

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникации

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФНиТ



С.Б. Макаров

«28» сентября 2018 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по
направлению подготовки/ образовательной программе:**

03.04.02 Физика / 03.04.02_02 Биофизика

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2018

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки: «03.03.02 Физика», вошедших в содержание билетов вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:

зав. каф. БФ

 /А.Н. Скворцов

руководитель ОП 03.04.02_02

 /В.В. Журихина /

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом ИФНиТ (протокол № 2 от «25» сентября 2018 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Квантовая механика
- 1.2. Статистическая физика
- 1.3. Экспериментальные методы биофизики
- 1.4. Молекулярная генетика

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Квантовая механика»

Темы (вопросы)

1. *Волновая функция и её свойства.*
Принцип суперпозиции. Ортогональность, нормировка и полнота функций.
2. *Операторы физических величин.*
Статистические свойства наблюдаемых величин. Средние значения физических величин. Эрмитовы операторы. Свободное движение частицы. Оператор импульса. Собственные функции оператора импульса, нормировка функций.
3. *Уравнение Шредингера.*
Оператор Гамильтона. Уравнение непрерывности для плотности вероятности. Стационарное уравнение Шредингера. Дискретный и непрерывный спектры энергий.
4. *Одновременная измеримость физических величин*
Коммутаторы операторов. Обобщенное соотношение неопределённости Гейзенберга.
5. *Матричная формулировка квантовой механики.*
Матрица плотности.
6. *Движение частицы в потенциальной яме.*
Свойства решений стационарного уравнения Шредингера для одномерных ям. Граничные условия. Туннелирование через барьер. Одномерные барьеры.
7. *Гармонический осциллятор.*
Спектр энергии и волновые функции. Гармонический осциллятор в операторном виде. Волновые функции состояний, полиномы Эрмита. Операторы рождения и уничтожения.

8. *Движение в центрально-симметричном поле.*

Оператор момента импульса. Сферические функции. Атом водорода. Спектр энергии и волновые функции.

9. *Теория возмущений.*

Возмущения, не зависящие от времени. Теория возмущений для невырожденных уровней. Поправки к энергии и волновой функции.

10. *Рассеяние частиц.*

Амплитуда рассеяния, сечение рассеяния. Приближение Борна. Рассеяние на кулоновском центре, формула Резерфорда.

11. *Угловой момент.*

Общий формализм углового момента. Спин частицы. Частица со спином $1/2$, спиноры. Оператор спина, матрицы Паули.

12. *Принцип неразличимости тождественных частиц.*

Симметрия волновой функции по отношению к перестановкам частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

Литература для подготовки:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика (нерелятивистская теория) – М.: Наука, 1989

2. А.С. Давыдов. Квантовая механика – М.: Наука, 1973

3. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Квантовая

2.2. «Статистическая физика»

Темы (вопросы)

1. *Принципы статистического описания классических систем.*

Эргодическая гипотеза, статистические свойства наблюдаемых аддитивных величин, понятие равновесного состояния

2. *Микроканоническое распределение.*

Теорема Лиувилля, микроканоническое распределение замкнутых систем. Уравнение состояния идеального газа.

3. *Энтропия.*

Энтропия равновесных и неравновесных систем, адиабатическая теорема, энтропия идеального газа, термодинамический предел.

4. *Термодинамические параметры*

Статистическая интерпретация и способы вычисления через число микросостояний интенсивных термодинамических параметров – температура, давление, химический потенциал.

5. *Каноническое распределение Гиббса.*

Открытые системы с постоянной температурой – каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение и большой термодинамический потенциал.

6. *Начала термодинамики и экстремальный принцип*

Термодинамические следствия канонического распределения, начала термодинамики, их статистическая интерпретация, экстремальный принцип термодинамики.

7. *Динамическое равновесие*

Динамическое равновесие в системах, где идут реакции. Ионизационное равновесие, формула Саха.

8. *Уравнение состояния нерелятивистских и релятивистских квантовых газов.*

Вырожденный идеальный газ. Принцип неразличимости тождественных частиц и критерий квантовости газа. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Равновесное тепловое излучение, термодинамика фотонов.

9. *Системы слабо взаимодействующих частиц.*

Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.

Литература для подготовки:

1. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Части 1 и 2.– М.: Наука, 1995 г.

2. Лифшиц Е.М. Питаевский Л.П. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979.

3. Сборник задач по теоретической физике. – Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф. и др.- М.: Высшая школа, 1984 г.

2.3. «Экспериментальные методы биофизики»

Темы (вопросы)

1. *Растворы*

Растворы, их количественные характеристики: концентрация, ионная сила, рН, коллигативные свойства. Гидрофобность и гидрофильность. Кислотно-основное равновесие, рКа, буферные растворы. Осмос.

2. *Электрофоретические методы*

Явление электрофореза. Электрофорез в геле. Методы электрофоретического разделения белков и нуклеиновых кислот. Изофокусирование белков.

3. *Хроматография*

Хроматография: принцип разделения веществ. Типы хроматографии. Хроматограф. Важнейшие хроматографические методы анализа и выделения биомолекул.

