

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Класична теорія поля  
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) \_\_\_\_\_ 6.040203 - фізика \_\_\_\_\_

спеціалізація \_\_\_\_\_

факультет \_\_\_\_\_ фізичний \_\_\_\_\_

2016 / 2017 навчальний рік



## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Класична теорія поля**» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр, спеціальності (напрямку) 6.040203 - фізика спеціалізації

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Класична теорія поля» є формування уявлень студентів про основні теоретико-математичні методи теорії груп та алгебри Лі.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни «Класична теорія поля»

- ознайомлення студентів з методами теорії груп,
- вивчення студентами термінів, які пов'язані із групами та алгебрами Лі,
- навчити студентів вибирати адекватні підходи для вирішення задач теорії поля методами теорії груп Лі за допомогою навчальної та довідкової літератури.

1.3. Кількість кредитів 2.

1.4. Загальна кількість годин 72.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
6-й
Лекції
32 год.
Практичні, семінарські заняття
Не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття
Не передбачені навчальним планом
Самостійна робота
40 год.
Індивідуальні завдання
Не передбачені навчальним планом

#### 1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

- **знати:** принципи і методи теорії груп,
- **вміти:** застосовувати відповідні методи для адекватного опису теоретико-польових моделей.

## 2. тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Введення в індексну форму запису.

Тема 1. Символи Кронекера та Леві-Чівіта.

Тема 2. Оператори  $grad$ ,  $div$ ,  $rot$  в індексній формі.

### Розділ 2. Введення в теорію множин.

Тема 3. Порівняння нескінченних множин.

Тема 4. Алгебраїчні множини. Рахункові та незлічені множини.

Тема 5. Теорема Бернштейна. Проблема континуума.

### Розділ 3. Теорія груп.

Тема 6. Визначення групи. Числові поля  $Z$ ,  $Q$ ,  $R$ ,  $C$  та їх групи.

Тема 7. Кінцевомірні групи  $D_3$ ,  $P_3$ . Таблиця множення цих груп.

Тема 8. Конабори групи, фактор-група.

Тема 9. Матричні групи Лі  $GL(n)$ ,  $SL(n)$ ,  $O(n)$ ,  $SO(n)$ ,  $U(n)$ ,  $SU(n)$ .

### Розділ 4. Введення в теорію алгебр.

Тема 10. Визначення алгебри. Приклади.

Тема 11. Алгебри Лі. Матричні алгебри Лі. Приклад антисиметричних матриць (3x3).

Тема 12. Алгебри Лі генераторів груп Лі.

### Розділ 5. Теорія поля.

Тема 13. Скалярне поле та рівняння Шредингера.

Тема 14. Комплексне скалярне поле. Скалярна електродинаміка.

Тема 15. Калібрувальні перетворення. Коваріантна похідна.

Тема 16. Спонтанне порушення симетрії. Механізм Хіггсу.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Введення в індексну форму запису.</b>						
Тема 1	4	2				2
Тема 2	4	2				2
Разом за розділом 1	8	4				4
<b>Розділ 2. Введення в теорію множин.</b>						
Тема 3	4	2				2
Тема 4	4	2				2
Тема 5	4	2				2
Разом за розділом 2	12	6				6
<b>Розділ 3. Теорія груп.</b>						
Тема 6	4	2				2
Тема 7	4	2				2
Тема 8	4	2				2
Тема 9	5	2				3
Разом за розділом 3	17	8				9

<b>Розділ 4. Введення в теорію алгебр.</b>						
Тема 10	5	2				3
Тема 11	5	2				3
Тема 12	5	2				3
Разом за розділом 4	15	6				9
<b>Розділ 5. Теорія поля.</b>						
Тема 13	5	2				3
Тема 14	5	2				3
Тема 15	5	2				3
Тема 16	5	2				3
Разом за розділом 5	20	8				12
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>32</b>				<b>40</b>

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	2
Тема 1.	Скалярний та векторний добутки.	2
Тема 2.	Перевірка формул векторної алгебри та теорії поля в індексній формі.	2
Тема 3.	Потужність множин натуральних, цілих, раціональних чисел.	2
Тема 4.	Потужність множин дійсних та комплексних чисел.	2
Тема 5.	Кардинальні числа.	2
Тема 6.	Ізоморфізм та гомоморфізм груп. Групи $D_3$ , $P_3$ .	2
Тема 7.	Матричні групи $SO(2)$ , $SO(3)$ та їх генератори.	2
Тема 8.	Групи $U(1)$ , $SU(2)$ .	2
Тема 9.	Алгебри Лі дійсних матриць $(2 \times 2)$ .	3
Тема 10.	Алгебра $su(2)$ . Матриці Паулі.	3
Тема 11.	Рівняння Шредингера та Клейна-Гордона-Фока.	3
Тема 12.	Лагранжіан Клейна-Гордона-Фока та рівняння руху	3
Тема 13.	Тензор енергії-імпульса.	3
Тема 14.	Закон збереження заряду, вектор току.	3
Тема 15.	Глобальна та локальна інваріантність.	3
Тема 16.	Теорема Голдстоуна.	3
	<b>Разом</b>	<b>40</b>

#### 6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

#### 7. Методи контролю

Поточне опитування, контрольна робота за основними розділами, перевірка домашніх завдань, екзамен.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 1	Розділ 3	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1-T5	T6-T12	T13-T16					
10	10	10	30	-	60	40	100

T1, T2, ..., T16 – теми розділів.

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Теория групп и квантованные поля / Ю.Б. Румер, А.И. Фет. – М.: Изд-во «Наука», 1977. – 248 с.
2. Квантовая теория поля / Л. Райдер. – Волгоград : Изд-во «Платон», 1998. – 512 с.
3. Классические калибровочные поля / В. А. Рубаков. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 336 с.

### Допоміжна література

1. Введение в теорию классических полей / А.А. Богуш, Л.Г. Мороз – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 3846 с.
2. Теория взаимодействия частиц / В.В. Белокуров, Д.В. Ширков. – М.: Наука, 1986. – 160 с.

## 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Сайт кафедри теоретичної фізики:

<http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/Robochi%20programy>