


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

Физико-механический институт

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФизМех

 М.Е. Фролов
« 24 » октября 2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по
направлению подготовки/ образовательной программе:
03.04.02_03 Физика ядра и элементарных частиц в
фундаментальных, медицинских исследованиях**

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2023

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению «**03.03.02 Физика**», вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобалльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Руководитель ОП, доцент, к.ф.-м.н.



В.Г. Капралов

Составители:

профессор ВШФФИ, д.ф.-м.н



Я.А.Бердников

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом **ФизМех** (протокол № 08-23 от «24» октября 2023 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1.1. Физика

1.2. Физика атомного ядра и элементарных частиц

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Физика»

Темы (вопросы):

1. *Физические основы механики.*

Скорость и ускорение материальной точки. Однородность пространства и закон сохранения импульса для замкнутой системы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Работа и кинетическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Однородность времени и закон сохранения энергии. Изотропность пространства и закон сохранения момента импульса. Задача двух тел. Движение в центральном поле.

2. *Молекулярная физика и термодинамика.*

Основные понятия теории вероятностей. Закон возрастания энтропии. Внутренняя энергия макросистемы. Абсолютная температура. Первое начало термодинамики. Распределение Гиббса. Статистическая сумма. Распределение Максвелла. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость твердых тел. Уравнение состояния идеального газа. Фазовые превращения. Явления переноса. Соотношение Эйнштейна. Диффузия в твердых телах.

3. *Электричество и магнетизм.*

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрическое поле системы зарядов. Дипольный момент системы зарядов. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для векторов E и D . Электрическая емкость проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Стационарный электрический ток. Законы Ома и Джоуля - Ленца. Векторный потенциал магнитного поля. Магнитное поле системы токов. Магнитный момент системы движущихся зарядов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов B и H . Самоиндукция и взаимная индукция. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Сверхпроводящее состояние вещества.

3. *Колебания и волны.*

Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Упругие волны. Дисперсия. Групповая скорость. Вектор Пойнтинга. Классическая теория дисперсии. Рассеяние света. Законы излучения абсолютно черного тела. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейные оптические явления.

4. Оптика.

Соотношение между волновой и геометрической оптикой. Интерференция световых волн. Дифракция света. Дифракционная решетка. Просветление оптики. Линейная и круговая поляризация. Поляризация при отражении и преломлении света. Формулы Френеля. Двойное лучепреломление. Пластинка в четверть и половину волны. Призма Николя. Закон Кирхгоффа. Формула Планка. Кванты света.

5 Атомная и ядерная физика.

Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии на примере прямоугольной одномерной ямы. Среднее значение измеряемой физической величины. Водородоподобный атом в стационарном состоянии. Спин. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Запрет Паули. Периодическая система элементов. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Общие понятия о ядерной и термоядерной реакциях.

Литература для подготовки:

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики (в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. А.А. Матышев Атомная физика. М: Юрайт, 2016.
3. Г.С. Ландсберг Оптика М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.

2.2. «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Темы (вопросы):

1. Свойства ядер.

Радиус ядра. Спин и магнитный момент ядер. Четность и закон сохранения четности.

2. Модели ядер.

Капельная модель ядра. Деление ядер. Модель ядерных оболочек. Модель ферми-газа. Обобщенная модель ядра.

3. Радиоактивные превращения ядер.

Законы радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета распад. Гамма-излучение ядер.

4. Эффект Мессбауэра.

Эффект Мессбауэра.

5. Нуклон-нуклонные взаимодействия.

Элементарная теория дейтрона. Рассеяние медленных нейтронов на протонах. Рассеяние медленных нейтронов на молекулах водорода. Вид дифференциального сечения рассеяния нейтронов на протонах. Зарядовообменное рассеяние.

6. Физика нейтронов.

Длина свободного пробега нейтронов до взаимодействия. Закон Фика. Диффузное уравнение. Дина диффузии. Альbedo. Замедление нейтронов. Упругое рассеяние и замедление. Замедление на водороде. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов. Модель непрерывного замедления. Метод групп.

7. Сильные взаимодействия при низких энергиях.

