

Факультет приборостроения, электротехнических и биотехнических систем



Ректор

ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»

В.Д. Рябичев

2013 Г.

ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Принято на ученом совете
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
«02» июня 2023 г.
Протокол № 9

Составитель:

профессор кафедры «Приборы»

д-р техн. наук, проф. Мирошников В.В.

 « 10 » 04 2023 г.

Документ одобрен на заседании кафедры «Приборы»

от « 11 » 04 2023 г., протокол № 15

Документ утвержден на заседании Ученого совета факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем

от « 11 » 04 2023 г., протокол № 5

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе
и инновационной деятельности



Витренко В.А.

Заведующий отделом аспирантуры
и докторантуры



Артемова Ю.А.

Пояснительная записка

Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды составлена в соответствии с требованиями к уровню подготовки поступающих.

Вступительные испытания проводятся в форме экзамена, цель которого выявить способности и готовность абитуриента к обучению по образовательным программам аспирантуры.

Ответ абитуриента оценивается по пятибалльной системе.

Критерии оценки ответа абитуриента

5 баллов «отлично»: Абитуриент демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями; свободно ориентируется в вопросах теории и практики. В своем ответе он апеллирует к классическим трудам и работам современных исследователей; проявляет умение доказательно объяснять факты и явления; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Абитуриент обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулирует свое мнение. Ответ логически построен, речь грамотная, осмысленно использует в суждениях общенаучную и профессиональную терминологию, не затрудняется в ответах на заданные членами комиссии вопросы.

4 балла «хорошо»: Абитуриент демонстрирует достаточно высокий уровень овладения теоретическими знаниями, свободно ориентируется в специальных терминах. В ответе абитуриент ссылается на классические общепризнанные научные труды и работы современных авторов. Абитуриент проявляет умение доказательно объяснять факты и явления, однако, допускает некоторые неточности. Ответ иллюстрируется собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности; прослеживаются межпредметные связи. В целом ответ имеет логическую последовательность в изложении материала; речь профессионально грамотная; на вопросы предоставляет развернутые правильные ответы.

3 балла «удовлетворительно»: Абитуриент знает основной материал, но испытывает трудности в его самостоятельном изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений. Испытывает трудности в объяснении фактов и процессов. В ответе ссылается на классические труды и

работы современных исследователей, но не в полном объеме; слабо прослеживаются межпредметные связи; нарушена логика в выстраивании ответа. После дополнительных наводящих вопросов абитуриент высказывает собственные суждения относительно дискуссионных вопросов, но проявляет недостаточно сформированную профессиональную позицию; допускает неточности при использовании общенаучной и профессиональной терминологии.

2 балла «неудовлетворительно»: Абитуриентом не усвоена большая часть изученного ранее материала, имеются лишь отдельные отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. Не проявлена способность доказательно объяснять факты и процессы; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная точка зрения и логические рассуждения относительно проблемных вопросов.

Отрывочные теоретические высказывания не иллюстрируются собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности.

Абитуриент не владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов комиссии.

Программа для подготовки к вступительному испытанию

1. Физические основы неразрушающего контроля

Механика

Основные законы механики. Пространство и время в физике. Способы измерения протяженности и длительности (в лабораторной практике, в космических масштабах, в микромире). Материальная точка. Инерциальная система отсчета. Явление инерции. Первый закон Ньютона. Движение материальной точки под действием силы. Масса как мера инертности. Второй закон Ньютона. Взаимодействие материальных точек. Третий закон Ньютона. Гравитационное поле. Масса как источник гравитационного поля. Закон всемирного тяготения. Равенство гравитационной и инертной масс. Движение материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета. Сила инерции. Сила Кориолиса. Движение абсолютно твердого тела. Вращательное движение. Угловая скорость. Плоское движение. Движение вокруг закрепленной точки. Углы Эйлера. Тензор инерции. Главные оси инерции тела. Уравнения Эйлера.

