

ПРОГРАММА
вступительного испытания по специальной дисциплине
«Общая физика»
по научным специальностям
1.3.8. Физика конденсированного состояния, 1.3.9. Физика плазмы

Структура вступительного экзамена

Вступительное испытание в аспирантуру по специальной дисциплине - вступительный экзамен - проводится в очной форме и состоит из устного ответа на вопросы.

В ходе обсуждения поступающему могут быть заданы вопросы из всех разделов дисциплины «Общая физика».

Содержание вступительного экзамена

1. Физические основы механики

1. Кинетика. Перемещение точки. Векторы и скаляры. Некоторые сведения о векторах. Скорость. Вычисление пройденного пути. Равномерное движение. Проекция вектора скорости на координатные оси. Ускорение. Прямолинейное равнопеременное движение. Ускорение при криволинейном движении. Кинематика вращательного движения. Связь между векторами \mathbf{V} и ω .

2. Динамика материальной точки. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Единицы измерения и размерности физических величин. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Свободное падение тел. Масса и вес. Силы трения. Силы, действующие при криволинейном движении. Движение тела с переменной массой. Импульс силы. Количество движения. Закон сохранения количества движения.

3. Работа и энергия. Работа. Мощность. Потенциальное поле сил. Силы консервативные и неконсервативные. Энергия. Закон сохранения энергии. Связь между потенциальной энергией и силой. Условия равновесия механической системы. Центральный удар шаров.

4. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежные силы инерции. Силы Кориолиса.

5. Механика твердого тела. Движение твердого тела. Движение центра инерции твердого тела. Вращение твердого тела. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Кинетическая энергия твердого тела. Момент количества движения материальной точки. Момент количества движения твердого тела. Закон сохранения момента количества движения. Свободные оси. Главные оси инерции. Гироскопы. Упругие деформации твердого тела. Закон Гука.

6. Всемирное тяготение. Закон всемирного тяготения. Зависимость ускорения силы тяжести от широты местности. Масса инертная и масса гравитационная. Законы Кеплера. Космические скорости.

7. Статистика жидкостей и газов. Давление. Распределение давления в покоящихся жидкости и газе. Выталкивающая сила.

8. Гидродинамика. Линии и трубки тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Измерение давления в текущей жидкости. Применение к движению жидкости закона сохранения количества движения. Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течение. Движение тел в жидкостях и газах. Понятие о подъемной силе и силе сопротивления.

2. Колебания и волны.

9. Колебательное движение. Общие сведения о колебаниях. Гармонические колебания. Энергия гармонического колебания. Гармонический осциллятор. Малые колебания системы вблизи положения равновесия. Математический маятник. Физический маятник. Представление гармонического колебания с помощью вектора амплитуды. Сложение колебаний одинакового направления. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс. Колебания связанных осцилляторов.

10. Волны. Распространение волны в упругой среде. Плоская и сферическая волны. Уравнение плоской волны. Энергия упругой волны. Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Колебания струны. Звуковые волны. Скорость звуковых волн в газах, эффект Доплера. Ультразвук.

§3. Молекулярная физика и термодинамика.

11. Предварительные сведения. Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика. Масса и размеры молекул. Равновесные и неравновесные состояния системы. Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики. Работа, совершаемая телом при изменении его объема. Температура. Уравнение состояния идеального газа.

12. Основы термодинамики. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия обратимых и необратимых машин. КПД цикла Карно для идеального газа. Термодинамическая шкала температур. Приведённое количества тепла. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Свойства энтропии. Теорема Нернста. Энтропия и вероятность.

13. Элементарная кинетическая теория газов. Уравнение кинетической теории газов для давления. Учет распределения скоростей молекул по направлениям. Равнораспределение энергии степеням свободы. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа. Уравнение адиабат идеального газа. Политропические процессы. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах. Распределение молекул газа по скоростям. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла. Энтропия идеального газа. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Средняя длина свободного пробега. Явления переноса. Вязкость газа, теплопроводность, диффузия в газах. Ультра разрежённые газы. Эффузия.

14. Реальные газы. Отклонение газов от идеальности. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экспериментальные изотермы. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томпсона. Ожижение газов.

