

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Институт естественных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

Т.Р. Змызгова

2021г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Вступительного экзамена по специальной дисциплине
для поступающих в аспирантуру

Направление 03.06.01 «Физика и астрономия»
направленность «Физика конденсированного состояния»

Курган, 2021

Программа одобрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики и компьютерных методов физики, протокол №7 от 02 февраля 2016 г.

Заведующий кафедрой
теоретической и экспериментальной
физики и компьютерных методов физики



Левченко Е.Ю.

Рабочую программу составил
доцент, канд. ф.-м. наук



Бочегов В.И.

Пояснительная записка

Цель экзамена – определение уровня общей профессиональной подготовки, готовности к научно-исследовательской деятельности в области физика конденсированного состояния.

Программа включает в себя все разделы общего и теоретического курса физики.

При ответе соискатель должен продемонстрировать знание всех фундаментальных физических закономерностей, умение выводить аналитические выражения (уравнений), описывающие физические явления и процессы, знать области их применимости при тех или иных приближениях используемых при выводе .

Экзаменационный билет включает два вопроса из разных разделов физики.

Вопросы выносимые на экзамен

1. Задачи механики, разделы механики. Основные понятия кинематики, относительность движения, системы отсчета, материальная точка, закон движения, траектория движения. Способы описания движения, понятие естественной координаты, единичного вектора касательной, радиуса - вектора. Связь между различными способами описания движения.
2. Кинематические характеристики движения: перемещение, скорость, ускорение м.т. Нормальное и тангенциальное ускорения, их величина и направление.
3. Движение точки по окружности, угловая координата, угловое ускорение. Их направление и связь с линейными кинематическими характеристиками
4. Взаимодействие тел, сила, свойства сил. Понятие свободных тел; инерциальные с.о., 1 закон Ньютона. Понятие массы тел, ее свойства. 2 и 3 законы Ньютона, их экспериментальный характер и граница применимости
5. Понятие СМТ, внутренние и внешние силы. Полный импульс СМТ. Теорема об его изменении и сохранении. Центр масс СМТ, теорема о движении центра масс СМТ.
6. Понятие элементарной работы и работы на конечном перемещении, понятие мощности силы, кинетической энергии м.т. Теорема об изменении кинетической энергии.
7. Потенциальные поля, консервативные силы, кинетическая энергия СМТ. Теорема Кенига. Полная энергия СМТ. Закон изменения и сохранения полной энергии СМТ.
8. Понятие момента импульса, момента инерции м.т. Понятие момента силы. Теорема об изменении момента импульса м.т. Теорема об изменении момента импульса СМТ.
9. Понятие твердое тело как СМТ. Поступательное и вращательное движение т. т. Формула скоростей т.т. Движение т.т. с двумя неподвижными точками. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции т.т.
10. Движение т.т. в отсутствие связей. Кинетическая энергия т.т. Закон изменения и сохранения полной энергии т.т. Равновесие т.т.
11. Силы инерции. Теорема Кориолиса, сила Кориолиса. Проявление силы Кориолиса на Земле.
12. Уравнение упругих колебаний. Решение уравнения упругого колебания. Гармонические колебания. Понятие периода колебаний, циклической и круговой частоты. Сложение колебаний, биения, фигуры Лиссажу. Энергия колебаний.
13. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухающих колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс.

14. Связанные системы. Волны. Процесс распространения волны. Продольные и поперечные волны. Фазовая скорость волны, длина волны, уравнение волны.
15. Волны в упругих средах, фронт волны, волновое уравнение. Энергия волны, вектор Умова.
16. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца, относительность временных и пространственных промежутков.
17. Релятивистская энергия частицы. Полная энергия, кинетическая энергия, энергия покоя. Релятивистская функция Гамильтона.
18. Теорема Гаусса для электростатического поля. Напряженность поля заряженной плоскости, равномерно заряженного шара (по выбору).
19. Независимость работы электростатических сил от формы пути. Потенциал. Связь напряженности и потенциала. Методы измерения разности потенциалов.
20. Проводники в электростатическом поле. Распределение свободного заряда на поверхности проводника, потенциал проводника. Напряженность поля вблизи поверхности проводника.
21. Энергия электростатического поля (через характеристики поля и через характеристики источников поля).
22. Сила и плотность электрического тока. Закон Ома для однородного участка цепи в дифференциальной и интегральной форме. Поле сторонних сил, электродвижущая сила. Обобщенный закон Ома в дифференциальной и интегральной форме. Превращение энергии в цепи постоянного тока.
23. Классическая теория металлов (Друде) и ее затруднения. Применение статистики Ферми к электронам в металле. Распределение электронов по энергии. Теплоемкость электронного газа.
24. Классическая теория металлов и ее затруднения (теплоемкость металлов, закон Видемана-Франца, температурная зависимость электропроводности). Теория энергетических зон и различия между проводниками и изоляторами.
25. Зонная структура полупроводников. Собственная проводимость. Примесная проводимость. P - n переход.
26. Полупроводниковые приборы: термисторы, фотосопротивления, диоды, транзисторы, фотоэлементы, полупроводниковые лазеры.
27. Магнитное поле электрического тока. Вихревой характер магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа и его обобщение Максвеллом (связь вихревого магнитного поля с токами проводимости и смещения).
28. Сила Лоренца. Уравнение движения заряженной частицы в скрещенных и параллельных электрическом и магнитном полях.
29. Открытие Фарадеем электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его обобщение Максвеллом.

