

**Программа переводного испытания на факультет наук о материалах,
комплексного собеседования по химии, физике, математике**

Раздел «Химия»

1. Химия неметаллов (p-элементы)

1.1. Элементы VIIA группы (F, Cl, Br, I, At).

Электронное строение атомов, изменение ковалентных радиусов, значения потенциалов ионизации и энергии сродства к электрону. Низшие степени окисления галогенов: галогеноводороды, галогениды металлов и неметаллов. Кислородные соединения галогенов: оксиды, катионные и анионные формы. Строение кислородных соединений в зависимости от состава, влияние неподеленных электронных пар. Окислительно-восстановительные свойства кислородных соединений: процессы диспропорционирования в водной (щелочной) среде. Кислородные кислоты галогенов: кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства; pH-зависимость окислительно-восстановительных потенциалов. Диаграммы Фроста для галогенов в водных растворах (диаграммы nE° — степень окисления). Строение кислородных кислот галогенов, термодинамическая и кинетическая устойчивость. Межгалогенные соединения: состав и строение. Галогениды металлов — материалы с уникальными электрофизическими, оптическими свойствами.

1.2. Элементы VIA группы (O, S, Se, Te, Po)

Электронное строение атомов, закономерности изменения ковалентных радиусов, значения потенциалов ионизации и энергии сродства к электрону по подгруппе. Химическая связь в простых веществах. Водородные соединения элементов VI-ой группы: строение молекул, межмолекулярные взаимодействия, процессы автопротолиза, кислотнo-основные свойства в водных растворах. Кислородные соединения состава ЭO_2 и ЭO_3 ; закономерности строения и химические свойства. Кислородные кислоты $\text{H}_2\text{ЭO}_3$ и $\text{H}_2\text{ЭO}_4$; строение анионов, таутомерия гидросульфит-иона, участие неподеленной электронной пары в химических процессах. H_6TeO_6 : особенности строения и кислотнo-основных свойств. Диаграммы Фроста элементов VI-ой группы.

1.3. Элементы VA группы (N, P, As, Sb, Bi)

Электронное строение атомов, закономерности изменения ковалентных радиусов, энергий ионизации и сродства к электрону. Закономерности изменения строения простых веществ. Водородные соединения элементов V-ой группы. Кислородные соединения элементов V-ой группы. Общие тенденции изменения строения и свойств кислородсодержащих анионов элементов V-ой группы. Диаграммы Фроста для элементов V-ой группы. Пниктиды — материалы электронной техники (полупроводники).

1.4. Элементы IVA группы (C, Si, Ge, Sn, Pb).

Электронное строение атомов, закономерности изменения ковалентных радиусов, энергий ионизации и сродства к электрону. Строение простых веществ: алмаз, графит, фуллерены. Строение однотипных (по составу) соединений: гидридов, галогенидов, оксидов; сравнение реакционной способности. Закономерности в изменении координационных чисел в соединениях элементов IV-ой группы. Диаграммы Фроста элементов IV-ой группы. Простые вещества IV-ой группы — материалы микроэлектроники. Силикатные материалы. Материалы для волоконной оптики.

2. Химия металлов

Металлы: простые вещества и элементы; классификация на основе электронного строения, положения в периодической таблице (s, p, d, f-металлы). Особенности металлической связи. Типы плотнейших упаковок атомов в металлах, основные структуры металлов. Магнитные и электрические свойства металлов, магнитные фазовые переходы. Модели металлической связи. Уровни Ферми. Работа выхода электронов. Энергетические зоны. Зонная модель и ММО. Донорные и акцепторные уровни. Интерметаллические соединения, основные типы двухкомпонентных систем металлов. Металлы — основа конструкционных материалов, сплавы.

2.1. Основы химии твердого тела

Химическая связь в твердых телах, структура кристаллов. Дефекты в кристаллических веществах, причины возникновения, виды и равновесия дефектов. Равновесия дефектов в бинарных соединениях, нестехиометрия. Виды дефектов при нестехиометрии, способы регулирования отклонения от стехиометрии (равновесие «кристалл — пар»). Дефекты и физические свойства. Твердофазные реакции.

