

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

"Утверждаю"

**Проректор по учебной и
методической деятельности**

В.О. Курьянов

" 30 "

2016 года



ПРОГРАММА

**междисциплинарного вступительного испытания
для поступления на обучение по образовательной программе высшего
образования – программе магистратуры по
направлению подготовки 03.04.02 Физика**

Симферополь, 2016

Разработчики программы

1. Воляр А.В., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей физики Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им В.И. Вернадского».
2. Рыбась А.Ф., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им В.И. Вернадского».

1. Пояснительная записка

Программа междисциплинарного вступительного испытания для поступления на обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры, составлена на основании Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.10.2015 № 1147, с изменениями, утвержденными приказом Министерства образования и науки РФ от 29.06.2016 № 921, Правил приема по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» на 2017-2018 учебный год, утвержденных приказом ректора университета от 30.092016 № 914 ; Приказ Министерства образования и науки РФ от 7 августа 2014 г. N 937 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)"

- Форма проведения вступительного испытания – междисциплинарный комплексный экзамен в устной форме.

- Результаты междисциплинарного вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале.

- Целью междисциплинарного вступительного испытания является проверка и оценка знаний поступающих в магистратуру по базовым курсам и по дисциплинам профиля.

Задачи вступительного испытания:

- выявить знания абитуриента из области теоретической физики, общей физики, а также в области профессионально-ориентированных дисциплин;
- оценить знание основных формул по профессионально-ориентированным и общефизическим дисциплинам;
- выявить умение применять знания для решения задач.

Умения, проверяемые на вступительном испытании:

- правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно применять общие законы для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;

- пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи, обрабатывать, анализировать и оценивать полученные результаты;

- строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;

- использовать при работе справочную и учебную литературу, находить другие необходимые источники информации и работать с ними.

2. Содержание программы

Теоретическая физика.

Теоретическая механика

Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Внутренняя энергия и собственный момент импульса системы материальных точек. Уравнение Лагранжа. Уравнения Гамильтона.

Электродинамика

Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов. Закон сохранения энергии и импульса в электродинамике. Выражение для энергии поля через потенциал и плотность заряда. Энергия магнитного поля. Уравнение Максвелла для поля в веществе. Математическая аналогия между электрическим полем поляризованного и магнитным полем намагниченного тела.

Квантовая механика

Квантовый осциллятор. Собственные значения момента. Атом водорода. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Квантовое туннелирование через бесконечно высокий барьер.

Термодинамика и статистическая физика.

Квазистатические процессы. Теплоемкость. Идеальный газ Бозе - Эйнштейна. Бозе - Эйнштейновская конденсация. Идеальный газ Ферми. Представление о фононах. Теория теплоемкости твердых тел. Идеальный фотонный газ.

Общая физика

Механика

Кинетика материальной точки и твердого тела. Принцип относительности Галилея. Законы движения материальной точки. Уравнение движения центра масс системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Уравнение моментов для системы материальных точек. Закон сохранения моментов импульса. Закон сохранения энергии в механике. Закон всемирного тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости. Основные уравнения динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Гармонические колебания. Неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца.

Молекулярная физика

Температурная шкала идеального газа. Термодинамическая шкала температур. Уравнение состояния и законы идеальных газов. Распределение молекул в поле потенциальных сил. Формула Больцмана. Распределение Максвелла. Классическая теория теплоемкости идеальных газов. Явление переноса в газах. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. 1-я и 2-я теоремы Карно. Закон возрастания энтропии. Критическое состояние вещества.

Электричество и магнетизм

Геометрическое описание электрического поля. Теорема Гаусса для поля вектора E . Теорема Ирншоу. Теорема о циркуляции поля вектора E . Потенциал электростатического поля. Потенциал поля системы зарядов. Теорема Гаусса для поля

вектора поляризованности P . Связь объемной плотности свободных зарядов с объемной плотностью связанных зарядов. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Закон Био-Савара. Магнитное поле постоянного тока, текущего по бесконечной нити. Закон и сила Ампера. Магнитный момент и его поведение в магнитном поле. Момент сил, действующих на контур с током. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис, коэрцитивная сила, температура Кюри. Теплота, выделяемая в ферромагнетике при его перемагничивании. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Природа электромагнитной индукции. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения.

