

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛІНСЬКОГО**

Природничій факультет  
Кафедра фізики, математики та інформаційних технологій

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор із науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ Н. МИХАЛЬЧЕНКО

30 серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА (МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА)**

Ступінь бакалавра

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

спеціальність 014 «Середня освіта»

014.08 Середня освіта (Фізика)

Освітня програма Середня освіта: фізика, математика

Миколаїв-2023

Розробник: Махровський Володимир Миколайович, доцент кафедри фізики математики та інформаційних технологій, доктор філософії в галузі природничих наук

 Володимир МАХРОВСЬКИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики, математики та інформаційних технологій.

Протокол від «26» серпня 2023 р. № 1

Завідувач кафедри

 Роман ДІНЖОС

студентів фундаментальним поняттям і основним методам фізики. Він охоплює вивчення таких розділів як основи молекулярно-кінетичної теорії, основи термодинаміки, реальні гази, тверді тіла, рідини. Разом з ознайомленням та оволодінням теоретичним матеріалом здобувачі оволодівають навичками розв'язування фізичних задач та виконують лабораторні роботи, що сприяє розвитку практичних компетентностей. Обсяг та зміст матеріалу є достатнім для подальшого вивчення дисциплін фізичного та математичного спрямування, а також для успішної майбутньої професійної діяльності вчителя фізики та математики.

“Molecular Physics” is one of the sections of the General Physics course. It is mandatory for the training of specialists in the educational program Secondary Education: Physics, Mathematics and is designed to teach students the basic concepts and basic methods of physics. It covers the study of such sections as the basics of molecular kinetic theory, the basics of thermodynamics, real gases, solids, liquids. Along with the acquaintance and mastering of theoretical material, students master the skills of solving physical problems and perform laboratory work, which contributes to the development of practical competencies. The volume and content of the material is sufficient for further study of the disciplines of physical and mathematical direction, as well as for the successful future professional activity of a teacher of physics and mathematics.

**Ключові слова:** молекула, газ, термодинаміка, реальні гази, рідини, тверді тіла, фазові переходи.

**Key words:** molecule, gas, thermodynamics, real gases, liquids, solids, phase transitions.

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка	Нормативна	
	Спеціальність 014 Середня освіта		
Індивідуальні завдання, розрахункові завдання.	014.08 Середня освіта (Фізика)	<b><i>Рік підготовки:</i></b>	
Загальна кількість годин – 120		2-й	
		<b><i>Семестр</i></b>	
		4-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,44 самостійної роботи студента – 4,22	Ступінь бакалавра	<b><i>Лекції</i></b>	
		8 год.	
		<b><i>Практичні, семінарські</i></b>	
		16 год.	
		<b><i>Лабораторні</i></b>	
		20 год.	
<a href="http://moodle.mdu.edu.ua/course/view.php?id=5294">http://moodle.mdu.edu.ua/course/view.php?id=5294</a>		<b><i>Самостійна робота</i></b>	
		76 год.	
		Вид контролю: екзамен	

Мова навчання – українська.

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 120 год.: 44 год. – аудиторні заняття, 76 год. – самостійна робота (36,6% / 63,3%).

## **2. Мета, завдання навчальної дисципліни та очікувані результати**

**Мета курсу:** формування професійно компетентного викладача фізики та математики, спроможного працювати на конкурсній основі в закладах середньої освіти, щоб йому були притаманні висока професійна майстерність, духовність, висока мораль, культура, інтелігентність, творче педагогічне мислення, гуманістична спрямованість педагогічної діяльності.

### **Завдання курсу:**

- визначити значення фізики в загальній і професійній освіті, взаємозв'язок курсу фізики з фізикою як наукою і важливими галузями її застосування, значення фізики в інтелектуальному розвитку студентів та у формуванні світогляду, позитивних рис особистості;
- формування у студентів наукового світогляду, сучасної фізичної картини світу, формування і розвиток умінь практичного використання набутих знань та поглиблення компетентності у предметних галузях, які пов'язані з вибором професії чи подальшим навчанням. Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізики закладів середньої освіти;
- ознайомлення з історією важливих фізичних відкриттів та виникненням теорій, ідей і понять, розуміння значення і місця фізики в структурі природничих наук а також показати вклад видатних українських та закордонних вчених у розвиток фізики.

