

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Фізичний факультет
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Фізика високих енергій

(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 вибірковий блок **«Фізика високих енергій»**

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

8

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладачі: докт. фіз.-мат. наук, професор В.Є. Аушев;

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

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

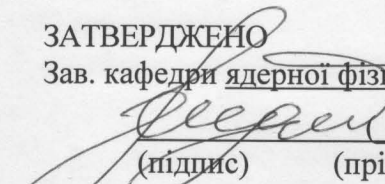
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

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

КИЇВ – 2022

Розробник: *Аушев В.Є.* доктор фіз.-мат. наук, професор КЯФВЕ

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

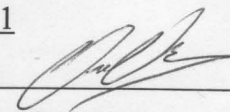
 (Ігор Каденко)
(підпис) (прізвище та ініціали)

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


(підпис)

(Олег Оліх)

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Метою дисципліни «Фізика високих енергій» є отримання студентами глибокого розуміння базових знань і досягнень фізики високих енергій. Особлива увага кварк-партонній моделі структури елементарних частинок, класифікації елементарних частинок і їх взаємодіям, експериментальній інструментарію досліджень (прискорювачі, детектори, засоби аналізу). Це включає засвоєння основних законів, теорій, методів і засобів сучасних досліджень в фізиці високих енергій, основні досягнення в цій області та перспективи досліджень на найближчі роки.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування курсу ядерної фізики, вступного курсу фізики високих енергій, включаючи методи статистичної обробки.
2. Вміти вести розрахунки і розв'язувати задачі з ядерної фізики та фізики елементарних частинок.
3. Володіти навичками написання комп'ютерних програм для аналізу даних.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Фізика високих енергій» є одним з розділів курсу фізики для підготовки фахівців в галузі фізики високих енергій, і є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".

Курс «Фізика високих енергій» дозволить значно покращити спеціальну професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, що пов'язано з тим, що студенти будуть розумітися в сучасних поглядах і теоріях фізики елементарних частинок, сучасних напрямками досліджень на Великому Адронному Колайдері, SuperKEKB та інших експериментах на прискорювачах, включаючи новітні проекти Міжнародного Лінійного Колайдера ІІС.

4. Завдання (навчальні задачі) – навчити студентів вільно орієнтуватися на якісному та кількісному рівні в основних процесах при дослідженнях на колайдерах з різними пучками. Виробити навички практичного використання засвоєних знань, методів і підходів у наукових дослідженнях, які складають основу професійної діяльності. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

ФК15. Здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.	<i>Знати:</i>	<i>Лекції, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
1.1	<i>основи сучасної прискорювальної техніки ;</i>			
1.2	<i>основи і принцип роботи великих детекторних систем на прикладі ATLAS, CMS, LHCb;</i>			
1.3	<i>класифікація частинок по їх кварковій структурі;</i>			
1.4	<i>історію відкриття найважливіших елементарних частинок;</i>			
2.	<i>Вміти:</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
2.1	<i>класифікувати елементарні частинки та їх реакції на мові квантових чисел;</i>			
2.2	<i>зображати прості діаграми реакцій; користуватися формулами квантової та релятивістської механіки і відповідними одиницями вимірювань маси, енергії, імпульсу, спіну.</i>			
2.3	<i>описати базові складові Стандартної моделі фізики частинок; кварк-партонна структура елементарних частинок;</i>			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.	2.
Програмні результати навчання		
ПРН6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.	+	
ПРН7. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та		+

*
*

астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.		
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	+	+
ПРН18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.	+	+
ПРН27. Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм із природничих наук в Україні і світі для їх вибіркового опанування в рамках міждисциплінарного шляху розвитку науки.	+	+
ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.	+	+

8. Схема формування оцінки.

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на два змістові модулі. У першому змістовному модулі вивчається матеріал, що стосується Стандартної моделі, кварк-партонної структури частинок, діаграми Фейнмана, а у другому – колайдери та детекторні системи, частинки і античастинки. У межах кожного із змістовних модулів передбачається проведення тестів за темою матеріалу модуля, виконання студентами самостійних роботи. Загальна оцінка формується з оцінювання: виконання домашніх самостійних завдань, тестів та контрольних.

8.1. Форми оцінювання студентів.

Підсумкова форма контролю виконання студентом самостійних робіт – залік. Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліни "Фізика високих енергій, ч.1" студентів проводиться у формі заліку з використанням модульно-рейтингової системи оцінювання.

8.2. Організація оцінювання:

Організація оцінювання заліку з самостійної роботи і поточного тестування.

