

Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра фізики та методики навчання фізики

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан фізико-математичного факультету

Каленик М.В.

(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Загальна фізика (молекулярна)

( назва навчальної дисципліни)

галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка

(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (Фізика)

(шифр і назва)

освітня-програма/програми Середня освіта (Фізика) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

(назва)

Мова навчання українська

Погоджено науково-методичною комісією  
Фізико-математичного факультету

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова Одінцова О.О.,  
канд., фіз.-мат., наук, доцент

(ПБ, науковий ступінь, вч. звання)

Суми - 2020

Розробники:

1. Салтикова А.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри фізики та методики навчання фізики

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри фізики та методики навчання фізики

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Завражна О.М.,  
канд. фіз.-мат. наук, доцент

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 11	Бакалавр	Обов'язкова	
		<b>Рік підготовки:</b>	
2-й		-й	
<b>Семестр</b>			
3-й		-й	
<b>Лекції</b>			
50 год.		год.	
<b>Практичні, семінарські</b>			
54 год.		год.	
<b>Лабораторні</b>			
54 год.		год.	
<b>Самостійна робота</b>			
170 год.		год.	
<b>Консультації:</b>			
2 год.		год.	
Загальна кількість годин - 330	Вид контролю: екзамен		

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета: формування цілісної сучасної фізичної картини світу на основі вивчення класичної і сучасної фізики, розкриття фізичних понять і означень фізичних величин, змісту моделей, законів, принципів, теорій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

- **знати:**
  - місце і роль молекулярної фізики і термодинаміки у формуванні сучасної фізичної картині світу;
  - основні закони і співвідношення молекулярної фізики і термодинаміки;
  - місце і роль молекулярної фізики і термодинаміки у формуванні сучасної фізичної картині світу;
  - основні закони і співвідношення молекулярної фізики і термодинаміки;
- **вміти:**
  - обґрунтовувати суть фізичних явищ і законів, які їх описують;
  - розв'язувати задачі з молекулярної фізики і термодинаміки;
  - користуватися фізичними приладами та вимірювати фізичні величини;
  - аналізувати літературу з проблем сучасної фізики і техніки.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Зазначена дисципліна включена до циклу дисциплін професійної підготовки за переліком освітньо-професійної програми Середня освіта (Фізика. Математика) підготовки здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 014 Середня освіта (Фізика) галузі знань 01 Освіта/Педагогіка. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на II-му курсі. Вивчення курсу «Загальна фізика (молекулярна)» передбачає наявність систематизованих та ґрунтовних знань шкільного курсу фізики, умінь і навичок цілеспрямованої роботи з навчальною літературою, здатність до самоосвіти.

#### 4. Результати навчання за дисципліною

<b>Знання</b>	<b>ПРЗ 1</b>	Демонструє знання та розуміння основ загальної та теоретичної фізики та математики.
	<b>ПРЗ 7</b>	Знає основи безпеки життєдіяльності, безпечного використання обладнання кабінету фізики.
	<b>ПРЗ 8</b>	Знає основні історичні етапи розвитку фізики та математики.
<b>Уміння</b>	<b>ПРУ 1</b>	Аналізує фізичні явища і процеси з погляду фундаментальних фізичних теорій, принципів і знань, а також на основі відповідних математичних методів.
	<b>ПРУ 2</b>	Володіє методикою проведення сучасного фізичного експерименту, здатний застосовувати всі його види у навчальному процесі з фізики.
	<b>ПРУ 3</b>	Розв'язує задачі різних рівнів складності шкільного курсу фізики та математики.
	<b>ПРУ 4</b>	Користується математичним апаратом фізики, використовує математичні та числові методи, які часто застосовуються у фізиці.
	<b>ПРУ 7.</b>	Уміє знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, насамперед за допомогою інформаційних технологій.
	<b>ПРУ 8.</b>	Самостійно вивчає нові питання фізики, математики та методики їх навчання за різноманітними інформаційними джерелами та вміє критично їх оцінювати.
	<b>ПРУ 9</b>	Формує в учнів основи цілісної наукової картини світу через міжпредметні зв'язки, відповідно до вимог державного стандарту в основній (базовій) середній школі.
<b>Комунікація</b>	<b>ПРК 2</b>	Пояснює фахівцям і не фахівцям стратегію сталого розвитку людства і шляхи вирішення його глобальних проблем.

#### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
А	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми,

	<p>вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому.</p>
В	<p>Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому.</p>
С	<p>Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому виконав не повністю.</p>
Д	<p>Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та поточного контролю не виконав.</p>
Е	<p>Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому.</p>
Ф	<p>Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та поточного контролю в цілому.</p>
FX	<p>Не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст кожної теми навчальної дисципліни, не виконав завдань поточного контролю.</p>

## Розподіл балів

Поточний контроль												Сам. робота	Сума	Підсум ковий (екз.)	Загальна сума
РОЗДІЛ 1		РОЗДІЛ 2		РОЗДІЛ 3				РОЗДІЛ 4		РОЗДІЛ 5					
Т 1.1	Т 1.2	Т 2.1	Т 2.2	Т 3.1	Т 3.2	Т 3.3	Т 3.4	Т 4.1	Т 4.2	Т 4.1	Т 4.2	15	75	25	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Контроль самостійної роботи															
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2				

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	<b>A</b>	<b>відмінно</b>
82 - 89	<b>B</b>	<b>добре</b>
74 - 81	<b>C</b>	
64 - 73	<b>D</b>	<b>задовільно</b>
60 - 63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	<b>незадовільно з можливістю повторного складання</b>
1 - 34	<b>F</b>	<b>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</b>

### 6. Засоби діагностики результатів навчання

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

#### *Поточний контроль:*

В ході поточного контролю оцінці підлягають:

- оцінювання самостійної роботи;
- результати роботи на практичних заняттях;
- захист лабораторних робіт;
- результати поточного тестування, письмових робіт.

#### *Підсумковий контроль*

## **7. Програма навчальної дисципліни**

### **7.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. ВСТУП. ОСНОВИ МКТ**

##### **Тема 1.1. Предмет і задачі молекулярної фізики**

Предмет і задачі молекулярної фізики. Короткий історичний огляд молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) і термодинаміки. Роботи Київської фізичної школи: М.П.Авенаріуса, О.І. Наєждіна та ін. Термодинамічний та статистичний методи вивчення макроскопічних систем. Основні положення МКТ і їх експериментальне обґрунтування. Основні фізичні величини. Тиск газу. Молекулярно-кінетичне тлумачення тиску. Температура. Методи вимірювання температури. Шкали температур.

##### **Тема 1.2. Основні положення МКТ і їх експериментальне обґрунтування**

Молекулярно-кінетичне тлумачення температури. Стала Больцмана. Фізичні моделі. Ідеальний газ. Основне рівняння МКТ газів. Рівняння стану. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Експериментальні газові закони. Закон Авогадро. Суміш ідеальних газів. Закон Дальтона.

##### **Тема 1.3. Розподіл Максвелла**

Вимірювання швидкості молекул. Дослід Штерна. Ймовірність. Поняття про розподіл. Функція розподілу. Розподіл швидкостей молекул за Максвеллом. Характеристичні швидкості в розподілі Максвелла: найбільш ймовірна середня і середня арифметична. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро. Рух і зіткнення молекул. Флуктуації в ідеальному газі і їх прояв. Флуктуації. Міра флуктуації.

##### **Тема 1.4. Явища переносу**

Явища переносу у газах. Середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія. Теплопровідність. Внутрішнє тертя. Явища переносу при низьких тисках. Технічний вакуум. Вимірювання низьких тисків.

## **Розділ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ**

### **Тема 2.1. Завдання і методи термодинаміки**

Завдання і методи термодинаміки. Термодинамічна система. Рівноважні стани. Параметри стану. Внутрішня енергія. Робота і теплота як форми обміну енергією між системами. Квазістатичні процеси. Перше начало термодинаміки. Застосування першого начала термодинаміки до ізопроцесів. Теплоємність. Рівняння Майера. Розподіл енергії молекул за степенями вільності. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Швидкість звуку у газах. Політропічний процес.

### **Тема 2.2. Оборотні та необоротні процеси**

Оборотні та необоротні процеси. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії.

### **Тема 2.3. Начало термодинаміки**

Теорема Карно. Друге начало термодинаміки. Зведена теплота. Нерівність Клаузіуса. Поняття про ентропію. Статистичне тлумачення другого начала термодинаміки. Характеристичні функції. Теорема Нернста. Недосяжність абсолютного нуля температури.

## **Розділ 3. РЕАЛЬНІ РІДИНИ ТА ГАЗИ**

### **Тема 3.1. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса**

Реальні гази. Відхилення властивостей газів від ідеальності. Експериментальні ізотерми реального газу. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Порівняння ізотерм Ван-дер-Ваальса з експериментальними ізотермами. Критичний стан. Закон відповідних станів.

### **Тема 3.2. Властивості рідкого стану. Капілярні явища**

Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів і одержання низьких температур. Властивості рідкого стану. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Змочування. Капілярні явища. Формула Лапласа. Тиск насичених парів над меніском.