Законы сохранения в механике. Импульс материальной точки. Закон изменения и сохранения импульса. Столкновение тел. Момент импульса. Закон изменения и сохранения момента импульса. Момент силы. Движение под действием момента сил. Механическая работа. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия системы материальных точек тела и системы тел. Закон сохранения механической энергии. Связь законов сохранения со свойствами пространства времени. Роль законов сохранения в механике. Движение в центральном поле. Задача двух тел. Законы Кеплера. Рассеяние частиц.

Принцип относительности в механике. Принцип относительности Галилея. Преобразование Галилея. Сложение скоростей в классической физике. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Сокращение длин и замедление времени. Сложение скоростей в релятивистской физике. Эквивалентность массы и энергии. Импульс и энергия релятивистской частицы. Релятивистское уравнение движения.

Механические колебания и волны. Условие возникновения колебаний. Малые колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Колебания в системах связанных тел. Собственные частоты. Волны. Продольные и поперечные волны. Частота, длина волны, закон дисперсии, скорость, поляризация. Плоские и сферические волны. Волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости. Элементы акустики.

Вариационные принципы в механике. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа. Уравнения движения в форме Лагранжа. Функция Гамильтона. Уравнения движения в форме Гамильтона.

Молекулярная физика. Термодинамика и статистическая физика

Основные понятия и постулаты термодинамики. Макроскопическая система. Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества. Термодинамический и статистический методы описания. Внешние и внутренние параметры. Термодинамическое состояние и его функции. Состояние термодинамического равновесия. Постулаты термодинамики. Установление термодинамического равновесия в изолированной системе. Равновесные и неравновесные процессы.

Начала термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики. Теплоемкости и скрытые теплоты. Изопроцессы и газовые законы на примере идеального газа и газа Ван дер Ваальса. Циклические процессы, тепловая и холодильная машины. Второе начало термодинамики. Энтропия. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса. Третье начало термодинамики (тепловая теорема Нернста). Поведение термодинамических величин при температуре, стремящейся к абсолютному нулю.

Термодинамические потенциалы, условия равновесия и фазовые переходы. Внутренняя энергия, свободная энергия, потенциал Гиббса, энтальпия. Термодинамические потенциалы для систем с переменной массой. Химический потенциал. Основное соотношение равновесной термодинамики. Условия термодинамического равновесия. Гомогенная и гетерогенная системы. Общие условия термодинамического равновесия. Необходимые условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Условия устойчивости равновесия однофазной системы. Принцип Ле Шателье. Фазовые переходы первого рода. Поведение термодинамических величин при фазовых переходах первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Плавление. Сублимация. Испарение и кипение, давление насыщенного пара. Краевой угол. Смачивание. Капиллярные явления. Метастабильные состояния. Тройная точка. Критическая точка. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы второго рода. Поведение физических величин при фазовых переходах второго рода.

Основные положения статистической физики. Фазовое пространство. Ансамбль Гиббса (статистический ансамбль). Функция распределения. Теорема Лиувилля. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Связь статистической суммы со свободной энергией. Распределение Максвелла-Больцмана. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Теплоемкость классического идеального газа. Неидеальные газы. Газ Ван дер Ваальса. Большое каноническое распределение Гиббса. Квантовая статистика. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Общие свойства ферми-газов.

Флуктуации. Распределение вероятностей флуктуаций (распределение Гаусса). Флуктуации в идеальном газе. Физическая кинетика. Частичные функции распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Диффузия. Законы Фика. Вязкость. Закон Ньютона. Механизмы внутреннего трения (вязкости) в газах, жидкостях, твердых телах. Сверхтекучесть. Теплопроводность. Закон Фурье. Механизмы теплопроводности в газах, жидкостях, твердых телах. Электропроводность. Формула Друде-Лоренца для электропроводности.

