

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ**

**Утверждено на заседании  
Научно-методического совета  
КазНУ им. аль-Фараби  
Протокол № 6  
от «22» июня 2020 г.  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ А. Хикметов**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЕ «8D05302 – ФИЗИКА (Валенсия)»**

**АЛМАТЫ 2020**

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобразовательным стандартом по образовательной программе «**8D05302 – ФИЗИКА (Валенсия)**»**0** к.ф.-м.н., и.о. профессором Ф.Б. Белисаровой.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики

Протокол № 41 от «16» июня 2020 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ **М.Е. Абишев**

Одобрено на заседании методбюро физико-технического факультета

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель методбюро \_\_\_\_\_ **А.Т. Габдуллина**

Утверждена на заседании Ученого совета

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель Ученого совета,

Декан факультета \_\_\_\_\_ **А.Е. Давлетов**

Ученый секретарь \_\_\_\_\_ **Р.У. Машеева**

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. Цели и задачи вступительного экзамена по образовательной программе «8D05302 – ФИЗИКА (Валенсия)»

Вступительный экзамен предназначен для определения практической и теоретической подготовленности претендента и проводится с целью определения соответствия знаний, умений и навыков претендента требованиям обучения в докторантуре по направлению подготовки.

«Форма вступительного экзамена – письменный экзамен. Экзаменуемые записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов. В случае апелляции основанием для рассмотрения являются письменные записи в листе ответов».

### 2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуру PhD

Предшествующий минимальный уровень образования лиц, желающих освоить образовательные программы докторантуры по ОП «8D05302 – ФИЗИКА (Валенсия)»:

- 6M060400-Физика
- 6M060500-Ядерная физика
- 6M011000-Физика(образование)
- 6M072300-Техническая физика
- 6M061100-Физика и астрономия

Требования к поступающим:

*должен:*

- *уметь* свободно ориентироваться в фундаментальных и прикладных вопросах той области физики, по которой в рамках образовательной программы магистратуры осуществлялась профильная специализация;
- *иметь представление* о новейших достижениях науки и техники;
- *знать* современные экспериментальные, теоретические и численные методы исследования физических явлений и процессов; актуальные проблемы физики.

### 3. Пререквизиты образовательной программы

1. OPSF 5301 - Основные принципы современной физики - 2 кр.
2. VKTP5206 - Введение в квантовую теорию поля - 3 кр.
3. KMMS5207 - Компьютерное моделирование многочастичных систем- 3 кр.

### 4. Перечень экзаменационных тем

#### *Дисциплина «Основные принципы современной физики»*

1. Основные принципы современной физики. Принцип относительности. Преобразования Галилея и Лоренца. Уравнения физики в ковариантной форме.

2. Принцип симметрии, суперпозиции, принцип неопределенности. Принцип соответствия как ориентир при построении новых физических теорий.

3. Принцип симметрии и законы сохранения. Закон сохранения энергии и однородность времени. Законы сохранения импульса и момента количества движения как следствие трансляционной инвариантности и изотропности пространства. Зеркальная симметрия пространства и закон сохранения четности.

4. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике и статистика частиц. Зарядовая независимость сильных взаимодействий.

5. Аддитивные законы сохранения, вытекающие из инвариантности относительно калибровочных преобразований: электрического заряда, барионного и лептонного чисел. Симметрия и кратность вырождения уровней. Оператор симметрии и унитарные преобразования. Применение соотношения неопределенностей в физических задачах.

6. Использование релятивистского инварианта (инвариантной массы) при описании процессов при высоких энергиях в микромире. Связь энергии частиц в лабораторной системе и системе центра масс. Ускорители пучков частиц – синхротроны и коллайдеры. Большой адронный коллайдер.

7. Измерение масс нестабильных элементарных частиц. Пороги ядерных процессов. Короткоживущие частицы-резонансы. Время жизни быстро движущихся элементарных частиц. Понятие о виртуальных частицах и процессах.

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания. М. – 2003. Юнити-Дана. 670 с.
2. Фрауэнфельдер Ф., Хенли Э. Субатомная физика «Мир», Москва, 1979 г., 730 с.
3. Рейдер Л., Элементарные частицы и симметрии «Наука», Москва, 1983 г., 317 с.
4. М.А. Жусупов, С.К. Сахиев, Р.С. Кабатаева. Квантовая теория рассеяния, Астана, 2012 г., 206 с.
5. Жусупов М.А., Юшков А.В. Начала физики. Том 1. Алматы, 2006. 464 с.

