

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Українсько-угорського
навчально-наукового інституту

 /Шпенік О.О./

« 29 » червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ з
МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ**

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

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичний практикум з молекулярної фізики**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **01 - Освіта/ Педагогіка** спеціальності **014 – Середня освіта** предметної спеціальності **014.08 – Середня освіта. Фізика** освітньої програми «**Фізика. Інформатика**» (мова навчання фахових дисциплін – угорська).

Розробник: Шафраньош Мирослав Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент

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

протокол № 11 від « 23 » червня 2023р.

Завідувач кафедри _____ /Шафраньош . . .

Схвалено науково-методичною комісією
Українсько-угорського навчально-наукового інституту

протокол № 2 від « 27 » червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії _____ . . .

©Шафраньош М.І., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120	1
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин: для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи – 4,0	2
	Лекції:
	Практичні (семінарські):
Вид підсумкового контролю:	Лабораторні:
	60
Форма підсумкового контролю: залік	Самостійна робота:
	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма є планом проведення лабораторних занять з курсу «Фізичний практикум з молекулярної фізики» і складена у відповідності до вимог програми дисципліни „Загальна фізика” для державних університетів. Вона призначена для студентів – майбутніх вчителів фізики та інформатики. В ній представлені, з одного боку, положення класичної фізики, з другого – наскільки це можливо, введені поняття про ідеї та методи, що використовуються фізиками, які працюють на передніх рубежах досліджень.

Метою і завданням вивчення курсу є ґрунтовне вивчення студентами фізичних основ молекулярної фізики та термодинаміки.

Основні завдання вивчення дисципліни:

сформувані у студентів фундаментальні фізичні уявлення щодо основних законів молекулярної фізики і термодинаміки. 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 основні характерні фізичні властивості рідин та твердих тіл, а також про фазові перетворення, які відбуваються з речовинами при зміні термодинамічних параметрів.

уміти: використовувати основні методи експериментальних досліджень, визначати похибки фізичних вимірювань, вести та самостійно доповнювати конспекти лекцій, опрацьовувати навчальну літературу, здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань;

використовувати на практиці основні методи та засоби фізичного експерименту для проведення експериментальних досліджень з молекулярної фізики; визначати похибки фізичних величин; вести та самостійно доповнювати конспекти: самостійно здійснювати опрацювання результатів експерименту; укладати звіт про виконання лабораторної роботи; будувати графіки залежностей фізичних величин та створювати таблиці; здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань за темою лабораторної роботи з використанням контрольних питань та тестів; захищати результати, одержані в результаті проведення навчальних досліджень.

Методами навчання є: лабораторні заняття, самостійна робота студентів та індивідуальна робота; застосовується метод проблемного виконання та репродуктивний метод.

Підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по їх завершенню на підсумкових контрольних заняттях. Оцінка успішності студента з „Фізичного практикуму з молекулярної фізики” є рейтинговою і виставляється за стобальною шкалою з урахуванням оцінок засвоєння окремих модулів.

В робочій програмі приведений тематичний зміст програми за темами, та теми для самостійного опрацювання, критерії оцінок та рекомендована література. Відповідно до освітньої програми, вивчення даної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК)	ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями ЗК4. Здатність працювати в команді. ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК8. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	ФК 1. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків. ФК 4. Здатність до пошуку ефективних шляхів мотивації дитини до

	саморозвитку (самовизначення, зацікавлення, усвідомленого ставлення до навчання).
Фахові (предметні) компетентності	<p>ФК 8. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань.</p> <p>ФК 9. Володіння математичним апаратом фізики у межах, достатніх для вивчення загального курсу фізики та її теоретичних курсів.</p> <p>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</p> <p>ФК 12. Здатність до організації та проведення шкільного фізичного експерименту із застосуванням всіх його видів в освітньому процесі з фізики.</p> <p>ФК 15. Здатність до самостійної експериментальної діяльності з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Фізичний практикум з молекулярної фізики» є опанування такої освітньої компоненти (навчальної дисципліни) освітньої програми:

OK17 Молекулярна фізика.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти програмних результатів навчання відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності **014 – Середня освіта** та освітньої програми «**Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)**»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності.	РН 5
Добирає і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів і здійснює самоаналіз ефективності уроків.	РН 8
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.	РН 14
Володіє методикою проведення навчального фізичного експерименту, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики.	РН 15
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.	РН 18
Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.	РН 20

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Фізичний практикум з молекулярної фізики».

