

Программа курса «**Основы общей и неорганической химии (на английском языке)**»

2-ой семестр, электив по выбору, 34 часа

*к.х.н., старший преподаватель Карева Мария Александровна
2022-2023 учебный год*

Основной целью лекционного курса «Основы общей и неорганической химии (на английском языке)» является получение иностранными студентами факультета Фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова фундаментальных знаний в области общей химии, которые необходимы для освоения университетского курса «Химия».

Лекции курса «Основы общей и неорганической химии (на английском языке)» содержат основополагающие теоретические сведения о химии, включающие основные понятия и законы химии, химическую символику, химические формулы веществ и уравнения химических реакций, а также методику проведения расчетов на их основе. Вводятся основные понятия химической термодинамики, кинетики и катализа, рассматривается состояние химического равновесия в растворах. На базовом уровне рассматриваются вопросы строения атома и химической связи, объясняется принцип составления окислительно-восстановительных реакций. Вторая половина лекций посвящена основам химии элементов и применению полученных знаний первой части курса к конкретным химическим системам.

Курс читается одновременно на английском и русском языках. Это способствует лучшему пониманию и закреплению материала всеми обучающимися.

План лекций

Лекция 1.

Основные понятия химии: химические элементы, классы веществ и их свойства. Химические реакции, их типы и признаки химических реакций. Основные законы химии. Периодический закон. Периодическая система элементов. Определение валентности химических элементов. Химические и физические свойства и формулы, их связывающие.

Лекция 2.

Тепловой эффект химической реакции. Энергетические диаграммы хода реакции. Термохимические уравнения химических реакций. Стандартные условия, стандартное состояние вещества. Энтальпия химической реакции. Закон Гесса и следствия из него. Понятия энтропии и энергия Гиббса. Критерий самопроизвольного протекания химической реакции.

Лекция 3.

Скорость химической реакции. Основное кинетическое уравнение. Факторы, влияющие на скорость реакции. Энергия активации. Энергетические диаграммы.

Лекция 4.

Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Обратимые и необратимые реакции. Константа равновесия и факторы, влияющие на нее.

Лекция 5.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Стандартный электродный потенциал. Метод электронно-ионного баланса. Влияние различных факторов на величину электродного потенциала. Уравнение Нернста.

Лекция 6.

Равновесия в растворах электролитов. Электролитическая диссоциация, автопротолиз воды. Водородный показатель (рН) растворов. Расчет рН растворов сильных и слабых электролитов. Буферные растворы.

Лекция 7.

Гидролиз анионов и катионов солей. Константа, степень гидролиза. Понятие насыщенного раствора. Равновесие в системе малорастворимый электролит – насыщенный раствор. Произведение растворимости (ПР). Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Условия выпадения и растворения осадков.

Лекция 8.

Строение атома и химическая связь. Квантово-механические представления о строении атома. Квантовые числа. Строение 1s, 2s, 3s, 2p, 3p и 3d орбиталей. Электронная конфигурация атомов и ионов. Принцип наименьшей энергии, принцип Паули. Правило Хунда.

Метод валентных связей. Перекрытие орбиталей, σ и π связи. Характеристики ковалентной связи. Типы химических связей. Метод молекулярных орбиталей (ММО). Энергетические диаграммы бинарных молекул и ионов, построенные ММО. Свойства соединений: строение, магнитные свойства (пара- или диамагнетики). Кратность связи.

Лекция 9.

Координационные соединения (КС). Номенклатура и строение КС, типы лигандов. Химические реакции КС, константа устойчивости (нестойкости) КС.

Лекция 10.

Химия переходных элементов. Сравнительный анализ свойств переходных элементов (по группам или периодам). Лантоноидное и актиноидное сжатие.

Лекция 11.

Химия элементов VIA гр. Физические и химические свойства соединений VIA гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений VIA гр.

Лекция 12.

Химия элементов VA гр. Физические и химические свойства соединений VA гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений VA гр.

Лекция 13.

Химия элементов VIIA гр. Физические и химические свойства соединений VIIA гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений VIIA гр.

Лекция 14.

Химия элементов I, IIА гр. Физические и химические свойства соединений I, IIА гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений I, IIА гр.

Лекция 15.

Химия элементов IIIА гр. Физические и химические свойства соединений IIIА гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений IIIА гр.

Лекция 16.

Химия элементов IVA гр. Физические и химические свойства соединений IVA гр., их получение и реакции с их участием. Решение типовых задач по уравнениям реакций с участием соединений IVA гр.

Лекция 17.

Повторение основных понятий и законов, рассмотренных в ходе курса. Разбор неясностей и трудных вопросов, возникших при освоении курса.

