

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Физико-технический факультет
Кафедра общей физики

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры общей физики,
протокол № 16 от 04.11.2010 г.

Тематический план лекций для направлений специальности:

1-34 01 04-2 Физика (производственная деятельность),

1-34 01 04-3 Физика (научно-педагогическая деятельность)

по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм»

ВВЕДЕНИЕ

1. Фундаментальные физические взаимодействия: гравитационные, электромагнитные, сильные и слабые; основные характеристики и значение в природе. Особая роль электромагнитных взаимодействий.
2. Электрический заряд и его основные свойства: биполярность, дискретность, инвариантность; микроскопические носители электрических зарядов, понятие о кварках; закон сохранения электрического заряда; физические модели заряженных тел.
3. Закон Кулона: физическая сущность и значение в электродинамике; векторная форма записи закона и принцип суперпозиции электростатических сил; методы экспериментальной проверки закона и границы его применимости.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ

4. Концепция близкодействия, электрическое поле. Полевая трактовка закона Кулона. Напряженность электрического поля, силовые линии. Электрическое поле, создаваемое неподвижным точечным зарядом. Принцип суперпозиции электрических полей.
5. Электрический диполь: физическая модель и дипольный момент диполя; электрическое поле, создаваемое диполем; силы, действующие со стороны однородного и неоднородного электрических полей на электрический диполь.
6. Поток и дивергенция векторного поля. Электростатическая теорема Гаусса для вакуума: интегральная и дифференциальная формы теоремы; ее физические содержание и смысл.
7. Применение электростатической теоремы Гаусса для расчета электростатических полей: общие принципы; расчет поля равномерно заряженной бесконечно длинной тонкой прямой нити и равномерно заряженной безграничной плоскости.
8. Циркуляция и ротор векторного поля. Работа сил электростатического поля: потенциальный характер электростатического поля; разность потенциалов между двумя точками поля, потенциал в заданной точке поля; эквипотенциальные поверхности; расчет потенциала поля, создаваемого неподвижным точечным зарядом; принцип суперпозиции для потенциала.
9. Градиент скалярной функции. Связь между напряженностью электростатического поля и его потенциалом: математическая запись и физический смысл для однородного и неоднородного полей; применение соотношения для расчета полей. Уравнение Пуассона.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ

10. Проводники и диэлектрики. Электростатическая индукция в проводниках: физическая сущность явления; равновесное распределение напряженности электростатического поля и плотности электрических зарядов в объеме и на поверхности проводников.
11. Электрическая емкость: емкостные коэффициенты; электрическая емкость конденсатора и уединенного проводника; расчет электрической емкости на примерах плоского конденсатора и уединенного проводящего шара. Последовательное и параллельное

соединения конденсаторов.

12. Поляризация диэлектриков: физическая сущность явления; поляризационные (связанные) заряды; поляризованность (вектор поляризации); связь вектора поляризации с поверхностной и объемной плотностью связанных зарядов.
13. Вектор электрического смещения. Электростатическая теорема Гаусса для вектора электрического смещения: интегральная и дифференциальная формы; применение для расчета электрических полей в диэлектриках; диэлектрическая восприимчивость и относительная диэлектрическая проницаемость вещества.
14. Электрическое поле на границе раздела диэлектриков: граничные условия для векторов напряженности электрического поля и электрического смещения; преломление силовых линий электрического поля.
15. Механизмы и модели поляризации диэлектриков: неполярные и полярные разреженные и плотные газы; сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пирозэлектрики. Применение диэлектриков в технике.
16. Потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов: система точечных зарядов; система заряженных проводников; энергия заряженного конденсатора.
17. Объемная плотность энергии электрического поля. Механические силы в электростатическом поле: метод виртуальных перемещений; давление электростатических сил.