### **Тема 3.3. Фаза і фазові переходи**

Розчини. Закон Рауля. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гофа. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.

## **Розділ 4. ТВЕРДІ ТІЛА**

### **Тема 4.1. Властивості кристалічних та аморфних твердих тіл**

Аморфні і кристалічні тіла. Дальній порядок в кристалах. Характеристики кристалів. Класифікація кристалів за типом зв'язків. Анізотропія кристалів. Дефекти в кристалах. Рідкі кристали.

### **Тема 4.2. Теплоємність кристалів**

Механічні і теплові властивості кристалів. Теплове розширення. Теплоємність кристалів, закон Дюлонга і Пті. Поняття про квантову теорію теплоємності.

### **Тема 4.3. Полімери**

Полімери. Основні уявлення про хімічну будову і структуру полімерів. Структура полімеру в конденсованому стані. Термомеханічні, механічні та теплофізичні властивості полімерів. Застосування полімерів.

### **Тема 4.4. Рівновага фаз і фазові переходи**

Поняття фази та фазові перетворення першого та другого роду. Рівновага рідини і газу. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Потрійна точка.

## 7.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.р		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост. робота
<b>РОЗДІЛ 1. ВСТУП. ОСНОВИ МКТ</b>												
Тема 1.1. Предмет і задачі молекулярної фізики	22	4	4			14						
Тема 1.2. Основні положення МКТ і їх експериментальне обґрунтування	32	4	8	8		12						
Тема 1.3. Розподіл Максвелла	28	6	4	6		12						
Тема 1.4. Явища переносу	26	4	2	8		12						
<b>РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ</b>												
Тема 2.1. Завдання і методи термодинаміки	22	6	2			14						
Тема 2.2. Оборотні та необоротні процеси	26	2	4	6		14						
Тема 2.3. Начало термодинаміки	34	4	6	8		16						
<b>РОЗДІЛ 3. РЕАЛЬНІ РІДИНИ ТА ГАЗИ</b>												
Тема 3.1. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса	18	4	4	2		8						
Тема 3.2. Властивості рідкого стану. Капілярні явища	26	4	6	6		10						
Тема 3.3. Фаза і фазові переходи	16	2	2	2		10						
<b>РОЗДІЛ 4. ТВЕРДІ ТІЛА</b>												
Тема 4.1. Властивості кристалічних та аморфних твердих тіл	20	2	4	2		12						
Тема 4.2. Теплоємність кристалів	22	4	4	2		12						
Тема 4.3. Полімери	14	2				12						
Тема 4.4. Рівновага фаз і фазові переходи	22	2	4	4	2	12						
Усього годин	330	50	54	54	2	170						

### Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Предмет і задачі молекулярної фізики.	4	
2	Основні положення МКТ і їх експериментальне обґрунтування.	4	
3	Розподіл Максвелла.	6	
4	Явища переносу.	4	
5	Завдання і методи термодинаміки.	6	
6	Оборотні та необоротні процеси.	2	
7	Начало термодинаміки.	4	
8	Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса.	4	
9	Властивості рідкого стану. Капілярні явища.	4	
10	Фаза і фазові переходи.	2	
11	Властивості кристалічних та аморфних твердих тіл.	2	
12	Теплоємність кристалів.	4	
13	Полімери.	2	
14	Рівновага фаз і фазові переходи.	2	
Разом		50	

### Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні поняття МКТ.	4	
2	Основне рівняння МКТ газів.	4	
3	Рівняння стану ідеальною газу. Газові закони.	4	
4	Розподіл молекул за швидкостями. Розподіл Максвелла.	2	
5	Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана.	2	
6	Явища переносу в газах.	2	
7	Реальні гази.	2	
8	<b>Контрольна робота.</b>	2	
9	Теплоємність газів.	2	
10	І начало термодинаміки у застосуванні до ідеального газу.	4	
11	Теплові двигуни і холодильні машини. Цикл Карно і його ККД.	2	

12	ККД циклів	2	
13	Ентропія. II начало термодинаміки.	2	
14	Рідини.	6	
15	Теплові властивості твердих тіл.	6	
16	Фазові переходи.	6	
17	<b>Контрольна робота.</b>	2	
Разом		54	

### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вивчення способів вимірювання температури та тиску.	2	
2	Визначення густини повітря.	4	
3	Визначення середньої довжини вільного пробігу та ефективного діаметру молекул повітря.	4	
4	Визначення коефіцієнту дифузії водяної пари в повітрі.	4	
5	Визначення адіабатичної сталої повітря методом Клемана-Дезорма.	4	
6	Визначення критичного стану та критичної температури.	2	
7	Визначення вологості повітря.	2	
8	Визначення коефіцієнту поверхневого натягу рідини методом поверхневих хвиль та методом відриву крапель.	4	
9	Визначення коефіцієнту поверхневого натягу рідини методом підняття рідини в капілярах.	4	
10	Визначення питомої теплоємності металів.	4	
11	Визначення постійної Больцмана.	4	
12	Визначення розмірів молекул олеїнової кислоти.	2	
13	Визначення адіабатичної сталої по швидкості звуку в повітрі.	4	
14	Дослідження гальванічного елемента.	4	
15	Вивчення процесу електровідкачки.	4	
16	Вивчення осмосу.	2	
Разом		54	

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основи теорії газів	50	
2	Термодинамічний метод опису молекулярних явищ	44	
3	Молекулярні явища в рідинах	28	
4	Властивості кристалічних та аморфних твердих тіл	26	
5	Рівновага фаз і фазові переходи	22	
Разом		170	

### 8. Рекомендовані джерела інформації

#### Основні:

1. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Молекулярна фізика і термодинаміка. К : Вища школа.,1987. 431 с.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Книга 1. К.: Вища школа, 2002. 376 с.
3. Загальна фізика. Збірник задач / За заг. ред.. Горбачука І. К.: Вища школа, 1993. 360 с.
4. Загальна фізика. Збірник задач / За заг. ред.. Гаркуша І.П. К.: Техніка, 2004. 560 с.
5. Кучерук І.М., Горбачу І.Т. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. К.: Техніка, 2006.—534 с.
6. Мороз І.О., Яременко О.В. Основи молекулярної фізики. Навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних та класичних університетів. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2007. 268 с.
7. Мороз І.А., Яременко О.В. Молекулярна фізика: Навчальний посібник для студентів. Суми «Мак Ден». 2010. 376 с.
8. Савельєв І.В. Курс фізики.Т.1 М.:Наука. 1989.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. М.: Наука ,1975 Т.2.

**Додаткові:**

1. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К., Молекулярна фізика. – К.:Радянська школа, 1968. 476 с.
2. Кучерук І.М., Горбачу І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1. Молекулярна фізика і термодинаміка. К.: Техніка, 1999534с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика .-М.: Высш.шк.1981.
4. Радченко І.В. Молекулярна фізика .К.,Вища школа.1959.
5. Трофимова Т.И. Курс фізики. М.,Наука. 1985.
6. Цмоць В. Молекулярна фізика. Навчальний посібник для студентів педагогічних університетів. Дрогобич: Коло, 2005. 358 с.

**9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення,  
використання яких передбачає навчальна дисципліна**

- 1) термометр на терморезисторі;
- 2) ртутний та спиртовий термометри;
- 3) термопара;
- 4) мілівольтметр;
- 5) механічний манометр;
- 6) рідинний манометр;
- 7) трубчастий манометр;
- 8) електронний іонізаційний манометр;
- 9) скляні колби;
- 10) посудина із сірчаною кислотою;
- 11) вакуумний насос;
- 12) ваги;
- 13) прилад для вимірювання коефіцієнта внутрішнього тертя газів;
- 14) секундомір;
- 15) вимірювальний стакан;
- 16) барометр;
- 17) гігрометр Ламбрехта;
- 18) психрометр;
- 19) ефір;
- 20) кювета з водою;

- 21) порошок або тальк;
- 22) бюретка з 0,3% розчином олеїнової кислоти;
- 23) піпетка;
- 24) лінійка;
- 25) штатив;
- 26) термостатований скляний балон місткістю 15-20 л;
- 27) медичний шприц на 1-2 см<sup>3</sup>;
- 28) U-подібний водяний манометр;
- 29) термостат з прозорими стінками;
- 30) ультратермостат ТС-16;
- 31) скляні ампули з досліджуваною речовиною (фреон-13);
- 32) темний екран;
- 33) бюретка;
- 34) мікробюретка;
- 35) вимірювальний мікроскоп;
- 36) аналітичні терези;
- 37) скляний кристалізатор;
- 38) установка для спостереження капілярних хвиль;
- 39) набір капілярних трубок діаметром 0,2-1мм;
- 40) тримач капілярних трубок;
- 41) скляна посудина для досліджуваних рідин;
- 42) висок;
- 43) скляний ковпак з тарілкою для одержання розрідженого повітря;
- 44) насос Комовського;
- 45) посудина з кислотою;
- 46) лампа ЛМ-2 або ПМИ-2;
- 47) вакуумометр;
- 48) самописець;
- 49) звуковий генератор;
- 50) електронний осцилограф;
- 51) телефон;
- 52) вимірювальна лава;
- 53) скляний балон;
- 54) U-подібний водяний манометр;
- 55) піч.