

СОСТАВИТЕЛЬ:

Алевтина Васильевна Сидоренко, профессор кафедры физики и аэрокосмических технологий Белорусского государственного университета, доктор технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра экспериментальной физики физического факультета учреждения образования “Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка”;

Павел Григорьевич Кужир, доцент кафедры физики Белорусского национального технического университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики и аэрокосмических технологий Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 14 февраля 2012 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 30 марта 2012 г.);

Научно-методическим советом по прикладной математике и информатике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
(протокол № 2 от 25 апреля 2012 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Электричество» является одной из естественнонаучных дисциплин, которая позволяет на основе открытых и развитых закономерностей расширить и углубить знания о наблюдаемых электромагнитных явлениях, электромагнитных взаимодействиях. Дисциплина «Электричество» базируется на знаниях, полученных при изучении таких курсов, как «Механика», «Молекулярная физика», взаимосвязана с дисциплинами «Математический анализ», «Основы радиоэлектроники», «Теория колебаний и волн».

Основная цель изучения дисциплины – формирование у студентов представления об основных электромагнитных явлениях и их математическом описании. Формулирование и доказательство всех рассматриваемых в курсе законов, закономерностей, основных положений осуществляется с необходимой математической строгостью. Типовая учебная программа по дисциплине «Электричество» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-31 03 07 «Прикладная информатика (по направлениям)»; а также с учетом опыта преподавания указанной дисциплины в Республике Беларусь и ведущих вузах ближнего зарубежья.

Основными задачами изучения дисциплины являются: выработка единого подхода к анализу колебательных систем различной физической природы на основе изучения электромагнитных колебаний; обучение решению задач с использованием аппарата высшей математики; формирование у студентов определенных навыков и умений экспериментальной работы с использованием современной измерительной аппаратуры и информационных технологий.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные принципы и закономерности электромагнитных явлений, методы их описаний и применений;
- представления о физических моделях и гипотезах, границах их применений;
- методы экспериментального исследования электромагнитных явлений, измерений физических величин, алгоритмы компьютерной обработки и анализа результатов эксперимента;

уметь:

- применять методы теоретического и экспериментального исследований электромагнитных закономерностей при изучении специальных информационных и телекоммуникационных дисциплин;
- использовать методы и средства количественной оценки физических закономерностей в прикладных задачах информатики;
- использовать фундаментальные законы электромагнетизма их проявления в информационных процессах и явлениях для решения конкретных задач в практической деятельности.

При чтении лекционного курса необходимо применять наглядные материалы в виде таблиц, схем, диаграмм и демонстрационных рисунков, моделей, видеоматериалы, а также использовать компьютерные средства обучения для демонстрации слайдов, презентаций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Лабораторные занятия предусматривают освоение техники выполнения физического эксперимента, методов получения из опыта физической информации и ее интерпретации, определения физических постоянных, получение навыков работы с измерительной аппаратурой, с основными принципами регистрации и автоматизированной обработки получаемой в процессе эксперимента информации и должны быть обеспечены общелабораторным и специальным оборудованием.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса (модулям). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Не все вопросы, перечисленные в программе, выносятся на лекцию. В целях развития навыков работы с учебной и научной литературой студентам предлагается часть разделов описательного характера изучать самостоятельно по литературе, указанной в конце программы или на лабораторных занятиях.

Программа курса рассчитана на 210 часов, в том числе 102 часа аудиторных: 34 – лекционных, 34 – лабораторных занятий, 34 – практических занятий. Рекомендуемая форма контроля: экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы			
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические
1	2	3	4	5	6
1.	Электростатика	24	10	6	8
1.1.	Введение	3	1	–	2
1.2.	Электростатическое поле в вакууме	5	3	–	2
1.3.	Электростатическое поле в диэлектриках	4	2	–	2
1.4.	Проводники в электростатическом поле	10	2	6	2
1.5.	Энергия электростатического поля	2	2	–	–
2.	Стационарный электрический ток	13	3	6	4
2.1.	Законы постоянного тока	10	2	6	2
2.2.	Электрические цепи постоянного тока	3	1	–	2
3.	Магнитное поле	15	5	6	4
3.1.	Магнитное поле проводников с током в вакууме	10	2	6	2
3.2.	Действие магнитного поля на движущийся заряд и проводники с током	3	1	–	2
3.3.	Магнитное поле в веществе	2	2	–	–
4.	Электромагнитная индукция	8	4	–	4
4.1.	Явление электромагнитной индукции	4	2	–	2
4.2.	Взаимоиндукция и самоиндукция	3	1	–	2
4.3.	Магнитная энергия	1	1	–	–
5.	Квазистационарные токи	14	4	6	4
6.	Уравнение Максвелла. Электромагнитные волны	8	4	–	4
7.	Электропроводность	10	2	6	2
8.	Электрические явления в контактах	10	2	4	4
	ИТОГО:	102	34	34	34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

1.1. Введение.