2.2. Щелочные металлы (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) — IA группа

Электронное строение атомов, закономерности изменения радиусов и энергий ионизации. Сравнение с аналогичными параметрами соседних элементов в периоде и элементами побочной подгруппы (Cu, Ag, Au). Строение простых веществ, изменение свойств простых веществ (плотность, температуры плавления и кипения; энергия атомизации, электрoхимические потенциалы). Закономерности изменения ионных радиусов, сольватация ионов. Энергии кристаллической решетки ионных соединений, растворимость. Комплексообразование ионов щелочных металлов. Характерные аналитические реакции ионов щелочных металлов.

2.3. Металлы IIА-группы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

Электронное строение атомов, закономерности изменения радиусов и энергий ионизации; сравнение с аналогичными параметрами для щелочных металлов. Аквакомплексы двухзарядных ионов, гидролиз, гидроксокомплексы бериллия. Основные аналитические реакции определения ионов в растворе.

2.4. Металлы IIIА-группы (Al, Ga, In, Tl)

Закономерности изменения радиусов и энергий ионизации элементов IIIА-группы, сравнение с аналогичными параметрами для элементов IIIВ-группы. Строение и свойства

простых веществ. Соединения в степени окисления +3: изменения координационных чисел, катионные (аквакомплексы) и анионные комплексы. Основные аналитические реакции определения ионов в растворах. Использование металлического алюминия для производства конструкционных материалов. Материалы на основе оксида алюминия. Соединения индия и галлия — материалы микроэлектроники.

2.5. Структура комплексных соединений

Комплексные соединения: понятия о центральном атоме, лиганде, координационном числе и координационном полиэдре, дентатность лиганда. Теория кристаллического поля (ТКП) в приложении к координационным соединениям. Расщепление орбиталей лигандов центральным атомом (МО). Изомерия комплексных соединений: геометрическая, оптическая, гидратная, спиновая. Методы исследования комплексных соединений: электрохимические, спектральные, магнетохимические, рентгеноструктурные. Ян-Теллеровское искажение, плоскоквадратные комплексы. Равновесия комплексообразования, константы устойчивости (нестойкости) комплексных соединений. Основные типы реакций комплексных соединений: лигандный обмен, перенос протонов и электронов, влияние центрального атома на химическое поведение лигандов.

2.6. Переходные металлы (3d-, 4d-, 5d-элементы)

Закономерности электронного строения d-элементов, изменение радиусов, энергий ионизации, устойчивых степеней окисления. Сравнение свойств простых веществ, электрохимических потенциалов. Ионные формы различных степеней окисления в водных растворах. Сравнение свойств аквакомплексов элементов в одинаковых степенях окисления (+2, +3), процессы гидролиза. Кинетическая инертность комплексных соединений с d^3 и d^6 электронной конфигурацией центрального атома. Основные аналитические реакции определения d-элементов в растворах.

2.6.1. Металлы IVB-группы (Ti, Zr, Hf)

Закономерности изменения радиусов и потенциалов по подгруппе (сравнение с аналогичными параметрами IVA группы). Способы получения простых веществ, иодидное рафинирование. Принципы методов разделения циркония и гафния. Использование титана, циркония и гафния в качестве конструкционных материалов, цирконий и гафний — материалы ядерной энергетики.

2.6.2. Металлы Vb группы (V, Nb, Ta)

Электронное строение атомов, особенности ниобия.. Катионные и анионные формы V(+5) в водных растворах (зависимость от концентрации и pH раствора). Изменение координационного числа для кислородных соединений V(+5); аналогия ванадат-ионов (к.ч.=4) с фосфат-ионами, изополисоединения. Комплексные соединения ванадия (+5, +4, +3, +2), строение, свойства. Низшие степени окисления Nb и Ta. Использование ванадия, ниобия и тантала при производстве конструкционных материалов.

2.6.3. Металлы VIB (Cr, Mo, W)

Закономерности изменения радиусов и потенциалов, особенности электронного строения молибдена, сравнение с аналогичными параметрами VIA группы. Устойчивость

различных степеней окисления элементов в водных растворах. Конденсация оксоанионов в водных растворах, изополи- и гетерополисоединения Mo и W. Кратные связи металл-металл в соединениях низших степеней окисления. Хром, молибден и вольфрам — компоненты конструкционных материалов.

