

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕОРІЯ КІНЕТИЧНИХ ЯВИЩ**

(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 теоретична фізика  
(за наявності) (назва)

вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>8</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: Васильєв О.М.

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник(и): Васильєв О.М., професор, докт. фіз.-мат. наук

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної фізики

Решетняк (підпис) (Решетняк В.Ю.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 19 від « 27 » червня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії Оліх (підпис) (Оліх О.Р.)  
(прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради (для коледжів)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**1. Мета дисципліни** – Курс "Теорія кінетичних явищ" покликаний поглибити знання з теорії кінетичних явищ, засвоїти математичний апарат теорії кінетичних явищ.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

- Знати основні закони електрики, оптики, математичного аналізу, звичайні диференціальні рівняння, основи математичної фізики. Зокрема, знати рівняння Ейлера-Лагранжа, функцію Гріна для диференціальних рівнянь, теореми Остроградського-Гаусса та Стокса, поліноми Лежандра, сферичні функції (гармоніки), циліндричні функції, функції Бесселя, Ганкеля, Неймана та Макдональда. Пам'ятати вирази для градієнта, дивергенції, ротора та оператора Лапласа в циліндричній та сферичній системах координат.
- Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, математичної фізики, основ векторного та тензорного аналізу та диференціальних рівнянь для розв'язку алгебраїчних та диференціальних рівнянь та систем.
- Володіти елементарними навичками обчислення похідних, інтегралів, дій над операції з векторами, графічно будувати графіки функцій, визначати та розкладувати функції в ряд та інтеграл Фур'є. Вільно володіти навичками представлення дельта-функції, Гама-функції, Бета-функції.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна "Теорія кінетичних явищ" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр фізики" та базовою для спеціалізації "теоретична фізика". Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, основами векторного та тензорного аналізу, загальним курсом механіки, електрики, оптики, диференціальним численням. Результати навчання полягають в знанні фундаментальних законів фізики. Методи викладання: лекції та самостійна робота студентів. Методи оцінювання: контрольні роботи після основних розділів курсу, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

**4. Завдання (навчальні цілі)** - освоєння студентами методів теоретичного опису задач з курсу фізичної кінетики, зокрема, здатність студентами застосовувати знання у практичних ситуаціях для розрахунку кінетичних процесів в газах. Також здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями з курсу фізичної кінетики, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі, електронних ресурсів, та здатність студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з усіх фізичних дисциплін.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП «Фізика», дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

спеціальних (фахових):

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

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

ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

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

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ФК12. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

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:

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1	1.1 Фундаментальні закони фізичної кінетики	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	1.2 Основні положення фізичної кінетики	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	1.3 Основні положення теорії газів	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	1.4 Основні положення стохастичних процесів	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	10
	1.5 Основні рівняння для фізичної кінетики	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна	5

			робота	
	1.6 Основні моделі для фізичної кінетики	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
<b>2</b>	2.1 Записати рівняння Больцмана	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	2.2 Вивести рівняння Больцмана	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	2.3 Записувати рівняння для повної похідної в суцільному середовищі	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5
	2.4 Записувати рівняння для зміни ентропії	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	10
	2.5 Записати вираз для розподілу Больцмана	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	10
	2.6 Записати вираз для теплопровідності газу	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	10
	2.7 Записати рівняння вираз для в'язкості газу	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	15
	2.8 Записати вираз для інтегралу зіткнень	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота	5

#### 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни		1	2
Програмні результати навчання			
1. ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+	
2. ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+	
3. ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+	
4. ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти,	+	+	

глумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		
5. ПРН10. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.	+	+
6. ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.	+	+
7. ПРН16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.	+	+

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання (7 семестр):

1. Модульна контрольна робота 1 (30 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (30 балів).

1. підсумкове оцінювання у формі заліку. На заліку максимально можна отримати **40 балів**.
2. умови допуску до заліку: отримання не менше **20 балів** за дві контрольні роботи.

### 7.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми контролю: оцінювання контрольних робіт. Студент може отримати максимально 60 балів за контрольні роботи та 40 балів на заліку. Білет включає 2 теоретичні питання (по 10 балів) та задачу (20 балів).

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59
<b>Зараховано</b> / Passed	60-100
<b>Не зараховано</b> / Fail	0-59

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт**

**VIII СЕМЕСТР**

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самост. робота
1	Вступ. Класичні уявлення про ідеальний газ та кінетичні явища	1		4
2	Основні співвідношення кінетичної теорії	2	1	8
3	Функція розподілу	2	1	8
4	Інтеграл зіткнень	4	1	8
5	Слабо неідеальний газ	2	1	8
6	Рівняння Больцмана	2	1	8
	<b>Модульна контрольна робота 1</b>			
7	Ентропія	3	1	8
8	Дисипативні процеси в газах	4	1	4
9	Співвідношення для неідеальних систем	2	1	8
10	Теплоємність газу	4	1	8
11	В'язкість газу	4	1	7
	<b>Модульна контрольна робота 2</b>			
<b>Всього</b>		<b>30</b>	<b>10</b>	<b>79</b>

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

Лекцій – **30 год**.

Практичні – **10 год**.

Самостійна робота – **79 год**.

Консультації – **1 год**.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:**

**Основна**

[1] L. Boltzmann. Lectures on gas theory. New York, 1995.

[2] R.L. Liboff. Kinetic Theory: Classical, Quantum, and Relativistic Descriptions. Springer, 2003.

[3] J.O. Hirschfelder, C.F. Curtiss, R.B. Bird. Molecular Theory of Gases and Liquids. Wiley-Interscience, 1964.

*Додаткова*

- [1] S. Chapman, T.G. Cowling. The Mathematical Theory of Non-uniform Gases: An Account of the Kinetic Theory of Viscosity, Thermal Conduction and Diffusion in Gases. Cambridge University Press, 1970.
- [2] R.L. Liboff. Kinetic Theory. Prentice-Hall, 1990.
- [3] M.M.R. Williams. Mathematical Methods in Particle Transport Theory. Butterworths, 1970.