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти користуватися засобами вимірювання фізичних величин.	РН 5
Вміти добирати та застосовувати сучасні освітні методики і технології при проведенні фізичного експерименту з молекулярної фізики.	РН 8
Вміти виводити кінцеві формули для обчислення остаточного результату та знаходити абсолютну та відносну похибку вимірювань	РН 13
Вміти проводити математичні розрахунки для аналізу фізичних явищ і процесів на основі фізичних законів, теорій та принципів при проведенні лабораторних робіт з молекулярної фізики.	РН 14
Ідеально володіти методикою проведення сучасного фізичного експерименту в рамках проведення фізичного практикуму з молекулярної фізики.	РН 15
Вміти використовувати математичний апарат фізики для отримання теоретичних результатів та порівняння їх з результатами, отриманих експериментальним шляхом.	РН 18
Вміти самостійно ставити експерименти з оптики з побудовою відповідних графіків, таблиць та критичними оцінюваннями отриманих результатів.	РН 20

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методами демонстрування результатів навчання

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

- підготовка до виконання лабораторної роботи у робочому зошиті;
- відповіді і виконання тестів при допуску до виконання роботи на лабораторних заняттях;
- чітке виконання вимірювань; записів у таблицях з вказанням розмірностей фізичних величин і оцінкою похибок;
- якість оформлення звіту,
- виконання завдань самостійної роботи;
- виконання додаткових індивідуальних завдань;
- захист результатів лабораторної роботи;
- 2 модульні контрольні роботи;
- підсумковий залік.

Форми поточного та підсумкового контролю

Форми поточного контролю:

- захист робіт під час лабораторних занять,
- виконання самостійної роботи.

Студент може отримати бали за усні відповіді та доповнення на заняттях.

Форма модульного контролю: письмовий.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
Модуль 1			50	100
T1	T2	T3		
50				

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Модуль 2		Модульна контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	50	100
T1	T2		
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)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	6	50	6	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

За кожен лабораторну роботу студент може отримати 100% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи).

Критерії оцінювання допуску і виконання лабораторної роботи (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної теми (лабораторної роботи)). При оцінюванні допуску враховується розуміння послідовності виконання лабораторної роботи, підготовка бланку-звіту та вміння пояснити закони і закономірності, що передбачається дослідити в лабораторній роботі.

1 Початковий рівень (10% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.

2. Середній рівень (20% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, результат роботи студента дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.

3. Достатній рівень (30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент самостійно виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності виконання алгоритмів, проведення дослідів та вимірювань тощо. У

звіті правильно і акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.

4. Високий рівень (40% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Студент виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтування.

Критерії оцінювання оформлення і захисту лабораторної роботи (60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи) При оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт (звіту) враховується охайність оформлення, дотримання загальноприйнятих вимог до оформлення такого роду документів, достовірність результатів, тощо.

I. Початковий рівень (до 15% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин.

II. Середній рівень (15% – 30% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, уміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).

3. Достатній рівень (30% – 50% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи негрубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.

4. Високий рівень (50% – 60% максимальної кількості балів, визначеної для кожної лабораторної роботи). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, вміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки.

Залік з фізичного практикуму виставляється студенту, який повністю виконав всі завдання лабораторних робіт, оформив їх протоколи, виправивши при цьому можливі зауваження керівника заняття і захистив всі передбачені індивідуальним навчальним планом лабораторні роботи.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 50 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 30 балів.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Фізичний практикум з молекулярної фізики» здійснюється у формі заліку.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" – якщо здобувач достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу пройденого у рамках виконання лабораторних робіт, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "незараховано" – якщо здобувач викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках пройденого матеріалу, здобувач не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

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		
60-63	E	задовільно	незараховано з можливістю повторного складання
35-59	F _x	незадовільно з можливістю повторного складання	
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Основні положення Програми нормативної навчальної дисципліни «Молекулярна фізика і термодинаміка», яка служить теоретичною основою навчального матеріалу, що складає зміст дисципліни «Фізичний практикум»:

Модуль 1

1. Ідеальний газ як модель найбільш простої статистичної системи. Закони ідеальних газів, одержані з експериментів. Закон Клапейрона-Менделєєва.
2. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Статистичне тлумачення тиску і температури. Барометрична формула.
3. Закон Максвелла про розподіл молекул ідеального газу за швидкостями.
4. Середня квадратична, середня арифметична і найбільш ймовірна швидкості молекул ідеального газу.
5. Розподіл Больцмана.
6. Внутрішня енергія, кількість теплоти і робота термодинамічної системи.
7. Розподіл енергії за ступенями вільності.
8. Фізичний зміст першого закону термодинаміки і його різні формулювання.
9. Питома і молярна теплоємності. Рівняння Майєра.
10. Елементарна класична теорія теплоємності ідеального газу.
11. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона.
12. Політропний процес.
13. Робота і теплоємність ідеального газу при ізотермічному, ізобаричному, ізохоричному, адіабатному і політропному процесах.

