


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра фізико-математичних дисциплін**


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Українсько-угорського
навчально-наукового інституту
_____/Олександр ШПЕНИК/
« 27 » червня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА
(мова викладання – угорська)**

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	A Освіта
Спеціальність	A4 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
Предметна спеціальність	A4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)
Освітня програма	Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	угорська

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120	2-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання : аудиторних – 3,3 самостійної роботи студента – 3,3	3-й
	Лекції:
	32 год.
	Практичні (семінарські):
	14 год.
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:
	14 год.
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	60 год.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Молекулярна фізика (мова викладання – угорська)» є ґрунтовне вивчення здобувачами вищої освіти фізичних основ молекулярної фізики та термодинаміки.

Завдання: Сформувати у здобувачів вищої освіти фундаментальні фізичні уявлення щодо основних законів молекулярної фізики і термодинаміки. Ознайомити їх з фізичними властивостями ідеальних та реальних газів, рідин та твердих тіл, підготувати їх до сприйняття і розуміння інших розділів загальної та теоретичної фізики, а також різних фахових навчальних дисциплін.

У результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен, зокрема

знати: основні уявлення і визначення, які використовуються у молекулярній фізиці та термодинаміці; основні положення та закони, які характеризують фізичні властивості ідеальних та реальних газів; закони (начала) термодинаміки; формули, за якими визначають роботу ідеальних газів у різноманітних ізопроцесах; поняття про термодинамічні цикли ідеальних теплових машин, про основні характерні фізичні властивості рідин та твердих тіл, а також про фазові перетворення, які відбуваються з речовинами при зміні термодинамічних параметрів.

уміти: розв'язувати типові задачі зокрема з використанням законів, що описують властивості ідеальних газів, на використання розподілів Максвелла і Больцмана, першого та другого законів термодинаміки, методу термодинамічних циклів, визначення зміни ентропії термодинамічної системи, явищ переносу в ідеальних газах, аналітичне визначення коефіцієнтів поверхневого натягу рідин з використанням формули Лапласа, а також типові задачі до інших розділів курсу; використовувати основні методи експериментальних досліджень; визначати похибки фізичних вимірювань; вести та самостійно доповнювати конспекти лекцій; опрацьовувати навчальну літературу; здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань з використанням тестів.

Відповідно до освітньої програми, вивчення даної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, психології, теорії та методики навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти.

Загальні компетентності:

ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями як українською, так угорською мовами.

ЗК 4. Здатність працювати в команді.

ЗК 6. Здатність комунікувати угорською мовою як усно, так і письмово.

ЗК 7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності:

ФК 1. Володіння фундаментальними законами, моделями і методами фізики та науково обґрунтованими підходами до їх інтерпретації й застосування.

ФК 4. Здатність до організації та проведення шкільного фізичного експерименту із застосуванням всіх його видів в освітньому процесі з фізики та інформатики з подальшою обробкою результатів програмними засобами.

ФК 6. Здатність застосовувати теоретичні знання, моделі та різні методи для розв'язування задач шкільного курсу фізики, астрономії та інформатики різного рівня

складності.

ФК 7. Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним та інформатичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання як з українською, так із угорською мовами.

ФК 8. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики, астрономії та інформатики й методики їх навчання у вирішенні професійних завдань.

Професійні компетентності:

ПК 1. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Молекулярна фізика (мова викладання – угорська)» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

ОК 14. Базові задачі шкільного курсу фізики (мова викладання - угорська);

ОК 17. Механіка та елементи спеціальної теорії відносності (мова викладання - угорська).

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (РН):

Програмні результати навчання	Шифр РН
Володіє компетенціями з дисциплін предметної галузі – фізики, астрономії, інформатики та суміжними з ними.	РН 1
Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями у галузі освіти.	РН 5
Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, структуру предметної галузі інформатики та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.	РН 13
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів та подальшою обробкою програмними засобами.	РН 14
Володіє методикою проведення навчального фізичного експерименту, програмним обробленням отриманих результатів, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики та інформатики.	РН 15
Розв'язує задачі різних рівнів складності курсів фізики, знає методи розроблення та дослідження алгоритмів розв'язування задач з інформатики в закладі загальної середньої освіти, чітко й раціонально пояснює розв'язки учням як українською, так й угорською мовами.	РН 17
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики та інформатики у базовій середній освіті.	РН 18
Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики з обробкою результатів програмними засобами і методики навчання фізики та інформатики з описом, аналізом та	РН 20

