

1. Магнитное поле

1.1. Магнитное поле. Действие магнитного поля на проводник с током. Рамка с током как инструмент для исследования магнитного поля. Магнитный момент рамки с током. Единицы измерения. Направление вектора магнитного момента. Вращающий момент, действующий на рамку в магнитном поле. Индукция магнитного поля. Единицы измерения. Графическое изображение магнитных полей. Вид линий индукции прямого, кругового токов, соленоида, тороида. Правила, по которому определяют направление линий магнитной индукции. Напряженность магнитного поля и ее связь с индукцией.

1.2. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био – Савара – Лапласа. Применение закона Био – Савара – Лапласа для определения напряженности поля, создаваемого прямым проводником с током конечной длины, бесконечно длинным проводником. Применение закона Био – Савара – Лапласа для определения напряженности в центре кругового витка с током и на его оси. Напряженность магнитного поля конечного и бесконечного соленоида. Магнитное поле движущегося заряда.

1.3. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных проводников с токами.

1.4. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца (вывод). Вычисление радиуса окружности и периода обращения частицы, когда вектор скорости перпендикулярен вектору индукции. Вычисление траектории движения частицы в общем случае. Примеры применения или проявления силы Лоренца. Эффект Холла.

1.5. Магнитный поток. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле. Работа перемещения контура с током в магнитном поле. Теорема Гаусса для магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Расчет полей соленоида и тороида на основе теоремы о циркуляции. Распределение магнитного поля в сечении круглого провода с током.

1.6. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Основной закон электромагнитной индукции (вывод формулы, исходя из закона сохранения энергии). Потокосцепление. Правило Ленца. Возникновение ЭДС индукции в движущемся проводнике. Природа ЭДС индукции при движении в магнитном поле контура и появление ЭДС индукции в неподвижном контуре. Вихревое электрическое поле. Возникновение ЭДС индукции во вращающейся рамке. Генератор, электродвигатель. Токи Фуко.

1.7. Индуктивность. Вывод формулы индуктивности соленоида. Явление самоиндукции и взаимной индукции. ЭДС самоиндукции. Переходные процессы в моменты включения и выключения электрической цепи. Время релаксации. Колебательный контур.

1.8. Энергия магнитного поля, создаваемого проводниками с токами. Объемная плотность энергии.

1.9. Магнетики. Гипотеза Ампера, объясняющая магнитные свойства веществ. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Ларморовская частота. Диамагнетики, парамагнетики. Природа диамагнетизма и парамагнетизма. Магнетик в магнитном поле. Намагниченность (вектор намагниченности). Относительная магнитная проницаемость. Связь индукции и напряженности магнитного поля. Условия для магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики. Природа ферромагнетизма. Температура Кюри. Магнитный гистерезис. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила.

1.10. Релятивистский характер магнитного взаимодействия. Понятие о едином электромагнитном поле. Преобразования Лоренца для электрического и магнитного поля. Инварианты механики и электродинамики.

1.11. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме. Понятие о токе смещения. Материальные уравнения. Волновое уравнение и его решение. Скорость распространения электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Опыты Герца. Шкала электромагнитных волн. Объемная плотность энергии электромагнитных волн. Излучение и распространение электромагнитных волн, их основные свойства. Плотность потока энергии (вектор Умова-Пойнтинга).

2. Оптика и квантовая физика

2.1. Интерференция световых волн. Пространственная и временная когерентность. Условие интерференционного минимума и максимума. Схема Юнга. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона. Интерферометры. Просветление оптики.

2.2. Дифракция. Принцип Гюйгенса – Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на круглом отверстии и диске. Зонная пластинка. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке. Разрешающая способность оптических приборов. Разрешающая способность спектральных приборов.

2.3. Поляризация световых волн. Естественный свет. Поляризатор. Закон Малюса. Закон Брюстера. Искусственная поляризация. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Поглощение света в веществе (закон Бугера).

2.4. Тепловое излучение, его особенности и количественные характеристики. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана – Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея – Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза и формула Планка.

2.5. Корпускулярная теория света. Фотоэлектрический эффект и его виды. Основные экспериментальные закономерности внешнего фотоэффекта. Вольт – амперная характеристика фотоэффекта. Красная граница. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона.

2.6. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Линейные спектры излучения атомов. Формула Ридберга. Постулаты и модель атома водорода Бора.

2.7. Волны де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, ее свойства. Уравнение Шредингера.

2.8. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Движение свободной частицы. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Квантование энергии. Туннельный эффект.

2.9. Квантово – механическая модель атома водорода. Дискретные уровни энергии. Энергия ионизации. Волновая функция основного состояния. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа, их физический смысл. Правила отбора. Опыта Штерна и Герлаха. Спин.

2.10. Атомные системы со многими электронами. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Принцип (запрет) Паули. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.

2.11. Строение молекул. Молекула водорода. Химические связи. Ионная и ковалентная связь. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Вынужденное (индуцированное) излучение. Оптические квантовые генераторы (лазеры). Гелий – неоновый лазер.

2.12. Зонная теория. Механизм расщепления энергетических уровней в кристалле. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

2.13. Квантовая статистика. Распределение Бозе – Эйнштейна. Распределение Ферми – Дирака. Электронный газ в металлах. Фазовое пространство электрона. Полностью вырожденный ферми газ Энергия Ферми. Температура вырождения. Сильно вырожденный ферми газ.

2.14. Теплоемкость электронного газа. Закон Видемана – Франца. Проводимость металлов. Классическая теория электропроводности Друде и представления Зоммерфельда. Сверхпроводимость.

2.15. Полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Примесные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси. Зависимость электропроводности от температуры.

2.16. Теплоемкость газов и твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория Эйнштейна и Дебая. Фононы.

2.17. Атомное ядро. Ядерные реакции. Радиоактивность. Элементарные частицы.