

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Теория элементарных частиц

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

ИПК-1.2 – Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

ИПК-1.3 Владеет навыками аналитической переработки информации, проведения исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, обобщения и представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля: контрольная работа (ПК 1).

По дисциплине «Теория элементарных частиц» предусмотрена одна контрольная работа (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3).

Пример билета контрольной работы по теме «Правила Фейнмана в квантовой хромодинамике».

Вывести явное выражение для пропагатора глюона в фейнмановской калибровке.

Ключ: $\int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4 i} \frac{-i g_{\mu\nu} \delta_{ab}}{k^2 + i\epsilon} e^{-ik(x-y)}$.

Критерии оценивания: результаты каждой контрольной работы определяются оценками по четырех-бальной системе. Оценка «отлично» выставляется, если студент предъявляет правильные письменные решения всех задач. Оценка «хорошо» выставляется, если в предъявляемом решении имеется не более двух ошибок и идея решения всех задач правильная. Оценка «три» выставляется, если в предъявляемом ответе не выполнены указанные выше критерии, но указана правильная идея решения для большей части задач. В противном случае выставляется оценка «неудовлетворительно».

Для углубленного изучения курса по основным разделам курса студентам предлагаются темы для рефератов (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3).

Темы для рефератов и учебно-методическая литература для самостоятельной работы по разделам дисциплины «Теория элементарных частиц»:

Тема 1. Кинематика элементарных частиц.

Литература:

1. Е. Бюклинг, К. Каянти, Кинематика элементарных частиц, Издательство Мир, 1975. – 343 стр.

2. М.Е. Peskin, D.V. Schroeder, “An Introduction to Quantum Field Theory”, Perseus Books Publishing, 1995. – 864 pages.

Тема 2. Основы теории сильных взаимодействий .

1. М.Е. Peskin, D.V. Schroeder, “An Introduction to Quantum Field Theory”, Perseus Books Publishing, 1995. – 864 pages.

2. L. B. Okun, Leptons and Quarks, Amsterdam ; New York : North-Holland Pub. Co,

1982. – 361 pages.

Тема 3. Основы теории слабых взаимодействий 3.

L. B. Okun, Leptons and Quarks, Amsterdam ; New York : North-Holland Pub. Co, 1982. – 361 pages.

361 pages.

2.M.E. Peskin, D.V. Schroeder, “An Introduction to Quantum Field Theory”, Perseus Books Publishing, 1995. – – 864 pages.

Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет с оценкой в 1 семестре проводится в устной форме по билетам.

Результаты зачета определяются оценкой, исходя из результатов ответов на экзамене (60%) и текущей аттестации в течение семестра (40%) в соответствии с балльной шкалой оценивания: количество набранных баллов более 80 — «отлично», от 65 до 79 — «хорошо», от 50 до 64 — «удовлетворительно, менее 50 баллов — «неудовлетворительно».

Билет состоит из двух частей.

Первая часть содержит основной вопрос, проверяющий сформированность компетенций ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3. Ответы даются в развернутой форме, включая практические задачи.

Вторая часть содержит дополнительный вопрос из списка контрольных вопросов по курсу (приведен в разделе 11), проверяющий соответствие индикатору достижения компетенций ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3. Ответ на вопрос второй части дается в краткой форме, включающей краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов

Вопрос 1. Кварковая модель.

Дополнительные вопросы.

Вопрос 1. Квантовые числа кварков.

Вопрос 2. Из каких соображений вводится цвет кварков..

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты выполнения контрольных работ, заданий и тестов по материалам курса, и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом): посещаемость – максимальный балл 10, выполнение контрольных заданий – 40, тестов – 10. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр.

Открытый перечень вопросов, выносимых на экзамен-зачет.

1. Время жизни элементарных частиц. Сечение рассеяния.
2. Методы вычислений интегралов по фазовому объему.
3. Эксклюзивные и инклюзивные процессы.
4. Составные модели адронов.
5. Ширина распада нейтрального пиона в пару фотонов.
6. Лагранжиан КХД.
7. Киральная симметрия.
8. Аномалии и структура вакуума КХД.
9. Голдстоуновский механизм нарушения киральной симметрии.
10. Симметрия Изгура-Вайзе в секторе тяжелых кварков.
11. Перенормировка КХД в одной петле.
12. Фундаментальные процессы в пертурбативной КХД.
13. Основы модели Вайнберга-Салама.
14. Матрица смешивания кварков Кабиббо-Кобаяси-Маскава.
15. Механизм Хиггса.

16. SU(5) модель великого объединения.
17. Распад протона.
18. Дираковское и Майорановское нейтрино.
19. Двойной бета-распад.
20. Осцилляции нейтрино.
21. Матрица смешивания нейтрино Понтекорво-Маки-Накагава-Саката.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Задача: Записать оператор зарядового сопряжения для скалярных частиц в терминах операторов рождения-уничтожения частиц и античастиц.

Ответ: $U_c = \exp[-i \frac{\pi}{2} \int d^3p (a^{\dagger}(p) a(s,p) + b^{\dagger}(p) b(p) - a^{\dagger}(p) b(p) + b^{\dagger}(p) a(p))]$

Теоретические вопросы (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3):

1. Как выглядит полная вершина кварк-глюонного взаимодействия в квантовой хромодинамике.
2. Как выглядит пропагатор кварков и духовых полей в квантовой хромодинамике
3. Как выглядит полный пропагатор глюона в квантовой хромодинамике.
4. Какова физическая интерпретация духовых полей.
5. Какова физическая интерпретация и массового кварков и глюонов.
6. Как выглядят тождества Уорда в квантовой хромодинамике.
7. Вычислить бета-функцию КХД в однопетлевом приближении.
8. Вычислить массу кварка в однопетлевом приближении.
9. Типы партонных распределений в адронах.
10. Что такое теорема факторизации в КХД.

5. Информация о разработчиках

Любовицкий Валерий Ефимович, доктор физико-математических наук, профессор, кафедры квантовой теории поля физического факультета ТГУ.