

Аннотация
Б1.В.ДВ. 8.1 Физика диэлектриков

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Физика диэлектриков» является изучение физических процессов, происходящих в диэлектриках под действием электромагнитного и температурного полей. Ознакомление студентов с экспериментальными данными и теоретическими представлениями об указанных процессах.

Задачи дисциплины

Задачами курса являются: знание основных экспериментальных данных и теоретических представлений о явлениях поляризации, потерь электропроводности и пробоя газообразных, жидких и твердых диэлектриков, умение применять полученные знания в инженерной практике, связанной с выбором и эксплуатацией диэлектриков в электротехнических устройствах.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Физика диэлектриков Б1.В.ДВ.В.1 входит в модуль профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 «Физика». При изучении этой дисциплины используются знания, приобретенные при изучении курсов общей физики, высшей математики. Дисциплина «Физика диэлектриков» является базовой для изучения последующих дисциплин, связанных с теорией электроизоляционных материалов.

Общая трудоемкость дисциплины – 2 зачетные единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: теоретические основы, *основные понятия, законы и модели физики диэлектриков;*

уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информацией.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	72/2	72/2	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	20/0,56	20/0,56	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	30/0,83	30/0,83	-	-	-
Коллоквиум	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-

Контроль самостоятельной работы (КСР)	4/0,11	4/0,11	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	18/0,5	18/0,5	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	18/0,5	18/0,5	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>	-	-	-	-	-
Вид аттестации зачет	-	-	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	72	72	-	-
	зачетные единицы	2	2	-	-

Краткая характеристика содержания учебной дисциплины

Тема 1. Диэлектрики. Строение вещества и его электрические свойства

Предмет, структура, основные задачи курса. Краткие исторические сведения о развитии физики диэлектриков. Физика диэлектриков как теоретическая основа ряда специальных дисциплин электроизоляционной и кабельной техники.

Агрегатные состояния диэлектриков. Строение вещества и его диэлектрические свойства. Основные типы химической связи. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент молекулы.

Диэлектрики, диэлектрические и электроизоляционные материалы, электрические, механические, термические, физико-механические и физико-химические свойства в связи с химическим составом и строением материала.

Тема 2. Поляризация диэлектриков в постоянном поле.

Задачи теории поляризации диэлектриков. Электрическая поляризация, поляризованность, поляризуемость. Основные формулы и соотношения.

Классификация видов поляризации. Физическая суть каждого из видов поляризации. Дипольно-релаксационная (дипольно-ориентационная) поляризация, ее сходство и отличие от ионно-релаксационной поляризации. Межслойная (миграционная) поляризация. Причины, обуславливающие появление этого вида поляризации. Математическая модель межслойной поляризации, базирующаяся на процессах в конденсаторе с двухслойным диэлектриком. Остаточный и абсорбционный токи. Основные сведения об электронно-релаксационной остаточной поляризации и поляризации ядерного смещения.

Определение макроскопического и локального поля в диэлектрике. Поле Лоренца в диэлектрике. Вывод уравнения напряженности локального поля. Вывод уравнения Клаузиуса – Мосотти.

Уравнение Клаузиуса – Мосотти для полярных и неполярных диэлектриков.

Влияние температуры и давления на диэлектрическую проницаемость диэлектриков. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости.

Уравнение Клаузиуса – Мосотти для полярных газов.

Поляризация неполярных жидкостей. Уравнение Клаузиуса – Мосотти для неполярных жидкостей. Связь температурного коэффициента диэлектрической проницаемости неполярной жидкости и ее коэффициентов линейного расширения.

Теории Онзагера и Кирквуда для полярных жидкостей: допущения, основное уравнение, недостатки теории. Редукционный и структурный факторы. Зависимость диэлектрической проницаемости полярных жидкостей от температуры. Определение дипольных моментов полярных жидкостей.

Поляризация дипольных полимеров. Механизм поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры.

Тема 3. Электропроводность диэлектриков

Природа сквозной электропроводности. Подвижность заряженных частиц. Виды электропроводности: ионная, электронная, молионная (электрофоретическая).

