

**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 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта
Предметна спеціальність	014.08 Середня освіта. Фізика та астрономія
Освітня програма	«Фізика. Інформатика» (мова навчання фахових дисциплін – угорська)
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	угорська

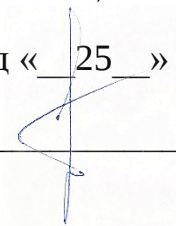
Робоча програма навчальної дисципліни «**Молекулярна фізика (мова викладання – угорська)**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **014 Середня освіта** предметної спеціальності **014.08 Середня освіта. Фізика та астрономія** освітньої програми «**Фізика. Інформатика**» (мова навчання фахових дисциплін – угорська).

Розробники:

Турові-Шютев Й.М. – старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін.

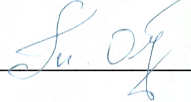
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ***фізико-математичних дисциплін***

Протокол № 11 від « 25 » _____ червня _____ 2024 р.

Завідувач кафедри _____  Мирослав ШАФРАНЬОШ

Схвалено науково-методичною комісією УУННІ

Протокол № 7 від « 27 » _____ червня _____ 2024 р.

Голова науково-методичної комісії _____  Оксана ТАЛАБІРЧУК

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
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	
	Практичні (семінарські):	
	28	
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	60	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

Завдання: Сформувати у студентів 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 студент 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

ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності

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

ФК 9. Володіння математичним апаратом фізики у межах, достатніх для вивчення загального курсу фізики та її теоретичних курсів.

ФК 11. Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання як з українською, так із угорською мовами.

ФК 13. Здатність розв'язувати задачі шкільного курсу фізики та інформатики різного рівня складності та пояснювати їх розв'язання учням угорською мовою.

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 13. Базові задачі шкільного курсу фізики та інформатики (мова викладання - угорська);

ОК 15. Фізичні основи механіки (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):

РН 5. Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності.

РН 8. Добирає і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів і здійснює самоаналіз ефективності уроків.

РН 13. 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 14. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.

РН 15. Володіє методикою проведення навчального фізичного експерименту, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики.

РН 17. Розв'язує задачі різних рівнів складності курсів фізики, знає методи розроблення та дослідження алгоритмів розв'язування задач з інформатики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює розв'язки учням як на українській, так і на угорській мовах.

РН 18. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.

РН 20. Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.

РН 21. Добирає міжпредметні зв'язки курсів фізики в базовій середній школі з метою формування в учнів природничо-наукової компетентності відповідно до вимог Державного стандарту загальної середньої освіти з освітньої галузі «Природознавство».

РН 22. Уміє використовувати інформаційно-комунікаційні технології для подання, редагування, збереження та перетворення текстової, числової, графічної, звукової та відео інформації.

РН 23. Уміє створювати інформаційні моделі, реалізовувати їх засобами інформаційно комунікаційних технологій, здійснювати дослідження, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати.

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

РН 5. Уміє оперувати базовими поняттями молекулярної фізики.

РН 8. Вміє застосовувати сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів і здійснює самоаналіз ефективності уроків.

РН 13. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження молекулярної фізики, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.

РН 14. Вміє аналізувати фізичні процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.

РН 15. Володіє методикою проведення навчального фізичного експерименту, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики.

РН 17. Вміє розв'язувати типові задачі зокрема з використанням законів, що описують властивості ідеальних газів

РН 18. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.

РН 20. Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.

РН 21. Добирає міжпредметні зв'язки курсів фізики в базовій середній школі з метою формування в учнів природничо-наукової компетентності відповідно до вимог Державного стандарту загальної середньої освіти з освітньої галузі «Природознавство».

РН 22. Вміє 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.

РН 23. Уміє створювати інформаційні моделі, реалізовувати їх засобами інформаційно комунікаційних технологій.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

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

- розв'язування задач під час практичних занять;
- індивідуальні домашні завдання;
- 2 модульні контрольні роботи;
- підсумковий семестровий іспит.

ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Форми поточного контролю: написання та захист студентами індивідуальних домашніх завдань (типових розрахункових робіт), робота в аудиторії під час практичних занять. Студент може отримати бали за усні відповіді та доповнення на лекційних та практичних заняттях.

Форма модульного контролю: письмовий.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Розподіл балів, які отримують здобувачі (модуль 1)

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

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума
T8	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	8	30	10	30
Індивідуальні домашні завдання	2	20	2	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 студентів: 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

Письмовий іспит 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.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		диференційована	недиференційована
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

Критерій оцінювання з дисципліни

— **“відмінно”**, A (90—100 балів) — студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили

— **“добре”**, B (82–89 балів) — студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна

— **“добре”**, C (74–81 балів) — студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві; добирати аргументи для підтвердження думок

— **“задовільно”**, D (64–73 балів) — студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких значна кількість суттєвих

— **“задовільно”**, E (60–63 балів) — студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні; виявляє часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією

— **“незадовільно”**, Fx (35–59 балів) -- — студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу

— **“незадовільно”**, F (1–34 балів) — студент володіє матеріалом на рівні елементарного розуміння і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці “задовільно”, E.

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.

Модуль 2.

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 ізопроеесів.

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. ТЕМОДИНАМІЧНІ 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 піднімання 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. Близький 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 параселектричний 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.	інд.	самот.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1.					
Вступ. Тема 1. Ідеальний газ – як модель найбільш простої термодинамічної (статистичної) системи.	6	2	2		2
Тема 2. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів.	9	1	2		6
Тема 3. Деякі основні поняття і терміни, що використовуються в статистичній фізиці.	9	1	2		6
Тема 4. Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла	8	2	2		4
Тема 5. Розподіл Больцмана.	8	2	2		4
Тема 6. Перший закон термодинаміки.	8	2	2		4
Тема 7. Теплоємність ідеальних газів.	8	2	2		4
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	<i>56</i>	<i>12</i>	<i>14</i>		<i>30</i>
Модуль 2.					
Змістовий модуль 2.					
Тема 8. Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення	6	2	2		2

ізопроеесів.					
Тема 9. Другий закон термодинаміки. Теплові машини.	7	2	1		4
Тема 10. Статистичний характер другого закону термодинаміки.	7	2	1		4
Тема 11. Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали.	6	2	2		2
Тема 12. Явища переносу в ідеальних газах.	6	2	2		2
Тема 13. Реальні гази.	8	2	2		4
Тема 14. Елементи фізики рідин.	7	2	1		4
Тема 15. Елементи фізики твердого тіла.	5	2	1		2
Тема 16. Фазові перетворення.	7	2	1		4
Тема 17. Розчини і сплави.	5	2	1		2
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	<i>64</i>	<i>20</i>	<i>14</i>		<i>30</i>
<i>Усього годин</i>	120	32	28		60

6.3. Теми практичних занять

№ 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.	2
3.	Деякі основні поняття і терміни, що використовуються в статистичній фізиці.	2
4.	Рівноважний розподіл молекул ідеального газу за швидкостями – розподіл Максвелла	2
5.	Розподіл Больцмана.	2
6.	Перший закон термодинаміки.	2
7.	Теплоємність ідеальних газів.	2
8.	Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення ізопроеесів.	2
9.	Другий закон термодинаміки. Теплові машини.	1
10.	Статистичний характер другого закону термодинаміки.	1
11.	Третій закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали.	2
12.	Явища переносу в ідеальних газах.	2
13.	Реальні гази.	2
14.	Елементи фізики рідин.	1
15.	Елементи фізики твердого тіла.	1

16.	Фазові перетворення.	1
17.	Розчини і сплави.	1
	Разом	28

6.4. 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	2

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Предмет, завдання та методи досліджень молекулярної фізики і термодинаміки. Стислий історичний огляд розвитку молекулярно-кінетичної теорії.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

5. Експериментально отримані закони ідеальних газів: Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Дальтона, Авогадро, Клапейрона, Клапейрона-Менделєєва. Молярна (універсальна) газова стала.