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

18. Электрический ток и его основные характеристики: физическая сущность явления; дрейфовая скорость, плотность и сила электрического тока; закон сохранения электрического заряда в виде уравнения непрерывности.
19. Линейные электрические цепи. Однородный участок линейной цепи постоянного тока: закон Ома, правило знаков; закон Джоуля-Ленца, баланс мощностей; последовательное и параллельное соединения однородных участков цепи.
20. Электродвижущая сила. Неоднородный участок линейной цепи постоянного тока: обобщенный закон Ома, правило знаков, баланс мощностей.
21. Полная линейная цепь постоянного тока: механизм протекания тока, закон Ома, баланс мощностей, основные режимы работы полной цепи.
22. Правила Кирхгофа: физическое обоснование, формулировка, правила знаков; применение для расчета линейных электрических цепей, составление баланса мощностей.
23. Классическая теория электропроводности металлов: природа носителей тока в металлах, опыты Рикке, Толмена и Стюарта; постулаты теории, дифференциальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца.
24. Собственная и примесная проводимость полупроводников: механизмы электронной и дырочной проводимости, донорные и акцепторные примеси, зависимость концентрации носителей тока от температуры. Терморезисторы.
25. Электрические явления в контактах твердых тел одинакового типа проводимости: контактная разность потенциалов; эффекты Пельтье и Зеебека, их применение в технике.
26. Электронно-дырочный переход и его основные свойства: вольтамперная характеристика перехода. Биполярные полупроводниковые приборы.
27. Эмиссия электронов с поверхности проводящих тел: термоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная электронная, автоэлектронная; физическая сущность и основные характеристики.
28. Электрический ток в вакууме: уравнение Богуславского-Ленгмюра, формула Ричардсона; вольтамперная характеристика идеального диода. Электронные вакуумные приборы.
29. Несамостоятельные газовые разряды: внешний ионизатор; объемная и катодная рекомбинации; вольтамперная характеристика.
30. Самостоятельные газовые разряды: лавинная ионизация в объеме газа, вторичная эмиссия на катоде; тлеющий, дуговой, коронный и искровой разряды. Газонаполненные

электронные приборы.

31. Электрический ток в электролитах: диссоциация и рекомбинация растворенных молекул, степень диссоциации, уравнение Оствальда; удельная проводимость электролитов.
32. Электролиз: физическая сущность явления, законы Фарадея для электролиза, постоянная Фарадея. Применение электролиза в технике: гальванические покрытия и тонкая очистка металлов.
33. Электродные потенциалы: механизмы возникновения и восстановления. Применение в технике: измерение концентрации ионов в растворе, химические источники тока.

СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ

34. Магнитные взаимодействия: опыты Эрстеда и Ампера; магнитное поле; сила Лоренца, индукция магнитного поля; силовые линии магнитного поля; магнитное поле, создаваемое движущимся с постоянной скоростью точечным зарядом.
35. Магнитное поле постоянных электрических токов: объемный и линейный элементы тока; закон Био-Савара-Лапласа и его применение для расчета магнитных полей на примере магнитного поля, создаваемого отрезком тонкого прямого проводника с током.
36. Действие магнитных полей на электрические токи: закон Био-Савара-Лапласа-Ампера и его применение для расчета силы, действующей со стороны однородного магнитного поля на отрезок тонкого прямого проводника с током; формула Ампера и ее значение в метрологии.
37. Магнитный диполь: физическая модель и магнитный момент диполя; магнитное поле, создаваемое магнитным диполем; силы, действующие со стороны однородного и неоднородного магнитных полей на магнитный диполь.
38. Теорема Гаусса для магнитного поля: интегральная и дифференциальная формы, физический смысл теоремы. Релятивистский характер магнитного поля: магнитные взаимодействия как релятивистское следствие электрических взаимодействий; взаимные преобразования электрических и магнитных полей.
39. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции стационарного магнитного поля для вакуума: интегральная и дифференциальная формы, физический смысл теоремы; применение теоремы для расчета магнитных полей на примере магнитного поля, создаваемого бесконечно длинным соленоидом с током.

СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ

40. Магнетики. Намагничивание вещества: физическая сущность явления; гипотеза Ампера о молекулярных токах; токи намагничивания, намагниченность (вектор намагничивания); связь вектора намагничивания с поверхностными и объемными токами намагничивания.
41. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции напряженности стационарного магнитного поля; применение теоремы для расчета магнитных полей в магнетиках; магнитная восприимчивость и относительная магнитная проницаемость вещества.
42. Магнитное поле на границе раздела магнетиков: граничные условия для векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля; преломление силовых линий магнитного поля.
43. Магнитомеханические явления: гиромагнитное отношение, магнетон Бора, ларморова прецессия. Опыт Штерна и Герлаха.
44. Механизмы и модели намагничивания магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Применение магнетиков в технике.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

45. Электромагнитная индукция: опыты Фарадея по электромагнитной индукции; физическая сущность явления; закон электромагнитной индукции Фарадея и его физическое обоснование, правило Ленца; принцип действия флюксметра.
46. Взаимная индукция: физическая сущность явления; взаимная индуктивность двух проводящих контуров, электродвижущая сила взаимной индукции; расчет взаимной

индуктивности на примере двух бесконечно длинных соленоидов, теорема взаимности. Электрические машины: трансформатор напряжения и трансформатор тока.