Электричество и магнетизм

Основные законы физики электромагнитных явлений. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса. Обобщение закона Кулона в виде дифференциального уравнения. Потенциальность электрического поля неподвижных зарядов. Потенциал поля точечного заряда. Потенциал системы зарядов. Электрический ток. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Ток смещения. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.

Электрические цепи. Сопротивление. Закон Ома. Емкость. Конденсатор. Конденсатор в цепи переменного тока. Сопротивление конденсатора переменному току (емкостное сопротивление). Само- и взаимоиנדукция. Индуктивность в цепи переменного тока. Индуктивное сопротивление. Электрические цепи. Правила Кирхгофа для постоянных и переменных токов. Сопротивление цепи переменному току. Мощность переменного тока. Переменный ток и его применение. Колебательный контур.

Электромагнитные волны. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Плоские монохроматические электромагнитные волны и их основные свойства (частота и волновое число, связь частоты с волновым числом (закон дисперсии), скорость распространения, ориентация полей). Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля. Излучение ЭМВ диполем Герца. Сферические волны.

Взаимодействие зарядов и токов с электромагнитным полем. Сила Лоренца. Движение заряда в электрическом поле. Движение заряда в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле (сила Ампера). Магнитный момент замкнутого тока. Взаимодействие магнитного момента с полем. Преобразование энергии в поле переменных токов. Электродвигатели и генераторы переменного тока

Материальные среды в электромагнитном поле. Макроскопические электромагнитные поля в средах. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Диэлектрическая и магнитная проницаемости. Диэлектрики. Связанные заряды. Поляризация диэлектриков в электрическом поле. Вектор поляриза-

ции. Электрическая восприимчивость (поляризуемость). Полярные и неполярные диэлектрики. Особенности их поведения в постоянных и переменных полях. Магнитные свойства вещества. Вектор намагниченности. Молекулярные токи. Диа-, пара- и ферромагнетики. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм Ландау. Спиновый магнитный момент. Природа пара- и ферромагнетизма. Применение пара- и ферромагнетизма. Сверхпроводимость. Электрические и магнитные свойства сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Оптика

Геометрическая оптика и фотометрия. Законы геометрической оптики. Центрированная оптическая система и ее кардинальные элементы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих тонких линзах. Поперечное увеличение оптических приборов. Оптические приборы: глаз, лупа, микроскоп, телескоп. Геометрическая оптика как предел волновой. Основные фотометрические величины: поток света, сила света, яркость, светимость, освещенность, интенсивность света. Спектральная чувствительность глаза.

Волновая оптика. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн. Поляризация, виды поляризации световой волны. Поляризаторы. Закон Малюса. Интерференция света, Двухлучевая и многолучевая интерференция. Когерентность. Оптическая разность хода. Методы получения и расчета интерференционной картины. Классические интерференционные опыты. Интерферометры. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Френеля на круглых отверстиях и препятствиях. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракционные решетки. Расчет дифракционной картины света на решетке. Дифракция рентгеновских лучей. Спектральные приборы, основные характеристики спектральных приборов. Голография: запись и восстановление изображения.

Излучение света. Классическая физическая модель излучения света. Естественная ширина спектральной линии. Формы спектральной линии. Уширение спектральных линий. Законы Кирхгофа для теплового излучения. Спектральная плотность излучения. Понятие абсолютно черного тела и законы его излучения. Квантовая физическая модель излучения света. Формула Планка для излучения абсолютно черного тела. Спонтанное и вынужденное излучение света атомами.

Квантовая оптика. Фотоны. Фотоэффект, законы фотоэффекта. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона и его объяснение. Источники когерентного излучения - лазеры. Активная среда. Понятие об отрицательной температуре. Лазер и его принципиальное устройство. Применение лазеров.

Распространение света в различных средах. Отражение света от границы раздела двух изотропных сред: теория Френеля, угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Световоды. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света. Фазовая и групповая скорости света. Закон Бугера. Рассеяние света, рэлеевское рассеяние света. Распространение света в анизотропных средах. Оптические оси. Двойное лучепреломление и его применение. Оптически активные среды, эффект Фарадея в магнитных средах. Нелинейные среды. Эффекты в распространении света в нелинейных средах.

