

Вопросы для подготовки к экзамену в 5 семестре по курсу “ Модели и концепции физики ”

Термодинамика и молекулярная физика.

1. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Средняя потенциальная энергия молекул газа в поле тяжести. Экспериментальное определение постоянной Авогадро (классический опыт Перрена).
3. Распределение Максвелла. Характерные скорости. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул в газе. Среднее число ударов молекул о стенку.
4. Распределения Больцмана-Максвелла. Распределение Гиббса. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы: средняя энергия поступательного и вращательного движения, средняя энергия колебательного движения. “Замороженные” степени свободы.
5. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Циклические процессы.
6. Теплоёмкость в различных процессах. Уравнения адиабаты и политропы для идеального газа. Соотношение Майера.
7. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа.
8. Адиабатическое истечение газа из отверстия.
9. Скорость звука в газах.
10. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
11. Энтропия: термодинамическое и статистическое определения энтропии. Энтропия и вероятность. Закон возрастания энтропии.
12. Энтропия в обратимых и необратимых процессах. Энтропия идеального газа. Расширение идеального газа в пустоту.
13. Изменение энтропии при необратимых процессах. Энтропия смеси газов.
14. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. КПД машины Карно.
15. Газ Ван-дер-Ваальса. Изотермы и критические параметры газа Ван-дер-Ваальса.
16. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Расширение газа Ван-дер-Ваальса в пустоту.
17. Фазы и фазовые превращения. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса.
18. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.
19. Фазовая диаграмма воды. Тройная точка, критическая точка. Метастабильные состояния: перегретая жидкость, переохлаждённый пар. Зависимость температуры кипения воды и плавления льда от внешнего давления.

20. Явления переноса: вязкость, теплопроводность и диффузия. Законы Фика и Фурье.
21. Формула Пуазейля.
22. Коэффициенты вязкости, теплопроводности и диффузии в газах. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Зависимость теплопроводности и вязкости газов от давления и температуры.
23. Броуновское движение. Подвижность. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии (соотношение Эйнштейна).
24. Экспериментальное определение постоянной Больцмана по броуновскому движению (опыт Перрена).
25. Явления переноса в разреженных газах. Эффузия. Эффект Кнудсена.

Электричество и магнетизм.

1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Поле на оси равномерно заряженного диска.
2. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей.
3. Потенциальный характер электрического поля. Теорема о циркуляции для электростатического поля в интегральном и дифференциальном виде. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа.
4. Поле электрического диполя: напряжённость и потенциал поля точечного диполя.
5. Точечный электрический диполь в неоднородном электрическом поле: энергия, силы, момент сил.
6. Проводники в электрическом поле. Электростатическая защита. Металлический шар в однородном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость газа из металлических шариков.
7. Электрическое поле в веществе. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вектор электрической индукции. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия на границе двух диэлектриков.
8. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Ёмкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Процессы установления тока при зарядке и разрядке конденсатора (RC-контур).
9. Взаимная энергия системы зарядов. Энергия плоского конденсатора. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии.
10. Постоянный ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в неограниченных средах.
11. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Закон Био и Савара. Сила Лоренца. Сила Ампера. Теорема Гаусса для магнитного поля.

12. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме в интегральном и дифференциальном виде. Применение теоремы о циркуляции к расчёту магнитных полей бесконечного прямого провода, длинного соленоида, тороидальной катушки. Магнитное поле витка с током на его оси. Магнитное поле короткого соленоида.
13. Магнитный момент тока. Поле точечного магнитного диполя. Виток с током в магнитном поле: энергия, момент сил, силы, действующие на магнитный момент.
14. Магнитное поле в веществе. Токи проводимости и молекулярные токи. Вектор намагниченности. Магнитная индукция и напряжённость поля. Теорема о циркуляции для магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Преломление магнитных силовых линий.
15. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Пара-, диа- и ферромагнетики. Применение теоремы о циркуляции для расчёта магнитного поля соленоида с магнитным сердечником. Намагничивание длинного и короткого стержня в магнитном поле.
16. Шар из сверхпроводника I-го рода в магнитном поле. Магнитная проницаемость газа сверхпроводящих шариков.
17. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
18. Ускоритель электронов бетатрон.
19. Индуктивность. Индуктивность соленоида и тонкой тороидальной катушки.
20. Взаимная индукция двух катушек на общем сердечнике. Теорема о взаимности.
21. Установление тока в цепях, содержащих индуктивность (LR-контур).
22. Магнитная энергия тока. Энергия магнитного поля соленоида. Магнитная энергия и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Сила “магнитного давления” на обмотку соленоида.
23. Система уравнений Максвелла в интегральном и дифференциальном виде. Материальные уравнения. Граничные условия.
24. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Плоские электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения, соотношение между амплитудами полей в бегущей волне.
25. Вектор Пойнтинга для плоской электромагнитной волны. Интенсивность и давление света.