УТВЕРЖДАЮ
Председатель Приемной комиссии УлГУ

_____ Б.М.Костишко
«14» 06 2017 г.

ПРОГРАММА
вступительных испытаний
для поступающих на обучение по программе магистратуры
по направлению 03.04.02 - физика

Сведения о разработчиках:

ФИО	**Аббревиатура кафедры**	**Ученая степень, звание**
Сабитов Олег Юрьевич	РФЭ	д. физ.-мат. н., доцент

1. Общие положения

Программа разработана для проведения вступительных испытаний для поступающих на обучение по программе магистратуры по направлению 03.04.02 - физика и содержит следующие разделы:

Механика. Элементы кинематики. Системы отсчета, траектория, длина пути, угловая скорость, угловое ускорение Закон всемирного тяготения. Поле тяготения, напряженность. Работа в поле тяготения, потенциал. Преобразования Галилея. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца, следствия из них. Работа и энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Диаграмма потенциальной энергии. Механика твердого тела. Тензор инерции. Кинетическая энергия вращения. Момент силы. Момент инерции. Элементы механики жидкости. Давление в жидкости и газе. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него. Вязкость. Движение тел в жидкостях и газах. Динамика материальной точки и поступательное движение твердого тела. Законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса

Колебания и волны: Волновые уравнения. Плоские волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Упругая и пластическая деформация. Скольжение, механическое двойникование, сдвиг. Дислокации (линейные, винтовые). Преодоление препятствий дислокациями. Гармонические колебания (механические, свободные, их скольжение). Дифференциальное уравнение свободных затухающих и вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Групповая скорость. Волновое уравнение.

Молекулярная физика и термодинамика: Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории. Среднее число столкновений и средняя длина пробега Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Изопроцессы, адиабатический процесс.Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее свойства. Второе начало термодинамики. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоёмкости твёрдых тел по Эйнштейну. Теория Дебая.

Физика твердого тела: Кристаллическая решетка (индексы узлов, направления, плоскости). Моно- и поликристаллические твердые тела. Дефекты в кристаллах. Подвижность носителей в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость. Эффект Холла. Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми в собственных и примесных полупроводниках. Концентрация носителей тока в полупроводниках. Энергетические зоны, внутренняя структура энергетических зон кристалла. Движение электрона в периодическом поле кристалла под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона. Понятие о дырках. Заполнение зон электронами. Квантовые свойства твердых тел. Энергетический спектр электронов в кристаллической решетке. Адиабатическое и одноэлектронное приближения. Приближение свободных электронов. Спектр энергий электронов. Поверхность и энергия Ферми. Плотность состояний. Многоэлектронные атомы. Общие принципы описания многоэлектронного атома. Принцип Паули. Классификация электронных состояний. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Периодическая система элементов.

Электродинамика. Принцип суперпозиции электростатических полей. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Проводники в электростатическом поле. Электрическая емкость уединенного полупроводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника конденсатора. Энергия электростатического поля. Электродвижущая сила. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность.

Напряженность поля в диэлектриках. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. Электропроводность металлов (классическая, квантовая). Сверхпроводимость. Напряжение. Закон Ома для однородного участка и замкнутой цепи. Работа и мощность тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Поток вектора индукции магнитного поля через замкнутую поверхность. Циркуляция вектора индукции магнитного поля в вакууме. Магнитная постоянная. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнение Максвелла для электромагнитного поля. Магнитные моменты электронов и атомов. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея и его вывод из закона сохранения энергии. Индуктивность контура, самоиндукция. Энергия магнитного поля.