Атомная физика и квантовая механика

Краткая история возникновения и развития квантовых представлений. Излучение абсолютно черного тела. Квантовая гипотеза Планка. Кванты света. Фотоэффект. Постоянная Планка. Опыты Резерфорда. Классические представления о строении атома, их несостоятельность. Атом водорода по Бору. Пространственное квантование и опыты Штерна-Герлаха. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Эффект Комптона. Опыты Дэвиссона и Джермера. Невозможность классического описания движения микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга, его эвристическая ценность.

Основные постулаты и принципы квантовой механики. Наблюдаемые величины и состояния. Волновая функция, ее статистическая интерпретация. Принцип суперпозиции. Матричная механика Гейзенберга. Операторы в квантовой механике. Понятие измерения. Среднее значение физической величины.

Эволюция состояний квантовых систем. Уравнение Шредингера, его стационарные решения. Свойства стационарных состояний. Плотность вероятности, плотность потока вероятности. Симметрия и законы сохранения в квантовой механике.

Простейшие и точно решаемые задачи квантовой механики. Одномерное движение. Туннелирование. Гармонический осциллятор. Движение частицы в центральном поле. Пространственный ротатор. Нерелятивистская теория атома водорода.

Теория возмущений. Стационарная теория возмущений. Невырожденный уровень. Вырожденный уровень. Квантовые переходы, вероятность перехода. «Золотое» правило Ферми. Закон сохранения энергии и соотношение неопределенностей энергия время.

Взаимодействие квантовой системы с электромагнитным полем. Правила отбора для электродипольного излучения и поглощения. Рентгено-электронная спектроскопия. Резонансные методы исследования веществ (ЭПР, ЯМР и др.).

Системы тождественных частиц. Спин. Спиновые волновые функции. Уравнение Паули. Тождественные частицы в квантовой механике. Принцип

Паули. Перестановочная симметрия волновых функций. Бозоны и фермионы. Атом гелия. Строение многоэлектронных атомов. Электронные конфигурации. Периодическая система химических элементов. Термы. Правило Хунда. Проявление спин-орбитального взаимодействия. Мультиплетное расщепление термов. Молекула водорода, возникновение химической связи. Перекрывание атомных орбиталей, ковалентность. Связывающие и антисвязывающие молекулярные орбитали. Обменное взаимодействие. Энергетический спектр и волновые функции электрона в идеальном кристалле. Энергетические зоны. Металлы, диэлектрики, полупроводники.

2. Теоретические основы контроля технических и природных объектов

Объекты контроля

Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды. Вещества и их агрегатные состояния веществ: газы, жидкости, твердые вещества. Общие сведения о физических и физико-химических свойствах веществ как объектов контроля.

Материалы, общие представления о структуре металлических и неметаллических материалов и их механических и химико-физических свойствах. Дефекты металлоизделий и способы контроля. Дефекты технологического происхождения. Эксплуатационные дефекты в условиях статических и переменных нагрузок.

Изделие как единица продукции. Классификация промышленной продукции. Качество продукции, показатели качества, номенклатура показателей качества, показатели назначения, надежности, взаимозаменяемости, точности, стабильности и др.

Общая характеристика природной среды как объекта экологического контроля. Природные и антропогенные экологические факторы. Антропогенные химическое и физическое (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.) загрязнения природной среды.

Общие сведения о методах и приборах контроля

Виды технического контроля. Измерения при контроле. Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля. Источники погрешностей контроля. Принятие решений по результатам контроля. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.

Основы метрологии и метрологического обеспечения

Предмет и задачи метрологии. Физические величины, единицы величин, системы единиц физических величин. Размерности величин и единиц, анализ размерности. Классификация измерений, виды и методы измерений.