#### Дополнительная:

1. Фаустов Р.Н., Шелест В.П. Квантовая метрология и фундаментальные константы. Москва, Мир, 1981. 368 с.
2. П.А.М. Дирак, Релятивистское уравнение электрона. Успехи физических наук, том 129, вып.1, стр.681-691; Воспоминания о необычайной эпохе УФН, том 153, вып.1, стр.105-134.
3. Д.Мехра. Золотой век теоретической физики, УФН, том 153, вып.1, стр.135-172.
4. Общие сведения об античастицах. Л.Валантэн. Субатомная физика: ядра и частицы, М., «Мир», 1986, с. 83-94.
5. Давыдов А.С. Квантовая механика. Физико-математическая литература, М., 1973, 611 стр.
6. Валантэн Л. и др. Субатомная физика: ядра и частицы, том 1 и 2, «Мир», М., 1986. 272 стр. в 1 томе и 330 стр. во 2 томе.
7. Варшалович Л. и др. Квантовая теория углового момента. М. Высшая школа. 1981.
8. Жусупов М.А., Юшков А.В. Физика элементарных частиц. Алматы 2006, 488 с.
9. Сб. Фундаментальная структура материи, под редакцией Дж. Малви, Москва, Мир, 1984, 311 с.
1. Л.В.Тарасов. Основы квантовой механики, Москва, Высшая школа, 1978, 287 с.
2. Дж.Эллиот, П.Добер. Симметрии в физике, том 1, 368 с., том 2, 416 с. Москва, Мир, 1983.

### Дисциплина «Введение в квантовую теорию поля»

1. Классическая теория полей. Лагранжев формализм. Поля и частицы. Гамильтонов и лагранжев формализмы. Функция Лагранжа и принцип стационарного действия. Трансформационные свойства функций поля. Тензоры и спиноры.

2. Скалярное поля. Уравнение Клейна-Гордона. Лагранжев формализм действительного скалярного поля. Импульсное представление и частотные компоненты. Дискретное представление. Комплексное скалярное поле. Поле пионов. Запись уравнений Клейна-Гордона в виде системы уравнений первого порядка.

3. Электромагнитное поле. Потенциал электромагнитного поля. Градиентное преобразование и условие Лоренца. Лагранжев формализм. Поперечные, продольные и временные составляющие. Спин.

4. Квантования свободных полей. Общие принципы квантования.

5. Операторная природа функций поля и амплитуда состояния. Представления уравнения Шредингера. Трансформационные свойства амплитуды состояния и операторов поля. Постулат квантования волновых полей. Физический смысл положительно и отрицательно частотных составляющих и сопряженных функций. Состояние вакуума и амплитуда состояния в фоковском представлений.

6. Перестановочные соотношения. Типы перестановочных соотношений. Перестановочные соотношения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Связь спина со статистикой. Теорема Паули. Нормальное произведение операторов и запись динамических переменных. Перестановочные соотношения в дискретном импульсном представлении.

7. Квантования скалярных, векторных полей. Действительные и комплексное скалярные поля. Поле пи-мезонов. Комплексное векторное поле. Гамильтонов формализм и каноническое квантование.

8. Квантования электромагнитных и спинорных полей. Особенности электромагнитного поля и схема квантования. Индефинитная метрика. Запись основных величин. Квантование по Ферми-Дираку и перестановочные функции. Динамические переменные. Зарядовое сопряжение. Квантованное нейтринное поле.

9. Основы теории взаимодействующих полей. S-матрица. S-матрица в представлении взаимодействия. Функции Грина. Редукционная формула. Правила Феймана для S-матрицы. Вычисление матричных элементов. Сечение рассеяния частиц. Некоторые модели взаимодействий.

10. Раскрытие хронологических произведений. Хронологическое спаривание. Теорема Вика для хронологических произведений.

11. Примеры расчета процессов 2- порядки. Комптоновское рассеяние. Аннигиляция пары электрон-позитрон. Тормозное излучение.

12. Комptonские рассеяние. Сечение рассеяния фотона на свободном электроне. Дифференциальное эффективное сечение. Матричные элементы. Формула Клейна – Нишина -Тамма.

13. Понятия об устранений расходимостей из S-матрица. Расходимости S-матрицы в электродинамике. Расходящаяся диаграмма с двумя внешними электронными линиями  $\Sigma$ . Выделение из  $\Sigma$  расходящейся части. Расходящаяся диаграмма с двумя внешними фотонными линиями  $\Pi$ . Выделение из  $\Pi$  и градиентная инвариантность. Построение интегрируемой функции  $S_2$ .

14. Аннигиляция электрон-позитронных пар в фотоны. Простейшая диаграмма, соответствующая процессу аннигиляции электрона и позитрона. Описание двухфотонной аннигиляции на диаграмме. Значения энергии для электрона и позитрона. Построение матричных элементов по принципу соответствия. Дифференциальное эффективное сечение аннигиляции электрон-позитронной пары.