критичним оцінюванням експериментальних даних.	
Добирає міжпредметні зв'язки курсів фізики базової середньої освіти з метою формування в учнів природничо-наукової компетентності відповідно до вимог Державного стандарту базової середньої освіти в природничій освітній галузі.	PH 21

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами вищої освіти після опанування навчальної дисципліни «**Молекулярна фізика (мова викладання – угорська)**»:

Очікувані результати навчання	Шифр ПРН
Володіє базовими знаннями з молекулярної фізики, зокрема уявленнями про молекулярну будову речовини, тепловий рух, агрегатні стани та молекулярно-кінетичну теорію.	PH 1
Коректно оперує основними термінами та поняттями молекулярної фізики (молекула, атом, ідеальний газ, температура, тиск, внутрішня енергія тощо) у навчальному та професійному контексті.	PH 5
Знає та розуміє фундаментальні закони і теорії молекулярної фізики (основи молекулярно-кінетичної теорії, рівняння стану ідеального газу, газові закони), методи їх експериментального дослідження та історію розвитку.	PH 13
Аналізує молекулярні процеси (тепловий рух, дифузію, теплопередачу, фазові переходи) на основі фізичних законів із застосуванням математичних методів та подальшою чисельною обробкою результатів.	PH 14
Планує та проводить навчальні експерименти з молекулярної фізики (дослідження газових законів, теплових явищ), здійснює обробку експериментальних даних за допомогою програмних засобів.	PH 15
Розв'язує розрахункові та якісні задачі з молекулярної фізики, зокрема на газові закони, внутрішню енергію, теплові процеси, та аргументовано пояснює розв'язання угорською мовою.	PH 17
Застосовує математичний апарат молекулярної фізики для опису стану газів, розрахунку параметрів теплових процесів і аналізу залежностей між фізичними величинами.	PH 18
Виконує елементи наукового дослідження в галузі молекулярної фізики, аналізує та критично оцінює експериментальні результати теплових і молекулярних процесів.	PH 20
Реалізовує міжпредметні зв'язки молекулярної фізики з інформатикою (моделювання теплових процесів, обробка експериментальних даних) у навчальному процесі.	PH 21

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- оцінювання завдань, виконаних здобувачам вищої освіти під час практичних та лабораторних занять;
- оцінювання домашніх та самостійних завдань;
- оцінювання модульних контрольних робіт;
- підсумковий семестровий іспит.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Контрольні заходи включають такі форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання: поточний, модульний та підсумковий контроль.

Поточний контроль – оцінювання рівня знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти, що здійснюється в ході навчального процесу проведенням усного опитування, самостійної роботи, тестування, домашнього завдання.

Результатом модульного контролю є модульна бальна оцінка, за якою підбивається підсумок роботи здобувачів вищої освіти впродовж модуля у відповідності до кредитно-модульної системи оцінювання знань.

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі екзамену в обсязі навчального матеріалу, що визначений навчальною програмою, та в терміни, встановлені графіком навчального процесу. При семестровому контролі отримані здобувачем вищої освіти згідно кредитно – модульної системи оцінювання знань переводяться в оцінки за національною шкалою та за шкалою ЄКТС.

Розподіл балів, які отримують здобувачі (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	50	100
50									

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	50	100
50										

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні заняття	3	15	4	20
Лабораторні заняття	3	15	4	20
Індивідуальні домашні завдання	2	20	1	20
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульні контрольні роботи розраховані на 90 хвилин. Загальна оцінка модульних контрольних робіт – 50 балів.

В модульній контрольній роботі використовуються різні форми завдань, що дозволяє перевірити знання і вміння здобувачів: визначення понять, теоретичні та практичні завдання.

Критерії оцінки знань:*Оцінка блоку теоретичних завдань (20 балів)*

Блок теоретичних завдань складається з двох теоретичних питань. Кожне з питань оцінюється в 10 балів:

10 балів – ставиться, якщо сутність поняття розкрито вірно та повністю;

5 балів – ставиться, якщо сутність питання розкрито з деякими уточненнями;

0 балів – якщо сутність поняття не розкрито або розкрито невірно.

