

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Директор Інституту теоретичної
фізики ім. М.М. Боголюбова
Національної академії наук України

А. Г. Загородній

02 2020 р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БК 10. Додаткові глави калібрувальних теорій поля 2 для аспірантів

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітній рівень	доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Теоретична фізика
Вид дисципліни	вибіркова
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач: Гусинін Валерій Павлович

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

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

КИЇВ – 2020

Розробник: Гусинін Валерій Павлович, доктор фіз.-мат. наук, професор, чл.-кор. НАН України

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директором Інституту теоретичної фізики ім.
М.М. Боголюбова Національної академії наук
України

(Загороднім А.Г.)
(прізвище та ініціали)
Протокол засідання Вченої ради № 1 від
« 5 » 02 2020 р.

Схвалено Науково - методичною комісією Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова Національної академії наук України.

Протокол від « 5 » 02 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії Лев (чл.-кор. НАН України Б.І. Лев)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 5 » 02 2020 року

1. Навчальна дисципліна «Додаткові глави калібрувальних теорій поля 2» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «**доктор філософії**» галузі знань «природничі науки», спеціальності фізика та астрономія (104) Дана дисципліна є нормативною за спеціальністю «фізика та астрономія».

Викладається у 1 семестрі в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS), зокрема: лекції - 18 год., лабораторні роботи - год., самостійна робота - 99 год. У курсі передбачено 2 змістових модулів і 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **екзаменом**.

Мета дисципліни: надати базові знання про теоретичні положення і методи теорії калібрувальних полів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Володіти знаннями і вміннями в обсязі курсів Класична теорія поля і Квантова механіка, а саме:

1. володіти знаннями про основні поняття класичної теорії поля (поля, лагранжіан, гамільтоніан, принцип найменшої дії, рівняння Лагранжа-Ейлера, рівняння Максвелла, Клейна-Гордона, Дірака), спеціальної теорії відносності (групи Лоренца і Пуанкаре, перетворення полів під дією цих груп);

2. знати основи квантової механіки (квантування гамільтонових систем, оператори і вектори станів, рівняння Шрödінгера, теорія розсіяння); – володіти навичками квантування систем, що складаються з однакових частинок (бозонів і ферміонів);

3. знати квантування вільних релятивістських полів (скалярних, спінових і векторних полів); – мати уявлення про гільбертові простори і простори Фока, оператор хронологічного впорядкування (Т-оператор), функції Гріна вільних полів.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Додаткові глави калібрувальних теорій поля 2» викладається калібрувальна теорія електромагнітних, сильних і слабких взаємодій, яка служить основою єдиного теоретичного підходу для опису відповідних взаємодій елементарних частинок, вводяться фізичні поняття та дається математичний формалізм, що лежать в основі Стандартної моделі взаємодій. В основі підходу до квантування калібрувальних полів покладено метод континуальних інтегралів. Результатом навчання є отримання базових теоретичних знань з предмету, усвідомлення основних принципів калібрувальних теорій, вміння рахувати елементарні процеси взаємодії частинок в квантовій теорії поля, використовуючи техніку діаграм Фейнмана включно з теорією перенормування, застосовувати сучасні методи дослідження для розв'язання практичних задач. Лекції розраховані на студентів і аспірантів фізичного профілю.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Опанувати основні принципи побудови сучасної теорії калібрувальних полів.
2. Опанувати методи обчислення радіаційних (однопетльових) поправок до фізичних процесів.
3. Навчити аспірантів проводити перенормування діаграм Фейнмана.
4. Навчити аспірантів застосовувати сучасні методи дослідження для проведення розрахунків елементарних процесів взаємодії частинок.

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)
Код	Результат навчання		
1.1	<i>Знати: основні принципи побудови сучасної теорії калібрувальних полів, основні фізичні процеси в рамках Стандартної моделі.</i>	<i>Лекції</i>	<i>Усні відповіді, домашня робота</i>

1.2	<i>Знати: основні принципи теорії перенормування в квантовій теорії поля.</i>	<i>Лекції</i>	<i>Усні відповіді, домашня робота</i>
2.1	<i>Вміти: рахувати елементарні процеси взаємодій частинок в квантовій теорії поля</i>	<i>Лекції і практичні заняття</i>	<i>Письмові розв'язки домашніх завдань Контрольна робота</i>
2.2	<i>Вміти: проводити розрахунок радіаційних (однопетльових) поправок до цих процесів, проводити перенормування діаграм Фейнмана</i>	<i>Лекції і практичні заняття</i>	<i>Письмові розв'язки домашніх завдань Контрольна робота</i>

6. Схема формування оцінки.

6.1 Форми оцінювання студентів:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1 - 5, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) - теми 6 - 8. Обов'язковим для допуску до екзамену є отримання мінімальної кількості балів з кожного колоквиуму та з контрольної роботи ($0,6 \cdot R$, де R – відповідна шкала вимірювання).