15. Метод Боголюбова. Законы сохранения и закон возрастания энтропии. Уравнение непрерывности в Г-пространстве. Уравнение непрерывности для плотности. Закон изменение импульса. Закон изменение кинетической энергии газа.

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Боголюбов Н.Н., Широков Д.В. Введение в теорию квантованных полей. М.1984 г.
2. Ахмезер А. И. Берстецкий Б.В. Квантовая электродинамика. М.1976 г.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч-1. М.2002 г.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч-2. М.2001 г.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Физическая кинетика. М.2001 г.
6. Фейнман Р. Статистическая механика. М.2000 г.

7. Абрикосов А. А. Горьков Л.П., Дзяюшинский И.Е. Методы квантовой теории поля в статической физике. М. 1962 г.

**Дополнительная:**

1. Абрикосов А. А. Основы теории метанов М. 1987 г.
2. Зайцев Р.О. Введение в современную статическую физику. М. 2006 г.
3. Бактыбаев К. Статистическая физика. А. 2010 г.

**Дисциплина «Компьютерное моделирование многочастичных систем»**

1. Предмет и задачи дисциплины. Краткий обзор известных численных методов решения задач физики многочастичных систем.

2. Одночастичное приближение описания многочастичных систем. Численное решение дифференциальных уравнений. Задача Коши.

3. Взаимодействие частиц многочастичных систем. Потенциалы взаимодействия. Метод псевдопотенциалов. Метод молекулярной динамики. Требования к модели метода молекулярной динамики. Метод молекулярной динамики для микроканонического ансамбля (NVE). Задание начального состояния системы частиц

4. Классическое статистическое описание газа и плазмы. Схема Метрополиса и периодические граничные условия. Численные схемы (алгоритм Римана, Верле, Бимана).

5. Метод Монте-Карло. Общая схема применения метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло для канонического ансамбля и ее связь с теорией вероятности. Алгоритм метода Монте-Карло.

6. Метод молекулярной динамики. Требования к модели метода молекулярной динамики. Метод молекулярной динамики для микроканонического ансамбля (NVE). Задание начального состояния системы частиц.

7. Вычисление автокорреляционных функций (АФ). Связь между АФ и коэффициентами переноса. Теория линейного отклика.

8. Кинетическое описание многочастичных систем. Решение дифференциальных уравнений методами Эйлера, Рунге-Кутты.

**Список рекомендуемой литературы**

**Основная:**

1. Баимбетов Ф.Б., Рамазанов Т.С. Математическое моделирование в физике неидеальной плазмы. – Алматы. Ғылым, 1994. – 212 с.
2. Цветков И.В. Применение численных методов для моделирования процессов в плазме: учебное пособие. М.: МИФИ, 2007. 84 с.

**Дополнительная**

1. Аканаев Б.А. Численные методы и автоматизация эксперимента в физике твердого тела. Алматы, 1998 г.
2. Говорухин В., Цибулин В., Компьютер в математическом исследовании. Учебный курс. СПб. Питер 2001 г.

**Критерии оценки вступительного экзамена для поступающих в докторантуру PhD по образовательной программе «8D05302 – ФИЗИКА (Валенсия)»**

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки
«Отлично» – дан полный, развернутый ответ на теоретический вопрос. Абитуриент обнаруживает верное понимание сути физических явлений, определения физических величин, вывод необходимых соотношений, правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу. Абитуриент проявляет творческие способности при анализе и оценке теоретического материала, предьявляет мировоззренческие представления (материальность мира и его познаваемость, единство и взаимосвязь явлений).	95-100	A	отлично
	90-94	A-	
«Хорошо» – дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделять главное. Допущены 1-2 ошибки в раскрытии понятий, определений, законов, записей формул и единиц измерения, которые абитуриент затрудняется исправить самостоятельно.	85-89	B+	хорошо
	80-84	B	
	75-79	B-	
	70-74	C+	
«Удовлетворительно» – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, законов, явлений, переводе значения величин в СИ. Небрежно выполнены рисунки, схемы, записи, отсутствуют знаки проекции или векторов..	65-69	C	удовлетворительно
	60-64	C-	
«Удовлетворительно» – дан неполный ответ, логика и последовательность имеют существенные ошибки. Неточность графиков, схем, формулировок, пропущены наименования единиц измерения величин, неверное их обозначение; допускаются грамматические ошибки в физических терминах, отсутствуют знаки проекции или векторов.	55-59	D+	удовлетворительно
	50-54	D	
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – абитуриент дает ответ на поставленный вопрос без осмысления связей между элементами. Фрагментарно: допускает ошибки- не знает формул или не умеет оперировать ими. Не умеет преобразовывать значение величин с СИ.	0-49	F	Неудовлетворительно