**Передумови для вивчення дисципліни:** раніше повинен бути вивчений розділ загальної фізики: механіка. Також повинні бути вивчені математичний аналіз, обробка результатів вимірювань.

Навчальна дисципліна складається з 9-ти кредитів.

### **Програмні результати навчання:**

**ПРН1.** Демонструє знання та розуміння основ загальної та теоретичної фізики, математики.

**ПРН2.** Знає загальні питання методики навчання фізики, методики шкільного фізичного експерименту, методики вивчення окремих тем шкільного курсу фізики.

**ПРН7.** Знає зміст та методи різних видів позакласної та позашкільної роботи з фізики та математики.

**ПРН11.** Розуміти зв'язок фізики та математики з іншими природничими та інженерними науками.

**ПРН12.** Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні освітньої діяльності, зокрема правила роботи з певними видами шкільного обладнання та речовинами, правила захисту учнів від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

**ПРН15.** Знати і розуміти роль і місце природничо-математичних наук у загальній системі знань про природу і суспільство та у формуванні сучасного наукового світогляду

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент оволодіває такими компетентностями:

### **I. Загальнопредметні:**

**ЗК1.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК5.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК6.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.

**ЗК11.** Здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановці мети та вибору шляхів її досягнення; володіти науковими знаннями; вміти формулювати думки коротко і зрозуміло.

**ЗК20.** Здатність вміти аналізувати та синтезувати науково-технічну, природничо-наукову та загальнонаукову інформацію.

### **II. Фахові:**

**ФК1.** Здатність використовувати систематизовані теоретичні та практичні знання з фізики та методики навчання фізики при вирішенні професійних завдань.

**ФК3.** Здатність формувати в учнів предметні компетентності.

**ФК7.** Здатність до організації і проведення позакласної та позашкільної роботи з фізики та математики у закладах загальної середньої освіти.

**ФК11.** Здатність характеризувати досягнення фізичної науки та її роль у житті суспільства.

**ФК13.** Здатність обирати технічні засоби вимірювання, поєднувати емпіричні і теоретичні методи дослідження фізичних і педагогічних систем; розробляти та виготовляти наочність для уроків різних типів.

**ФК14.** Здатність до складання плану фізичного експерименту та підбирати обладнання для виконання різних видів фізичних експериментів.

**ФК22.** Здатність організувати виконання учнями лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Кредит 1. ОСНОВИ МКТ. ОСНОВНІ ГАЗОВІ ЗАКОНИ**

Тема 1. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Термодинамічний та статистичний підхід до вивчення макроскопічних систем. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. Основні рівняння МКТ газів. Тиск газів. Абсолютна температура. Вимірювання температури.

Тема 2. Основні газові закони. Ідеальний газ Газові закони. Рівняння стану ідеального газу. Об'єднаний газовий закон. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Вимірювання швидкостей молекул, дослід Штерна. Розподіл Максвелла. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Дослід Перрена для визначення числа Авогадро.

Тема 3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Внутрішнє тертя в газах. Теплопровідність газів. Дифузія газів. Вакуум. Властивості розріджених газів.

### Кредит 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ. РЕАЛЬНІ ГАЗИ

Тема 4. Термодинамічна система, термодинамічний стан, термодинамічна рівновага. Параметри стану. Взаємодія між термодинамічними системами. Внутрішня енергія. Теплота та робота як форми обміну енергією між системами. Теплоємність.

Тема 5. I начало термодинаміки. Вивід рівняння адіабати. Застосування I начала термодинаміки до ізопроцесів. II та III начало термодинаміки. Обернені та не обернені процеси. Цикл Карно. Теплові машини. II закон термодинаміки. Теорема Карно. Ентропія. Статистичне тлумачення II начала термодинаміки. Теорема Нернста. Недосяжність абсолютного нуля.

### Кредит 3. РЕАЛЬНІ ГАЗИ

Тема 6. Дослідні ізотерми реального газу. Рівняння стану реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Порівняння рівняння Ван-дер-Ваальса з дослідними даними. Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів і отримання низьких температур.

### Кредит 4. ТВЕРДІ ТІЛА, РІДИНИ, ПОЛІМЕРИ

Тема 7. Аморфні та кристалічні тіла. Дальній порядок в кристалах. Анізотропія. Класифікація кристалів по типу зв'язків. Дефекти в кристалах. Механічні властивості кристалів. Теплові властивості твердих тіл: теплоємність, теплопровідність та теплове розширення.