Оцінка блоку практичних завдань (30 балів)

Блок практичних завдань складається з 2 завдань. Одне завдання оцінюється в 15 балів :

15 балів – ставиться, якщо практичне завдання розв'язано вірно;

10 балів – ставиться, якщо в практичному завданні допущені незначні помилки;

5 бал – якщо завдання розв'язано вірно не менше 50% обсягу завдання;

0 балів - якщо завдання не виконано або виконано невірно.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль здійснюється у формі екзамену, який розрахований на 60 хвилин. Загальна оцінка виконаних завдань – 100 балів.

Критерії оцінки знань:*Оцінка блоку теоретичних завдань (60 балів)*

Блок теоретичних завдань складається з двох теоретичних питань. Кожне з питань оцінюється в 30 балів:

30 балів – ставиться, якщо сутність поняття розкрито вірно та повністю;

20 балів – ставиться, якщо сутність питання розкрито з деякими уточненнями;

0 балів – якщо сутність поняття не розкрито або розкрито невірно.

Оцінка блоку практичних завдань (40 балів)

Блок практичних завдань складається з 1 завдання, яке оцінюється в 40 балів :

40 балів – ставиться, якщо практичне завдання розв'язано вірно;

30 балів – ставиться, якщо в практичному завданні допущені незначні помилки;

20 балів – якщо завдання розв'язано вірно не менше 50% обсягу завдання;

0 балів - якщо завдання не виконано або виконано невірно.

Оцінку:

– “*відмінно*” А (90 та вище балів) заслуговує здобувач вищої освіти, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

– “*добре*” В (82-89 балів) заслуговує здобувач вищої освіти, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

– “*добре*” С (74-81 балів) заслуговує здобувач вищої освіти, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

– “*задовільно*” D (64-73 балів) заслуговує здобувач вищої освіти, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється здобувачам вищої освіти, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

– "задовільно" E (60-63 балів) заслуговує здобувач вищої освіти, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "достатньо" виставляється здобувачам вищої освіти, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

– "незадовільно" Fx (35-59 балів) з можливістю повторного складання виставляється здобувачу вищої освіти, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

– "незадовільно" F (0-34 балів) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни виставляється здобувачу вищої освіти коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи)	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	Fx	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

За бажанням здобувача вищої освіти результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Вступ.

Предмет, завдання та методи досліджень молекулярної фізики і термодинаміки. Стислий історичний огляд розвитку молекулярно-кінетичної теорії. Експериментальне підтвердження основних положень молекулярно-кінетичної теорії: броунівський рух; дифузія; молекулярні пучки; результати сучасних електронно-мікроскопічних досліджень, одержаних з використанням скануючої тунельної та просвічувальної високороздільної мікроскопії Деякі поняття та визначення, які використовуються при вивченні молекулярної фізики і термодинаміки: атомна одиниця маси; відносна атомна і молекулярна маса; характерні значення маси і розмірів атомів і молекул; моль; число Авогадро,

число Лошмідта, термодинамічна система.

Тема 1. Ідеальний газ – як модель найбільш простої термодинамічної (статистичної) системи.

Ідеальний газ – як модель найбільш простої статистичної системи. Поняття про стан речовини. Параметри стану, рівняння стану. Об'єм. Тиск газу та його вимірювання. Поняття про температуру. Емпіричні температурні шкали. Експериментально отримані закони ідеальних газів: Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Дальтона, Авогадро, Клапейрона, Клапейрона-Менделєєва. Молярна (універсальна) газова стала.

Тема 2. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.

Основне рівняння кінетичної теорії ідеальних газів (рівняння Клаузіуса). Середня квадратична швидкість молекул. Молекулярно-кінетичне (статистичне) тлумачення тиску та температури. Стала Больцмана. Температурна шкала ідеального газу. Поняття про абсолютний нуль. Методи вимірювання температури. Барометрична формула.

Тема 3. Деякі основні поняття і терміни, що використовуються в статистичній фізиці.