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМ1</i>		<i>ЗМ2</i>	
	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>
Підготовлена усна доповідь за темою лекції	-	-	-	-
Розв'язування задач біля дошки	0	5	0	5
Колоквиум 1	18	30	—	—
Колоквиум 2	—	—	18	30
Контрольна робота				

Аспіранти, які набрали сумарно меншу кількість балів, ніж *критично-розрахунковий мінімум у 18 балів за кожен модульну контрольну роботу*, для одержання заліку і екзамену обов'язково необхідно перескласти відповідну модульну контрольну з належним рівнем знань.

При простому розрахунку отримаємо:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Екзамен	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	18	18	24	60
Максимум	30	30	40	100

6.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності аспірантів в семестрі оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання виконання домашніх робіт, усних відповідей та контрольних робіт, виконаних аспірантами під час практичних занять. Іспит проводиться в письмовій формі. Кожен білет містить два теоретичні питання та одну задачу. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані аспірантом за складання іспиту дорівнює 40.

6.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90–100
-----------------------------	--------

Добре / Good	75–89
Задовільно / Satisfactory	60–74
Незадовільно / Fail	0–59
Зараховано / Passed	60–100
Не зараховано / Fail	0–59

7. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій — 18 год.

Консультації — год.

Екзамен — год.

Самостійної роботи (позааудиторної) — 99 год.

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин			Інші форм и контр .
		лекції	семінари	С/Р	
Змістовий модуль 1 Квантові поправки до функцій Гріна в теорії збурень					
1	Тема 1 Розбіжності функцій Гріна та їх усунення в другому порядку теорії збурень.	2	0		
2	Тема 2 Регуляризація Паулі-Віларса та розмірна регуляризація в теорії поля. Головні ідеї теорії перенормувань. Програма перенормувань в квантовій теорії поля на прикладі скалярних полів з взаємодією. Контрчлени.	4	0		
3	Тема 3 Перенормування заряду і маси електрона в другому порядку теорії збурень в квантовій електродинаміці.	2			
4	Тема 4 Модифікація закону Кулона при врахуванні поляризації вакууму, асимптотична поведінка закону Кулона на малих і великих відстанях. Поняття ефективного заряду як функції відстані. Потенціал Юлінга та його вплив на зсув енергетичних рівнів воднеподібних атомів.	2			
5	Тема 5 Вершинна функція, виділення розбіжної частини, аномальний магнітний момент електрона (формула Швінгера). Аномальний магнітний момент електрона– теоретичне значення та співставлення з експериментом. Лембівській зсув енергетичних рівнів воднеподібних атомів.	2			
Колоквіум I					1
Модульна контрольна робота I					
Змістовий модуль 2 Рівняння Швінгера-Дайсона, тотожності Уорда-Такахаші та ренормалізаційна група					
6	Тема 6 Виведення інтегральних рівнянь Швінгера-Дайсона за допомогою сумувань діаграм	2			

	теорії збурень та з функціонального інтегралу (функціонально-диференціальне рівняння для генеруючого функціоналу).				
7	Тема 7 Тотожності Уорда-Такахаші: поперечність поляризації вакууму та векторна тотожність для вершинної функції. Аномальна тотожність для кірального струму.	2			
8	Тема 8 Рівняння ренормалізаційної групи для функцій Гріна. Асимптотична поведінка ефективних констант взаємодій - нуль-заряд в квантовій електродинаміці і асимптотична свобода в квантовій хромодинаміці.	2			
<i>Колоквіум 2</i>					1
<i>Модульна контрольна робота 2</i>					
<i>Екзамен</i>					1
ВСЬОГО		18	0		3

8. Рекомендовані джерела:

1. М.Пескин, Д.Шредер. Введение в квантовую теорию поля. –Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001.
2. С. Вейнберг, Квантовая теория поля, т. 1, 2. – Москва: Физматлит, 2003.
3. К. Ициксон, Ж.-Б. Зюбер. Квантовая теория поля, т. 1, 2. – Москва: Мир, 1984.
4. Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков. Введение в теорию квантованных полей. М.: Наука, 1983.
5. О.Л. Ребенко, Основи сучасної теорії взаємодіючих квантованих полів. – Наукова Думка, Київ, 2007 р.
6. W. Greiner, J. Reinhardt. Quantum Electrodynamics. – Berlin: Springer-Verlag, 2003.
7. W. Greiner, S. Schramm, E. Stein. Quantum Chromodynamics. – Berlin: Springer-Verlag, 2002.

Додаткова:

- 1.С. Швебер. Введение в релятивистскую квантовую теорию поля. М.: Издательство иностранной литературы, 1963.
- 2.Дж. Бьеркен, С. Дрелл. Релятивистская квантовая теория, т. 1-2 М.: Наука, 1978.
- 3.А.И. Ахиезер, В.Б. Берестецкий. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1981.
- 4.П. Рамон, Теория поля. Современный вводный курс. М.: Мир, 1984.
- 5.А.А. Славнов, Л.Д. Фаддеев, Введение в квантовую теорию калибровочных полей. М.: Наука, 1978.

ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Завдання до курсу «Додаткові глави калібрувальних теорій поля» містяться в файлі qftprobl.pdf, який надається аспірантам на початку вивчення курсу.