Вопросы для зачета по курсу

1. Классификация химических веществ.
2. Типы химических реакций.
3. Периодический закон, периодическая система элементов. Деление на группы и периоды.
4. Определение валентности химических элементов в соединениях, состоящих из нескольких элементов.
5. Основные химические и физические свойства: концентрации растворов (молярная, моляльная), массовая доля, мольная доля, количество вещества.
6. Виды термодинамических систем: открытая, закрытая, изолированная.
7. Стандартное состояние вещества, элемента.
8. Энтальпия, энтропия, свободная энергия Гиббса, внутренняя энергия
Критерий самопроизвольного протекания химической реакции.
9. Закон Гесса и его следствия.
10. Скорость химической реакции (средняя и истинная).
11. Основной закон химической кинетики, порядок реакции.

12. Катализатор, ингибитор, фермент, автокатализ, механизмы действия.
13. Уравнение Аррениуса и правило Вант-Гоффа.
14. Обратимые и необратимые химические реакции.
15. Равновесие как динамический процесс. Константа равновесия (K), ее выражение в гомо- и гетерогенных системах.
16. Факторы, влияющие на K .
17. Расчет количественных характеристик химического равновесия (исходные концентрации, равновесные концентрации, константа равновесия).
18. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия.
19. ОВР. Определение и примеры окислителей и восстановителей, процессы окисления и восстановления.
20. Использование метода электронно-ионного баланса при написании уравнений ОВР.
21. Гальванический элемент. Электродный потенциал (стандартный и нестандартный). Расчет ЭДС.
22. Уравнение Нернста. Вычисление электродного потенциала в зависимости от температуры и концентраций окисленной и восстановленной форм молекул и ионов.
23. Константа равновесия ОВР ($K_{равн}$). Расчет $K_{равн}$ для ОВР для ст.у. и для различных температур.
24. Сильные и слабые электролиты. Определение, примеры.
25. Расчет pH растворов сильных электролитов. Ионная сила растворов, коэффициент активности и активность ионов.
26. Равновесия в растворах электролитов. Автопротолиз. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды.
27. Диссоциация слабых кислот и оснований, константа диссоциации (выражение и расчет).
28. Закон разбавления Оствальда, определение степени диссоциации и pH растворов слабых кислот и оснований. Амфолиты.
29. Определение буферного раствора, принцип его работы. Расчет pH буферных растворов на основе константы равновесия.
30. Гидролиз анионов и катионов солей. Константа гидролиза. Расчет pH растворов солей на основе константы равновесия.
31. Малорастворимые электролиты. Определение и примеры. Понятие насыщенного раствора. Константа равновесия системы малорастворимый электролит – насыщенный раствор (произведение растворимости). Факторы, влияющие на растворимость.
32. Условия выпадения и растворения осадков.
33. Химия элементов главных подгрупп. Сравнительная характеристика элементов внутри группы, изменение химических (кисотно-основные и ОВР) свойств и физических свойств (электроотрицательности, ионизационных потенциалов и орбитальных радиусов, температур плавления и кипения) по группе и по периоду.
34. Химия элементов главных подгрупп. Водородные соединения.

35. Химия элементов главных подгрупп. Кислородные соединения (оксиды, пероксиды, надпероксиды, супероксиды).
36. Химия элементов главных подгрупп. Гидроксиды.

Литература

Основные источники

1. Общая химия: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.П. Жмурко, Е.Ф. Казакова, В.Н. Кузнецов, А.В. Яценко; под ред. С.Ф. Дунаева. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 512 с.
2. Greenwood N.N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. Butterworth-Heinemann, 2nd ed., 1997. – 1340 p.
3. Батаева Е.В. Задачи и упражнения по общей химии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Е.В. Батаева, А.А. Буданова; под ред. С.Ф. Дунаева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 160 с.
4. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 221 с.
5. Архангельская О.В., Тюльков И.А. Методические рекомендации по курсу общей и неорганической химии для студентов первого курса отделения «лечебное дело» факультета фундаментальной медицины МГУ / Под ред. д.х.н., профессора Л.А. Асланова. – М., 2004. – 32 с.
6. Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия: Учебник. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2007. – 976 с.: ил. ISBN 978-5-9704-0539-0

Дополнительные источники

1. Housecroft C., Sharpe A.G. Inorganic Chemistry. Pearson Education Limited, 4th edition. – 2012.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб. 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 743с., ил.
3. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого: Учебник для вузов.– 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.: ил. ISBN 5-93808-015-0
4. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
5. Shriver D.F., P.W. Atkins. Inorganic chemistry. Oxford University Press, 5th ed. – 2010.

Аттестация по курсу – четыре контрольных работы (за каждую работу – максимально 5 баллов) и устный зачёт. Зачет-автомат получают студенты, набравшие не менее 15 баллов по итогам четырех контрольных работ. Полученные в ходе курса баллы (максимум 20 баллов) также добавляются в рейтинг по курсу «Химии (Общей химии)».