Умова допуску студента до заліку — проведення не менше двох наукових доповідей студентами по заданій темі Фізика високих енергій, ч.1 з оформленням відповідних слайдів. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом за виконання самостійних робіт та поточних тестів по кожній темі прочитаних лекцій складає 40 балів.

Організація оцінювання на заліку з навчальної дисципліни.

Наприкінці кожного змістового модулю проводиться контроль теоретичних і практичних знань у вигляді модульної письмової контрольної роботи (за розрахунок 1 год. самостійної роботи). Максимальна кількість балів, яка може бути отримана за підсумком кожного тестування із змістовних модулів – 10. Загальна максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом при виконанні тестових завдань двох змістових модулів - 20. Таким чином, з урахуванням усіх тестів і виконання самостійної роботи максимальна кількість балів до проведення підсумкового заліку — 60 балів.

Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліни "Фізика високих енергій, ч.1" студента проводиться у формі заліку, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – 40. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка на заліку складається з семестрової модульної та залікових оцінок і дорівнює 100 балам.

Умови допуску до підсумкового заліку — проведення двох наукових доповідей по визначеній темі, позитивна оцінка за кожно з модульних контрольних робіт та всіх поточних тестів по кожній темі — не менше 20 балів. У відсутність студента на модульній контрольній роботі з поважних причин, які підтверджені документально, студент повинен пройти модульний контроль у інші терміни в установленому деканатом порядку.

8.3 Шкала відповідності оцінок.

Шкала відповідності для заліку з лабораторних робіт

Зараховано/ Passed	60 — 100
Не зараховано / Fail	0 — 59

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	практ.з ан.	лаб. роб.	самост. робота
Змістовий модуль 1.					
1	Перше знайомство із різноманіттям елементарних частинок. Одиниці вимірювань фізичних величин в ФВЕ. Фотони. Поняття античастинки. Бульбашкові камери. Використання напівпровідникових та газових детекторів в ФВЕ.	2			4
2	Статична кваркова модель протона. Частинки із дивним кварком. Баріонне число. Відкриття нейтрино. Використання емульсій.	4	2		8
3	Властивості кварків. Класифікація баріонів. Класифікація сил. Кварк-кварковий потенціал.	2			8
4	Поняття елементарності. Відкриття W і Z-бозонів та їх роль в слабких взаємодіях. Класифікація мезонів.	4			12
5	Частинки з с та b кварками. Супермультиплети з чарівними та прекрасними кварками. Конфайнмент.	2	2		8
	Модульна контрольна робота 1				2
Змістовий модуль 2.					
7	Лептони. Магнітний момент електрона і інших лептонів. Властивості позитронів. Лептонні числа.	4	2		8
8	Адрони. Кваркова модель адронів. Відкриття антипротона та антинейтрона. Закон збереження баріонного числа. Внутрішня парність адронів.	4	2		8
9	Мезони. Ізоспінові мультиплети. Нонети, декуплети. Утворення і розпад адронів. Резонанси. Топ-кварки і їх властивості.	4	2		12
10	Фізика кварків. Кваркова структура адронів. Адронні струмені. Глюони, поняття кольору.	4			8
	Модульна контрольна робота 2				2
	ВСЬОГО	30	10		80

Загальний обсяг год. - **120**, в тому числі:

лекцій – **30 год.**;

лабораторні роботи – **0 год.**;

практичні заняття – **10 год.**;

самостійна робота - **80 год.**,

тренінги - **0 год.**,

консультації – **2 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Donald H. Perkins: INTRODUCTION TO HIGH ENERGY PHYSICS, 4th edition (Cambridge University Press 2000) (level of this course, для студентів старших курсів Оксфорда та аспірантів: for advanced undergraduates and introduction text for graduate students) (є переклад на російську 1-го видання)
2. F.Halzen & A.Martin: Quarks and Leptons, (John Wiley 1984), (good graduate level, textbook above level of this course)(є переклад на російську 1-го видання)
3. B.R. Martin & G. Shaw: Particle Physics, 3rd edition (Wiley 2008) (level of this course) (є переклад на російську 1-го видання)
4. D. Griffiths: Introduction to Elementary Particles, 2nd edition (Wiley 2008) (more advanced)
5. Ernest M. Henley & Alejandro Garcia: SUBATOMIC PHYSICS, 3rd Edition (World Scientific Publishing 2007). (The level of presentation is aimed at the senior undergraduate or first-year graduate student).(є переклад на російську 1-го видання)

Інтернет-ресурси:

<http://www.hep.phy.cam.ac.uk/~thomson/lectures/lectures.html>