

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих на обучение
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»
направленность «Теоретическая физика»

1. Общие положения

Программа вступительных испытаний составлена на основании требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Вступительное испытание проводится в устной форме (собеседование) по билетам. Билет содержит 4 вопроса. Время на подготовку ответов 60 минут.

2. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям для поступающих на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» направленность «Теоретическая физика»

1. Механика

1. Кинематика материальной точки.
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.
3. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
4. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.
5. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
6. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера.
7. Вариационный принцип Гамильтона.
8. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания.
9. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.
10. Уравнения Гамильтона-Якоби.
11. Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга, сдвига. Коэффициент Пуассона.
12. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.
13. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.

14. Волны в сплошной среде. Характеристики акустических волн.

Литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М., Высшая школа, 1986.
2. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М. Изд-во МГУ, 1978.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М., Наука 1988.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., Наука, 1988.
5. Петкевич В.В. Теоретическая механика. М., Наука, 1981.

2. Молекулярная физика и статистическая механика

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.
2. Первое начало термодинамики. Циклические процессы.
3. Второе начало термодинамики.
4. Энтропия термодинамической системы. Термодинамические потенциалы.
5. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.
6. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. 7. Канонические распределения.
8. Идеальные бозе- и ферми- газы. Равновесное излучение.
9. Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.
10. Теория флуктуаций. Броуновское движение.
11. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
12. Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов.
13. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия устойчивости и равновесия.
14. Явления переноса.
15. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме.
16. Плазменное состояние вещества. Уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

Литература

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М., Наука, 1976.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.2. М., Наука, 1990.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М., Высшая школа, 1987.
4. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М., Изд-во МГУ, 1991.
5. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М., Изд-во МГУ, 1987.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, ч.1. М., Наука, 1976.

3. Электродинамика и оптика

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.

2. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.
3. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
4. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
5. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.
6. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их пространственная и временная дисперсия.
7. Диэлектрики, магнетики, проводники, сверхпроводники и их электромагнитные свойства.
8. Квазистационарное приближение. Скин-эффект.
9. Основы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
10. Эффект Черенкова. Циклотронное и синхротронное излучение.
11. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
12. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
13. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения.
14. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.
15. Дисперсия и поглощение света. Отражение и преломление на границах двух сред. Рассеяние света. Формула Рэлея.
16. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.
17. Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

Литература

1. Александров А.Ф., Рухадзе А.А. Основы электродинамики плазмы. Изд.2. М.: Высшая школа, 1988.
2. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., Изд-во МГУ, 1998.
3. Денисов В.И. Введение в электродинамику материальных сред. М., Изд-во МГУ, 1989.
4. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теория поля. М., Наука, 1973.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. М., 1976.
6. Тамм И.Е. Основы теории электричества
7. Белов М.М., Румянцев В.В., Гоптыгин И.Н. Классическая электродинамика. М., Наука, 1985.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1982.
9. Унарлов В.А. Специальная теория относительности. М., Наука, 1969.

4. Атомная физика и квантовая механика

1. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.

2. Атом водорода по Бору.
3. Основные постулаты квантовой механики. Волновая функция, матрица плотности.
4. Принцип неопределенности
5. Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гайзенберга и Шредингера. Стационарные состояния.
6. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
7. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
8. Угловой момент. Сложение моментов.
9. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.
10. Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождений. Эффекты Зеемана и Штарка.
11. Уравнение Дирака.
12. Системы тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
13. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация. Терм. Тонкая структура терма.
14. Нестационарная теория возмущений. Золотое правило Ферми.
15. Вторичное квантование свободного электромагнитного поля. Взаимодействие атома с квантованным полем излучения.
16. Теория упругого рассеяния. Борновское приближение.
17. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М., Физматгиз, 1974.
2. Давыдов А.С. Квантовая механика. М., Физматгиз, 1973.
3. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.Ч. Квантовая механика. М., Наука, 1979.
4. Соколов А.А., Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика. М., Просвещение, 1970.
5. Елютин П.В., Кривченков В.Д. Квантовая механика. М., Наука, 1976.
6. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.1,2. М., Наука, 1974.
7. Сивухин Д.В. Курс общей физики, т.5, часть 1. М., Наука, 1988.

5. Физика атомного ядра и частиц

1. Основные характеристики атомных ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний.
2. Радиоактивность.
3. Деление и синтез ядер. Ядерная энергия. Реакторы.
4. Модели атомных ядер.

5. Гамма-излучение ядер. Эффект Мессбауэра.
6. Ядерные силы и их свойства.
7. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы – лептоны и кварки. Античастицы.
8. Электромагнитное взаимодействие.
9. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны.
10. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино.
11. Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий.
12. Принципы и методы ускорения заряженных частиц.
13. Методы детектирования частиц.

Литература

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика, т.1,2. М., Энергоатомиздат, 1993.
2. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. (учебное пособие под ред. Ишханова Б.С.). М., Изд-во МГУ, 1994.
3. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М., Изд-во МГУ, 2000.
4. Ракобольская И.В. Ядерная физика. М., Изд-во МГУ, 1981.
5. Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика. М., Мир, 1979.

4. Критерии оценивания

4.1. Шкала оценивания

Вопросы билета аналогичны приведённым в перечне вопросов для подготовки к поступлению на соответствующую программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (см. п. 2). Максимальная оценка, которую можно получить за каждый вопрос 25 баллов. Таким образом, максимальная оценка, которую может получить абитуриент, при прохождении вступительных испытаний по сумме четырёх вопросов билета составляет 100 баллов.

4.2. Критерии оценивания ответов

Критерии	Количество баллов
Ответ полный, четкий и аргументированный	18-25
Ответ недостаточно полный, часть ответа недостаточно аргументирована	10-17
Ответ неполный, расплывчатый, отсутствуют основные положения и аргументы	1-9
Ответ неправильный	0