Оптика: Естественный и поляризованный свет. Угол Брюстера. Анализ поляризованного света. Эффект Керра. Эффект Фарадея (вращение плоскости поляризации). Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция. Методы наблюдения интерференции. Интерференция света в тонких пленках. Интерференция волн. Стоячие волны. дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на отверстии или диске. Дифракция Фраунгофера на щели или решетке. Пространственная решетка. Рассеяние света. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брегга. Разрешающая способность. Дисперсия света, электронная теория дисперсии

Квантовая физика: Волновые свойства микрочастиц. Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Энергия свободной частицы. Прохождение частицы через потенциальный барьер, движение частиц в потенциальном ящике. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Формулы Релея-Джинса и Планка. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Масса и импульс фотона, давление света.

Физика атомного ядра и элементарных частиц: Свойства атомных ядер. Заряд ядер. Размер ядер. Массы ядер. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи и ее зависимость от атомного номера. Стабильные и радиоактивные ядра. Спин и магнитный момент ядер. Радиоактивность. Виды распадов. Закон радиоактивного распада. Активность. Альфа распад. Спектры α-частиц. Теория α- распада. Бета-распад. Спектры β-частиц. Экспериментальные доказательства существования нейтрино. Гамма-излучение ядер. Правила отбора и мультипольность излучения. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия электронов. Космические лучи. Первичное космическое излучение. Прохождение космического излучения через атмосферу. Вторичное космическое излучение. Радиационные пояса Земли. Происхождение космических лучей. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Модель ядерных оболочек. Обобщенная модель ядра. Основные характеристики элементарных частиц. Масса. Электрический заряд. Магнитный момент. Спин. Время жизни. Барионный заряд. Сохранение электрического и барионного заряда. Классификация частиц. Мультиплеты и супермультиплеты. Кварковая модель адронов. Античастицы. Строение атома. Опыты Резерфорда. Ядро. Планетарная модель атома. Сериальные закономерности в спектре атома водорода. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца. Частица в центрально-симметричном поле. Атом водорода. Уровни энергии в спектре излучения атома водорода. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона.

2. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям для поступающих на обучение по программе магистратуры по направлению 03.04.02 - физика

1. Закон всемирного тяготения. Поле тяготения, напряженность. Работа в поле тяготения, потенциал.
2. Кристаллическая решетка (индексы узлов, направления, плоскости). Моно- и поликристаллические твердые тела. Дефекты в кристаллах.
3. Преобразования Галилея. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца, следствия из них.
4. Волновые уравнения. Плоские волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга.
5. Подвижность носителей в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость. Эффект Холла.
6. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
7. Естественный и поляризованный свет. Угол Брюстера. Анализ поляризованного света. Эффект Керра. Эффект Фарадея (вращение плоскости поляризации).
8. Прохождение частицы через потенциальный барьер, движение частиц в потенциальном ящике.
9. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Формулы Релея-Джинса и Планка.
10. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее свойства. Второе начало термодинамики.
11. Магнитные моменты электронов и атомов. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков.
12. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории. Среднее число столкновений и средняя длина пробега.
13. Волновые свойства микрочастиц. Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Энергия свободной частицы.
14. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнение Максвелла для электромагнитного поля.
15. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Изопроцессы, адиабатический процесс.
16. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция. Методы наблюдения интерференции. Интерференция света в тонких пленках.
17. Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми в собственных и примесных полупроводниках. Концентрация носителей тока в полупроводниках.
18. Электродвижущая сила. Напряжение. Закон Ома для однородного участка и замкнутой цепи. Работа и мощность тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
19. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Магнитная постоянная.
20. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на отверстии или диске. Дифракция Фраунгофера на щели или решетке.
21. Упругая и пластическая деформация. Скольжение, механическое двойникование, сдвиг. Дислокации (линейные, винтовые). Преодоление препятствий дислокациями.
22. Проводники в электростатическом поле. Электрическая емкость уединенного полупроводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника конденсатора. Энергия электростатического поля.
23. Пространственная решетка. Рассеяние света. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брегга. Разрешающая способность.
24. Гармонические колебания (механические, свободные, их скольжение). Дифференциальное уравнение свободных затухающих и вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

