. Соловьев, Д. Н. Трифонов, Г. И. Шелинский и др.)

Предмет современной химии

- Многие ученые (О. С. Зайцев, В. И. Кузнецов, Я. А. Угай и др.) дают определение науке химии, в котором на первое место выдвигают химическую форму движения материи, а на второе – носитель этого движения – вещество:
- *«Химия – это наука о превращениях веществ, сопровождающихся изменением их состава и структуры»*

Формирование понятия о химической реакции в методике обучения химии

- Разные стороны этого понятия получили обстоятельную разработку в исследованиях В.В. Кустовой, Г. Н. Осокиной, Т. З. Савич, Е.Н. Федоровой, Г. И. Шелинского, Д.А.Эпштейна. В работах В. П. Гаркунова, Н. Е. Кузнецовой применялся системный подход к формированию химических понятий. Многие методисты (А. Л. Андриенко, Е. В. Береснева, Т.А. Веселова, В. А. Жуков, А. Ю. Жегин, А.С.Корощенко, И. Н. Чертков и др.) работали над системным формированием отдельных групп понятий о химической реакции

Формирование понятия о химической реакции в методике обучения химии

- Дальнейшего совершенствования требует методика изучения материала о химических реакциях, особенно в плане повышения действенности этих знаний и их влияния на развитие личности учащихся
- *«Химические реакции – это клеточки, из которых построена вся ткань химических знаний. Отсюда, изучение химических реакций – это центральный вопрос методики обучения химии»*

● *С. Г. Шаповаленко*

2. Структура и содержание системы знаний о химической реакции

- Система знаний о химической реакции – весьма общая, многоплановая, многокомпонентная. Это объясняется тем, что каждая конкретная реакция обусловлена множеством факторов, влияющих на ее протекание, многообразием признаков и форм проявления
- В развитом, структурно организованном виде общее понятие о химической реакции представляет теоретическую систему сущностных знаний о химическом процессе. *Научно-теоретическими основами* ее формирования служат теории строения веществ и химических процессов, периодический закон и закон сохранения массы и энергии

Химическая реакция

- *Ведущей идеей* преемственного формирования знаний является раскрытие обусловленности химических реакций триединым структурно-энергетико-кинетическим фактором
- **Химическая реакция – это протекающее при определенных условиях *качественное изменение* веществ, происходящее под влиянием изменения их *количественного состава*, в результате которого из одних веществ образуются другие**

Химическая реакция

- В этом определении родовым понятием является *качественное изменение веществ*, а *химическая реакция* – видовым понятием. Существенным признаком химической реакции является *превращение веществ*. Следовательно, понятие «химическая реакция» можно сформировать только после того, как учащиеся овладеют понятием о веществе и его свойствах
- В свою очередь само понятие «химическая реакция» является довольно сложным образованием. Оно по существу представляет собой систему частных понятий

Сущность и механизм реакции

- Понятие о *сущности химической реакции* является центральным в этой системе. Выражая ее химическим уравнением, мы оцениваем начальный и конечный состав веществ и их количественные соотношения
- Глубокое рассмотрение изменений, происходящих с веществами при химической реакции, приводит к выявлению промежуточных процессов, которые вызывают данное превращение, т.е. определяется *механизм реакции*, а так как его раскрытие является глубоким рассмотрением сущности химической реакции, то оно помещается в центр системы

Сущность и механизм реакции

- *Сущность и механизм реакции* – не одно и то же
- По химическому уравнению мы не можем судить о механизме реакции, так как оно не дает возможности понять, как же превращаются одни вещества в другие, на какие стадии распадается этот химический процесс
- Механизм реакции объясняет изменение связей между атомами реагирующих веществ, говорит о появлении промежуточных продуктов, о возникновении цепей, об образовании «активного комплекса» или «переходного состояния»

Система знаний о химической реакции

- С механизмом и сущностью химической реакции связаны и многие другие понятия:
- – *признаки химической реакции;*
- – *условия возникновения и течения химических реакций;*
- – *энергетика химических реакций;*
- – *кинетика химических реакций;*
- – *химическое равновесие*

Система знаний о химической реакции

- Очень важным является **блок об энергетике химических реакций**. В состав его включаются понятия о *внутренней энергии, тепловом эффекте химических реакций, экзо- и эндотермических реакциях*, а в углубленных классах еще и понятия об *энтальпии, энтропии и энергии Гиббса*. Среди них как эмпирические, так и теоретические понятия. Компонентами данной подсистемы знаний являются *закон сохранения энергии и закон Гесса*, а также *закономерности протекания химических реакций в зависимости от изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса*