Тема 8. Загальні властивості та будова рідин. В'язкість рідин. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Змочування та капілярні явища. Тиск насичених парів над меніском. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація. Рідкі розчини. Закони Рауля. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Рідкі кристали.

Тема 9. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів. Структура полімеру в конденсованому стані. Термомеханічні властивості полімерів. Механічні властивості та застосування полімерів.

Тема 10. Поняття фази. Крива фазової рівноваги. Випаровування. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Кипіння. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Потрійна точка. Поняття про фазові переходи першого та другого родів. Метастабільні стани.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви кредитів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
<b>Кредит 1. ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ</b>						
Тема 1. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Основні рівняння МКТ газів. Тиск газів	10	2	2	2		4
Тема 2. Основні газові закони. Ідеальний газ Газові закони. Рівняння стану ідеального газу	12		2	2		8
Тема 3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул	12		2	2		8
Всього	34	2	6	6		20
<b>Кредит 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>						
Тема 4. Термодинамічна система, термодинамічний стан. Параметри стану	12	2	2	2		6
Тема 5. І начало термодинаміки. II та III начало термодинаміки. Обернені та не обернені процеси. Цикл Карно. Теплові машини	14		2	2		10
Всього	26	2	4	4		16
<b>Кредит 3. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>						
Тема 6. Дослідні ізотерми реального газу. Рівняння стану реальних газів	12	2	2	2		6
Всього	12	2	2	2		6
<b>Кредит 4. ТВЕРДІ ТІЛА, РІДИНИ, ПОЛІМЕРИ</b>						
Тема 7. Аморфні та кристалічні тіла	12	2	2	2		6
Тема 8. Загальні властивості та будова рідин	10		2	2		6
Тема 9. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів	12			2		10
Тема 10. Поняття фази. Поняття про фазові переходи першого та другого родів	14			2		12
Всього	48	2	4	8		34
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>20</b>		<b>76</b>

#### 5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кредит 1. <b>ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ</b>	
2	Тема 1. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Основні рівняння МКТ газів. Тиск газів	2
3	Тема 2. Основні газові закони. Ідеальний газ Газові закони. Рівняння стану ідеального газу	
4	Тема 3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул	
5	Кредит 2. <b>ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	

6	Тема 4. Термодинамічна система, термодинамічний стан. Параметри стану	2
7	Тема 5. I начало термодинаміки. II та III начало термодинаміки. Обернені та не обернені процеси. Цикл Карно. Теплові машини	
8	<b>Кредит 3. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	
9	Тема 6. Дослідні ізотерми реального газу. Рівняння стану реальних газів	2
10	<b>Кредит 4. ТВЕРДІ ТІЛА, РІДИНИ, ПОЛІМЕРИ</b>	
11	Тема 7. Аморфні та кристалічні тіла	2
12	Тема 8. Загальні властивості та будова рідин	
13	Тема 9. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів	
14	Тема 10. Поняття фази. Поняття про фазові переходи першого та другого родів	
Разом:		8

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Кредит 1. ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ</b>	
2	Тема 1. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Основні рівняння МКТ газів. Тиск газів	2
3	Тема 2. Основні газові закони. Ідеальний газ Газові закони. Рівняння стану ідеального газу	2
4	Тема 3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул	2
5	<b>Кредит 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	
6	Тема 4. Термодинамічна система, термодинамічний стан. Параметри стану	2
7	Тема 5. I начало термодинаміки. II та III начало термодинаміки. Обернені та не обернені процеси. Цикл Карно. Теплові машини	2
8	<b>Кредит 3. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	
9	Тема 6. Дослідні ізотерми реального газу. Рівняння стану реальних газів	2
10	<b>Кредит 4. ТВЕРДІ ТІЛА, РІДИНИ, ПОЛІМЕРИ</b>	
11	Тема 7. Аморфні та кристалічні тіла	2
12	Тема 8. Загальні властивості та будова рідин	2
13	Тема 9. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів	
14	Тема 10. Поняття фази. Поняття про фазові переходи першого та другого родів	
Разом:		8

