

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем**

**Кафедра електрофізики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Олексій НЕЧИПОРУК

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Молекулярна фізика**

для студентів

галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>
спеціальність	<b>105 Прикладна фізика та наноматеріали</b>
освітній рівень	<b>перший (бакалавр)</b>
освітня програма	<b>Електроніка та інформаційні технології в медицині</b>
вид дисципліни	<b>Обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2022/2023</b>
Семестр	<b>2</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

**Викладач:**

Гойса Сергій Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент  
кафедри електрофізики

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ – 2022**

**Розробник:**

**Гойса Сергій Миколайович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент  
кафедри електрофізики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри електрофізики

\_\_\_\_\_ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та  
комп'ютерних систем

\_\_\_\_\_

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року №\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Сергій РАДЧЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – надати студентам базові знання з термодинаміки та статистичної фізики .

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

Навчальна дисципліна «Молекулярна фізика» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема, «Механіка», «Математичний аналіз», «Загальна алгебра».

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

У програмі дисципліни розглядаються властивості газів, рідин і твердих тіл у зв'язку з їх будовою і характером руху молекул і атомів у них. Для цього використовуються методи молекулярно-кінетичної теорії та статистичної фізики. Розглядаються статистичні розподіли та основні закони термодинаміки. Наводяться приклади застосування методів молекулярної фізики до деяких фізичних явищ у газах, рідинах, твердих тілах, розчинах.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- 1) надати основні відомості курсу «Молекулярна фізика», які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».
- 2) узагальнити відомі поняття курсів «Механіка, «Математичний аналіз», «Загальна алгебра», простежити взаємозв'язок законів термодинаміки з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних та експериментальних задач;
- 3) застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;
- 4) прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі за законами молекулярної фізики та термодинаміки.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.

ФК 7. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

### **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			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	письмові модульні колоквіуми, іспит	до 50
1.1	Класичні та квантові розподіли частинок за швидкістю, енергією та у полі сил.	лекція	МКР	1
1.2	Елементи теорій флуктуацій	лекція	МКР	1
1.3	Теорію явищ переносу у газах та рідинах	лекція	МКР	1
1.4	Фізичні явища у розріджених газах	лекція	МКР	1
1.5	Закони термодинаміки	лекція	МКР	1
1.6	Основи теорії теплоємності речовини	лекція	МКР	1
1.7	Ентропію та її зв'язок з імовірністю стану системи	лекція	МКР	1
1.8	Методи термодинаміки та основні термодинамічні співвідношення	лекція	МКР	1
1.9	Фазові перетворення та умови співіснування фаз.	лекція	МКР	1
1.10	Елементи теорії рідин (структура рідин,	Лекція	МКР	1

	поверхневі явища, умови рівноваги рідин з іншими речовинами).			
1.11	Елементи теорії твердого тіла. Елементи теорії рідких та твердих розчинів.	<i>Лекція</i>	МКР	1
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	Практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Обчислювати середні значення фізичних величин за відомими функціями їх розподілу, в тому числі за енергією та у полі сил.	<i>Практичні заняття</i>	МКР	1
2.2	Використовувати теорію явищ переносу для обчислення потоків частинок, їх енергії та імпульсу.	<i>Практичні заняття</i>	МКР	1
2.3	Використовувати закони термодинаміки для обчислення зміни стану термодинамічних систем (внутрішня енергія, ентропія, теплоємність тощо) в різних рівноважних процесах.	<i>Практичні заняття</i>	МКР	1
2.4	Визначати залежність внутрішньої енергії речовини від температури та об'єму за відомими рівняннями стану речовини та процесів, що відбуваються.	<i>Практичні заняття</i>	МКР	1
<b>3</b>	<b>комунікація:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	<i>лекція</i>	МКР	1
3.2	Здатність до командної роботи	<i>лекція</i>	МКР	1
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої задачі	<i>лекція</i>	МКР	1