Система знаний о химической реакции

- Основу **блока знаний о кинетике химических реакций** составляют понятия о *скорости реакции и механизме химических превращений*, а также сопутствующие им понятия: *энергия активации, промежуточный активированный комплекс, катализ*. В состав этого блока знаний входят доступные положения *теории активных столкновений, теории промежуточных комплексов и эмпирические зависимости скорости реакций и катализа от природы реагентов и внешних условий протекания реакций*

Система знаний о химической реакции

- **Блок знаний о химическом равновесии** включает ряд понятий, которые непосредственно связаны с понятием «*химическое равновесие*» или раскрываются с его помощью (*обратимые и необратимые реакции, обратимость процесса, константа равновесия и др.*), а также закономерности смещения химического равновесия в зависимости от различных факторов (*принцип Ле Шателье*)

3. Последовательность формирования системы знаний о химической реакции

- Понятие «химическая реакция» формируется на нескольких уровнях
- **Уровень 1 – эмпирический**
- **Основная задача этого уровня** – накопить и обобщить фактологический материал о признаках протекания реакций, обеспечить создание наглядных образов изучаемых реакций, научить отличать химические реакции от физических явлений
- На этом уровне используется **индуктивный** подход. Базой для формирования первоначального понятия о химической реакции являются понятия о веществах, их свойствах и изменениях (явлениях). Лишь на основе их можно разграничить явления на физические и химические. Опорой здесь являются знания, полученные в курсе физики

Эмпирический уровень

- Основой изучения служит *химический эксперимент, выступающий как источник познания*. Он направлен на выявление внешних признаков реакций и условий их возникновения и протекания. *Основные методы изучения* – наблюдение, выполнение опытов, фиксация их результатов, описание, сравнение, выводы. Особенность экспериментального изучения реакций в том, что их сущность не рассматривается, констатируются лишь их внешние проявления. При этом наряду с **главным признаком – образованием новых веществ** – важно выделить и другие
- *Признаки* – это те проявления реакций, по которым мы можем визуально или с помощью измерительных приборов судить, что данная реакция протекает или уже прошла

Эмпирический уровень

- Следует обратить внимание на важность **энергетического признака**, установить взаимосвязь между энергетическим признаком и образованием новых веществ. При этом необходимо подчеркнуть, что внешние признаки реакции не могут быть поставлены в один ряд с энергетическими характеристиками
- Зная, что образование новых веществ связано с энергетическими изменениями, учащиеся легко приходят к выводу, что внешним признаком этого служит выделение или поглощение теплоты. На основании этого все химические реакции подразделяются на экзо- и эндотермические

Эмпирический уровень

- Результатом обсуждения опытных данных и выявленных зависимостей являются **ВЫВОДЫ:**
- – **сущность химической реакции** состоит в образовании новых веществ из исходных;
- – процесс превращения веществ связан с энергетическими изменениями;
- – *выделение или поглощение тепла при химической реакции – основа классификации по энергетическому признаку* (экзотермические и эндотермические)

Эмпирический уровень

- Далее учащиеся должны уяснить условия протекания реакций
- **Условия** – это те внешние факторы, которые необходимы, чтобы реакция началась и протекала до образования новых веществ
- На основе наблюдений учащиеся приходят к следующим **выводам**:
 - – химические реакции протекают только при тесном соприкосновении реагирующих веществ;
 - – для осуществления эндотермических реакций необходимо непрерывное нагревание, в то время как экзотермические реакции протекают либо при незначительном предварительном нагревании, либо совсем без него

Уровень атомно-молекулярных представлений

- **Уровень 2 – атомно-молекулярных представлений**
- *Основная задача данного уровня* – применение положений атомно-молекулярного учения к объяснению сущности химической реакции, к изучению некоторых стехиометрических и термохимических закономерностей их протекания
- Используя шаростержневые модели молекул, изображения молекул на экране или доске, учащиеся подводят к **выводу** о том, что **сущность химической реакции** сводится к перегруппировке атомов, входящих в состав реагирующих веществ

Уровень атомно-молекулярных представлений

- Появившееся у учащихся понятие о сохранении при химической реакции химического элемента закрепляется при наблюдении и обсуждении результатов опытов по накаливанию на воздухе порошка меди и восстановлению оксида меди водородом. Эти знания затем используются для выведения закона сохранения массы веществ, который дает строгую количественную трактовку химическим реакциям
- На этом уровне вводится *классификация химических реакций по числу и составу реагентов и продуктов* (соединение, разложение, замещение, обмен)