25. Принцип суперпозиции электростатических полей. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
26. Электропроводность металлов (классическая, квантовая). Сверхпроводимость.
27. Интерференция волн. Стоячие волны.
28. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея и его вывод из закона сохранения энергии. Индуктивность контура, самоиндукция. Энергия магнитного поля.
29. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Поток вектора индукции магнитного поля через замкнутую поверхность. Циркуляция вектора индукции магнитного поля в вакууме.
30. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Масса и импульс фотона, давление света.
31. Энергетические зоны, внутренняя структура энергетических зон кристалла. Движение электрона в периодическом поле кристалла под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона. Понятие о дырках. Заполнение зон электронами.
32. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектриках. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред.
33. Работа и энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Диаграмма потенциальной энергии.
34. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Групповая скорость. Волновое уравнение.
35. Механика твердого тела. Тензор инерции. Кинетическая энергия вращения. Момент силы. Момент инерции.
36. Дисперсия света, электронная теория дисперсии.
37. Элементы механики жидкости. Давление в жидкости и газе. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него. Вязкость. Движение тел в жидкостях и газах.
38. Молекулы. Химическая связь (ковалентная, металлическая и ионная). Валентность. Энергетические уровни двухатомной молекулы. Общие представления о колебательном и вращательном движении атомов в молекулах. Спектры двухатомных молекул.
39. Квантовые свойства твердых тел. Энергетический спектр электронов в кристаллической решетке. Адиабатическое и одноэлектронное приближения. Приближение свободных электронов. Спектр энергий электронов. Поверхность и энергия Ферми. Плотность состояний
40. Многоэлектронные атомы. Общие принципы описания многоэлектронного атома. Принцип Паули. Классификация электронных состояний. Атомные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация. Периодическая система элементов.
41. Динамика материальной точки и поступательное движение твердого тела. Законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса
42. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Квантовая теория теплоёмкости твёрдых тел по Эйнштейну. Теория Дебая.
43. Отличие квантовой статистики от классической. Электронный газ. Функция распределения Ферми-Дирака.
44. Распределение электронов по энергиям, по компонентам импульса, по импульсам. Вырожденный электронный газ. Теплоемкость электронного газа.
45. Свойства атомных ядер. Заряд ядер. Размер ядер. Массы ядер. Энергия связи и устойчивость ядер. Удельная энергия связи и ее зависимость от атомного номера. Стабильные и радиоактивные ядра. Спин и магнитный момент ядер.
46. Радиоактивность. Виды распадов. Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность.
47. Альфа распад. Спектры α-частиц. Теория α- распада. Туннельный эффект
48. Бета-распад. Спектры β-частиц. Экспериментальные доказательства существования нейтрино.
49. Гамма-излучение ядер. Правила отбора и мультипольность излучения. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия электронов.

50. Космические лучи. Первичное космическое излучение. Прохождение космического излучения через атмосферу. Вторичное космическое излучение. Радиационные пояса Земли. Происхождение космических лучей.
51. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Модель ядерных оболочек. Обобщенная модель ядра.
52. Основные характеристики элементарных частиц. Масса. Электрический заряд. Магнитный момент. Спин. Время жизни. Барионный заряд. Сохранение электрического и барионного заряда. Классификация частиц. Мультиплеты и супермультиплеты. Кварковая модель адронов. Античастицы.
53. Строение атома. Опыты Резерфорда. Ядро. Планетарная модель атома. Сериальные закономерности в спектре атома водорода. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца.
54. Частица в центрально-симметричном поле. Атом водорода. Уровни энергии в спектре излучения атома водорода
55. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона.
56. Элементы кинематики. Системы отсчета, траектория, длина пути, угловая скорость, угловое ускорение.

Список рекомендуемой литературы

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 3 т М.: Изд-во «Наука»
3. Матвеев А. Н. Курс общей физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т М.: Высш. Шк.

Председатель предметной комиссии _____