2.6.4. Металлы VIIВ группы (Mn, Tc, Re)

Закономерности изменения радиусов и потенциалов. сравнение с элементами VIIА группы. Сравнение свойств простых веществ. фазовые диаграммы простых веществ. Диаграммы Фроста, устойчивость соединений различных степеней окисления в водных растворах. Сравнение строения и свойств однотипных соединений в различных степенях окисления (+7, +6, +5, +4, +3): оксоанионы, оксиды, галогениды.. Кратные связи металл-металл в соединениях низших степеней окисления Tc и Re, кластеры, карбонилы. Использование марганца и рения в конструкционных материалах.

2.6.5. Металлы VIIIВ группы (Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt)

Электронное строение атомов, закономерности изменения радиусов, потенциалов ионизации в подгруппах (рядах) элементов. Устойчивость различных степеней окисления элементов в водных растворах, влияние процессов комплексообразования на окислительно-восстановительные свойства. Координационные соединения: состав, строение, устойчивость в зависимости от электронного строения центрального атома и природы лигандов. Кинетическая инертность низкоспиновых комплексов соединений Co(+3). Квадратные комплексы Ni(+2). Низкоспиновые комплексы платиновых металлов, кинетические особенности замещения лигандов в квадратных комплексах Pt(+2) — эффект транс-влияния. Принципы выделения и очистки платиновых металлов. Металлы VIII-группы — основа конструкционных материалов.

2.6.6. Металлы IB группы (Cu, Ag, Au)

Закономерности изменения радиусов и потенциалов ионизации, сравнение с аналогичными параметрами IA группы. Сравнение свойств простых веществ — металлов. Устойчивость различных степеней окисления в растворах, влияние процессов комплексообразования на значения электрохимических потенциалов. Сравнение свойств однотипных соединений Cu, Ag, Au — (+1, +2, +3). Комплексные соединения: координационные числа, координационные полиэдры в зависимости от электронного строения центрального атома и природы лигандов. Ян-Теллеровское искажение координационных соединений Cu(+2). Медь, серебро и золото — материалы электроники и электротехники. Сверхпроводящие купраты.

2.6.7. Металлы IIB группы (Zn, Cd, Hg)

Закономерности изменения радиусов и ионизационных потенциалов, сравнение с аналогичными параметрами для элементов IIA группы, электронное строение атомов. Сравнение свойств простых веществ — металлов. Устойчивость ионов в растворах, проявляемые степени окисления, стабилизация степени окисления +1 образованием связи металл-металл. Сравнение свойств однотипных соединений: оксидов, галогенидов. Комплексные соединения: координационные числа, координационные полиэдры;

сравнение устойчивости однопипных комплексных соединений. Цинк, кадмий, ртуть — материалы электротехники.

2.6.8. Металлы III группы (Sc, Y, La, лантаниды и актиниды).

Закономерности изменения радиусов и ионизационных потенциалов, сравнение с элементами IIIA группы. Иттриевая и цериевая подгруппы лантанидов, лантанидное сжатие. Электронное строение атомов и закономерности проявляемых степеней окисления. Комплексные соединения лантанидов: координационные числа, координационные полиэдры, закономерности изменения устойчивости комплексных соединений. Принципы разделения редкоземельных элементов. Особенности электронного строения актинидов, энергетическая близость 5f и 6d орбиталей. Синтез трансурановых элементов, принципы разделения актинидов. Использование РЗЭ при производстве конструкционных, оптических и других материалов. Соединения урана и плутония — основные материалы ядерной энергетики.