Погрешности измерений, классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Погрешности прямых, косвенных и совокупных измерений.

Классификация средств измерений (СИ). Принципы построения СИ.

Типовые структурные схемы СИ и их элементы. Сигналы измерительной информации, временное и спектральное представление сигналов. Статистические и динамические характеристики СИ, математические модели этих характеристик.

Нормирование метрологических характеристик СИ. Методы повышения точности СИ. Технические измерения с однократными и многократными наблюдениями.

Метрологическое обеспечение измерений. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Передача размера единиц от эталона к образцовым и рабочим СИ.

Градуировка, поверка СИ. Метрологическая служба.

3. Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий.

Приборы и методы акустического контроля

Упругие свойства твердых тел. Диаграмма деформация – напряжение.

Упругие и пластические деформации. Волновое уравнение. Величины, характеризующие акустическое поле. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Скорость распространения и затухание волн. Дисперсия скорости.

Распространение импульсов в дисперсных средах. Методы возбуждения и приема. Отражение, преломление и трансформация волн по границе раздела двух сред.

Основные виды ультразвуковых преобразователей. Важнейшие пьезоэлектрические материалы и их характеристики. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме.

Направленность. Диаграммы направленности при излучении.

Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики: чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность, мертвая зона. Возможности метода и ограничения его применения. Узлы эхо-дефектоскопов. Системы индикации (виды разверток), их достоинства и недостатки. Основные формы импульсов, применяемых в акустической аппаратуре. Ультразвуковые импульсные толщиномеры. Ультразвуковые резонансные дефектоскопы-толщиномеры.

Преобразователи ультразвуковых дефектоскопов (совмещенные, раздельно-совмещенные, раздельные).

Механизация и автоматизация ультразвукового контроля.

Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики

Физические основы методов обнаружения дефектов работающего оборудования по результатам измерения параметров вибрации.

Основы теории виброизмерительных приборов. Виброизмерительные приборы инерционного действия, режим работы, области рабочих частот, характерные погрешности. Бесконтактные преобразователи вибрации.

Характерные погрешности измерения. Наиболее распространенные типы электроизмерительных преобразователей, используемых в датчиках вибраций.

Область применения и структурные схемы построения аппаратуры для эксплуатационного контроля вибрационного состояния и технической диагностики машин. Типы обнаруживаемых дефектов.

Приборы и методы магнитного контроля

Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции.

Магнитная дефектоскопия. Виды и устройства для намагничивания изделий. Выбор оптимального намагничивания. Магнитное поле дефекта.

Способы распространения и индикации магнитных полей дефектов. Методы магнитной дефектоскопии: магнитопорошковый, феррозондовый, магнитоиндукционный, с датчиками Холла, магниторезистивный, магнитографический. Области применения.

Связь магнитных свойств с химическим и структурным состоянием материала. Приборы для контроля физико-химических свойств материала и изделий, основанные на измерении магнитных характеристик. Магнитные толщиномеры.

Приборы и методы оптического контроля

Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, поляризация, рассеяние света, фотоэффект.

Принципы построения оптических приборов контроля. Основные виды источников излучения. Согласование приемников излучения с оптической системой. Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов: средства визуального контроля, микроскопы, стереомикроскопы, эндоскопы, интерферометрические и голографические приборы, приборы поляризационного контроля. Область применения.

Приборы и методы радиационного контроля

Природа радиационного излучения и его основные характеристики.

Интенсивность излучения. Единицы дозы и активности. Взаимодействие заряженных частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения с веществом.

Источники излучения: рентгеноаппараты, линейные ускорители, бетатроны, микротроны, радиоактивные изотопы. Методы регистрации излучения: фотопленка и усиливающие экраны, ксерография, сцинтилляционные счетчики. Рентгенооптические преобразователи.

Техника безопасности и промышленная санитария.

Приборы и методы теплового контроля

Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области их применения. Сравнительная оценка.

