

Учреждение образования
"Белорусский государственный педагогический
университет имени Максима Танка"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГПУ
С.И. Василен



13.02.2022 г.

Регистрационный № УД-11-3-14/2022уч.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине (по выбору студента) для специальности

1 – 02 05 02 Физика и информатика

2022 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта Республики Беларусь «Высшее образование. Первая ступень» ОСВО 1-02 05 04-2013, утвержден 07.03.2013 г., № 143 и учебного плана учреждения высшего образования по специальности 1-02 05 02 Физика и информатика

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Р.Соболь, заведующий кафедрой физики и методики преподавания физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор;
К.А.Саечников, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики преподавания физики, доцент

СОГЛАСОВАНО:

Директор ГУО Гимназия № 20 г. Минска



Н.А.Калиновская
2022 г.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики и методики преподавания физики
(протокол № 4 от 30.11.2021 г.)

Заведующий кафедрой

В.Р.Соболь

Советом физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 5 от 29.12. 2021 года)

Оформление программы учебной дисциплины и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического
управления БГПУ

Е.В.Тихонова

Директор библиотеки

Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина (по выбору студента) “Теоретическая физика” предназначена для подготовки преподавателей физики по специальности 1 – 02 05 02 Физика и информатика, осваивающих содержание образовательной программы высшего образования I степени, обеспечивающей получение квалификации преподавателя. Знания, полученные при изучении этой учебной дисциплины, дают возможность систематизировать фундаментальные положения физики, методы их представления для обобщения и описания разнообразных физических законов, реализуемых в природе в виде устойчивых повторяющихся связей.

Место учебной дисциплины в системе подготовки. Учебная дисциплина “Теоретическая физика” относится к компоненту учреждения высшего образования и направлена на формирование навыков усвоения фундаментальных законов из различных разделов физики – механики, электричества и магнетизма, молекулярной и статистической физики, квантовой физики на основе единых представлений общей теории детерминизма и вероятностного описания макро- и микро- мира в формализме корпускулярно-волнового дуализма. Успешное изучение учебной дисциплины “Теоретическая физика” предусмотрено, в том числе, и с привлечением приобретенных студентами знаний по упомянутым разделам общей физики, а также с помощью ранее усвоенных разделов дисциплин по методам математической физики, математическому анализу, алгебре и геометрии, специальному физическому практикуму.

В этой связи в ходе изложения дисциплины “Теоретическая физика” необходимо сосредоточить внимание студентов на усвоенных положениях и научить применять новые сформированные знания. С необходимой полнотой и подробностью следует излагать вопросы, связанные с теми или иными допущениями и ограничениями в теории, с постановкой задачи и физической интерпретацией результатов, с выяснением области применимости разработанных методов. Учебная дисциплина “Теоретическая физика” должна играть решающую роль в завершении формирования целостных представлений о современной физической картине мира. Сама дисциплина включает разделы “Классическая механика” “Специальная теория относительности”, “Релятивистская механика”, “Электродинамика”, “Классическая статистическая физика и термодинамика”, “Волновая механика”.

Цель учебной дисциплины: формирование у студентов устойчивого знания в области фундаментальных физических явлений, способностей применения математического описания и систематизации для интерпретации значительного круга эмпирических закономерностей, расширение усвоенных разделов физики в области механики, электричества и магнетизма, молекулярной и статистической физики, квантовой физики.

Основными задачами учебной дисциплины являются

– формирование у студентов компетенций, основу которых составляет способность к самостоятельному поиску учебно-информационных ресурсов, овладению методами приобретения и осмысления знаний:

– усвоение понятий анализа и систематизации, в том числе некоторых математических приемов интегрального и дифференциального исчисления, применительно для описания физических явлений

– закрепление проявления таких понятий как причинно-следственная связь между физическими явлениями и процессами в линейном и ином приближении

– овладение методами абстрагирования и упрощенной формализации при описании релятивистских и нерелятивистских процессов на примере явлений столкновения и рассеяния быстрых заряженных и нейтральных частиц.