Литература

1. Н.С.Ахметов, «Общая и неорганическая химия», М., Высшая школа, 1988.
2. »Аноганикум«, (под ред. Л.Кольдица), М., Мир, 1984.
3. В.И.Спицын, Л.И.Мартыненко, »Неорганическая химия«, М., МГУ, 1991.
4. Ф.Коттон, Дж.Уилкинсон, »Основы неорганической химии«, М., Мир, 1979.
5. Ф.Коттон, Дж.Уилкинсон, »Современная неорганическая химия«, М., Мир, 1969
6. Н.Б.Некрасов, »Основы общей химии«, М., Химия, т.1, 1973, т.2, 1974.
7. Дж.Кемпбел, »Современная общая химия«, М., Мир, 1975.
8. Дж.Хьюи, »Неорганическая химия«, М., Химия, 1987.
9. Д.Джонсон, »Термодинамические аспекты неорганической химии«, М., Мир, 1985.
10. Б.Айлент, Б.Смит, »Задачи и упражнения по неорганической химии«, М., Мир, 1967.
11. О.И.Воробьева, Е.А.Лавут, Н.С.Тамм, »Вопросы, упражнения и задачи по неорганической химии«, М., МГУ, 1985.
12. Н.С.Ахметов, М.К.Азизова, Л.И.Бадькина, »Лабораторные и семинарские работы по неорганической химии«, М., Высшая школа, 1988.
13. Р.А.Лидин, Л.Ю.Аликберова, Г.П.Логинова. «Неорганическая химия в вопросах», М., Химия, 1991.
14. «Неорганическая химия в задачах и вопросах», (под ред. Н.Н.Желиговской, Ю.М.Коренева), М., МГУ, 1994.

Раздел «Физика»

1. Кинематика

Пространство, время, движение. Пространство и геометрия. Геометрия и опыт. Материальная точка, тело и расстояние между точками. Твердое тело. Система отсчета. Система координат. Число измерений пространства. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат. Кинематика материальной точки. Система отсчета. Определение вектора перемещения. Траектория. Скорость. Ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Радиус кривизны для данной точки траектории. Равномерное и равнопеременное движения. Закон движения. График движения. Движение материальной точки по окружности, векторы угловой скорости и углового ускорения.. Кинематика абсолютно твердого тела. Число степеней свободы абсолютно твердого тела.

Поступательное, вращательное и плоское движения твердого тела. Распределение линейных скоростей и ускорений в твердом теле. Касательное, нормальное и полное ускорения отдельных точек тела. Мгновенный центр вращения, мгновенный центр скоростей. Аналитическое исследование плоского движения твердого тела.

2. Динамика

Законы Ньютона. Сила. Импульс. Момент импульса и момент силы. Система материальных точек. Масса и импульс системы материальных точек. Сила, действующая на систему материальных точек. Центр масс. Уравнение движения центра масс. Уравнение моментов. Законы сохранения импульса и момента импульса замкнутой системы. Работа силы. Потенциальное поле. Потенциальная и кинетическая энергии. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса и момента импульса при рассмотрении движения точки в заданном внешнем поле. Уравнения движения. Тензор инерции. Главные оси инерции. Главные центральные оси инерции. Теорема Гюйгенса. Свободные оси вращения. Плоское движение твердого тела. Уравнение движения центра масс и уравнение моментов для плоского движения. Кинетическая энергия вращения. Гироскопы. Прецессия. Нутация.

3. Колебания

Гармонические колебания. Собственные колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания и параметрические колебания. Колебания связанных систем.

4. Статистический метод рассмотрения системы многих частиц

Сравнительная характеристика динамического, статистического и термодинамического методов. Основные положения и теоремы теории вероятности. Случайные числа. Распределения. Вычисления среднего. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Постулат равновероятности. Эргодическая гипотеза. Вероятность макросостояния. Формулы элементарной комбинаторики. Биномиальное распределение. Флуктуации.

Распределение Максвелла. Давление. Температура. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Эмпирическая температура по шкале идеального газа. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Подъемная сила. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение энергии по степеням свободы. Броуновское движение.

Понятие идеального газа. Молекулярная теория давления идеального газа. Основное уравнение теории идеальных газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Закон Дальтона. Закон Авогадро.

5. Термодинамический метод

Первое начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Теплоемкость. Циклические процессы. Работа цикла. Коэффициент полезного действия цикла. Цикл Карно. Первая теорема Карно. Абсолютная термодинамическая шкала температур.

Второе начало термодинамики. Формулировка Кельвина и формулировка Клаузиуса, их эквивалентность. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Энтропия.

Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Статистический характер второго начала термодинамики.

6. Газы с межмолекулярным взаимодействием и жидкости

Силы взаимодействия. Силы связи в молекулах. Ионная связь. Ковалентная связь. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Жидкое и газообразное состояние. Переход вещества между газообразным и жидким состоянием, как фазовый переход 1-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Поверхностное натяжение. Испарение и кипение жидкости.