Макро- і мікростани статистичної системи та співвідношення між ними. Статистичний ансамбль. Середні величини (за часом та за ансамблем). Ергодична гіпотеза. Рівноважний стан системи. Флуктуації. Основні поняття теорії ймовірностей, які використовуються в статистичному методі досліджень. Теорема про добуток ймовірностей для статистично незалежних величин (подій). Теорема про додавання ймовірностей. Ймовірність залежних величин (подій). Поняття про статистичний розподіл. Функція розподілу ймовірностей. Обчислення середніх величин з використанням функцій розподілу.

Тема 4. Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла.

Поняття про фазовий простір. Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла за компонентами та за абсолютною величиною (модулем) швидкості. Розподіл Максвелла за значенням кінетичної енергії та за модулем імпульсу. Найбільш ймовірна (найімовірніша) та середня арифметична швидкості молекул. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла (досліди Штерна, Елдріджа та Ламмерта).

Тема 5. Розподіл Больцмана.

Розподіл Больцмана. Флуктуації макроскопічних величин. Флуктуації густини та їх вплив на чутливість вимірювальних приладів. Досліди Перрена з експериментальної перевірки розподілу Больцмана та визначення числа Авогадро. Розподіл Максвелла-Больцмана.

Тема 6. Перший закон термодинаміки.

Предмет, методи, основні визначення та межі застосування законів термодинаміки. Внутрішня енергія, кількість теплоти, робота термодинамічної системи. Фізичний зміст та різні формулювання першого закону термодинаміки.

Тема 7. Теплоємність ідеальних газів.

Теплоємність. Молярна теплоємність газу за сталого тиску та за сталого об'єму. Показник Пуассона. Рівняння Майєра. Ступені вільності та внутрішня енергія молекул ідеального газу. Теорема Больцмана-Максвелла про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності поступального та обертального руху молекул. Температурна залежність теплоємності ідеальних газів. Елементи класичної та квантової теорій теплоємності ідеальних газів.

Тема 8. Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення ізопроцесів.

Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес. Рівняння політропи. Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення різноманітних термодинамічних ізопроцесів.

Модуль 2.

Тема 9. Другий закон термодинаміки. Теплові машини.

Оборотний та необоротний процеси. Природа необоротності теплових процесів. Циклічні процеси. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. Теорема Карно. Нерівність Клаузіуса. Холодильники. Кондиціонери. Теплові насоси. Другий закон термодинаміки та його різні формулювання (Клаузіуса і Томсона (Кельвіна)). Термодинамічна шкала температур.

Тема 10. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

Ентропія. Термодинамічна ймовірність. Зв'язок між ентропією та термодинамічною ймовірністю стану системи. Формула Больцмана. Закон зростання ентропії. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Об'єднаний аналітичний запис першого та другого законів термодинаміки.

Тема 11. Третій закон термодинаміки.

Термодинамічні потенціали. Теорема Нернста. Третій закон термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температури. Термодинамічні потенціали (характеристичні функції): внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса. Хімічний потенціал. Умови термодинамічної рівноваги. Принцип Ле Шательє-Брауна.

Тема 12. Явища переносу в ідеальних газах.

Загальна характеристика явищ переносу. Зіткнення між молекулами. Ефективний поперечний переріз зіткнення молекул. Ефективний газокінетичний діаметр молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія ідеальних газів. Закони дифузії Фіка. В'язкість (внутрішнє тертя) у ідеальних газах. Теплопровідність ідеальних газів. Залежність коефіцієнтів дифузії, в'язкості та теплопровідності ідеальних газів від тиску та температури. Співвідношення між коефіцієнтами переносу ідеальних газів. Газ у стані вакууму. Одержання та вимірювання низьких тисків. Ефузія розрідженого газу.

Тема 13. Реальні гази.

Загальна характеристика неідеальних (реальних) газів. Причини відхилення поведінки реальних газів від законів ідеального газу. Сили міжмолекулярної взаємодії в газах. Рівняння стану та ізотерми газу Ван-дер-Ваальса. Порівняльна характеристика експериментальних ізотерм газу Ендрюса і розрахованих теоретично ізотерм газу Ван-дер-Ваальса. Критичний стан речовини. Метастабільний стан. Насичена пара. Внутрішня енергія, теплоємність та ентропія газу Ван-дер-Ваальса. Зведене рівняння стану газу Ван-дер-Ваальса. Закон відповідних станів. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів та одержання низьких температур.

