

**Программа лекционного курса «Общая химия»  
для студентов физического факультета МГУ  
(2 семестр, 15 лекций)**

**СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ**

**Раздел I. Основные понятия и законы химии**

**1. Основные представления о химии**

1. Место химии среди других естественных наук. Взаимодействие физики и химии. Особенности химии как науки. Структура и язык химии.
2. Что изучает химия. Вещество. Классификация химических веществ. Условность термина «чистое вещество».
3. Химические элементы. Распространённость элементов на Земле и во Вселенной.
4. Периодическая система и ее структура.
5. Химические соединения и их характеристики: строение, состав, свойство. Простые и сложные соединения. Стехиометрия: эмпирическая и молекулярная формула соединения. Валентность элементов.
6. Превращения химических соединений. Уравнения реакций. Стехиометрические расчёты по уравнениям реакций.

**2. Электронное строение атома**

1. Водородоподобные атомы и ионы. Электронные уровни энергии. Квантовые числа электрона.
2. Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Эффективные заряды. Принципы заполнения орбиталей.
3. Периодические свойства элементов. Радиусы атомов и ионов. Электроотрицательность.

**3. Химическая связь, валентность, геометрия молекул**

1. Образование химической связи между атомами.
2. Ковалентная связь. Валентность. Правило октета. Структуры Льюиса.
3. Характеристики химической связи – длина, энергия, полярность.
4. Геометрия молекул. Модель ОЭПВО.
5. Межмолекулярные взаимодействия: а) ван-дер-ваальсова связь, б) водородная связь.

**4. Почему и как идут химические реакции (основные понятия физической химии)**

1. Классификация химических реакций.
2. Стехиометрическое описание химической реакции.
3. Энергетическая кривая элементарной химической реакции. Прямая и обратная реакции.
4. Термодинамическое описание химических реакций. Второй закон в применении к химическим процессам.
5. Химическое равновесие. Константа равновесия. Принцип Ле Шателье.
6. Характерные времена химических реакций. Энергетический барьер химической реакции. Способы активации реагентов.
7. Понятие о механизме химической реакции. Лимитирующая стадия.

## **Раздел II. Неорганическая химия**

### **5. Общие понятия неорганической химии.**

#### **Химические свойства основных классов неорганических веществ**

1. Классификация и номенклатура неорганических веществ.
2. Оксиды, их классификация, получение, свойства.
3. Кислоты, их классификация, получение, свойства. Кислоты-окислители.
4. Основания, их классификация, получение, свойства.
5. Соли, их классификация.

### **6. Кисотно-основные взаимодействия. Ионные равновесия в растворах**

1. Общие свойства химического равновесия.
2. Электролитическая диссоциация. Кислоты и основания по Аррениусу.
3. Кислотность растворов. рН. Константы диссоциации.
4. Сопряженные кислоты и основания (по Бренстеду).
5. Гидролиз солей и ковалентных соединений.
6. Кислоты и основания по Льюису.

### **7. Окислительно-восстановительные реакции**

1. Понятия окисления и восстановления. Типичные восстановители и окислители.
2. Метод электронно-ионного баланса.
3. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста.
4. Диаграммы Латимера.
5. Связь ЭДС с термодинамическими свойствами.
6. Химические источники тока.
7. Электролиз растворов и расплавов.

### **8. Комплексные соединения**

1. Понятие комплексного соединения.
2. Координационная теория Вернера.
3. Типы центральных атомов и лигандов.
4. Геометрическое строение, координационные числа и изомерия комплексов.
5. Теория кристаллического поля.
6. Спектры, окраска и магнитные свойства комплексов.
7. Устойчивость комплексов в растворе.

### **9. Химия неметаллов (проф. А.В.Шевельков)**

1. Положение неметаллов в Периодической системе. Типичные свойства и степени окисления неметаллов. Основные типы соединений, образуемых неметаллами.
2. Особенность водорода. Изотопы водорода; получение и свойства. Ион гидроксония. Гидриды.
3. Благородные газы. Основные физические и химические свойства.
4. Галогены. Галогеноводороды. Взаимодействие галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов.
5. Халькогены. Отличительные свойства кислорода, озон. Химические свойства простых веществ. Халькогениды. Водородные соединения. Оксиды и кислородные кислоты серы.

6. Подгруппа азота. Типичные степени окисления. Строение простых веществ. Водородные соединения  $\text{EH}_3$ . Получение и свойства аммиака, соли аммония. Кислородные кислоты азота и фосфора.
7. Углерод, кремний и бор. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды углерода, угольная кислота и карбонаты. Оксиды кремния и бора, силикаты, бораты.

### **10. Химия металлов главных подгрупп (проф. А.В.Шевельков)**

1. Положение металлов в Периодической системе. Общие физические и химические свойства металлов. Кристаллическое строение металлов.
2. Щелочные и щелочноземельные металлы. Основные физические и химические свойства. Взаимодействие с кислородом и водой. Щелочи.
3. Основные свойства *p*-металлов. Положение в Периодической системе. Аналогия с неметаллами. Особенности химии алюминия: взаимодействие с водой, щелочами и кислотами, восстановительные свойства.

### **11. Химия переходных металлов (проф. А.В.Шевельков)**

1. Положение *d*-металлов в Периодической системе. Электронная конфигурация переходных металлов. Три ряда переходных металлов. Особенности металлов первого переходного ряда. Основные химические свойства: взаимодействие с галогенами, кислородом, растворение в кислотах. Типичные комплексные соединения хрома, железа и кобальта.
2. Переходные металлы второго и третьего рядов. Типичные степени окисления и химические свойства. Особенности химии молибдена: изменение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств при изменении степени окисления.
3. Химия *f*-элементов. Лантаниды и актиниды. Основные свойства и степени окисления.