7. Процессы переноса

Кинематические характеристики молекулярного движения. Теплопроводность. Вязкость. Самодиффузия. Связь между коэффициентами, характеризующими процессы переноса в идеальном газе. Взаимодиффузия в газе из различных молекул. Гидродинамические потоки. Явления переноса в условиях, отвечающих критериям вакуума.

Литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности, М.: Высшая школа, 1986.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика, 2-е изд., М.: Высшая школа, 1987.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика, М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1970.
4. Иродов И.Е. Основные законы механики, 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1985.
5. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы, М.: Лаборатория базовых знаний, 2001

Раздел «Математика»

а) Математический анализ

1. Основные свойства множества R действительных чисел и множества C комплексных чисел. Полнота R . Верхняя и нижняя грани подмножеств из R . Окрестности и их свойства. Предельные точки, изолированные точки подмножества из R . Леммы: о вложенных отрезках, о конечном подпокрытии, о предельной точке. Основные свойства множества C .

2. Предел числовой (действительной и комплексной) последовательности. Определение предела числовой последовательности. Единственность предела. Исчезающие (бесконечно малые) последовательности. Бесконечный предел. Арифметические теоремы о пределах. Свойства предела, связанные с неравенствами. Предел монотонной последовательности. Число e . Частичные пределы. Верхний и нижний пределы. Критерий Коши. Аппроксимативный смысл предела.

3. Числовые ряды с действительными и с комплексными слагаемыми. Сходимость и расходимость ряда. Сумма ряда. Основные свойства числовых рядов. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости – необходимое условие сходимости, критерий

Коши, признаки сравнения, признаки Даламбера, Коши, Дирихле, Лейбница, Абеля. Коммутативность и ассоциативность в числовых рядах. Умножение рядов. Экспонента. Использование рядов в аппроксимационных задачах.

4. Общая теория предела. Предел функции при произвольной базе. Основные свойства предела при произвольной базе. Критерий Коши. Сравнение баз. Предел функции действительной переменной. Равносильность понятий предела по Коши и по Гейне. Предел композиции. Сравнение исчезающих (бесконечно малых), сравнение бесконечно больших.

5. Непрерывность функции действительной переменной. Определение непрерывности. Разрывы, их классификация. Монотонные функции и свойства их разрывов. Локальные свойства непрерывных функций. Глобальные свойства непрерывных функций: ограниченность и достижение крайних значений функции на отрезке, теорема о промежуточных значениях. Непрерывность обратной функции. Непрерывность элементарных функций. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора о равномерной непрерывности функции, непрерывной на отрезке.

6. Дифференцируемые функции действительной переменной. Производная и дифференциал. Определение, геометрический и механический смысл производной. Таблица производных простейших функций. Свойства, связанные со знаком производной. Теорема Ферма о необходимом условии экстремума. Теоремы о промежуточном значении – Ролль, Коши, Лагранж. Монотонность дифференцируемых функций. Простейшее достаточное условие экстремума.

Производные старших порядков. Формула Тейлора, ее вывод, различные представления остатка в формуле Тейлора (Пеано, Лагранж). Вычисление пределов с помощью дифференциального исчисления (формула Тейлора, правила Лопиталья). Достаточные условия экстремума функции. Выпуклость дифференцируемых функций. Исследование функций и построение их графиков с помощью дифференциального исчисления. Кривые, заданные параметрически. Приближенные вычисления с помощью формулы Тейлора.

7. Неопределенный интеграл. Первообразные. Неопределенный интеграл. Замена переменных в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Важнейшие методы интегрирования элементарных функций.

8. Определенный интеграл. Основные свойства определенного интеграла. Теоремы о среднем значении. Интеграл как функция переменного верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница. Способы вычисления определенного интеграла. Формула Тейлора с остатком в интегральной форме. Ряд Тейлора. Приближенное вычисление определенных интегралов. Формула Симпсона. Геометрические и физические приложения определенного интеграла.