4. *Седиментация*

Уравнение Сведберга, коэффициент седиментации. Ультрацентрифуга. Дифференциальное, зонально-скоростное и равновесное центрифугирование клеточных компонентов.

5. *Выделение клеточных компонентов*

Стратегия выделения клеточных компонентов, цели и задачи. Классы биомолекул, их физико-химические свойства. Детергенты. Методы осаждения белков. Очистка белков и нуклеиновых кислот

6. *Спектральные методы анализа*

Общая схема спектрального эксперимента. Спектральные полосы и спектральные линии. Диапазоны электромагнитного излучения, связь спектральных свойств различных диапазонов с характеристиками молекул.

7. *Оптическая спектроскопия растворов*

Спектр поглощения, оптическая плотность, закон Бера. Хромофоры. Спектрофотометр. Спектрофотометрическое определение концентрации биомолекул. Оптическая активность.

8. *Флуоресценция*

Явление фотолюминесценции. Количественные характеристики и их измерение. Квантовая модель флуоресценции. Флуоресценция биомолекул. Флуоресцентные метки и зонды. FRET. Флуоресцентная микроскопия.

9. *Методы исследования ферментативной активности*

Катализ. Ферменты. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Экспериментальное определение параметров. Ингибирование ферментативных реакций.

10. *Иммунологические методы*

Антитела и антигены, строение молекул IgG, специфичность антител. Получение и использование антител в практической молекулярной биологии. Иммуноблоттинг.

Литература для подготовки:

1. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко — Москва: Высшая школа, 2003
2. Биофизика / Волькенштейн М.В. — М. ; Краснодар : Лань, 2008
3. Биофизическая химия: в 3-х т. :пер. с англ./ Ч. Кантор, П. Шиммел. Т. 1 – М: Мир, 1984
4. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). / Остерман Л. А. М.: Наука, 1981

2.4 «Молекулярная генетика»

Темы (вопросы)

1. *Молекулярные основы наследственности*
Теория наследственности. Основные структурные элементы ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Модель Уотсона-Крика, формы ДНК, топоизомеры ДНК. Суперспирализация и ее значение.
2. *Организация генов и геномов*
Понятия гена и генома. Экспрессия гена. Особенности строения и экспрессии генов прокариот и эукариот. Классические объекты молекулярной генетики. Плазмиды. Бактериофаги.
3. *Горизонтальный перенос генетической информации*
Пол и конъюгация у бактерий. Стадии процесса конъюгации. Трансформация. Молекулярные механизмы трансдукции. Трансдуцирующие фаги. Картирование хромосом бактерий с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Генетическая карта *E. coli*. Мобильные генетические элементы
4. *Транскрипция*
Обобщенная структура прокариотического гена. Стадии транскрипции, РНК-полимераза, ее строение и функции. Инициация транскрипции, промотор, механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Терминация и антитерминация транскрипции.
5. *Трансляция, генетический код*
Рибосомы, состав и функции. Инициация трансляции у прокариот. тРНК и рРНК, кодирующие их гены. Генетический код. Иницирующие и

терминирующие кодоны, рамки считывания, открытые и закрытые рамки. Аминоацилирование тРНК, точность и затраты энергии при синтезе белка.

6. *Репликация*

Механизм репликации ДНК, матричный синтез. Понятие репликона, репликационная вилка. Механизмы репликации хромосом прокариот, плазмид. Ферменты, участвующие в репликации. Точность репликации. Проблема недорепликации линейных ДНК.

7. *Мутагенез и репарация*

Мутации, классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Механизмы действия мутагенов (УФ, радиация, аналоги оснований, алкилирующие агенты). Система репарации, ее ветви (прямая, эксцизионная, пострепликативная; коррекция неспаренных оснований). SOS-ответ.

8. *Регуляция экспрессии генов*

Уровни экспрессии гена. Классическая схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов (лактозный оперон). Репрессоры и активаторы. Катаболитная репрессия.

9. *Рекомбинация*

Явление генетической рекомбинации, ее типы. Молекулярный механизм рекомбинации. Общая (гомологичная) рекомбинация. Гетеродуплексы. Структуры Холлидея. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация. Роль рекомбинации в эволюции.

10. *Метод рекомбинантных ДНК*

Генетические векторы. Ферменты генетической инженерии, эндонуклеазы рестрикции, лигаза. Молекулярное клонирование, отбор рекомбинантов. Векторы для клонирования в бактериях. Получение рекомбинантных белков.

Литература для подготовки:

1. Молекулярная биология клетки - в 3-х т. / Альбертс Б. И др. — М: Мир, 1994
2. Генетика / Никольский, В.И. — М. : Академия, 2010
3. Гены / Льюин, Б. — М.: Мир, 1987
4. Основы генетической инженерии. / Рыбчин В.Н. — СПб, 2-е изд., СпбГТУ, 1999.

3. ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

по направлению подготовки/ образовательной программе:

03.04.02 Физика /03.04.02_02 Биофизика

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ В.В. Журихина

«20» июня 2019 г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Гармонический осциллятор. (50 баллов)
2. Электрофоретические методы (50 баллов)