Уравнение Максвелла, связывающее напряженность вихревого электрического поля с переменным магнитным полем.

30. Намагничивание среды. Магнитные моменты атомов. Вектор намагничения. Классификация магнетиков по величине магнитной проницаемости. Понятие о природе диа-, пара- и ферромагнетизме. Кривые намагничения магнетиков.

31. Получение переменного тока. ЭДС генератора. Эффективные значения силы тока и напряжения. Векторные диаграммы. Полное сопротивление цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока Коэффициент мощности.

32. Колебательный контур. Свободные, затухающие колебания. Уравнение колебаний. Характеристики колебательных процессов (период, логарифмический декремент, коэффициент затухания).

33. Система уравнений Максвелла в вакууме для области пространства, удаленной от зарядов и токов, создающих поле. Решение волнового уравнения в виде плоских линейно - поляризованных волн. Поперечность электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме и среде. Энергия электромагнитных волн, вектор Умова-Пойтинга. Электромагнитная природа света.

34. Термодинамические системы. Параметры термодинамической системы. Уравнение состояния. Внутренняя энергия системы. Механическая работа и теплота. Закон сохранения энергии термодинамической системы (первое начало термодинамики). Теплоемкость газа при изохорическом и изобарическом процессах.

35. Тепловые машины. Формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Цикл Карно и теорема Карно. Понятие о термодинамической шкале температуры. Понятие об энтропии. Необратимые процессы. Неравенство Клаузиуса.

36. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа. Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса, изотермы Ван-дер-Ваальса. Распадение системы на две фазы (пар и жидкость) и изотермы Эндрюса. Критическое состояние, критические параметры.

37. Распределение Максвелла по скоростям молекул. Средне квадратичная, средне арифметическая и наиболее вероятные скорости молекул. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Опыт Перрена по определению числа Авогадро.

38. Понятие когерентности. Явление интерференции. Методы наблюдения интерференции в оптике (метод Юнга, кольца Ньютона). Интерференция в тонких пленках. Интерферометры и их применение.

39. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на щели. Дифракционная решетка и ее применение.

40. Влияние дифракции на разрешающую способность оптических приборов. Дифракция рентгеновских лучей и рентгеноструктурный анализ.
41. Равновесное тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела (законы Стефана-Больцмана и Вина; распределение Планка). Оптическая пирометрия.
42. Индуцированное излучение. Инверсия заселенностей («отрицательная температура») и метод ее получения. Устройство и применение лазеров.
43. Квантовый характер процессов излучения. Экспериментальные законы фотоэффекта. Затруднения классической теории при их объяснении. Закон Эйнштейна для фотоэффекта.
44. Соотношение неопределенностей. Гипотеза де Бройля. Опыт Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов на двух щелях. Волновая функция и ее физический смысл.
45. Волновая функция и энергетический спектр свободно движущейся частицы. Стационарное уравнение Шредингера для частиц в одномерной потенциальной яме с непроницаемыми стенками (граничные условия, волновая функция, энергетический спектр).
46. Уравнение Шредингера для атома водорода. Решение уравнения Шредингера для атома водорода (анализ решения). Квантовые числа. Энергетический спектр атома водорода.
47. Периодическая система элементов Менделеева. Строение периодической системы. Объяснение периодической системы на основе квантовой теории. Принцип Паули. Правило Хунда.
48. Экспериментальное доказательство существования ядра. Электрический заряд и масса ядра, их экспериментальное определение. Состав ядра. Изотопы и изобары. Энергия связи, дефект массы, устойчивость ядра.
49. Природа ядерных сил. Стабильные и нестабильные ядра. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула энергии связи ядра.
50. Радиоактивность и закономерность ядерного распада. Правила смещения и радиоактивные семейства. Альфа-распад. Бета-распад. Нейтрино. Искусственная радиоактивность.
51. Понятие ядерной реакции, символика. Деление тяжелых ядер. Выделение энергии при слиянии легких ядер. Термоядерные реакции. Ядерная энергетика
52. Современная классификация частиц. Группы частиц и их представители. Античастицы. Превращение частиц. Понятие о кварках.

Основная литература

1. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т. 1 . 2 . 3 . 4. М, 2003.
2. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т. 1 . 2 . 3 . 4.. М.; Физматлит, 2002г.
3. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т1, Т2.- М.: изд. Физико-математической литературы, 1974.
4. Бонч – Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников, М. Наука, 1977.

Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Статистическая физика. М., Наука, 1976.
2. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Квантовая механика. М., Наука, 1976.
3. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Квантовая электродинамика. М., Наука, 1976.