9. Дифференциальное исчисление функций нескольких действительных переменных. Дифференцируемость. Частные производные. Достаточное условие дифференцируемости. Дифференцирование композиции. Производная по направлению. Градиент. Теорема о конечном приращении. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.

10. Двойной интеграл. Определение и простейшие свойства двойного интеграла. Теоремы о среднем. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле. Геометрические и физические приложения двойного интеграла.

11. Тройной интеграл. Определение тройного интеграла, его простейшие свойства. Способы вычисления тройного интеграла. Геометрические и физические приложения тройного интеграла. Понятие об n -мерном интеграле.

12. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Длина кривой, способы ее вычисления. Ориентация кривой. Криволинейные интегралы первого и второго рода. Определения, основные свойства, способы вычисления, геометрическая и физическая интерпретации. Формула Грина. Независимость величины криволинейного интеграла второго рода от формы пути. Потенциал. Геометрические и физические приложения криволинейных интегралов.

13. Поверхностные интегралы первого и второго рода. Площадь поверхности, способы ее вычисления. Ориентация поверхности. Согласованность ориентации поверхности и ориентации ее края. Поверхностные интегралы первого и второго рода. Определения, основные свойства, способы вычисления, физическая интерпретация. Формула Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от формы пути. Потенциал. Формула Ньютона-Лейбница для криволинейного интеграла. Геометрические и физические приложения поверхностных интегралов.

14. Элементы векторного анализа. Скалярные и векторные поля. Градиент, ротор, дивергенция. Поток векторного поля, циркуляция. Потенциальные и соленоидальные поля, скалярный и векторный потенциалы. Физическая интерпретация понятий векторного анализа.

15. Функциональные ряды. Равномерная сходимость функциональной последовательности и функционального ряда. Критерий Коши. Необходимый признак равномерной сходимости. Признак Вейерштрасса и другие достаточные признаки равномерной сходимости (Лейбниц, Абель, Дирихле). Предел и непрерывность суммы функционального ряда. Интегрирование и дифференцирование суммы функционального ряда. Аппроксимационные задачи.

16. Степенные ряды. Радиус сходимости. Равномерная сходимость степенного ряда. Непрерывность его суммы. Интегрирование и дифференцирование суммы степенного ряда. Степенной ряд как ряд Тейлора. Аналитичность суммы степенного ряда. Степенные разложения простейших функций. Использование степенных рядов в аппроксимационных задачах.

17. Ряды Фурье. Разложение периодической функции с произвольным периодом в тригонометрический ряд. Коэффициенты Фурье. Достаточные признаки сходимости рядов Фурье.

Литература

1. Г.И.Архипов, В.А.Садовничий, В.Н.Чубариков, Лекции по математическому анализу, М., Высшая школа, 1999.
2. С.М.Никольский, Курс математического анализа, М., Наука, т. 1, 1990, т.2, 1991.
3. Л.Д.Кудрявцев, Курс математического анализа, М., Высшая школа, т.1, 2, 1981.

4. Н.М.Фихтенгольц, Основы математического анализа, М., Наука, тт.1, 2, 1968.
5. Задачи и упражнения по математическому анализу для ВТУЗов, под ред. Б.П.Демидовича, М., ГИФМЛ, 1961.

б) Аналитическая геометрия и линейная алгебра

1. Системы линейных уравнений и матрицы. Алгоритм Гаусса решения систем линейных уравнений, операции над матрицами.

2. Определители и обратные матрицы. Теория определителей, свойства обратной матрицы и алгоритмы ее вычисления.

3. Линейные пространства. Общее понятие линейного пространства, его размерность и их основные свойства. Базисы. Системы координат. Переход от одной системы координат к другой. Ранг матриц. Плоскости произвольной размерности и их связи с системами линейных уравнений.

4. Квадратичные формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.

5. Кривые и поверхности второго порядка. Полное описание кривых второго порядка на плоскости и поверхностей второго порядка в трехмерном пространстве.

6. Комплексные числа. Операции над комплексными числами, возведение в степень и извлечение корней, геометрическая интерпретация.

7. Многочлены от одной переменной. Деление многочленов с остатком, нахождение наибольшего общего делителя, свойства корней многочленов, интерполяция, метод приближенного вычисления корней по алгоритму Штурма. Рациональные дроби, разложение рациональных дробей на простейшие.