Термоэлектрические и жидкокристаллические преобразователи.

Приемники инфракрасного излучения. Принципы построения пирометров: радиационных, яркостных, частичного измерения, цветовых. Тепловизоры, их устройство и применение. Особенности включения приемников тепловизионных сканирующих систем. Область применения.

Приборы и методы контроля течеисканием

Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности.

Величины течей, единицы измерений. Принципиальные основы методов испытания на герметичность – регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Основные характеристики испытаний, чувствительность, диапазон выявляемых течей. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

Наиболее распространенные пробные вещества, способы регистрации и проникновения их через течи. Область применения.

Приборы и методы электромагнитного контроля

Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей, их конструкция, область применения. Уравнения Максвелла.

Годографы для основных типов преобразователей. Анализ влияния электропроводности, магнитной проницаемости и зазора преобразователь – изделие с помощью годографа. Способы разделения информации: амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, переменного частотный. Факторы, мешающие контролю; способы отстройки от них. Понятие о многочастотном и импульсном способах возбуждения преобразователя, влияние движения изделий. Метод высших гармоник.

Структурные схемы приборов, реализующих различные способы разделения параметров. Электромагнитные дефектоскопы, толщиномеры, приборы контроля физико-химических свойств материалов. Область применения.

4. Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)

Роль и значение аналитического контроля в народном хозяйстве Классификация аналитических методов и приборов. Методы и приборы, основанные на непосредственном измерении физических параметров смесей.

Методы и приборы с предварительным преобразованием анализируемой пробы.

Общая характеристика аналитических методов, их чувствительности и избирательности. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля.

Приборы и методы контроля состава жидкостей

Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей.

Фотометрические дисперсионные и недисперсионные анализаторы.

Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Типовые структурные схемы абсорбционных приборов, их основные характеристики и области применения, Эмиссионные фотометрические приборы и методы контроля состава жидкостей; люминесцентные, пламенные, нефелометрические.

Эмиссионные методы и приборы контроля состава жидкостей. Физико-химические основы методов.

Измерение электропроводности растворов контактными двух- и четырехэлектродными ячейками. Измерительные схемы кондуктометров.

Методы и схемы температурной коррекции. Низко- и высокочастотная бесконтактная кондуктометрия. Эквивалентные электрические схемы ячеек.

Измерительные схемы бесконтактных кондуктометров. Диэлькометрические анализаторы жидкостей. Первичные измерительные преобразователи и вторичные приборы диэлькометров. Полярографические анализаторы.

Полярограммы одно- и многокомпонентных растворов. Полярографические анализаторы, работающие на постоянном и переменном токе, их структурные схемы и характеристики.

Применение микропроцессоров и вычислительных устройств в анализаторах состава жидкостей.

Приборы и методы контроля состава газов

Особенности измерения состава газов. Классификация газоаналитических приборов.

Оптические приборы и методы газового анализа: абсорбционные и эмиссионные. Абсорбционно-оптические газоанализаторы инфракрасного поглощения (в том числе оптико-акустические), ультрафиолетового поглощения, фотоколориметрические (жидкостные и ленточные) Эмиссионные газоанали-

тические приборы: электроразрядные, пламенные, люминесцентные, хемилюминесцентные. Области применения, типовые структурные схемы, основные метрологические характеристики оптических газоанализаторов.

Тепловые приборы и методы газового анализа: термокондуктометрические, термохимические. Области применения, измерительные схемы, основные характеристики.

Хроматографический метод анализа. Физико-химические основы процесса разделения смесей. Структурная схема и основные элементы хроматографической установки. Виды хроматографических детекторов.

Промышленные хроматографы, тенденции их развития. Автоматизированная обработка хроматограмм и масс-спектрограмм с использованием микропроцессорной техники.

Приборы и методы контроля влажности газов: психрометрический, по точке росы, сорбционные и др. Области применения, структурные схемы приборов, их основные характеристики, тенденции развития.