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва	Кількість годин
1.	Визначення коефіцієнта лінійного розширення тіл методом Менделєєва.	2
2.	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відриву краплі.	2
3.	Визначення температурного коефіцієнта об'ємного розширення рідин.	2
4.	Визначення коефіцієнта теплопровідності металів калориметричним методом.	2
5.	Визначення питомої теплоти пароутворення рідини	2
6.	Визначення коефіцієнта Пуасона методом Клемана і Дезорма.	2
7.	Визначення теплоти розчинення солі.	2
8.	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя та середньої довжини вільного пробігу молекул повітря.	2
9.	Визначення коефіцієнта лінійного розширення твердих тіл.	2
10.	Визначення в'язкості рідини капілярним віскозиметром.	2
	<b>Усього годин</b>	<b>20</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Кредит 1. <b>ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ</b>	
2	Тема 1. Вступ. Предмет молекулярної фізики. Основні рівняння МКТ газів. Тиск газів	4
3	Тема 2. Основні газові закони. Ідеальний газ Газові закони. Рівняння стану ідеального газу	8
4	Тема 3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул	8
5	Кредит 2. <b>ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ. РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	
6	Тема 4. Термодинамічна система, термодинамічний стан. Параметри стану	6
7	Тема 5. I начало термодинаміки. II та III начало термодинаміки. Обернені та не обернені процеси. Цикл Карно. Теплові машини	10
8	Кредит 3. <b>РЕАЛЬНІ ГАЗИ</b>	
9	Тема 6. Дослідні ізотерми реального газу. Рівняння стану реальних газів	6
10	Кредит 4. <b>ТВЕРДІ ТІЛА, РІДИНИ, ПОЛІМЕРИ</b>	
11	Тема 7. Аморфні та кристалічні тіла	6
12	Тема 8. Загальні властивості та будова рідин	6
13	Тема 9. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів	10

14	Тема 10. Поняття фази. Поняття про фазові переходи першого та другого родів	12
Разом:		76

### 9. Індивідуальне науково-дослідне завдання

Розрахункові та індивідуальні роботи з оптики полягають у самостійному опануванні студентами окремих питань курсу та виконанні розрахункових робіт.

Кожен студент виконує одну розрахункову роботу або індивідуальну роботу з певних тем курсу. Над роботою студент працює визначений викладачем термін, опрацьовуючи тему згідно переліку запитань та завдань, що необхідно розкрити або розв'язати. Залежно від методичної доцільності та способу організації діяльності студентів, перелік запитань та завдань може бути змінений викладачем. Результати роботи можна захищати поступово упродовж семестру.

### 10. Форми роботи та критерії оцінювання

Рейтинговий контроль знань студентів здійснюється за 100-бальною шкалою:

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

ОЦІНКА ECTS	СУМА БАЛІВ	ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ	
		екзамен	залік
A	90-100	5 (відмінно)	5/відм./зараховано
B	80-89	4 (добре)	4/добре/ зараховано
C	65-79		
D	55-64	3 (задовільно)	3/задов./ зараховано
E	50-54		
FX	35-49	2 (незадовільно)	Не зараховано

**Форми поточного та підсумкового контролю.** Комплексна діагностика знань, умінь і навичок студентів із дисципліни здійснюється на основі результатів проведення поточного й підсумкового контролю знань (КР). Поточне оцінювання (індивідуальне, групове і фронтальне опитування, самостійна робота, індивідуальні роботи, розрахункові роботи, самоконтроль). Завданням поточного контролю є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмового матеріалу, виконання практичних робіт, уміння самостійно опрацьовувати тексти, розв'язувати задачі, здатності публічно чи письмово представляти певний матеріал.

Завданням підсумкового контролю (КР, залік, екзамен) є перевірка глибини засвоєння студентом програмового матеріалу курсу.

*Критерії оцінювання відповідей на практичних заняттях:*

Студенту виставляється відмінно якщо він володіє вивченим матеріалом, застосовує його на практиці в стандартних ситуаціях (виконання завдань, практичних робіт), наводить аргументи на підставі своїх думок. Студент самостійно оцінює різні явища, факти, виявляючи особисту позицію щодо них, знаходить джерела інформації і використовує одержані знання і уміння під час виконання практичних завдань.

Студенту виставляється дуже добре якщо відповідь і завдання – повні з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. Студент вільно володіє вивченим матеріалом, зокрема, застосовує його на практиці; вміє аналізувати і систематизувати наукову та методичну інформацію. Використовує загальновідомі доводи у власній аргументації, здатен до самостійного опрацювання навчального матеріалу; виконує дослідницькі завдання, але потребує консультації викладача.

