

Федеральное агентство научных организаций России  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики металлов имени М.Н. Михеева  
Уральского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института,  
академик РАН

\_\_\_\_\_ В.В. Устинов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

ПРОГРАММА  
вступительного экзамена в аспирантуру  
по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»

Утверждено на заседании Ученого  
совета ИФМ УрО РАН.  
Протокол от 18.03.2015 № 4.

Екатеринбург 2015

ПРОГРАММА КУРСА «ОБЩАЯ ФИЗИКА»  
ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ В АСПИРАНТУРУ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА И СТАТИКА

1. Тепловое движение, его особенности. Основы кинетической теории идеальных газов. Экспериментальные методы исследования скоростей газовых молекул.
2. Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел.
3. Средняя длина свободного пробега газовых молекул. Явление переноса в газах (диффузия, внутреннее трение, теплопроводность).
4. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Испарение и конденсация. Критическое состояние.
5. Молекулярно-кинетическая теория жидкости. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия, смачиваемость, краевой угол. Перегретая жидкость. Перенасыщенный пар.
6. Строение кристаллических и аморфных тел. Кристаллизация. Переохлажденные жидкости. Плавление и сублимация, тройная точка. Диаграмма состояния.
7. Растворы, особенности процессов их затвердевания и кипения. Явление осмоса. Растворы поверхностно-активных веществ. Твердые растворы.
8. Упруго-напряженное состояние твердых тел. Хрупкость и пластичность. Прочность реальных твердых тел, опыт Иоффе.
9. Первое начало термодинамики. Изопрцессы. Уравнение Пуассона.
10. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия, статистический смысл её. Свободная энергия, термодинамический потенциал.
11. Фазовые переходы первого рода. Фазовые переходы второго рода. Формула Клайперона-Клаузиуса. Формула Лапласа для зависимости упругости насыщенного пара от кривизны поверхности соприкасающейся с ней жидкости.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

12. Электрическое поле. Теорема Гаусса-Остроградского. Электростатический потенциал. Энергия электрического поля. Диэлектрическая постоянная. Электронная теория диэлектриков с твердыми и квазиупругими диполями.
13. Поляризация диэлектриков в электрическом поле.
14. Электрические свойства металлов. Опыты Толмена. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила, явление Пельтье. Термоэлектронная эмиссия.
15. Закона Ома, Джоуля-Ленца, Видемана-Франца, явление Холла и причины расхождения между этой теорией и экспериментом.
16. Магнитное поле тока. Формула Био-Саварра-Лапласа, ее применение к простейшим случаям. Действие магнитного поля на ток, формула ампера. Эквивалентность токов и магнитов. Пондеромоторное взаимодействие токов.
17. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Теория парамагнетизма по Ланжевону. Опыты Штерна и Герлаха. Основы теории ферромагнетизма.
18. Уравнения Максвелла и их формулировка в применении к задачам электростатики, магнитостатики, квазистационарных и переменных полей. Вектор Умова-Пойнтинга.
19. Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея. Основы теории гальванических элементов и электролиза.

20. Электрический ток в газах и вакууме. Катодные и каналовые лучи. Сила Лоренца. Основы масс-спектрографии.
21. Основные сведения о свойствах электромагнитных волн по областям спектра (радиоволны, видимый свет, рентгеноволны и гамма-лучи). Их главные особенности, условия их возникновения и поглощения.
22. Электромагнитное происхождение массы электрона. Зависимость массы от скорости.). Магнито-механические явления (опыты Эйнштейна и де Гооза, Барнетто).

#### АКУСТИКА И ОПТИКА

23. Природа звука. Распространение и отражение звука. Стоячие волны. Явление Доплера в акустике. Ультразвук и его применение.
24. Опыт Майкельсона. Основные идеи относительности. Явление Доплера для световых волн.
25. Явления связанные с интерференцией света. Когерентность. Интерференционные приборы.
26. Дифракция Гюйнгенса-Френеля. Дифракция от узкой щели. Плоские дифракционные решетки.
27. Дифракция от пространственной решетки. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брегга. Основные метода структурного рентгеновского анализа (метод Лауэ и метод Делая).
28. Поглощение и излучение света. Закон Стефана-Больцмана, Кирхгофа, формула Планка. Кванты света.
29. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы. Вращение плоскости поляризации, естественное и искусственное.