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

Результати навчання дисципліни	Код																		
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	
Програмні результати навчання (назва)																			
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей			+	+	+	+			+	+	+		+	+				+	

речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.																		
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.		+	+		+							+	+	+	+		+	+
ПРН 8. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових колоквиумі та контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.8 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.6 [вміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має два змістові модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-8, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 9-16. Після завершення відповідних тем проводяться два письмових колоквиуми та дві письмові модульні контрольні роботи. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання для модульних робіт перевіряють теоретичні знання та уміння застосовувати їх до розв'язку конкретних фізичних задач. Обов'язковим для допуску до іспиту є написання 1-го та 2-го колоквиумів і 1-ї та 2-ї модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 10 балів за колоквиум та 5 балів за контрольну роботу.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань та задач, кожна позиція оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за

результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (15 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

**7.2 Організація оцінювання** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтованого графіку оцінювання):

**Оцінювання за формами контролю:**

	<i>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульний колоквіум 1	10	15
Модульна контрольна робота 1	5	10
Модульний колоквіум 2	10	15
Модульна контрольна робота 2	5	10
Виконання студентами самостійних робіт	5	10

**Орієнтований графік оцінювання:**

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Модульна контрольна робота та модульний колоквіум 1	березень
Модульна контрольна робота та модульний колоквіум 2	кінець травня-початок червня
Виконання студентами самостійних робіт	Березень-травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Іспит	червень

**Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:**

	Змістовний модуль 1	Змістовний модуль 2	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100%

<b>Добре / Good</b>	75-89%
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74%
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59%

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. МОЛЕКУЛЯРНА-КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ ГАЗІВ</b>					
1	Предмет молекулярної фізики	1	1	-	2
2	Основні положення кінетичної теорії газів	1	1	-	4
3	Закон Максвелла розподілу молекул за швидкостями	4	2	-	4
4	Розподіл молекул у полі сил. Формула Больцмана	2	3	-	4
5	Флуктуації фізичних величин	2	2	-	4
6	Зіткнення молекул газу	2	2	-	4
7	Явища переносу в газах	2	2	-	4
8	Фізичні явища у розріджених газах	4	1	-	5
<b>Змістовий модуль 2. ТЕРМОДИНАМІКА. РІДИНИ. ТВЕРДІ ТІЛА.</b>					
9	Перший закон термодинаміки. Теплоємність.	4	3	-	4
10	Другий закон термодинаміки. Теореми Карно. Ентропія.	5	4	-	6
11	Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали і умови рівноваги.	2	2	-	6
12	Реальні гази	4	2	-	6
13	Рідини	2	2	-	4
14	Тверді тіла	4	1	-	10
15	Фазові перетворення	1	1	-	2
16	Розчини	1	1	-	6
	<b>Всього</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>75</b>

Загальний обсяг **150** год., в тому числі:  
 Лекції **44** год.  
 Консультації **1** год.  
 Практичні **30** год.  
 Самостійна робота **75** год.

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Булавін Л.А., Гаврюшенко Д.А., Сисоєв В.М. Молекулярна фізика, К., 2006.- 568с.
2. Клим М.М., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. Львів, 2003 – 293с.
3. Гойса С.М., Короновський В.С., Харченко Н.П., Іщук Л.В. Молекулярна фізика. Задачі, запитання. К., 2011. – 192с.
4. Шиманський Ю.І., Шиманська О.Т. Молекулярна фізика, К., 2007. – 464с.
5. Irodov I.E. Problems in General Physics, MEERUT, 2012. - 360 p.

Додаткова:

1. Savelyev I.V. A General Course Mechanics and Molecular Physics, Mir Publishers, 1980. - 440 p
2. Maruani J. Molecules in Physics, Chemistry, and Biology: General Introduction to Molecular Sciences, Kluwer Academic Pub., 1988. - 265 p.
3. Landau L.D., Akhiezer A.L., Lifshitz E.M. General Physics Mechanics and Molecular, Physics Pergamon Press, 1965. – 376 p.