Студенту виставляється добре, якщо він може застосовувати знання в стандартних ситуаціях, з допомогою викладача аналізує одержані результати під час розв'язування задачі. Уміє пояснити явища, здійснювати аналіз, узагальнювати знання, систематизувати їх, робити висновки.

Студенту виставляється достатньо, якщо він описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на власних спостереженнях, матеріалах підручника, розповідях викладача, виявляє знання і розуміння основних положень (законів, теорій) розв'язує прості задачі, які не складаються з підзадач.

Студенту виставляється мінімальний задовільно, якщо відповідь і завдання відзначаються фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом, володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів; з допомогою викладача виконує елементарні завдання; контролює свою відповідь з декількох простих речень; здатний усно відтворити окремі частини теми; має фрагментарні уявлення про роботу з науково-методичним джерелом, відсутні сформовані уміння та навички

Оцінка за виконання індивідуальних завдань та розрахункових завдань, завдань самостійної роботи виставляється з урахуванням таких параметрів: повнота, правильність, обґрунтованість, логічність, творчість, самостійність виконання.

Кількість балів у кінці II семестру повинна складати від 450 до 900 балів (за 9 кредитів), тобто сума балів за виконання усіх завдань.

Відповідний розподіл балів, які отримують студенти за 9 кредитів  
II семестр (9 кр). Екзамен.

Поточне тестування та самостійна робота											Разом
Кредит 1			Кредит		Кредит3	Кредит 4				КР	
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т 10		
20	60	20	60	40	40	40	40	10	20	50	400

## 11. Засоби діагностики

**Засобами діагностики та методами демонстрування результатів навчання є:** Поточне усне опитування, завдання до практичних занять, завдання для самостійної та індивідуальної роботи, розрахункові роботи, індивідуальні роботи, презентації результатів досліджень, тестові завдання, контрольні роботи.

## 12. Методи навчання

Усний виклад матеріалу: наукова розповідь, спрямована на аналіз фактичного матеріалу; пояснення – вербальний метод навчання, за допомогою якого розкривається сутність певного явища, закону, процесу; проблемне навчання, робота з підручником та додатковими джерелами, порівняльний аналіз, ілюстрація – метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх символічному зображенні (малюнки, схеми, графіки та ін.).

Курс складається з лекційних, практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи студентів, домашніх індивідуальних та розрахункових завдань і завершується підсумковим рейтинг-контролем і виконанням конкретних контрольних (індивідуальних) завдань по даній дисципліні.

## 13. Рекомендована література

### Базова

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Молекулярна фізика. – К.: Вища школа, 1990. – 367 с.
2. Булавін Л.А., Гаврюшенко Д.А., Сисоєв В.М. Молекулярна фізика. К.: Знання, 2006. – 576 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. К.: Вища школа, 2002. – 375 с.
4. Bokstein B.S., Mendeleev M.I., Srolovitz D.J. Thermodynamics & Kinetics in Materials Science: A Short Course. Oxford University Press, 2005. – 326 p.
5. Gasser R.P.H., Richards W.G. An introduction to Statistical Thermodynamics. World Scientific, 2001. – 190p.
6. Дущенко В.П. Фізичний практикум. Ч.1, Ч2, К.: Вища школа, 1981.
7. Монастирський Г.Є., Гільчук А.В. Термодинаміка та молекулярна фізика. Збірник задач. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 59 с.
8. .

### Додаткова

1. Біленко І.І. Фізичний словник. – К.: Вища школа, 1979. – 336 с.
2. Lightman A. Great Ideas in Physics. New York: McGraw-Hill. 2000. – 305 p.

### Інформаційні ресурси

1. Курси із загальної фізики: [www.ph4s.ru/kurs\\_ob\\_ph.html](http://www.ph4s.ru/kurs_ob_ph.html);
2. <http://chitalnya.nung.edu.ua/>

3. 500 якісних задач з фізики:

[www.ruthenia.info/txt/biletskv/rijunkinaa/fiz/index.html](http://www.ruthenia.info/txt/biletskv/rijunkinaa/fiz/index.html);

4. Для тих, хто хоче знати більше – Фізика!:

[www.4uth.gov.ua/education/fizika/r5.htm](http://www.4uth.gov.ua/education/fizika/r5.htm)