#### ФИЗИКА АТОМА И ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

30. Ядерная модель атома, опыты Резерфорда, Франка и Герца. Строение электронных оболочек атомов(по электронной модели Бора).
31. Фотоэффект в металлах. опыты Иоффе и Добронравова по элементарному фотоэффекту.
32. Основы «старой» квантовой механики теории Бора, её постулаты и правила квантования на примере атома водорода.
33. Рентгеновский Спектр (закон Мозли), теория по Бору. Рентгеновский спектральный анализ.
34. Основа волновой механики. Волновые свойства элементарных частиц. Электронный микроскоп. Электроннографический метод исследования структуры материалов как аналог рентгенографического.
35. Соотношение неопределенностей в современной квантовой механике, интерпретация его на типичных примерах и наблюдениях над элементарными частицами. Негативная и позитивная стороны этого соотношения. Критика идеалистического толкования этого соотношения.
36. Волновое уравнение квантовой механики и его применение в простейших случаях, прохождение частиц через потенциальный барьер, атом водорода.
37. Основы квантовой статистики для симметричных и антисимметричных состояний. Тожественность микрочастиц в системе.
38. Радиоактивность естественная и искусственная. Основные закономерности радиоактивного распада и их связь с таблицей элементов Менделеева. Радиоактивные

семейства. Изотопы, изобары, изомеры элементов. Применение радиоактивных изотопов.

39. Основные сведения об элементарных частицах, образующих ядра атомов, внешнюю оболочку атомов и космические лучи: нейтроны, протоны, электроны, позитроны, мезоны, фотоны, античастицы гипероны (модель атомного ядра по Иваненко).

40. Космические лучи. Процессы образования пар новых частиц и их превращение в излучение.

41. Ядерные и термоядерные реакции. Схема устройства реактора.

42. Применение атомной энергии в народном хозяйстве. Работы по использованию термоядерной энергии.

## МЕХАНИКА

1. Основные законы механики. Пространство и время в физике. Способы измерения протяженности и длительности (в лабораторной практике, в космических масштабах, в микромире). Инерциальная система отсчета. Явление инерции. Первый закон Ньютона. Движение тела под действием силы. Масса, как мера инертности. Второй закон Ньютона. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Гравитационное поле. Масса как источник гравитационного поля. Закон всемирного тяготения. Равенство гравитационной и инертной масс.

2. Законы сохранения в механике. Столкновение тел. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Вращательное движение. Угловая скорость. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Момент инерции. Момент силы. Движение под действием моментов сил. Уравнения Эйлера. Механическая работа. Энергия. Критическая и потенциальная энергия тела и системы тел. Закон сохранения энергии. Связь законов сохранения со свойствами пространства-времени.

3. Принцип относительности Галилея. Преобразование Галилея. Сложение скоростей в классической физике. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Сокращение длин и замедление времени. Сложение скоростей в релятивистской физике. Импульс и энергия релятивистской частицы. Релятивистский аналог второго закона Ньютона.

4. Колебания. Условия возникновения колебаний. Малые колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Колебания в системах связанных тел. Собственные частоты. Нормальные координаты. Волны. частота, длина волны, закон дисперсии, скорость, поляризация. Плоские и сферические волны. Волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости. Понятия о нелинейных волнах (солитоны, ударные волны).

5. Вариационные принципы в механике. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа. Уравнения движения в форме Лагранжа. Функция Гамильтона. Уравнения движения в форме Гамильтона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стрелков С.П. Механика. М., 1975.
2. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М., 1971.
3. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М., 1976.
4. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика. М., 1976.
5. Калашников С.Г. Электричество. М., 1970.
6. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. М., 1971.
7. Ладсберг Г.С. Оптика. М., 1976.

8. Шпольский Э.В. Атомная физика. т.1 и 2. М., 1974.
9. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. М., 1972.
10. Мухич К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 2-х т. М., 1974.
11. Горелик Г.Ф. Колебания и волны. М., 1959.
12. Телеснин Р.В., Яковлев К.П. Электричество. М., 1970.
13. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. т.1-3. М., 1962.
14. Парсел Э. Электричество и магнетизм. М., 1971.
15. Спроул Р. Современная физика. Квантовая физика атомов, твердого тела и ядер. М., 1974.
16. Вихман Э. Квантовая физика. М., 1974.
17. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М., 1952.
18. Фриш С.Э. Оптические спектры атомов. М.-Л., 1963.
19. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. М., 1965.
20. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. М., 1965.