15. Кристаллическое состояние. Отличительные черты кристаллического состояния. Типы кристаллических решёток. Тепловое движение в кристаллах. Теплоёмкость кристаллов.

16. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твёрдого тела. Капиллярные явления.

17. Фазовые равновесия и превращения. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Кристаллическая точка. Уравнение Клапейрона. Тройная точка. Диаграмма состояния. Понятия о фазовых переходах второго рода.

4. Электричество

18. Электрическое поле в вакууме. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Системы единиц. Электрическое поле. Напряженность поля. Суперпозиция полей. Поле диполя. Линии напряженности. Поток вектора напряженности. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.

19. Электрическое поле в диэлектриках. Полярные и неполярные молекулы. Диполь в однородном и неоднородном электрических полях. Поляризация диэлектриков. Описание

поля в диэлектриках. Силы, действующие на заряд в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

20. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов на проводнике. Проводник во внешнем электрическом поле. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

21. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.

22. Постоянный электрический ток. Электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома. Сопротивление проводников. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Коэффициент полезного действия источника тока.

23. Магнитное поле в вакууме. Взаимодействие токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара. Поле движущегося заряда. Поля прямого и кругового токов. Циркуляция вектора \mathbf{B} . Поле соленоида и тороида.

24. Действие магнитного поля на токи и заряды. Сила. Действующая на ток в магнитном поле. Закон Ампера. Силы Лоренца. Контур с током в магнитном поле. Работа, совершаемая при перемещении тока в магнитном поле.

25. Магнетики. Описание поля в магнетиках. Классификация магнетиков. Магнитомеханические явления. Магнитные моменты атомов и молекул. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

26. Электромагнитная индукция. Явления электромагнитной индукции. Электродвижущая сила индукции. Методы измерения магнитной индукции. Токи Фуко. Явления самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция. Работа перемагничивания ферромагнетика.

27. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Отклонение движущихся заряженных частиц электрическими и магнитными полями. Определение заряда и массы электрона. Определение удельного заряда положительных ионов. Масс-спектрографы. Циклотрон.

28. Электрический ток в металлах и полупроводниках. Природа носителей тока в металлах. Элементарная классическая теория металлов. Понятие о квантовой теории металлов. Полупроводники. Эффект Холла. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Взрывная электронная эмиссия. Полупроводниковые диоды и триоды. Фотоэмиссия.

29. Ток в электролитах. Диссоциация молекул в растворах. Электролиз. Законы Фарадея. Электролитическая проводимость.

30. Электрический ток в газах. Виды газового разряда. Несамостоятельный газовый разряд. Ионизационные камеры и счетчики. Процессы, приводящие к появлению носителей тока при самостоятельном разряде. Газоразрядная плазма. Глеющий, дуговой, искровой и коронный разряды.

31. Переменный ток. Квазистационарные токи. Переменный ток, текущий через индуктивность. Переменный ток, текущий через емкость. Цепь переменного тока, содержащая емкость, индуктивность и сопротивление. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.

32. Электрические колебания. Свободные колебания в контуре без активного сопротивления. Свободные затухающие колебания. Вынужденные электрические колебания. Получение затухающих колебаний.

33. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Бетатрон. Ток смещения. Электромагнитное поле. Описание свойств векторных полей. Уравнения Максвелла в вакууме и в материальных средах.

34. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. Экспериментальное исследование электромагнитных волн. Энергия электромагнитного поля. Импульс и давление электромагнитного поля. Излучение диполя. Скин-эффект.

5. Оптика.