Тема 14. Елементи фізики рідин.

Загальні властивості та будова рідин. В'язкість (внутрішнє тертя) рідин. Дифузія у рідинах. Теплопровідність рідин. Теплоємність рідин. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Кривизна поверхні рідини і додатковий тиск. Формула Лапласа. Тиск насиченої пари над кривою поверхнею рідини. Взаємодія рідини з поверхнею твердого тіла. Сили та умови рівноваги на межі розділу трьох середовищ: газу, рідини, твердого тіла. Змочування рідиною твердого тіла. Капілярні явища. Висота підняття рідини у циліндричних капілярних трубках. Явища змочування та капілярності в природі та техніці. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.

Тема 15. Елементи фізики твердого тіла.

Загальні властивості кристалічних та аморфних твердих тіл. Основні характеристики кристалів. Ближній та дальній порядки. Полікристали. Монокристали. Щільноупаковані кристалічні решітки (гратки). Типи кристалів за природою часток, розміщених у вузлах кристалічної решітки (гратки) і характером сил зв'язку між ними. Іонні кристали. Металічні кристали. Ковалентні кристали. Молекулярні кристали. Дефекти у реальних кристалах. Механізми утворення точкових дефектів. Дифузія у твердих тілах. Лінійні дефекти: крайові та гвинтові дислокації. Поняття про

дислокаційний механізм пластичної деформації. Теплове розширення твердих тіл. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті. Поняття про квантову теорію теплоємності твердих тіл. Фонони. Температура Дебая. Закон Дебая. Теплопровідність твердих тіл. Поняття про наноматеріали та нанотехнології.

Тема 16. Фазові переходи

Поняття про фази. Фазова рівновага. Фазові переходи першого та другого роду. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Приклади і загальні фізичні характеристики деяких фазових переходів: випаровування та кипіння рідин; сублімації, плавлення та кристалізації твердих тіл; поліморфних перетворень металів; надплинності рідкого гелію; надпровідності; переходу феромагнетиків з феромагнітного у парамагнітний стан; переходу сегнетоелектриків з сегнетоелектричного у параелектричний стан. Фазові діаграми. Потрійна точка.

Тема 17. Розчини і сплави.

Загальна характеристика розчинів. Рідкі розчини. Ідеальні розчини. Закони Рауля. Осмос. Закон Вант-Гоффа. Тверді розчини. Евтектики. Хімічні сполуки. Сплави. Діаграми стану подвійних сплавів (з неперервними рядами рідких та твердих розчинів та евтектична, з обмеженою розчинністю складових компонент у твердому стані).

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	лекц.	практ.	лаб.	самоств.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Вступ. Тема 1. Ідеальний газ – як модель найбільш простої термодинамічної (статистичної) системи.	5	2		1	2
Тема 2. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.	10	1	1	2	6
Тема 3. Деякі основні поняття і терміни, що використовуються в статистичній фізиці.	7	1			6
Тема 4. Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла	8	2	1	1	4
Тема 5. Розподіл Больцмана.	8	2	1	1	4
Тема 6. Перший закон термодинаміки.	8	2	1	1	4
Тема 7. Теплоємність ідеальних газів.	7	2	1		4

Тема 8. Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення ізопроцесів.	5	2	1		2
<i>Разом за модулем 1</i>	58	14	6	6	32
Модуль 2.					
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Теплові машини.	9	2	1	2	4
Тема 10. Статистичний характер другого закону термодинаміки.	6	2			4
Тема 11. Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали.	7	2	1	2	2
Тема 12. Явища переносу в ідеальних газах.	7	2	1	2	2
Тема 13. Реальні гази.	7	2	1		4
Тема 14. Елементи фізики рідин.	7	2	1		4
Тема 15. Елементи фізики твердого тіла.	5	2	1		2
Тема 16. Фазові перетворення.	9	2	1	2	4
Тема 17. Розчини і сплави.	5	2	1		2
<i>Разом за модулем 2</i>	62	18	8	8	28
<i>Усього годин</i>	120	32	14	14	60