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины “Теоретическая физика” студент должен

знать:

– логическую структуру дисциплины, связь между темами разделов;

– основные математические методы, применяемые при рассмотрении вопросов данного раздела;

– основные понятия и термины, используемые в рассматриваемом разделе;

– основные положения тем раздела;

– основные понятия, связанные с мировоззренческим потенциалом физики в философско-методологических аспектах этой дисциплины

– иерархию эмпирического и аналитического подходов в исследовании и описании явлений, охватываемых этой дисциплиной;

уметь:

– ориентироваться в структуре данной учебной дисциплины и решать стандартные задачи релятивистской кинематики и динамики;

– применять преобразования Лоренца для анализа и решения задач специальной теории относительности;

– использовать законы сохранения в приближении четырехмерного пространства при решении задач релятивистской механики;

– экстраполировать уравнения Максвелла для различных частных случаев.

– пользоваться системой теоретических знаний для решения задач в области прикладной физики;

– использовать программные средства общего и специального назначения в сфере обучения и усвоения знания в области математической формализации соотношений релятивистской теории;

владеть:

– системой знаний о математических понятиях и сущности представления физических процессов в электродинамике

– практическими умениями решать качественные, расчетные и графические задачи физики из области релятивистских взаимодействий

– методами аналитического и численного моделирования, методологией графического отображения физических закономерностей

– умениями применять полученные знания для описания и объяснения явлений в природе, физических свойств вещества, для понимания роли математики в развитии физических моделей мира

Изучение учебной дисциплины “Теоретическая физика” должно обеспечить формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Студент должен:

– требования к академическим компетенциям

АК – 1. Уметь применять базовые теоретические знания для решения аналитических и практико-ориентированных задач

АК – 2. Владеть методами учебно-педагогического исследования

АК – 3. Владеть навыками аналитического творчества

АК – 4. Уметь работать самостоятельно

АК – 6. Владеть подходами междисциплинарного анализа при решении проблем

– требования к социально-личностным компетенциям

СЛК – 1. Обладать качествами гражданственности

СЛК – 2. Быть способным к социальному взаимодействию

СЛК – 3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям

СЛК – 7. Быть способным к осуществлению самообразования и самосовершенствования профессиональной деятельности

– требования к профессиональным компетенциям

ПК – 1. Управлять учебно-познавательной и аналитико-исследовательской деятельностью обучающихся

ПК – 2. Использовать оптимальные методы, формы и средства обучения

ПК – 3. Организовывать и проводить учебные занятия различных видов и форм

ПК – 4. Организовывать самостоятельную работу обучающихся

Всего на изучение учебной дисциплины “Теоретическая физика” отводится 206 часов, из которых аудиторных – 96 часов, на самостоятельную работу студентов – 74 часа. Распределение часов по видам аудиторных занятий включает 64 часа лекционных и 32 часа практических занятий. Изучение дисциплины проводится на 4 курсе (8 семестр), дневной формы получения образования.

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом в форме экзамена в 8 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Классическая механика

1. Механика Ньютона-Галилея. Уравнения движения. Обобщенные координаты. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа.
2. Принцип относительности. Функция Лагранжа свободного тела, замкнутой системы, системы во внешнем стационарном поле, поле с заданным законом изменения во времени.
3. Система тел, законы движения. Интегралы движения. Законы сохранения. Энергия. Импульс. Момент импульса.
4. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение. Приведенная масса. Движение в центральном поле, силы гравитации.
5. Столкновения частиц. Упругое рассеяние. Виды систем отсчета. Рассеяние частиц. Соотношения Резерфорда.
6. Малые колебания: свободные, одномерные, вынужденные, для систем со многими степенями свободы. Нормальные координаты.
7. Вынужденные колебания при диссипации. Параметрический резонанс. Канонические уравнения.
8. Уравнения Гамильтона-Якоби.

Специальная теория относительности.

1. Скорость распространения взаимодействий. Экспериментальные послыжки относительности времени. Интервал, событие в 4-пространстве, мировые точки, линии.
2. Вещественные, мнимые интервалы, графическое отображение областей абсолютного будущего /прошедшего, относительность понятия одновременности.
3. Время по показаниям неподвижных, движущихся часов при прямолинейном перемещении, при движении по окружности.
4. Инвариантность интервала при повороте в плоскости время-координата в приближении псевдоевклидовой геометрии, преобразования Лоренца. 4-векторы их свойства.
5. Векторы контра - и ко – варианном представлении, 4-тензоры 2-го ранга, свертывание в скаляр, понижение ранга, тензоры высших рангов.
6. Произведение 4-векторов, 4-тензоров 2-го ранга, схемы трансформирования с переносом индексов, виды тензоров.