8. Линейные операторы. Операторы и их матрицы, инвариантные подпространства, собственные векторы и собственные значения, способы их нахождения. Канонический вид симметричных и ортогональных операторов, свойства их собственных векторов и собственных значений.

9. Элементы теории групп. Основные примеры групп матриц, подстановок, групп симметрий многогранников, циклические группы. Порядки элементов, теорема Лагранжа.

10. Элементы теории представлений. Основные понятия, примеры неприводимых представлений.

Литература

1. А. И. Кострикин, Введение в алгебру. М., Наука, 1977.
2. А. И. Кострикин, Ю. И. Манин, Линейная алгебра и геометрия, М., Наука, 1986.
3. В.А.Артамонов, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, курс лекций, М., МГУ, 1999
4. Сборник задач по алгебре под ред. А. И. Кострикина, М., Наука, 1999.

в) Обыкновенные дифференциальные уравнения

1. Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Частное и общее решение дифференциального уравнения (в явной, неявной и параметрической форме). Порядок дифференциального уравнения. Геометрическая интерпретация обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод изоклин. Примеры физических и

геометрических задач, в которых возникают дифференциальные уравнения первого порядка. Составление дифференциального уравнения по семейству решений.

2. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним. Примеры физических задач, в которых возникают дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Прямолинейное движение под действием силы: а) сила зависит от времени; в) сила зависит от координаты. Однородные дифференциальные уравнения и сводящиеся к ним. Физические и геометрические задачи, в которых возникают однородные дифференциальные уравнения.

3. Линейное дифференциальное уравнение 1-го порядка. Способ подстановки и вариации произвольной постоянной. Уравнения Бернулли и Риккати.

4. Уравнения в полных дифференциалах. Необходимое и достаточное условие уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Нахождение интегрирующего множителя. Примеры. Интегрирующий множитель линейного дифференциального уравнения первого порядка.

5. Дифференциальные уравнения высших порядков. Типы дифференциальных уравнений, допускающие понижение порядка. Примеры.

6. Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка. Линейная зависимость функций. Примеры. Определитель Вронского. Две теоремы о линейной зависимости (независимости) функций. Фундаментальная система решений. Теорема об общем решении линейного однородного дифференциального уравнения.

7. Линейные однородные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Определитель Вандермонда. Нахождение фундаментальной системы решений дифференциального уравнения в зависимости от корней характеристического уравнения (действительные и комплексные корни кратности один и более). Примеры.

8. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Теорема об общем решении неоднородного дифференциального уравнения. Теорема о частном решении неоднородного дифференциального уравнения в случае, если свободный член является суммой функций. Понятие квазимногочлена. Нахождение частного решения способом неопределенных коэффициентов для уравнения с правой частью в виде квазимногочлена. Резонанс. Способ вариации постоянных решения неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения Эйлера .

9. Системы дифференциальных уравнений. Связь между системой и уравнением. Пример: сведения системы к уравнению, решение уравнения и нахождение общего решения системы. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы дифференциальных уравнений. Определение первого интеграла системы дифференциальных уравнений. Пример: понижение порядка системы дифференциальных уравнений, используя первый интеграл. Способы подбора первых интегралов. Системы кинетических уравнений химических реакций.

10. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Запись в векторной форме. Лемма о векторном пространстве решений однородной линейной системы дифференциальных уравнений. Формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши для линейной системы дифференциальных уравнений.

11. Общее решение системы линейных дифференциальных уравнений. Нахождение общего решения линейной однородной системы дифференциальных уравнений в зависимости от корней характеристического уравнения. Общее комплексное и общее действительное решение. Неоднородные системы. Лемма об общем решении неоднородной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Способ неопределенных коэффициентов, метод вариации постоянных. Метод Даламбера нахождения первых интегралов для линейной системы с постоянными коэффициентами (для случая системы двух уравнений).

Литература

1. Н.М. Матвеев, Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, Минск, ВШ, 1974.
2. Р.С. Гутер, А.Р. Янпольский, Дифференциальные уравнения, М., Физматгиз, 1962.
3. А.Ф. Филиппов, Сборник задач по дифференциальным уравнениям, М., Наука, 1985.