Компетенции

Прослушав лекционный материал в рамках элективного курса «Основы общей и неорганической химии (на английском языке)», иностранные студенты факультета Фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова должны приобрести комплекс знаний по основам общей и неорганической химии, достаточный для освоения университетского курса «Химия».

Program of «**The basics of inorganic chemistry (in English)**» course
2nd semester, elective course, 34 academic hours

By PhD Kareva Maria Alexandrovna

2022-2023 academic year

The lecture schedule

Lecture 1.

The basic definitions in chemistry: chemical elements, classes of inorganic compounds and their properties. Chemical reactions, their types and their fetures. The basic laws in chemistry. The periodic law. The periodic system of elements. Valance of chemical elements. Chemical and physical properties and formulae.

Lecture 2.

Thermal effect of chemical reactions. Energy diagrams of reactions. Thermochemical equations of chemical reactions. Standard conditions, standard state of substance and elements. Enthalpy of chemical reactions. Hess' law and its consequences. Entropy and Gybbs energy. Criterion of spontaneity of a reaction.

Lecture 3.

Rate of a chemical reaction. The rate equation. Factors, that influence the rate of reaction. Activation energy. Energy diagrams.

Lecture 4.

Chemical equilibrium. Conditions of chemical equilibrium. Reversed and non-reversed reactions. Equilibrium constant and factors, that influence it.

Lecture 5.

Redox reactions. Standard electrode potential. Method of electron-ion balance. Factors to influence electrode potentials. Nernst equation.

Lecture 6.

Equilibria in electrolyte solutions. Electrolytic dissociation? Water auto protolysis. Water index (pH). Calculation of pH of strong and weak electrolytes. Buffer solutions.

Lecture 7.

Hydrolysis of anions and cations. Constant and degree of hydrolysis. Saturated solutions. Equilibrium between poorly dissociated electrolyte solution and its residue. Solubility multiplication (IIP). Solubility of poorly dissociated electrolytes. Factors that influence solubility. Conditions of precipitation and dissolution of the precipitate.

Lecture 8.

Structure of an atom and chemical bonding. Quantum mechanical theory on atom structure. Quantum numbers. Structure of 1s, 2s, 3s, 2p, 3p and 3d orbitals. Electronic configuration of atoms and ions. Principle of minimum energy, the Pauli exclusion principle. Hund's rule.

Concept of electron pairs. Overlapping of orbitals, σ and π bonds. Characteristics of covalent bond. Types of chemical bonds. Molecular orbital theory (MMO). MMO energy diagrams of binary molecules and ions. Properties of compounds: structure, magnetic properties (para- and diamagnetism). Multiplicity of a bond.

Lecture 9.

Coordination compounds. Nomenclature and structure, ligand types. Chemical reactions with coordination compounds, stability (instability) constant.

Lecture 10.

Chemistry of transition elements. Comparative analysis of properties of transition elements (within groups and periods). Lanthanide and actinide compression.

Lecture 11.

Chemistry of VIA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with VIA group elements.

Lecture 12.

Chemistry of VA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with VA group elements.

Lecture 13.

Chemistry of VIIA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with VIIA group elements.

Lecture 14.

Chemistry of I, IIA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with I, IIA group elements.

Lecture 15.

Chemistry of IIIA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with IIIA group elements.

Lecture 16.

Chemistry of IVA group elements. Physical and chemical properties, synthesis and reactions. Solving tasks on chemical equilibria with IVA group elements.

Lecture 17.

Repetition of the main definitions and laws. Explanation of unclear moments and difficult points.

Bibliography

The main sources

7. Общая химия: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.П. Жмурко, Е.Ф. Казакова, В.Н. Кузнецов, А.В. Яценко; под ред. С.Ф. Дунаева. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 512 с.
8. Greenwood N.N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. Butterworth-Heinemann, 2nd ed., 1997. – 1340 p.
9. Батаева Е.В. Задачи и упражнения по общей химии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Е.В. Батаева, А.А. Буданова; под ред. С.Ф. Дунаева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 160 с.
10. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 221 с.
11. Архангельская О.В., Тюльков И.А. Методические рекомендации по курсу общей и неорганической химии для студентов первого курса отделения «лечебное дело» факультета фундаментальной медицины МГУ / Под ред. д.х.н., профессора Л.А. Асланова. – М., 2004. – 32 с.
12. Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия: Учебник. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2007. – 976 с.: ил. ISBN 978-5-9704-0539-0

Additional sources

6. Housecroft C., Sharpe A.G. Inorganic Chemistry. Pearson Education Limited, 4th edition. – 2012.
7. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб. 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 743с., ил.
8. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого: Учебник для вузов.– 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.: ил. ISBN 5-93808-015-0
9. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
10. Shriver D.F., P.W. Atkins. Inorganic chemistry. Oxford University Press, 5th ed. – 2010.