Релятивистская механика

5. Интеграл действия свободной частицы вдоль мировой линии. Функция Лагранжа, импульс, масса, сила при изменении скорости.
6. Энергия частицы, масса покоя, импульс: связь между ними, закон преобразования сил. Кинетическая энергия, энергия покоя.
7. Энергия, импульс в различных инерциальных системах, вектор скорости как единичный вектор касательной к мировой линии.
8. Распад частиц, энергия связи, неупругое столкновение, законы сохранения энергии и импульса. Ядерная реакция, эндотермическая реакция.
9. Упругие столкновения при малых скоростях, представление в лабораторной системе отсчета при больших и малых энергиях.

10. Упругие столкновения в релятивистском приближении, представление в системе центра инерции при больших и малых энергиях.

11. Уровни передаваемой энергии при столкновениях частиц.

Электродинамика

1. Малый заряд в электромагнитном поле, потенциал, интеграл действия, функция Гамильтона. Уравнения Лагранжа для пробного заряда.

2. Сила, действующая на заряд. Инвариантность уравнений классической и релятивистской механики во времени, электродинамики при инверсии знака магнитного поля.

3. Калибровочная инвариантность потенциалов электромагнитного поля, постоянное поле, энергия заряда. Понятие постоянного однородного поля.

4. Заряженная частица в электрическом поле, энергия, скорость. Траектория заряда при больших и малых скоростях.

5. Движение заряженной частицы в магнитном поле по винтовой линии. Циклическая частота.

6. Заряд в скрещенных электрическом и магнитном поле в нерелятивистском приближении.

7. Скорость дрейфа, трохоида, как траектория частицы, ее предельный вид циклоида.

8. Расчет параметров дрейфа для трохойды и циклоиды.

Классическая статистическая физика и термодинамика.

1. Введение в термодинамический метод. Понятия и теоремы теории вероятности. Неравенство Чебышева, закон больших чисел.

2. Распределение Максвелла-Больцмана в статистическом описании. Основные представления, фазовое пространство, описание механической системы.

3. Теорема о сохранении фазового объема. Возвратная теорема Пуанкаре и Цермело. Уравнение движения статистического ансамбля.

4. Равновесное состояние статистического ансамбля. Микро-, макроканоническое распределение Гиббса. Их свойства, связь.

5. Свободная энергия идеального газа, парадокс Гиббса. Средняя плотность числа частиц в шестимерном пространстве, числа заполнения для идеального газа. Реальный газ.

6. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы, теорема о вириале для гармонического, ангармонического осциллятора, разреженного газа.

7. Расчет поправок для гармонического, ангармонического осциллятора, разреженного газа, твердого тела.

8. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Флуктуации, корреляционные моменты.

9. Определение корреляционных моментов, как основная задача теории флуктуаций. Вычисление квадратичных флуктуаций.

Волновая механика

1. Принципы волновой механики. Теория Бора. Корпускулярно-волновой дуализм в гипотезе де Бройля по экспериментам Дэвиссона, Джермера, Томсона.

2. Волны де Бройля, пакет волн, дисперсия, вероятностная интерпретация. Волновая функция, принцип суперпозиции.

3. Аналогия между механикой и оптикой. Уравнение Шредингера для частицы в потенциальном поле.

4. Операторы, их свойства. Собственные значения, собственные функции. Скалярное произведение функций. Сопряжение линейных операторов.

5. Основные аксиомы волновой механики. Операторы простейших физических величин. Квантовые скобки Пуассона.

6. Собственные функции линейных самосопряженных операторов, их нормировка: дискретный, сплошной спектр собственных значений, отсутствие/наличие вырождения.

7. Нормировка собственных функций к дельта-функции Дирака. Нормировка волн де Бройля с использованием условия периодичности.

8. Элементы теории представлений волновой функции оператором обладающим дискретным спектром собственных значений: чистый ансамбль, смешанный ансамбль.

9. Волновая функция в представлении оператора обладающего непрерывным спектром собственных значений.

10. Операторы физических величин в различных представлениях.