6.3. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні положення молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.	1
2.	Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла	1
3.	Розподіл Больцмана.	1
4.	Перший закон термодинаміки.	1
5.	Теплоємність ідеальних газів.	1
6.	Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення ізопроцесів.	1
7.	Другий закон термодинаміки. Теплові машини.	1
8.	Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали.	1
9.	Явища переносу в ідеальних газах.	1
10.	Реальні гази.	1
11.	Елементи фізики рідин.	1
12.	Елементи фізики твердого тіла.	1
13.	Фазові перетворення.	1

14.	Розчини і сплави.	1
	Разом	14

6.4. Теми лабораторних робіт

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступне заняття	1
2.	Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів	1
3.	Визначення коефіцієнта в'язкості повітря	1
4.	Визначення довжини вільного пробігу та ефективного діаметра молекул повітря	1
5.	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідини методом Стокса	1
6.	Вимірювання коефіцієнта теплового розширення за допомогою кутового дилатометра	1
7.	Визначення термічного коефіцієнту тиску газу	1
8.	Визначення параметрів вологого повітря	1
9.	Дослідження явища поверхневого натягу рідини	1
10.	Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини.	1
11.	Вимірювання витрати повітря за допомогою калориметра	1
12.	Визначення показника адіабати газів γ	1
13.	Заняття для захисту та відробки завдань лабораторних робіт	2
	Разом	14

6.5. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Ідеальний газ – як модель найбільш простої термодинамічної (статистичної) системи.	2
2.	Основні положення молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.	6
3.	Деякі основні поняття і терміни, що використовуються в статистичній фізиці.	6
4.	Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла	4
5.	Розподіл Больцмана.	4
6.	Перший закон термодинаміки.	4
7.	Теплоємність ідеальних газів.	4
8.	Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення ізопроцесів.	2
9.	Другий закон термодинаміки. Теплові машини.	4
10.	Статистичний характер другого закону термодинаміки.	4
11.	Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали.	2
12.	Явища переносу в ідеальних газах.	2

13.	Реальні гази.	4
14.	Елементи фізики рідин.	4
15.	Елементи фізики твердого тіла.	2
16.	Фазові перетворення.	4
17.	Розчини і сплави.	2
	Разом	60

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: лабораторне обладнання для виконання робіт з молекулярної фізики:

1. Осцилограф С1-76;
2. Генератор звуковий ГЗ-109;
3. Частотомір електронний цифровий ЧЗ-32;
4. Дошка Гальтона;
5. Вимірювач теплоємності ИТС-400;
6. Вимірювач теплопровідності ИТЛ-400;
7. Термостат;
8. Аспіраційний психрометр Ассмана, психрометр Августа, конденсаційний психрометр;
9. Мілівольтметр електронний В7 – 35;
10. Мікроамперметр Ф-195;
11. Лабораторні автотрансформатори ЛАТР;
12. Лабораторні електроплитки з магнітними мішалками;
13. Набори рідинних термометрів, термопар;
14. Набори хімічної посуду: колб, мензурок, мірних циліндрів;
15. Електронні ваги, аналітичні ваги, набори гирьок;
16. Дилатометр кутовий - 2шт;
17. Калориметр рідинний з підігрівом - 2 шт;
18. Пристрій для вимірювання температури безконтактний - 2шт;
19. Градусник спиртовий;
20. Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення: Windows 10.

Інформаційні технології та засоби онлайн навчання: система електронного навчання Moodle <https://moodle.uzhnu.edu.ua>, корпоративна електронна пошта УжНУ; електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua>, сайт УжНУ <https://www.uzhnu.edu.ua>, інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Вакалюк, В. М. Курс загальної фізики : навч. посіб. / В. М. Вакалюк, А. В. Вакалюк; М-во освіти і науки України, Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. — Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, Ч. 1 : Механіка ; Молекулярна фізика та термодинаміка, 2021. — 199 с.
2. Галушак, М. О. Молекулярна фізика і термодинаміка : [навч. посіб. для студентів вищ. техн. навч. закл.] / М. О. Галушак, В. В. Нижникевич ; М-во освіти і науки України, Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. — Вид. 2-ге, перероб. і допов. — Івано-Франківськ :

ІФНТУНГ, 2021. — 243 с.

3. Лабораторний практикум з фізики / М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Видавництво Львівської політехніки, Ч. 1 : Механіка та молекулярна фізика : практикум / [І. Р. Зачек та ін.] ; за ред. І. Р. Зачека, С. О. Юр'єва, 2024. — 159 с.

