ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Одобрено
Ученым советом СПБАУ РАН
Протокол № УС-2/2018
от 27.09.2018г.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____Ипатов А.Н.
«27» сентября 2018 г.

ПРОГРАММА

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

03.04.02 Физика

профиль Физика

Санкт-Петербург

2018 г.

ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1.1. Общая физика
1.2. Классическая механика
1.3. Электродинамика
1.4. Квантовая механика

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Общая 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. - 848 с.

2.2. «Классическая механика»

Темы (вопросы):

1. Основные принципы и законы сохранения классической механики.

Общие принципы интегрирование уравнений движения. Понятие первого и второго интеграла движения. Принцип Гамильтона (наименьшего действия), понятие обобщенных координат. Уравнение Лагранжа 2-го рода. Общие свойства функции Лагранжа (аддитивность и точность её определения). Принцип относительности Галилея. Функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа системы частиц. Симметрия пространства-времени и законы сохранения. Механическое подобие. Теорема вириала.

2. Основные задачи классической механики.

Понятие финитности. Точки поворота. Вычисление периода финитного движения. Движение в центральном поле. Сведение задачи двух тел к эквивалентной задаче одного тела. Движение в центральном поле. Решение задачи в квадратурах. Задача Кеплера. Уравнение траектории движения. Случайное вырождение. Вектор Рунге – Ленца. Рассеяние частиц. Параметры рассеяния. Формула Резерфорда.

3. Малые колебания.

Свободные колебания. Вынужденные колебания. Колебания с большим числом степеней свободы. Собственные частоты. Нормальные координаты. Колебания одномерной кристаллической решетки. Дисперсионные соотношения. Граничные условия в форме Борна-Кармана, понятие частоты Дебая. Энергия кристаллической решетки.

4. Формализм Гамильтона.

Преобразования Лежандра, функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Свойства интегралов движения. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Принцип Мопертюи-Лагранжа, понятие укороченного действия. Теорема Лиувилля. Уравнение Гамильтона – Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона–Якоби. Переменные действие-угол, адиабатический инвариант.

Литература для подготовки:

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Механика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 - 224 с.
2. Г.Голдстейн, Классическая механика. М.: Гостехиздат, 1957 - 408 с.
3. Ф.Р.Гантмахер. Лекции по аналитической механике. М.: Наука, 1966 – 300 с.

2.3. «Электродинамика»

Темы (вопросы):

1. Специальная теория относительности

Принцип относительности Эйнштейна; Преобразования Лоренца; Некоторые следствия преобразований Лоренца; Геометрический смысл преобразований Лоренца, интервал между событиями; Четырехмерные векторные и тензорные величины; Принцип наименьшего действия, функция Лагранжа, энергия и импульс для свободной частицы; Кинематика релятивистских частиц, эффект Комптона.

2. Движение заряда в электромагнитном поле

Действие для частицы в электромагнитном поле; Уравнение движения частицы в электромагнитном поле; Ковариантная форма уравнений движения, тензор электромагнитного поля; Преобразование поля, инварианты поля; Теорема Лармора.

3. Уравнения Максвелла

Действие для электромагнитного поля; Плотность заряда и плотность тока; Уравнения Максвелла; Граничные условия для уравнений Максвелла; Плотность и поток энергии электромагнитного поля, тензор энергии-импульса; Единственность решения уравнений Максвелла; уравнения для электромагнитного потенциала.

4. Постоянные электрическое и магнитное поле

Постоянное электрическое поле, уравнение Пуассона; Интегрирование уравнения Пуассона, метод функции Грина; Потенциалы на больших расстояниях от системы зарядов, электрические дипольный и квадрупольный моменты; Энергия и силы взаимодействия в электростатическом поле; Постоянное магнитное поле; Магнитный момент; Система токов в постоянном магнитном поле.

5. Электромагнитные волны

Волновое уравнение; Плоские монохроматические волны, поляризация плоских волн; Немонохроматические волны, спектральное разложение; Когерентность и интерференция, частично поляризованный свет.

6. Поля движущихся зарядов

Запаздывающие потенциалы; Электромагнитное поле точечного заряда, движущегося произвольным образом; Интенсивность и угловое распределение излучения заряженной частицы; Потери энергии и импульса заряженной

частицы; Излучение нерелятивистской системы заряженных частиц; Реакция излучения, вычисление силы радиационного торможения.

7. Уравнения Максвелла в материальных средах

Макроскопический подход к описанию электромагнитного поля в материальных средах; Уравнения электромагнитного поля в материальной среде; Тензор диэлектрической проницаемости, временная дисперсия; Аналитические свойства диэлектрической проницаемости, соотношения Крамерса-Кронига; Формула Лорентц-Лоренца; Отражение волн от границ прозрачных сред, формулы Френеля.

Литература для подготовки:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц И.М. Теория поля.- М., Наука, 1988г.
2. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика. - М. Наука. 1985г.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц И.М. Электродинамика сплошных сред.- М., Наука, 1992г
4. В., Топтыгин.И.Н. Современная электродинамика. Части 1,2 Москва-Ижевск 2002
5. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М., Мир, 1965г

2.4. «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. Эрмитовые 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.

13. *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 электродинамика - М.: Наука, 1989

3. ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

03.04.02 Физика

Профиль Физика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Работа и кинетическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
2. Уравнение Шредингера, теорема Блоха, классификация собственных состояний электрона в кристалле.