47. Самоиндукция: физическая сущность явления; индуктивность проводящего контура, электродвижущая сила самоиндукции, расчет индуктивности на примере бесконечно длинного соленоида. Электрические машины: электрический двигатель и электрический генератор постоянного тока.
48. Кинетическая энергия магнитного поля электрических токов: собственная энергия проводника с током; энергия магнитного взаимодействия двух проводников с током.
49. Объемная плотность энергии магнитного поля. Механические силы в стационарном магнитном поле: метод виртуальных перемещений; давление магнитных сил.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

50. Переходные процессы в цепи с постоянной ЭДС и емкостью: временные зависимости токов и напряжений при зарядке и разрядке конденсатора; постоянная времени электрической цепи с емкостью.
51. Переходные процессы в цепи с постоянной ЭДС и индуктивностью: временные зависимости токов и напряжений при нарастании и спаде тока в катушке индуктивности; постоянная времени электрической цепи с индуктивностью.
52. Свободные незатухающие электромагнитные колебания в параллельном контуре: взаимные превращения энергии электрических и магнитных полей; уравнение незатухающих колебаний, период собственных незатухающих колебаний в контуре.
53. Свободные затухающие электромагнитные колебания в параллельном контуре: коэффициент затухания и добротность контура; уравнение затухающих колебаний; период собственных затухающих колебаний в контуре, критическое затухание.
54. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи синусоидального переменного тока: временные зависимости мгновенных значений сил тока, напряжений и мощностей; активные и реактивные сопротивления, сдвиги фаз, активные мощности.
55. Метод векторных диаграмм. Последовательная линейная RLC-цепь синусоидального переменного тока: импеданс, разность фаз, резонансные явления.
56. Метод комплексных амплитуд. Параллельная линейная RLC-цепь синусоидального переменного тока: импеданс, разность фаз, резонансные явления.

УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

57. Электромагнитная индукция в трактовке Максвелла: физическое обоснование, интегральная и дифференциальная формы закона электромагнитной индукции Максвелла. Токи Фуко: механизмы возникновения, применение в технике; биологическое действие электромагнитных полей.
58. Гипотеза Максвелла о токах смещения: физическое обоснование, теорема о циркуляции напряженности магнитного поля по Максвеллу.
59. Система уравнений Максвелла: интегральная и дифференциальная формы полевых уравнений, материальные уравнения; физический смысл уравнений, их значение в электродинамике.
60. Закон сохранения энергии электромагнитного поля: уравнение непрерывности для электромагнитного поля, вектор Умова-Пойнтинга; перемещение энергии электромагнитного поля в пространстве.
61. Волновое движение: физическая сущность и волновое уравнение; анализ уравнений Максвелла на соответствие волновому уравнению.
62. Плоские электромагнитные волны: физическое обоснование процесса; скорость распространения в линейных диэлектриках; энергия, переносимая электромагнитной волной. Опыты Г. Герца, открытие А.С. Поповым беспроводного телеграфа.

Учебный план курса

- | | | |
|-------------------------|-------------|------------------------------|
| 1. Лекции | - 60 часов, | экзамен. |
| 2. Практические занятия | - 60 часов, | 2 контрольные работы, зачёт. |

3. Лабораторные занятия - 52 часа, зачёт.

Основная литература

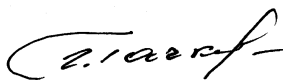
1. А.Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. М., Высшая школа, 1983.
2. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Электричество. М., Наука, 1983.
3. И.Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. М., ЛБЗ, 2001.

Дополнительная литература

1. Калашников С.Г. Электричество. М., Наука, 1977.
2. Савельев И.В. Общий курс физики. Т. 3. Электричество. М., Наука, 1977.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, вып. 5,6. Электричество и магнетизм. М., Мир, 1966.
4. Парселл Э. Берклевский курс физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. М., Наука, 1971.
5. Электричество и магнетизм. Волновая оптика: учебное пособие. / В.Ф. Аскирка, Г.Т. Василюк, А.А. Маскевич. – Гродно: ГрГУ, 2008.
6. Орир Дж. Физика. Т. 1. М., Мир, 1981.
7. Григорьев В.И., Мякишев Г.Я. Силы в природе. М., Наука, 1977.
8. А.И. Китайгородский. Электроны. Серия "Физика для всех", книга 3. М., Наука, 1984.
9. С.Р. Филонович. Судьба классического закона. Библиотечка "Квант", выпуск 79. М., Наука, 1990.

Составитель:

доцент кафедры общей физики



Г.А. Гачко