Оптика

Интерференция двухлучевая и многолучевая. Понятие о когерентности. Опыты Юнга и Френеля. Интерферометры и их применение. Интерференция в тонких пленках. Линии равного наклона и равной толщины. Применение в измерительной технике. Различные виды поляризационного излучения. Анализ поляризации. Поляризаторы. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Объяснение прямолинейности распространения света в волновой теории. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Спектральные приборы. Квантовые свойства света. Законы теплового излучения. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка. Оптическая пирометрия. Фотоэффект. Основные закономерности и их истолкование. Фотоэлектрические приемники света. Спонтанное и вынужденное излучение. Физические процессы в лазерах и оптических квантовых усилителях. Устройство лазеров и их применение. Двухлучепреломление. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризаторы. Давление света. Физическая интерпретация. Объяснение давления света с точки зрения волновой и фотонной теории света.

Основы атомной и ядерной физики

Закономерности в атомных спектрах. Комбинационный принцип и модель атома Бора. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля и свойство волн де Бройля. Необходимость вероятностной интерпретации квантовых явлений. Уравнение Шредингера и гармонический осциллятор. Принцип Паули, электронные оболочки и их заполнение. Правило Хунда. Векторное сложение угловых моментов и g -фактор Ланде. Эффект Зеемана. Виды движения в молекуле. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Ядро как система взаимодействующих протонов и нейтронов. Полуэмпирическая формула Вейцекера. Магические числа. Оболочечная и обобщенная модели ядра. Четность ядра и мультиплетные моменты ядер. Механизмы ядерных реакций. Элементарная теория деления ядер. Синтез легких ядер. Классификация элементарных частиц. Кварковая модель строения адронов. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.

Профессионально-ориентированные дисциплины по выбору студентов

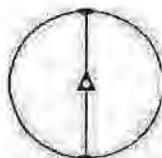
1 цикл (теоретическая физика)

Основные методы теории возмущения при решении физических задач. Принципы наименьшего действия. Действительное скалярное поле. Уравнения движения действительного поля. Канонические преобразования в фазовом пространстве. Основные постулаты квантования физических полей. Тензор моментов инерции твердого тела.

Полная энергия ферромагнетика. Колебания сложной кристаллической решетки. Уравнения Ландау-Лифшица для однородного ферромагнетика. Тензор моментов инерции твердого тела. Одномерная модель Изинга. Флуктуации параметра порядка. Принцип наименьшего действия. Канонические преобразования в фазовом пространстве. Полная энергия ферромагнетика. Тензор моментов инерции твердого тела. Основные постулаты квантования физических полей. Аксиомы теории групп. Примеры. Действительное скалярное поле. Уравнения движения действительного скалярного поля.

2 цикл (физика твердого тела)

Получить выражение для тензора физического свойства кристалла в произвольном направлении, если известна матрица соответствующего тензора в некоторой системе координат. Найти плотность ρ кристалла стронция, если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии, а расстояние d между ближайшими соседними атомами равно 0,43 нм. Определить точечные и пространственные элементы симметрии, тип ячейки Бравэ, координационные числа и многогранники для кристалла каменной соли NaCl. Записать пространственную формулу симметрии. Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.) согласно теоремам о сложении элементов симметрии. Определить точечную группу симметрии, категорию и сингонию кристалла. Записать формулу симметрии в обозначениях Бравэ, международных и символах Шенфлиса.



Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.). По стереографической проекции определить установку осей кристаллографической и кристаллофизической системы координат. Записать матричные представления всех элементов симметрии. Показать, что произведение матриц двух любых элементов дает матрицу третьего элемента из данного набора.