Уровень электронных представлений

- **Уровень 3 – электронных представлений**
- Электронная теория позволяет более глубоко проникнуть в сущность изучаемых процессов. Здесь происходит отвлечение от всего многообразия химических реакций и вычленение их сути и причин изменения. На этом уровне важно усилить роль знаний энергетики и теории строения для определения возможностей протекания реакций. Выясняется, что тепловой эффект не является единственным фактором, влияющим на направление протекания реакции, а есть еще энтропийный фактор и энергия Гиббса. Сделанные обобщения конкретизируются при изучении систематики элементов

Уровень электронных представлений

- Одним из трудных вопросов изучения реакций на электронном уровне являются окислительно-восстановительные процессы. Важный признак ОВР – наличие окислителя и восстановителя и изменение степени окисления атомов элементов реагирующих веществ. Сформированное понятие об ОВР необходимо ввести в общую систему знаний о химической реакции, показать, что *степень окисления элемента – это еще один критерий классификации химических реакций* (окислительно-восстановительные и неокислительно-восстановительные), подвести под эту классификацию ранее изученные

Уровень электронных представлений

- На уровне электронных представлений делаются следующие **выводы**:
- – **сущность химической реакции** состоит в разрушении химических связей в исходных веществах и в образовании новых – в продуктах реакции;
- – этот процесс сопровождается изменением структуры веществ, что влечет за собой изменение их свойств;
- – реакции протекают в сторону образования энергетически более выгодных связей

Уровень теории электролитов

- **Уровень 4 – теории электролитов**
- Теория электролитов – качественно новый этап в изучении ОВР. Здесь происходит познание особенностей их протекания в растворах, знакомство с новым видом окислителей и восстановителей – ионами. При изучении азота и фосфора знания учащихся пополняются новыми конкретными окислителями и восстановителями и их реакциями. Ученики овладевают умением составлять уравнения сложных реакций (азотная кислота с металлами)

Уровень теории электролитов

- Кроме ОВР, здесь серьезно изучаются и реакции ионного обмена, формируются умения выразить сущность химической реакции с помощью ионных уравнений. *Вводится классификация по виду частиц, участвующих в реакции* (атомно-молекулярные, ионные, радикальные)
- На уровне теории электролитов делается следующий **вывод: сущность химических реакций**, протекающих в растворах, выражается кратким ионным уравнением. Реакции в растворах протекают в направлении связывания ионов

Уровень кинетических представлений

- **Уровень 5 – кинетических представлений**
- Данный уровень включает материал о скорости химической реакции и факторах, влияющих на нее, об энергии активации, катализе и катализаторах, о химическом равновесии и его смещении. В связи с этим здесь вводятся сразу три **классификации химических реакций: по признаку обратимости** (обратимые и необратимые), **по виду системы** (гомо- и гетерогенные) и **по влиянию катализатора на скорость реакции** (каталитические и некаталитические)

Уровень кинетических представлений

- Материал этой темы – основа для изучения химических производств. Он закрепляется и углубляется при изучении систематики элементов. Кинетические понятия и закономерности объясняются на основе электронной теории, теории активных столкновений, теории образования промежуточных комплексов. *Идеей* изучения становится разностороннее рассмотрение процессов с позиций единства их структурных, энергетических и кинетических характеристик
- **Вывод:** химические реакции необходимо рассматривать разносторонне с позиций единства их структурных, энергетических и кинетических характеристик

Уровень теории органической химии

- **Уровень 6 – теории органической химии**
- В курсе органической химии дополняются и расширяются понятия о классификации химических реакций. Вводится ***новый тип реакций – изомеризация***. Вносятся качественно новый материал в понятия о механизмах реакций. Система понятий о закономерностях химических реакций наполняется особым содержанием. Например, при изучении катализа сообщается о теории промежуточных соединений, о действии ферментов

Уровень обобщенных представлений

- **Уровень 7 – обобщенных представлений**
- Этот уровень включает обобщение знаний по неорганической и органической химии. *Основная цель* – создание у учащихся целостных представлений о химическом процессе. Здесь важно показать единство и генетическую связь неорганических и органических процессов, составляющих химическую форму движения материи, их подчинение основному закону химических изменений – периодическому закону. На примерах реакций неорганической и органической химии надо показать учащимся сложность и многосторонность химических явлений, что вызывает неодинаковые подходы к их классификации

Уровень обобщенных представлений

- После изучения 6-го и 7-го уровней делается **вывод**: неорганические и органические процессы имеют единую природу, составляют химическую форму движения материи и подчиняются общим законам и теориям
- Системное применение знаний о реакции достигается при разносторонней характеристике конкретных химических реакций на основе анализа их уравнений

Благодарю за внимание!