6. Основне рівняння кінетичної теорії ідеальних газів (рівняння Клаузіуса). Середня квадратична швидкість молекул.

7. Молекулярно-кінетичне (статистичне) тлумачення тиску та температури. Стала Больцмана. Температурна шкала ідеального газу.

8. Поняття про абсолютний нуль. Методи вимірювання температури. Барометрична формула.

9. Макро- і мікростани статистичної системи та співвідношення між ними. Статистичний ансамбль. Середні величини (за часом та за ансамблем). Ергодічна гіпотеза.

10. 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).

11. Поняття про статистичний розподіл. Функція розподілу ймовірностей. Обчислення середніх величин з використанням функцій розподілу.

12. 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.

13. Найбільш ймовірна (найімовірніша) та середня арифметична швидкості молекул. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла (досліди Штерна, Елдріджа та Ламмерта).

14. Розподіл Больцмана. Флуктуації макроскопічних величин. Флуктуації густини та їх вплив на чутливість вимірювальних приладів.

15. Досліди Перрена з експериментальної перевірки розподілу Больцмана та визначення числа Авогадро. Розподіл Максвелла-Больцмана.

16. Предмет, методи, основні визначення та межі застосування законів термодинаміки. Внутрішня енергія, кількість теплоти, робота термодинамічної системи.

17. Фізичний зміст та різні формулювання першого закону термодинаміки.

18. Теплоємність. Молярна теплоємність газу за сталого тиску та за сталого об'єму.

Показник Пуассона. Рівняння Майєра.

19. Ступені вільності та внутрішня енергія молекул ідеального газу. Теорема Больцмана-Максвелла про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності поступального та обертального руху молекул.

20. Температурна залежність теплоємності ідеальних газів. Елементи класичної та квантової теорій теплоємності ідеальних газів.

21. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона.

22. Політропний процес. Рівняння політропи.

23. Робота, яку виконує ідеальний газ під час здійснення різноманітних термодинамічних ізопроесів.

24. Оборотний та необоротний процеси. Природа необоротності теплових процесів. Циклічні процеси. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. Теорема Карно.

25. Нерівність Клаузіуса. Холодильники. Кондиціонери. Теплові насоси.

26. Другий закон термодинаміки та його різні формулювання (Клаузіуса і Томсона (Кельвіна)). Термодинамічна шкала температур.

27. Ентропія. Термодинамічна ймовірність. Зв'язок між ентропією та термодинамічною ймовірністю стану системи. Формула Больцмана.

28. Закон зростання ентропії. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