Дополнить стереографическую проекцию кристалла (см. рис.) согласно теоремам о сложении элементов симметрии. Определить точечную группу симметрии, категорию и сингонию кристалла. Записать формулу симметрии в обозначениях Бравэ, международных и символах Шенфлиса. На дебаеграмме некоторого кубического кристалла, снятой на излучении меди Ка ($\lambda = 1,542 \text{ \AA}$) видны линии под углами Брегга: $= 12,3^\circ; 14,1^\circ; 20,2^\circ; 24,0^\circ; 25,1^\circ; 29,3^\circ; 32,2^\circ; 33,1^\circ$. Проиндцировать эти линии. Определить является ли эта решетка примитивной, гранецентрированной или объемноцентрированной. Вычислить длину ребра ячейки. Найти закон погасания для кристаллов а-Fe, имеющих объемноцентрированную ячейку. Воспользовавшись уравнением Лауэ, определить порядок, число и углы дифракционных конусов при рассеянии излучения $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ от одномерной решетки с периодом $a = 3,6 \text{ \AA}$ для $\theta = 60^\circ$. На дифрактограмме поваренной соли, полученной на медном излучении, интенсивный рефлекс с индексами (200) расположен на $2\theta = 31,8^\circ$. Вычислить межплоскостное расстояние d семейства плоскостей (200), параметр ячейки a и положение рефлекса 200 p, образо-

ванного K_p излучением. Для медного антикатада: $\chi_{K\alpha 1} = 1,54050 \text{ \AA}$, $\chi_{K\alpha 2} = 1,54443 \text{ \AA}$, $\chi_{K\beta 1} = 1,3924 \text{ \AA}$. Проанализировать вид тензора диэлектрической проницаемости в зависимости от симметрии кристалла. Получить выражение для ионной электропроводности диэлектрического кристалла. Показать, что для случая одномерной решетки существование энергетической щели на границе первой зоны Бриллюэна связано с брегговским отражением электронных волн. На один атом железа в незаполненной 3d-оболочке приходится пять электронов. Определить теоретическое значение намагниченности насыщения $J_{\text{нас}}$ железа. Плотность железа $\rho = 7870 \text{ кг/м}^3$. Получить выражение для дипольной поляризуемости dip . Получить выражение для электронной поляризуемости ϵ_l . Получить выражения для оптической и акустической ветвей спектра упругих колебаний линейной цепочки равноудаленных ионов с чередующимися по знаку зарядами. Получить выражение для энергии связи в ионных кристаллах. Получить формулу Клаузиуса-Мосотти и на ее основе определить электронную поляризуемость α_l атомов углерода в кристалле алмаза. Показатель преломления алмаза $n = 2,42$, плотность $\rho = 3500 \text{ кг/м}^3$. Получить выражение для локального поля в кристалле кубической сингонии и определить во сколько раз напряженность $E_{\text{лок}}$ локального поля больше напряженности E среднего макроскопического поля. Диэлектрическая проницаемость ϵ кристалла равна 2,5.

3 цикл (астрофизика)

Спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Радиоизлучение Галактики. Принцип работы и основные элементы радиотелескопа. Понятие о диаграмме направленности и эффективной площади антенны радиотелескопа. Вывод уравнения переноса излучения. Уравнение переноса излучения для плоскопараллельной среды. Общая характеристика межзвездной среды. Строение химически однородных звезд. Соотношение масса-светимость и светимость-эффективная температура. Классификация приемников излучения. Основные параметры и характеристики приемников излучения. Строение Солнца. Типы спектральных приборов; инструментальный контур и разрешающая способность спектрального прибора. Радиоизлучение Солнца и планет. Эволюция звезд, предшествующая главной последовательности. Теории эволюции до главной последовательности. Источники непрозрачности в непрерывном спектре излучения звезд. Идеальный объектив; разрешающая сила телескопа; основные типы фокальных систем телескопов. Классификация переменных звезд. Роль переменных звезд как инструмента диагностики. Фотометрические системы. Система UVV. Звездные фотометрические стандарты. Общий характер эволюции звезд после главной последовательности. Зависимость ранней эволюции от массы звезды. Спектроскопические двойные звезды. Кривая лучевых скоростей и вычисление элементов орбит компонент двойной системы. Интегральные характеристики поля излучения. Строение Галактики. Типы населения. Радиогалактики и квазизвездные радиоисточники.