Электромагнитные взаимодействия в природе. Электромагнитное поле. Элементарный заряд и его свойства. Закон сохранения заряда.

1.2. Электростатическое поле в вакууме

Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Дифференциальная формулировка закона Кулона.

Потенциальность электростатического поля. Скалярный потенциал. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Связь напряженности и потенциала. Уравнение Пуассона и Лапласа. Нахождение электрического поля с использованием потенциала, прямым применением закона Кулона и с использованием теоремы Гаусса. Диполь в электростатическом поле.

1.3. Электростатическое поле в диэлектриках

Поляризованность. Поляризационные (связанные) и свободные заряды. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость. Уравнения электрического поля в диэлектриках. Граничные условия для векторов \vec{E} , \vec{D} и \vec{P} .

Механизмы поляризуемости диэлектриков. неполярные диэлектрики. Полярные диэлектрики. Зависимость их диэлектрической восприимчивости от температуры.

1.4. Проводники в электростатическом поле

Условие равновесия свободных зарядов в проводнике и некоторые следствия из него. Электростатическая экранировка. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Система проводников. Конденсаторы и их емкость. Общая задача электростатики. Теорема единственности. Понятие о методе изображений для решения некоторых электростатических задач.

1.5. Энергия электростатического поля

Энергия системы точечных зарядов. Собственная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия заряженных проводников и конденсатора. Энергия диполя во внешнем поле.

Силы в электрическом поле. Силы, действующие на точечный заряд, диполь и непрерывно распределенный заряд. Силы, действующие на диэлектрик и проводник. Энергетический метод определения сил.

2. СТАЦИОНАРНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

2.1. Законы постоянного тока

Электрическое поле при наличии постоянного тока. Уравнение непрерывности. Обобщенный закон Ома. Сторонние электродвижущие силы. Диффе-

ренциальная форма закона Джоуля-Ленца. Работа, совершаемая при прохождении тока, развиваемая мощность.

2.2. Электрические цепи постоянного тока

Линейные цепи. Правила Кирхгофа. Методы анализа линейных цепей. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Токи в сплошной среде. Заземление линий передач.

3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

3.1. Магнитное поле проводников с током в вакууме

Поле движущегося заряда. Теорема о циркуляции вектора \vec{B} . Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа-Био-Савара-Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока. Релятивистская природа магнитного поля.

Закон Био-Савара. Вектор магнитной индукции. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в стационарном случае. Вихревой характер магнитного поля. Магнитный поток. Теорема Гаусса для вектора \vec{B} .

3.2. Действие магнитного поля на движущийся заряд и проводники с током

Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Ускорители заряженных частиц. Рамка с током в магнитном поле.

3.3. Магнитное поле в веществе

Магнитное поле при наличии магнетиков. Поле элементарного тока. Магнитный момент элементарного тока. Механизмы намагничивания. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля. Постоянные магниты. Граничные условия для векторов поля. Измерение магнитной проницаемости, индукции и напряженности поля внутри магнетика. Магнитная экранировка.

Диамагнетики и парамагнетики. Механизмы намагничивания. Природа диамагнетизма, ларморова прецессия. Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри.

Ферромагнетизм. Петля гистерезиса. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания. Понятие о антиферромагнетизме, ферромагнетизме и ферромагнитном резонансе.

4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

4.1. Явление электромагнитной индукции

ЭДС индукции в движущихся проводниках. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Принцип действия динамо-машины и электромотора. Индукционный ускоритель электронов (бетатрон).

4.2. Взаимоиндукция и самоиндукция

Индуктивность. Явление самоиндукции. Взаимная индукция. Переходные процессы в цепи с индуктивностью. Коэффициент взаимной индукции.

4.3. Магнитная энергия

Магнитная энергия одиночного контура и 2-х связанных контуров. Плотность энергии магнитного поля. Энергия магнитного поля при наличии магнетиков. Энергия магнетика во внешнем магнитном поле.

Силы в магнитном поле. Объемные силы, действующие на несжимаемые магнетики. Вычисление сил из выражения для энергии.