Мезонная теория ядерного взаимодействия. Нуклон-нуклонные взаимодействия при низких энергиях.

8. Ядерные реакции.

Общие сведения о ядерных реакциях. Законы сохранения в ядерных реакциях. Закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения момента, закон сохранения четности, закон сохранения изоспина.

9. Реакции с образованием составного ядра.

Уровни составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Резонансное и потенциальное упругое рассеяние. Ядерные реакции с образованием составного ядра в непрерывном спектре. Модель взрывного распада.

10. Упругое рассеяние быстрых частиц ядрами.

Оптическая модель ядерных взаимодействий. Прямые ядерные реакции. Прямые ядерные реакции под действием дейтрона: реакции срыва и подхвата.

11. Модель внутриядерного каскада. Модель Глаубера-Ситенко.

Модель внутриядерного каскада. Модель Глаубера-Ситенко

12. Экспериментальные основания физики элементарных частиц.

Классификация элементарных частиц. Классификация взаимодействий элементарных частиц. Законы сохранения при взаимодействии элементарных частиц.

13. Феноменологический подход в физике элементарных частиц.

Структура частиц и внутренние взаимодействия. Симметрии феноменологических моделей в физике частиц.

Литература для подготовки:

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин
«Частицы и ядра. Основные понятия.»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/index.html>

2. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров
«Атомные ядра. Основные характеристики»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/anuc/index.html>

3. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин
«Шпаргалка для отличника»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/spargalka/index.html>

4. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин
«Физика ядра и частиц. XX век»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html>

5. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Н. Орлин
«Модели атомных ядер»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/nucmod/index.html>

6. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин
«Ядерные реакции»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/react/index.html>

7. В.В. Балашов
«Квантовая теория столкновений»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/qti/index.html>

см. также В.В. Балашов «Квантовая теория столкновений». М.: МАКС Пресс, 2012. 292 с.

8. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин
«Деление ядер»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/fission/index.html>

9. Б.С. Ишханов
«Радиоактивность»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/radioactivity/index.html>

10. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин
«Эксперимент»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/index.html>

Web-публикация на основе учебного пособия Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов,
11. Э.И. Кэбин.

«Частицы и ядра. Эксперимент»

М.: Издательство МАКС Пресс, 2013.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Физико-механический институт

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ В.Г. Капралов

«__» _____ 20__ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки/ образовательной программе:

**03.04.02 Физика/ 03.04.02_03 Физика ядра и элементарных частиц в
фундаментальных, медицинских исследованиях**

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Примеры тестовых заданий

1. Утверждение об однородности и изотропности пространства и об однородности времени в классической механике справедливы для:

- (а) Инерциальных систем отсчета
 - (б) Неинерциальных систем отсчета
 - (в) Любых систем отсчета
 - (г) Систем отсчета, вращающихся относительно некоторой оси с постоянной угловой скоростью
- (максимальный балл 5)

2. Частица находится в прямоугольной потенциальной яме со стенками конечной высоты U_0 . Тогда

- (а) частица обладает непрерывным энергетическим спектром, если ее энергия больше высоты стенок потенциальной ямы ($E > U_0$)
 - (б) волновая функция частицы равна нулю на границе потенциальной ямы
 - (в) волновая функция частицы испытывает разрыв на границе потенциальной ямы
 - (г) частица обладает дискретным энергетическим спектром, если ее энергия больше высоты стенок потенциальной ямы ($E > U_0$)
- (максимальный балл 5)

3. Секулярное уравнение связывает

- (а) активности материнского и дочернего ядер в цепочке распада

(б) периоды полураспада материнского и дочернего ядер в цепочке распада
(в) период полураспада и активность ядра
(г) энергию связи и активность ядра
(максимальный балл 5)

4. В электромагнитных взаимодействиях нарушен закон сохранения

- (а) изоспина
 - (б) пространственной четности
 - (в) электрического заряда
 - (г) проекции изоспина
- (максимальный балл 5)

5. Фундаментальные взаимодействия и первичная классификация частиц.
(требуется ответ в форме эссе) (максимальный балл 25)

6. Свойства ядерных сил.

(требуется ответ в форме эссе) (максимальный балл 25)