

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи квантової теорії поля
(повна назва навчальної дисципліни)
для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма фізика
(назва освітньої програми)
спеціалізований вибіркового блоку “фізика високих енергій”
(за наявності) (назва спеціалізації)
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>8</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: Горкавенко Володимир Миколайович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

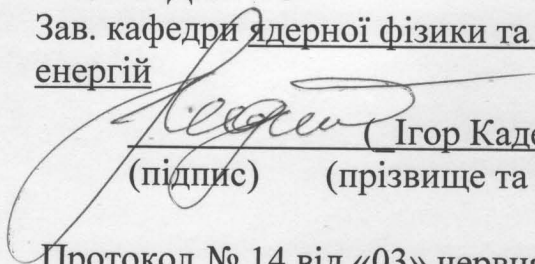
КИЇВ – 2022

Розробник:

Горкавенко Володимир Миколайович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової теорії поля та космофізики

ЗАТВЕРДЖЕНО


Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

 (Ігор Каденко)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 14 від «03» червня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету
фізичного факультету

Протокол від «10» червня 2022 року №11

Голова науково-методичної комісії  (Олег Оліх)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« » _____ 20__ року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – отримання базових теоретичних знань і практичних навичок з квантової теорії поля та стандартної моделі фізики елементарних частинок.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні принципи квантової механіки та релятивістської квантової механіки.

2. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Основи квантової теорії поля» студенти оволодіють загальними принципами побудови лагранжіанів фізичних теорій (зокрема принцип локальної калібрувальної інваріантності, принцип спонтанного порушення симетрії), зможуть вивести вираз для лагранжіану Стандартної моделі фізики елементарних частинок з перших принципів та провести розрахунки основних реакцій в Стандартній моделі в першому неznикаючому наближенні.

4. Завдання (навчальні цілі) – навчити студентів будувати лагранжіан Стандартної моделі фізики елементарних частинок та розуміти варіанти додавання нових доданків, що нестимуть у собі нову фізику;

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	<i>Знати:</i> загальні принципи побудови лагранжіанів фізичних теорій (зокрема принцип локальної калібрувальної інваріантності, принцип спонтанного порушення симетрії), процедуру виведення лагранжіану Стандартної моделі фізики елементарних частинок з перших принципів	<i>Лекції</i> <i>Практичні</i>	<i>Контрольна робота</i>	30
2.1	<i>Вміти:</i> розраховувати перерізи розсіяння та ймовірності розпаду для основних процесів Стандартної моделі; володіти математичним апаратом квантової теорії поля в нижчих порядках теорії збурень.	<i>Лекції</i> <i>Практичні</i>	<i>Контрольна робота</i>	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни					
Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3		

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. *Контрольна робота 1 за темами 1-7: РН 1.1 – 20 балів*

2. *Контрольна робота 2 за темами 8-12: РН 2.1 – 20 балів*

3. *Контрольна робота 3 за темами 13: РН 2.1 – 20 балів*

- підсумкове оцінювання у формі іспиту.

Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання іспиту дорівнює 40. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів. Студент допускається до іспиту за умови виконання всіх передбачених планом контрольних робіт.

7.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 3 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Модульний контроль: 3 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольну роботу 60 балів (по 20 балів за кожною). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів).

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних.

№ теми	Номер і назва теми	Кількість годин	
		Лекції	Самост. Робота
<i>Змістовний модуль 1. Принципи побудови фізичних теорій</i>			
1	Принцип локальної калібрувальної інваріантності на прикладі групи $U(1)$	2	5
2.	Принцип локальної калібрувальної інваріантності для лагранжіанів, що мають інваріантність відносно перетворень полів матерії за фундаментальним та приєднаним представленням групи $SU(n)$	4	5
3	Принцип локальної калібрувальної інваріантності відносно перетворень, що описуються не простою компактною групою Li		6
4.	Рівняння руху та динамічні інваріанти неабелевих теорій	3	6
5.	Принцип спонтанного порушення симетрії для випадків дискретної симетрії, симетрії груп $U(1)$, $SO(3)$, $SU(2)$	5	6
6	Теорема Голдстоуна	2	5
7.	Механізм Хігса генерації мас калібрувальних бозонів	3	6
	Модульна контрольна робота 1		
<i>Змістовний модуль 2. Побудова лагранжіану стандартної моделі</i>			
8	Загальні положення Стандартної моделі	3	5
9	Введення калібрувальних полів Стандартної моделі	3	5
10	Застосування принципу спонтанного порушення симетрії. Маса калібрувальних полів. Кут змішування Вайнберга. Маса полів матерії. Змішування у кварковому секторі. Матриця ККМ	4	5
11	Загальний вигляд лагранжіану Стандартної моделі. Властивості та симетрії. Ефективна теорія Фермі.	3	5
12	Проблеми Стандартної моделі. Можливі варіанти розширення Стандартної моделі	4	6
	Модульна контрольна робота 2		
<i>Змістовний модуль 3. Розрахунок процесів Стандартної моделі</i>			
13	Розрахунок основних процесів Стандарт-ної моделі в нижчих порядках теорії збурень: електрон-електронне розсіяння, електрон-фотонне розсіяння, народження частинок при електрон-позитронних зіткненнях, час життя та канали розпаду Z - W - бозонів	4	15
	Модульна контрольна робота 3		
	Всього	40	80

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 40 год.

Самостійна робота - 80 год.

9. Рекомендовані джерела:

1. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В., Введение в теорию квантованных полей - М.: Наука, 1976. - 480 с.
2. Горбунов Д.С., Рубаков В.А., Введение в теорию ранней вселенной. Теория горячего Большого взрыва- М.: Издательство ИЯИ РАН, 2007. - 458 с.
3. Горбунов Д.С., Рубаков В.А., Введение в теорию ранней вселенной. Комологические возмущения. Инфляционная теория- М.: Издательство ИЯИ РАН, 2009. - 473 с.

4. Горкавенко В.М., Діаграмна техніка Фейнмана. Ймовірність розпаду та переріз розсіяння частинок, К.: ВПЦ "Київський університет", 2014. - 261 с.
5. Горкавенко В.М., Принципи побудови лагранжіана Стандартної моделі фізики елементарних частинок К: «АгенствоУкраїна», 2017, 136с.
6. Желобенко Д.П., Компактные группы Ли и их представления - МЦНМО, 2007. - 552 с.
7. Нгуен Ван Хьеу, Лекции по теории унитарной симметрии элементарных частиц - М.: Атомиздат, 1967. - 344 с.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика в 10 т., Т. II Теория поля - М.: Физматлит, 1988. - 512 с.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика в 10 т., Т. IV Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Квантовая электродинамика - М.: Физматлит, 1989. - 728 с.
10. Рубаков В.А., Классические калибровочные поля - М.: URSS, 1999. - 336 с.
11. Ченг Т.П., Ли Л.Ф., Калибровочные теории в физике элементарных частиц - М.: Мир, 1987. - 624 с.
12. Jorge C. Romo, Joo P. Silva, A resource for signs and Feynman diagrams of the Standard Model, IJMPA Vol. 27, No. 26 (2012) 1230025, arXiv:1209.6213 [hep-ph].
13. Schwartz M.D., Quantum Field Theory and the Standard Model (Cambridge University Press 2013) p. 952.