5. КВАЗИСТАЦИОНАРНЫЕ ТОКИ

Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью и индуктивностью. Метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Расчет магнитных цепей. Работа и мощность переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Принцип работы синхронных и асинхронных двигателей. Согласование нагрузки с генератором. Токи Фуко. Резонансы в цепи переменного тока. Цепи с учетом взаимной индукции. Трансформаторы. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора. Основные сведения о трехфазном токе. Соединение звездой и треугольником.

Скин-эффект и его использование в технике. Фильтры низких и высоких частот, основные характеристики и физические принципы их реализации.

6. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Ток смещения. Система уравнений Максвелла, физический смысл отдельных уравнений. Граничные условия. Материальные уравнения.

Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова - Пойнтинга. Движение электромагнитной энергии вдоль линий передач. Колебательный контур, свободные и вынужденные электрические колебания.

Основные сведения об излучении электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны и их свойства. Применения электромагнитных волн.

Электромагнитные поля в движущихся средах.

7. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

Классическая теория электропроводности и ее затруднения. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца, Видемана-Франца на основе классической электронной теории. Зависимость электропроводности от температуры, явление сверхпроводимости.

Электрический ток в электролитах, в плазме. Механизм электропроводности электролитов. Зависимость их электропроводности от температуры.

Электролиз. Законы Фарадея. Электропроводность газов. Основные типы газового разряда. Плазменное состояние вещества. Термоэлектронная эмиссия.

Понятие о зонной теории твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости полупроводников.

8. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КОНТАКТАХ

Контактные явления. Законы Вольта. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона. Выпрямляющее действие полупроводникового контакта. Полупроводниковый диод и транзистор. Понятие о микроэлектронике.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Рекомендуемая литература

Основная

1. *Сивухин, Д.В.* Общий курс физики, т. 3. Электричество. / Д. В. Сивухин. М.: Наука, 1983. 688 с.
2. *Трофимова, Т. И.* Курс физики. / Т.И. Трофимова. М.: Высшая школа, 1997. 542 с.
3. *Иродов, И. Е.* Задачи по общей физике. Учебное пособие. / И. Е. Иродов. СПб.: Лань, 2006. 416 с.
4. *Трофимова, Т. И.* Физика. Практикум. Учебное пособие./ Т. И. Трофимова. М.: Юрайт, 2010. 448 с.

Дополнительная

1. *Савельев, И.В.* Курс общей физики, т. 2. / И.В. Савельев. М.: Астрель-АСТ, 2006. 345 с.

2. Рекомендуемые темы практических занятий

1. Закон Кулона. Принцип суперпозиции.
2. Теорема Гаусса. Потенциал электростатического поля.
3. Проводники в электростатическом поле.
4. Электрические поля в диэлектриках.
5. Емкость. Электрические цепи с конденсаторами.
6. Работа и энергия в электростатике.
7. Постоянный электрический ток. Переходной процесс в RC-цепи.
8. Законы постоянного электрического тока.
9. Магнитное поле постоянных токов. Сила Ампера.
10. Закон электромагнитной индукции. Индуктивность.
11. Магнитная энергия. Уравнения Максвелла.
12. Свободные электрические колебания.
13. Вынужденные электрические колебания.
14. Контрольная работа.
15. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.

2. Рекомендуемые темы лабораторных занятий

1. Измерение физических величин с помощью осциллографа.
2. Изучение электростатического поля и его параметров.
3. Изучение закона Ома для цепей переменного тока.
4. Переходные процессы в электрических цепях.
5. Исследование электропроводности тел от температуры.

6. Исследование характеристик ферромагнетиков.
7. Резонансные явления в цепях переменного тока.
8. Исследование характеристик сегнетоэлектриков.
9. Исследование полупроводниковых диодов и выпрямителей электрического тока на их основе.
10. Изучение термоэлектрических явлений.
11. Эффект Холла.