4. Павло Віктор. Фізика. Молекулярна будова речовини і теплові явища. – 2021 р. – 336 ст.

5. Єщенко О. А., Кравченко В. М., Башмакова Н. В., Кудря В. Ю., Лазаренко М. М., Тугай А. В., Ніколаєнко Т. Ю., Бобир Н. І. Молекулярна фізика. Лабораторний практикум: Навчальний посібник для студентів природничих спеціальностей університетів / За ред. О. А. Єщенка. – К.: Електронний друк, 2020. – 156 с.

6. Артур Пелешко, Йолана Туровці-Шютєв, Олександр Шпеник, Мирослав Шафраньош. Перспективи розвитку навчального фізичного експерименту // ГУ: історія і сучасність. 2024. №. 32. С. 209–224.

7. Пелешко А.А., Туровці-Шютєв Й.М., Молнар Ш.Б., Шпеник О.О., Шафраньош М.І. Методи проведення фізичного експерименту в середній школі. Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи. № 10. – 54-59 с.

Допоміжна література

1. Русаков, Володимир Федорович. Курс загальної фізики. Молекулярна фізика і термодинаміка : навч. посіб. / В. Ф. Русаков, Н. М. Русакова ; М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т ім. В. Стуса, Фіз.-техн. ф-т, Каф. заг. фізики і дидактики фізики. — Вінниця : ДонНУ ім. Василя Стуса. Ч. 2 : 2020. — 109 с.

2. Спольнік, Олександр Іванович. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка : підручник / О. І. Спольнік, Л. М. Каліберда, А.Ю. Гайдусь. — Харків : Міськдрук, 2017. — 205 с.

3. Фізика. Механіка. Молекулярна фізика й термодинаміка : навч. посіб. / [А. Г. Бовтрук та ін.] ; за заг. ред. А. П. Поліщука. — Вид. 2-ге, стер. — Київ : НАУ, 2017. — 414 с.

4. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система: Навч.посібник. У 2 ч. Ч. 1. / В.В. Куліш, А.М. Соловійов, О.Я. Кузнецова, В.М. Куліщенко.– К.: НАУ. – 2004. – 456 с.

5. Курс фізики. Підручник. / І.Є. Лопатинський., І.Р. Зачек. І.М Кравчук та інші. Львів: Афіша.– 2003. – 376 с.

6. Практикум з молекулярної фізики : навчальний посібник / упоряд. О.Т. Шиманська. - К. : КМ Академія, 2003. - 107 с.

7. Горват А.А., Височанський Ю.М. Методика розв'язування задач. Молекулярна фізика і термодинаміка: Навчальний посібник. – Ужгород: ІВА, 2006. – 160 с.

8. Молекулярна фізика і термодинаміка (Фізичний практикум): Навчальний посібник / Жихарєв В.М., Конопльов О.М., Різак В.М. – Ужгород, УжНУ, 2010 – 64 с. 2. Чолпан П.П. Фізика: Підручник. Київ, Вища школа, 2003. — 567 с.

9. Клим М.М., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. Навчальний посібник – Львів. Львівський національний у-нт імені Івана Франка. – 2003. – 544 с.

10. Бушок Г., Венгер Э.Ф. Курс фізики. У 3 кн. Кн.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка: Навч. посіб. – К.: Вища школа. – 2002. – 375 с.

11. Bérces György, Erostyák János, Klebniczki József, Litz József, Pintér Ferenc, Raics Péter, Skrapits Lajos, Sükösd Csaba, Tasnádi Péter. A fizika alapjai - Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2002. - 744 oldal.

12. Litz József. Fizika II. Termodinamika és molekuláris fizika - Termodinamika és molekuláris fizika - Elektromosság és mágnesség - Nemzeti Tankönyvkiadó, 2006, 660 oldal.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського <http://www.nbuv.gov.ua>.
2. Електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua/home>.
3. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НПБ України]. – Електронні дані (803438 записів). – Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2015. – Режим доступу: catalogue.nplu.org.
4. PhysOrg <http://www.phys.org/>.
5. Mathworld <https://mathworld.wolfram.com/>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ / _____ /
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами(Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)