29. Об'єднаний аналітичний запис першого та другого законів термодинаміки.
30. Теорема Нернста. Третій закон термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температури.
31. Термодинамічні потенціали (характеристичні функції): внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса. Хімічний потенціал.
32. Умови термодинамічної рівноваги. Принцип Ле Шательє-Брауна.
33. Загальна характеристика явищ переносу. Зіткнення між молекулами. Ефективний поперечний переріз зіткнення молекул. Ефективний газокінетичний діаметр молекул.
34. Середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія ідеальних газів. Закони дифузії Фіка. В'язкість (внутрішнє тертя) у ідеальних газах.
35. Теплопровідність ідеальних газів. Залежність коефіцієнтів дифузії, в'язкості та теплопровідності ідеальних газів від тиску та температури.
36. Співвідношення між коефіцієнтами переносу ідеальних газів. Газ у стані вакууму. Одержання та вимірювання низьких тисків. Ефузія розрідженого газу.
37. Загальна характеристика неідеальних (реальних) газів. Причини відхилення поведінки реальних газів від законів ідеального газу. Сили міжмолекулярної взаємодії в газах.
38. Рівняння стану та ізотерми газу Ван-дер-Ваальса. Порівняльна характеристика експериментальних ізотерм газу Ендрюса і розрахованих теоретично ізотерм газу Ван-дер-Ваальса.
39. Критичний стан речовини. Метастабільний стан. Насичена пара. Внутрішня енергія, теплоємність та ентропія газу Ван-дер-Ваальса. Зведене рівняння стану газу Ван-дер-Ваальса.
40. Закон відповідних станів. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів та одержання низьких температур.
41. 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.
42. 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.
43. Змочування рідиною твердого тіла. Капілярні явища. Висота піднімання рідини у циліндричних капілярних трубках.
44. Явища змочування та капілярності в природі та техніці. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.
45. Загальні властивості кристалічних та аморфних твердих тіл. Основні характеристики кристалів. Близький та дальній порядки. Полікристали. Монокристали.
46. Щільноупаковані кристалічні решітки (гратки). Типи кристалів за природою часток, розміщених у вузлах кристалічної решітки (гратки) і характером сил зв'язку між ними
47. Іонні кристали. Металічні кристали. Ковалентні кристали. Молекулярні кристали.
48. Дефекти у реальних кристалах. Механізми утворення точкових дефектів. Дифузія у твердих тілах.
49. Лінійні дефекти: крайові та гвинтові дислокації. Поняття про дислокаційний механізм пластичної деформації.
50. Теплове розширення твердих тіл. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті. Поняття про квантову теорію теплоємності твердих тіл. Фонони. Температура Дебая. Закон Дебая.
51. Теплопровідність твердих тіл. Поняття про наноматеріали та нанотехнології.
52. Поняття про фази. Фазова рівновага. Фазові переходи першого та другого роду. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клайперона-Клаузіуса.
53. 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.

54. Загальна характеристика розчинів. Рідкі розчини. Ідеальні розчини. Закони Рауля. Осмос. Закон Вант-Гоффа.

55. 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).

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

Технічні засоби: мультимедійний проєктор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point, електронне навчання Moodle, Google Meet, Zoom.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Шафраньош М.І., Суховія М.І., Шафраньош І.І. Молекулярні механізми впливу низькоенергетичних факторів довкілля на біологічні структури ; монографія. Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2022. 338 с. ISBN 978-617-7825-74-5.

2. Суховія М.І., Шафраньош М.І., Шафраньош І.І. Методи медико-біологічних досліджень : навчальний посібник для студентів спеціальності «Біомедична інженерія». Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2022. 53с.

3. Шафраньош І.І., Суховія М.І., Шафраньош М.І. Фізичні поля і живі організми : підручник для студентів спеціальності «Біомедична інженерія». Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2021. 213 с.

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

5. Пелешко А.А., Туровці-Шютев Й.М., Мікла В.І., Шпеник О.О., Шафраньош М.І. Педагогічні аспекти організації сучасного фізичного експерименту. Acta Academiae Beregsasiensis. Philologica – Берегово, 2025, с 542-574.

6. Пелешко А.А., Туровці-Шютев Й.М., Молнар Ш.Б., Шпеник О.О., Шафраньош М.І. Методи проведення фізичного експерименту в середній школі. Acta Academiae Beregsasiensis. Philologica – Берегово, 2025, с 575-597.

Допоміжна література

1. 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. Кулішенко.– К.: НАУ. – 2004. – 456 с.

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

3. Молекулярна фізика і термодинаміка (Фізичний практикум): Навчальний посібник / Жихарев 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

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

5. 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.

6. 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.

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

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <http://www.nbuv.gov.ua> Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.

2. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jsruil/> Електронний репозитарій ДВНЗ "УжНУ//

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/>

Mathworld <https://mathworld.wolfram.com/>

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни

Робоча програма перезатверджена на 2021 / 2022 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)