3. Примерный список контрольных вопросов

1. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
2. Теорема Гаусса.
3. Теорема о циркуляции вектора E . Потенциал.
4. Емкость.
5. Энергия электрического поля. Плотность энергии.
6. Электростатическое поле при наличии проводников.
7. Общая задача электростатики.
8. Законы постоянного тока.
9. Закон Био-Савара-Лапласа.
10. Сила Лоренца.
11. Закон электромагнитной индукции.
12. Индукция токов в движущихся проводниках.
13. Энергия магнитного поля. Плотность энергии.
14. Парамагнетики. Механизмы намагничивания. Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри.
15. Ферромагнетизм. Петля гистерезиса. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания.
16. Колебательный контур, свободные незатухающие и затухающие электрические колебания.
17. Система уравнений Максвелла в вакууме.
18. Резонанс напряжения в цепи переменного тока.
Резонанс токов в цепи переменного тока.
19. Расчет цепей квазистационарного тока методом векторных диаграмм и комплексных амплитуд.
20. Работа и мощность переменного тока.
21. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрической индукции. Граничные условия для векторов E и D .
22. Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности. Теорема о циркуляции вектора H . Граничные условия для векторов B и H .
23. Уравнения Максвелла в веществе.
24. Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова - Пойнтинга.
25. Движение электромагнитной энергии вдоль линий передач.
26. Линейный осциллятор: уравнение колебаний, характеристики затухания, резонансные кривые.

27. Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона.
28. Механизм электропроводности электролитов. Зависимость их электропроводности от температуры. Электролиз. Законы Фарадея.

5. Оценка результатов учебной деятельности

Оценка знаний студента производится по 10-бальной шкале.

6. Рекомендуемые средства диагностики:

Коллоквиумы

1. Электростатическое поле в вакууме.
2. Емкость. Электрические цепи с конденсаторами.
3. Магнитное поле в веществе.
4. Электромагнитная индукция.

Тесты

1. Вопрос закрытой формы содержит формулировку вопроса и несколько вариантов ответа на него, один или несколько из которых являются правильными.
2. Вопрос на последовательность предоставляет тестируемому кроме формулировки вопроса еще и набор из нескольких фраз, которые необходимо расположить в правильной последовательности.
3. Вопрос на соответствие помимо формулировки вопроса содержит два множества фраз (элементов) – множество выбора и множество соответствия и при ответе необходимо выбрать правильные подмножества из обоих множеств.
4. Вопрос с фиксированным ответом предусматривает введение ответа на вопрос в виде набора слов или чисел.

Самостоятельные работы

1. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.
2. Работа и энергия электростатического поля.
3. Магнитное поле в вакууме.
4. Переменный ток.
5. Электрические явления в контактах.

Отчеты

Отчет о проведении лабораторной работы должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Электрическую схему экспериментальной установки.
3. Расчетные формулы для определения искомой физической величины.
4. Таблицу исходных и измеренных физических величин.
5. Графики полученных в ходе эксперимента зависимостей.
6. Выводы.

Рефераты

1. Электрические явления в живой природе.
2. Электрические величины и способы их измерения. Измерительные приборы.
3. Плоские, сферические, цилиндрические конденсаторы и их соединения.
4. Ферромагнетизм. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры.
5. Основы расчета электрических цепей переменного тока методом векторных диаграмм и комплексных амплитуд.
6. Скин-эффект и его использование в технике.
7. Фильтры низких и высоких частот, основные характеристики и физические принципы их реализации.
8. Ускорители заряженных частиц. Линейные и циклические ускорители заряженных частиц.
9. Зависимость электропроводимости металлов от температуры, явление сверхпроводимости.
12. Зависимость электропроводимости полупроводников от температуры.
13. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость. Доноры и акцепторы.
14. Выпрямляющее действие полупроводникового контакта Полупроводниковый диод и транзистор.
15. Биполярные транзисторы.
16. Полевые транзисторы.
17. Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона.
18. Электропроводность газов. Основные типы газового разряда.
19. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия.
20. Плазменное состояние вещества.
21. Переходные процессы в электрических цепях постоянного тока.
22. Электромагнитное поле Земли.
23. Электрические двигатели постоянного тока.
24. Генераторы переменного тока. Устройство и принцип действия.
25. Эффект Холла. Датчики Холла.
26. Методы расчета цепей трехфазного тока.
27. Передача электромагнитной энергии на расстояние.
28. Спектр электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитного поля.
29. Дипольный излучатель Герца. Излучение и распространение электромагнитных волн в свободном пространстве.
30. Взаимодействие электромагнитных волн со средой распространения.
31. Радиоспектроскопические методы и их применение.
32. Нанотехнологии в электронике.
33. Мобильная связь.
34. Мультимедийные технологии.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электродинамика	Радиофизики и цифровых медиа-технологий	Замечаний нет	
Теория колебаний	Радиофизики и цифровых медиа-технологий	Замечаний нет	
Теория волновых процессов	Радиофизики и цифровых медиа-технологий	Замечаний нет	