35. Основные законы оптики. Принцип Ферма. Скорость света. Световой поток. Фотометрические величины и их единицы. Фотометрия.
36. Геометрическая оптика. Основные понятия и определения. Центрированная оптическая система. Сложение оптических систем. Преломление на сферической поверхности. Линза. Погрешности оптических форм. Оптические приборы. Светосила объектива.
37. Интерференция света. Световая волна. Интерференция световых волн. Способы наблюдения интерференции света. Интерференция света при отражении от тонких пластинок. Применения интерференции света.
38. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Разрешающая сила объектива.
39. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Интерференция поляризованных лучей. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами. Искусственное двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации.
40. Оптика движущихся сред и теория относительности. Опыт Физо и опыт Майкельсона. Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Интервал. Сложение скоростей. Эффект Доплера и абберация. Релятивистская динамика.
41. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Групповая скорость. Элементарная теория дисперсии. Поглощение света. Рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова.
42. Тепловое излучение. Тепловое излучение и люминесценция. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка. Оптическая пирометрия
43. Фотоны. Тормозное рентгеновское излучение. Фотоэффект. Фотоны. Эффект Комптона.

6. Атомная физика.

44. Боровская теория атома. Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию α - частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная боровская теория водородного атома.
45. Квантово-механическая теория водородного атома. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства вещества. Уравнение Шредингера. Квантово-механическое описание движения микрочастиц. Нулевая энергия и нулевые колебания. Свойства волновой функции. Квантование. Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Атомы водорода.
46. Многоэлектронные атомы. Спектры щелочных металлов. Нормальный эффект Зеемана. Мультиплетность спектров и спин электрона. Момент количества движения в квантовой механике. Результирующий момент многоэлектронного атома. Аномальный эффект Зеемана. Распределение электронов в атоме по энергетическим уровням. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры. Ширина спектральных линий.
47. Молекулы и кристаллы. Энергия молекулы. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Теплоемкость кристаллов. Эффект Мёссбауэра. Лазеры.

7. Физика атомного ядра и элементарных частиц.

48. Атомное ядро. Состав и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил. Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. Термоядерные реакции.
49. Космические лучи. Методы наблюдения элементарных частиц.

50. Классификация элементарных частиц и виды взаимодействий. Частицы и античастицы. Изотопический спин. Странные частицы. Не сохранение четности в слабых взаимодействиях. Нейтрино. Систематика элементарных частиц.

ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Вопрос 1. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твёрдого тела. Капиллярные явления.

Вопрос 2. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Бетатрон. Ток смещения. Электромагнитное поле. Описание свойств векторных полей. Уравнения Максвелла в вакууме и в материальных средах.

Вопрос 3. Молекулы и кристаллы. Энергия молекулы. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Теплоемкость кристаллов. Эффект Мёссбауэра. Лазеры.

Основная литература

1. Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин., Курс общей физики. В 3 кн. Кн.1. Механика. М.: Юрайт Издательство ООО, 2013 - 352с.
2. Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин., Курс общей физики. В 3 кн. Кн.2. Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. М.: Юрайт Издательство ООО, 2013 - 438с.
3. Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин., Курс общей физики. В 3 кн. Кн.3. Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. М.: Юрайт Издательство ООО, 2013 - 369с.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики (в 5 томах) Том I "Механика", Москва, "Физматлит", 2010г. – 560с.
5. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том II. "Термодинамика и молекулярная физика". Москва, "Физматлит", 2011г. – 543с.
6. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том III. "Электричество". Москва, "Физматлит", 2004 г. – 654с.
7. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том IV. "Оптика". Москва, "Физматлит", 2004г – 792с.
8. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том V. "Атомная и ядерная физика". Москва, "Физматлит", 2008г – 782с.
9. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. I, Механика. Молекулярная физика и термодинамика, М.: Кнорус, 2012г. - 521с.
10. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. II, Электричество и магнетизм. Волны. Оптика, М.: Кнорус, 2012г. - 570с.
11. И.В. Савельев. Курс общей физики, Т. III, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, М.: Кнорус, 2012г.- 359с.
12. О.С. Литвинов, В.С. Горелик. Электромагнитные волны и оптика. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 449с.
13. Г.А. Месяц Врывная электронная эмиссия. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 280 с.
14. Ю.М. Ципенюк Нулевая энергия и нулевые колебания. УФН 2012, т.182, №8, стр.855-867.

Дополнительная литература

1. Э. Парселл. Берклеевский курс физики. Электричество и магнетизм. СПб.: Лань, 2005г. - 420 с.

2. И.Е. Тамм. Основы теории электричества., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 615 с.
3. С.Г.Калашников. Электричество. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 624 с.
4. И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.