5. Приборы и системы контроля природной среды

Природная среда как объект экологического контроля. Основные загрязнители природной среды и их источники. Нормирование загрязнений в воздухе, воде, почве. Основные стадии и характеристики процесса контроля природной среды (отбор пробы, подготовка пробы, измерение состава, обработка и представление результатов измерения). Основные требования к методам и средствам контроля природной среды.

Приборы и методы контроля природной среды

Классификация методов контроля параметров природной среды. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений природной среды. Технические средства мониторинга воздушной среды, водной среды и почв: газоанализаторы, анализаторы жидкостей, анализаторы твердых и сыпучих веществ. Принципы действия, технические характеристики, области применения.

Дистанционные методы контроля природной среды. Пассивные и активные дистанционные методы. Методы спектральной съемки и инфракрасной радиометрии. Методы дистанционного оптического зондирования. Технические средства дистанционного мониторинга.

Перечень вопросов вступительных испытаний

1. Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды.
2. Вещества и их агрегатные состояния веществ: газы, жидкости, твердые вещества.
3. Зависимости «состав - свойства» как методическая основа аналитического процесса.
4. Дефекты металлоизделий и способы контроля.
5. Классификация промышленной продукции.
6. Качество продукции, показатели качества, номенклатура показателей качества, показатели назначения, надежности, взаимозаменяемости, точности, стабильности и др.
7. Квалиметрическая оценка качества продукции.
8. Общая характеристика природной среды как объекта экологического контроля.
9. Природные и антропогенные экологические факторы.
10. Антропогенные химическое и физическое (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.) загрязнения природной среды.
11. Основные источники загрязнения.
12. Нормирование загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве.
13. Виды технического контроля.
14. Измерения при контроле.
15. Методики выполнения измерений.
16. Выбор средств контроля.
17. Источники погрешностей контроля.
18. Достоверность контроля.
19. Классификация методов контроля по признаку контролируемых свойств объекта.
20. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.
21. Области применения различных приборов и методов контроля, комплексное применение методов.
22. Предмет и задачи метрологии.
23. Физические величины, единицы величин, системы единиц физических величин.
24. Классификация измерений, виды и методы измерений.
25. Погрешности измерений, классификация погрешностей.
26. Случайные и систематические погрешности.

27. Типовые законы распределения погрешностей измерений.
28. Погрешности прямых, косвенных и совокупных измерений.
29. Классификация средств измерений (СИ).
30. Типовые структурные схемы СИ и их элементы.
31. Метрологическое обеспечение измерений. Закон РФ об обеспечении единства измерений.
32. Государственная система обеспечения единства измерений.
33. Передача размера единиц от эталона к образцовым и рабочим СИ.
34. Градуировка, поверка СИ. Метрологическая служба.
35. Основы ультразвукового контроля. Физические принципы.
36. Основные виды ультразвуковых преобразователей.
37. Виды ультразвуковых дефектоскопов.
38. Механизация и автоматизация ультразвукового контроля.
39. Физические основы методов обнаружения дефектов работающего оборудования по результатам измерения параметров вибрации.
40. Основы теории виброизмерительных приборов.
41. Наиболее распространенные типы электроизмерительных преобразователей, используемых в датчиках вибраций.
42. Область применения и структурные схемы построения аппаратуры для эксплуатационного контроля вибрационного состояния и технической диагностики машин.
43. Физические основы акустического контроля.
44. Первичные преобразователи акустического контроля.
45. Измерительные приборы и системы акустического контроля.
46. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма.
47. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции.
48. Магнитная дефектоскопия. Виды и устройства для намагничивания изделий.
49. Приборы для контроля физико-химических свойств материала и изделий, основанные на измерении магнитных характеристик.
50. Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, поляризация, рассеяние света, фотоэффект.
51. Основные виды источников излучения.
52. Согласование приемников излучения с оптической системой.
53. Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов: средства визуального контроля, микроскопы, стереомикроскопы, эндоскопы, интерферометрические и голографические приборы, приборы поляризационного контроля.