## **Раздел III. Органическая химия**

### **12. Основные понятия органической химии (проф. Т.В.Магдесиева)**

1. Органическая химия – химия соединений углерода. Способы изображения структуры органических молекул. Различные типы гибридизации атома углерода, их особенности. Типы связывания между атомами и способы разрыва связи.
2. Реакционноспособные частицы и интермедиаты (карбокатионы, карбанионы, радикалы), особенности их строения. Устойчивость интермедиатов и ее связь с электронными эффектами. Индуктивный и мезомерный эффекты, различные способы перераспределения электронной плотности. Понятие об электрофилах и нуклеофилах.
3. Насыщенные углеводороды (алканы). Особенности строения. Понятие о конформации и конфигурации. Диаграмма изменения энергии конформеров в зависимости от двугранного угла. Реакции радикального замещения. Устойчивость органических радикалов, ее объяснение с помощью электронных эффектов. Радикальное галогенирование. Понятие о селективности реакции. Ловушки радикалов: принцип действия. Функционализация алканов (нитрование, сульфохлорирование, крекинг). Понятие об оптической изомерии. Стереохимический результат реакции: связь с механизмом.
4. Непредельные углеводороды. Алкены, особенности строения. Геометрическая изомерия. Реакции электрофильного присоединения: механизм. Связь региоселективности присоединения с устойчивостью карбокатионного интермедиата (Правило Марковни-

кова). Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, гидрирование: особенности механизмов. Понятие о сопряженном присоединении.

### **13. Химические свойства углеводов (проф. Т.В.Магдесиева)**

1. Диены. Особенности сопряженных диенов. 1,2- и 1,4 –присоединение, зависимость от температуры. Понятие о термодинамическом и кинетическом контроле. Реакция циклоприсоединения как пример стереоселективной реакции.
2. Алкины. Особенности строения. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Сравнение реакционной способности двойной и тройной связи. Кислотность С-Н связи в терминальных алкинах, образование ацетиленидов.
3. Ароматические углеводороды. Бензол или «циклогексатриен»? Понятие о резонансной стабилизации. Реакция электрофильного ароматического замещения ( $S_EAr$ ), механизм. Влияние заместителей на реакционную способность бензольного ядра и ориентацию замещения. Нуклеофильное ароматическое замещение ( $S_NAr$ ).
4. Алкилгалогениды, спирты, амины, эфиры. Особенности строения: полярность связей, наличие неподеленных электронных пар. Кислотно-основные свойства спиртов и аминов.

### **14. Химические свойства галоген, азот- и кислородсодержащих органических соединений (проф. Т.В.Магдесиева)**

1. Алкилгалогениды, спирты, амины, эфиры в реакциях нуклеофильного замещения. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ : влияние природы субстрата, реагента. Стереохимический результат реакции: связь с механизмом. Особенности реакций нуклеофильного замещения в спиртах. Конкуренция элиминирования и замещения. Реакции нуклеофильного замещения в синтезе. Синтез и свойства простых эфиров. Понятие о краун-эфирах. Амины как нуклеофилы. Сравнение свойств алифатических и ароматических спиртов и аминов (кислотно-основные свойства, нуклеофильность, влияние ОН и  $NH_2$  группы на свойства бензольного ядра). Качественная реакция на многоатомные спирты.
2. Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения, механизм. Присоединение спиртов, производных аммиака, металлорганических соединений, образование циангидринов. Реакции с участием  $\alpha$ -Н. Алкилирование карбонильных соединений и альдольно-кетоновая конденсация.
3. Карбоновые кислоты и их производные – ангидриды, хлорангидриды, сложные эфиры, амиды. Особенности строения, карбонильная активность. Реакции нуклеофильного присоединения с отщеплением – взаимные переходы между производными кислот. Кислотные свойства карбоксильной группы.  $\alpha$ -Галогенирование кислот: путь к синтезу аминокислот.

### **15. Окислительно-восстановительные реакции. Азотсодержащие гетероциклы. Полифункциональные природные соединения (проф. Т.В.Магдесиева)**

1. Особенности окислительно-восстановительных реакций органических соединений. Реакции восстановления: каталитическое гидрирование и перенос гидрид иона. Восстановление углеводов, карбонильных соединений, производных кислот. Окисление спиртов, альдегидов, углеводов, наиболее употребительные реагенты.

2. Азотсодержащие гетероциклические соединения. Пиридин. Пиррол. Особенности строения, кислотно-основные свойства, реакции электрофильного ароматического замещения. Нуклеиновые основания, их биологическая роль.
3. Углеводы (альдозы и кетозы). Образование циклической формы глюкозы как нуклеофильное присоединение по карбонильной группе. Реакции по карбонильной и гидроксильной группам. Особые свойства гликозидного гидроксила. Синтез нуклеиновых кислот как последовательность реакций нуклеофильного замещения и присоединения с отщеплением. Понятие о нуклеотидах и нуклеозидах.
4. Аминокислоты. Образование пептидных связей как пример реакции нуклеофильного присоединения с отщеплением. Белки.
5. Понятие о жирных кислотах и жирах.

### Литература

1. Еремин, Борщевский. Общая и физическая химия. – М., Интеллект, 2012. Гл. 1-11.
2. Кузьменко, Еремин, Попков. Начала химии. – М.: Экзамен, 2005-2013. Гл. 1, 9-31.
3. Ахметов. Неорганическая химия.
4. Грандберг. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2001. (есть в сети).
5. Юровская, Куркин. Основы органической химии. – М., Бином, 2010.