Электропроводность газов. Ионизация газов. Зависимость подвижности ионов от различных факторов. Процесс рекомбинации газов: сущность, зависимость от времени. Зависимость тока от напряжения в газе. Ток насыщения.

Электропроводность жидких диэлектриков. Способы очистки жидкостей. Ионная электропроводность. Роль примесей в полярных и неполярных жидкостях. Теория электрической проводимости Френкеля. Влияние температуры на электропроводность жидких диэлектриков.

Электропроводность твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимости. Явление электролиза в твердых диэлектриках. Определение носителей зарядов в твердых диэлектриках (метод Турбандта). Падение тока в твердых диэлектриках во времени. Влияние примесей, влаги, температуры на структуру. Основные требования к полимерным диэлектрикам. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

Тема 4. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.

Физическая сущность явления. Потери при поляризации, потери при электропроводности. Процессы абсорбции в диэлектриках. Ток абсорбции при макроскопическом поле. Теоретическая и экспериментальная зависимости тока абсорбции от времени.

Диэлектрические потери, обусловленные медленно устанавливающейся поляризацией (релаксационные потери), при переменном поле. Активный и реактивный токи. Тангенс угла диэлектрических потерь. Удельные диэлектрические потери. Потери и диэлектрическая проницаемость при учете сквозной проводимости и различных видов поляризации. Быстрые и медленные процессы в реальном диэлектрике. Зависимость диэлектрических потерь от частоты и температуры.

Природа пробоя газа при нормальном и повышенном давлениях (стримерная теория пробоя). Роль фотоионизации. Влияние на электрическую прочность газа формы электродов и расстояния между ними, давления, температуры, состава и влажности. Закон Пашена. Зависимость электрической прочности газа от длительного приложения напряжения и частоты переменного поля.

Возможные механизмы пробоя жидких диэлектриков. Примеси в жидкостях. Влияние воды и твердых примесей на электрическую прочность жидких диэлектриков. Зависимость пробивного напряжения от длительности его приложения.

Теории электрического пробоя: Роговского, Иоффе, Френкеля вследствие разрыва диэлектрика по микротрещине и квантово-механические теории электрического пробоя твердых диэлектриков неударным механизмом. Пробой твердых диэлектриков вследствие ударной ионизации электронами. Формирование и развитие разряда в твердых диэлектриках. Зависимость электрической прочности от времени воздействия напряжения и температуры.

Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Агрегатные состояния диэлектриков. Строение вещества и его диэлектрические свойства (3 часа). Диэлектрики, электрические, термические свойства и строение материала (3 часа). Задачи теории поляризации диэлектриков. Электрическая поляризация, поляризованность, поляризуемость. Основные формулы и соотношения (3 часа). Классификация видов поляризации. Физическая суть

каждого из видов поляризации. Дипольно-релаксационная (дипольно-ориентационная) поляризация, ее сходство и отличие от ионно-релаксационной поляризации. Межслойная (миграционная) поляризация. Причины, обуславливающие появление этого вида поляризации (3 часа). Основные сведения об электронно-релаксационной остаточной поляризации ядерного смещения. (3 часа). Определение макроскопического и локального поля в диэлектрике. Поле Лоренца в диэлектрике. Вывод уравнения напряженности локального поля. Вывод уравнения Клаузиуса-Мосотти (3 часа). Природа сквозной электропроводности. Подвижность заряженных частиц. Виды электропроводности: ионная, электронная, молионная (электрофоретическая) (3 часа). Электропроводность газов. Ионизация газов. Зависимость подвижности ионов от различных факторов (3 часа). Электропроводность твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимости. Явление электролиза в твердых диэлектриках (3 часа). Диэлектрические потери, обусловленные медленно устанавливающейся поляризацией (релаксационные потери) при переменном поле. Активный и реактивный токи. Тангенс угла диэлектрических потерь (3 часа).

Вид промежуточной аттестации: зачёт.

Разработчик:

к.ф. –м.н., доцент кафедры общей и экспериментальной физики Морозова Н.В.