4 цикл (физика магнитных явлений)

Обменные взаимодействия - прямой обмен. Основные типы магнитных структур. Точечные элементы симметрии кристаллов. Пространственная решетка: индексы узлов, направлений, плоскостей. Дифракция волн в кристаллах. Дифракционный структурный анализ (условие Лауэ, формула Вульфа-Брегга). Симметричные принципы Кюри и Неймана. Физические свойства диэлектриков (сегнетоэлектричество, пьезо-

зоэффект и т.д.). Основные типы химической связи в кристаллах. Магнитная кристаллографическая анизотропия и магнитоstriction. Природа магнитного упорядочения, магнитный гистерезис, магнитная восприимчивость. Доменные границы. Тонкая структура доменных границ. Типы доменных структур. Ширина полосовой доменной структуры. Резонанс доменных границ. Эффективная масса, скорость и подвижность доменных границ. Ферромагнитный резонанс. Влияние формы образца и магнитной анизотропии. Ширина линии ФМР, основные механизмы ее уширения. Спиновые волны. Дисперсионное соотношение. Особенности ядерного магнитного резонанса в магнитоупорядоченных веществах. Способы измерения ядерной магнитной релаксации в ЯМР. Явление спинового эхо Хана. Магнитооптические эффекты Фарадея, Керра, Коттона-Мутона. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и фотоприемников. Технология оптической дисковой памяти. CD и DVD. Реверсивный диск. Принципы магнитной записи информации. Феноменология записи в терминах гистерезиса. Статическое поле головки записи. Линии равной напряженности компонент. Индукционная головка воспроизведения и ее физические параметры. Амплитудно-частотные характеристики. Дисковый носитель (ЖМД): физическое форматирование. Программная модель микропроцессора. Регистры общего назначения. Регистр слова состояния. Аппаратная модель микропроцессора. Функциональность сигналов шины управления. Операционные усилители. Линейные и нелинейные обратные связи. Основные виды триггеров. RS-, D-, T-триггеры, схемотехника и применение.

5 цикл (квантовая электроника)

Лазерные резонаторы и их назначение. Устойчивость резонатора. Квантовые переходы под действием внешнего излучения. Осцилляции в двухуровневой системе. Частота Раби. Однородное и неоднородное уширение линии излучения квантовой системы. Коэффициенты Эйнштейна. Их взаимосвязь. Релаксационные процессы в квантовой системе. Отрицательная абсолютная температура. Фазовые и поляризационные сингулярности световых пучков. Применение. Колебания связанных маятников. Нормальные моды. Примеры из физики и оптики. Нелинейные колебания. Анализ решения уравнения Дюффинга. Примеры из физики и оптики. Смешанные состояния. Матрица плотности, ее свойства, уравнения движения. Примеры использования матрицы плотности в квантовой электронике. Решение уравнения Кортевега - де Фриза для уединенных волн. Солитоны в физике и оптике. Модовая и материальная дисперсия импульсов в оптическом волокне. Примеры. Устройство и принцип работы твердотельного лазера на примере YAG лазера. Принцип неопределенности в теории оптического сигнала и теорема Котельникова. Параболическое волновое уравнение (вывод). Пределы применения. Пучки Лагерра- Гаусса и их свойства. Выходная мощность лазера. (Вывод, рассмотреть на примере He-Ne лазера). Дисперсионное уравнение для мод идеального ступенчатого волокна. Модовый состав поля волокна со ступенчатым профилем показателя преломления. Маятник Фуко. Геометрическая фаза Берри в физике и оптике. Устойчивость и неустойчивость колебаний на примере колебаний систем с одной и двумя степенями свободы. Конкуренция мод в динамических системах. Примеры из физики и оптики. Вынужденная синхронизация колебаний в динамических системах.