54. Природа радиационного излучения и его основные характеристики.
55. Интенсивность излучения. Единицы дозы и активности.
56. Взаимодействие заряженных частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения с веществом.
57. Источники излучения: рентгеновские аппараты, линейные ускорители, бетатроны, микротроны, радиоактивные изотопы.
58. Методы регистрации излучения: фотопленка и усиливающие экраны, ксерография, сцинтилляционные счетчики. Рентгенооптические преобразователи.
59. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана.
60. Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля.
61. Приемники инфракрасного излучения. Принципы построения пирометров: радиационных, яркостных, частичного измерения, цветowych.
62. Тепловизоры, их устройство и применение. Особенности включения приемников тепловизионных сканирующих систем.
63. Физические основы метода вихревых токов.
64. Разновидности преобразователей температуры, их конструкция, область применения.
65. Электромагнитные дефектоскопы, толщиномеры, приборы контроля физико-химических свойств материалов.
66. Классификация аналитических методов и приборов.
67. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля.
68. Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей.
69. Оптические методы и приборы контроля состава газов.
70. Оптические методы и приборы контроля состава твердых веществ.
71. Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра.
72. Эмиссионные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра.
73. Масс-спектрометрический метод анализа. Структурные схемы масс-спектрометров, их основные характеристики. Тенденции развития масс-спектрометрии.
74. Хроматографический метод анализа. Физико-химические основы процесса разделения смесей.
75. Автоматизация средств контроля.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Неразрушающий контроль. Том 1. Справочник. Под общ. ред. В.В. Ключева / Кн. 1. Ф. Р. Соснин. Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2. Ф. Р. Соснин. Радиационный контроль. М.: Машиностроение. 2006. 560 с.

2. Неразрушающий контроль. Том 2. Справочник. Под общ. ред. В.В. Ключева / Кн. 1. А. И. Евлампиев, Е. Д. Попов, С. Г. Сажин и др. Контроль герметичности. Кн. 2. Ю. К. Федосенко, В. Г. Герасимов, А. Д. Покровский, Ю. Я. Останин. Вихретоковый контроль. М.: Машиностроение. 2003. 688 с.

3. Неразрушающий контроль. Том 3. Справочник. Под общ. ред. В.В. Ключева / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге / Ультразвуковой контроль. М.: Машиностроение. 2008. 864 с.

4. Неразрушающий контроль. Том 4. Справочник. Под общ. ред. В.В. Ключева / Кн. 1. В. А. Анисимов, Б. И. Каторгин, А. Н. Куценко и др. Акустическая тензометрия. Кн. 2. Г. С. Шелихов. Магнитопорошковый метод контроля. Кн. 3. М. В. Филинов. Капиллярный контроль. М.: Машиностроение. 2004. 736 с.

5. Неразрушающий контроль. Том 5. Справочник. Под общ. ред. В.В. Ключева / Кн. 1. В. П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2. К. В. Подмастерьев, Ф. Р. Соснин, С. Ф. Корндорф, Т. И. Ногачева, Е. В. Пахолкин, Л. А. Бондарева, В. Ф. Мужичкий. Электрический контроль. М.: Машиностроение. 2006. 688 с.

6. Потапов А.И., Сясько В.А., Будадин О.Н., Сергеев С.С. и др. Неразрушающие физические методы и средства контроля природной среды, материалов и изделий. В 15 томах.-СПб.: Политехника-принт, 2019.

Дополнительная литература:

1. Сергеев А. Г. Метрология стандартизация и сертификация. М.: ЮРАЙТ. 2011. 820 с.

2. Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. Учебник. – М.: Высшая школа, 2008. 213 с.

3. Нефедов В. И. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебник. – М.: ВШ, 2005. 599 с.

Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации –
<http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки –
<http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов
высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным
ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов –
<http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –
<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>