Модуль 2

14. Перший закон термодинаміки.
15. Оборотний і необоротний процеси. Коловий процес (цикл). Цикл Карно і його коефіцієнт корисної дії.
16. Другий закон термодинаміки і його різні формулювання.
17. Ентропія. Її фізичний зміст і властивості.
18. Статистичне тлумачення другого закону термодинаміки. Закон зростання ентропії.
19. Теорема Нернста.
20. Рівняння стану реальних газів Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса та їх аналіз. Критична точка.
21. Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона.
22. Зіткнення молекул газу. Ефективний діаметр молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул газу.
23. Дифузія в газах.
24. Внутрішнє тертя в газах.
25. Теплопровідність газів.
26. Співвідношення між коефіцієнтами переносу для ідеальних газів. Їх залежність від тиску і температури.
27. Поверхневий натяг рідини. Кривизна поверхні рідини і додатковий тиск. Формула Лапласа.
28. Взаємодія рідини з поверхнею твердого тіла. Змочування. Капілярні явища.
29. Поняття про фазу. Умова рівноваги фаз Гіббса. Фазові переходи α і $\alpha\beta$ родів. Їхні особливості та приклади.
30. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
31. Випаровування і кипіння рідин. Плавлення і кристалізація твердих тіл.
32. Діаграма стану однокомпонентної трьохфазної системи. Потрійна точка.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		Лекції	практичні (семінарські)	лабораторн	індивідуальна робота	самостійна робота
2-семестр						
Модуль 1						
Вступне заняття	18			12		6
Тема 1. Основи молекулярної фізики	16			8		8
Тема 2. Елементи кінетики та процеси переносу	16			8		8
Тема 3. Фазові перетворення	20			12		8
Модульна контрольна	2					
Разом за модулем 1	70			40		30
Модуль 2						
Тема 4. Перший принцип термодинаміки	16			6		10
Тема 5. Другий принцип термодинаміки	12			4		8
Заняття для захисту лабораторних робіт	22			10		12
Модульна контрольна	2					
Разом за модулем 2	50			20		30
Всього годин	120			60		60

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	
1	Вступне заняття	12

2	Вивчення методів вимірювання температури та перевірка термометрів	4
3	Визначення коефіцієнта в'язкості повітря	4
4	Визначення довжини вільного пробігу та ефективного діаметра молекул повітря	4
5	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя рідини методом Стокса	4
6	Вимірювання коефіцієнта теплового розширення за допомогою кутового дилатометра	4
7	Визначення термічного коефіцієнту тиску газу	4
8	Визначення параметрів вологого повітря	4
9	Дослідження явища поверхневого натягу рідини	4
10	Визначення енергії активації з температурної залежності в'язкості рідини	2
11	Вимірювання витрати повітря за допомогою калориметра	2
12	Визначення показника адіабати газів γ	2
13	Заняття для захисту та відробки завдань лабораторних робіт	10
	Разом	60

6.4. Самостійна робота

1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу навчальних дисциплін «Механіка» та «Фізичний практикум з молекулярної фізики» за підручниками та посібниками з використанням Контрольних питань для самоконтролю при підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт.
2. Самостійне оформлення звіту про виконану лабораторну роботу при підготовці до лабораторних занять згідно з індивідуальним графіком їх виконання.
3. Самостійне виконання з використанням персонального комп'ютера кількох віртуальних лабораторних робіт з наведеного нижче переліку:

№ з/п	Назва теми
1	Вивчення розподілу броунівських часток в полі сили тяжіння і определене постійної Больцмана
2	Вивчення броунівського руху і визначення постійної Больцмана по пробігу броунівський частинки
3	Вивчення розподілу молекул за швидкостями
4	Вивчення фазового переходу випаровування-конденсація
5	Вивчення фазового переходу порядок-безлад

6	Вивчення зміни функції розподілу молекул за швидкостями в процесі релаксації
7	Визначення зміни ентропії в реальних системах
8	Вивчення розподілу молекул за швидкостями в двокомпонентному газі
9	Вивчення розподілу молекул газу в однорідному полі тяжіння
10	Вивчення броунівського руху
11	Визначення довжини вільного пробігу молекул
10	Модульна контрольна

Разом на усі види самостійної роботи студентів за семестр 60 год.

Самостійна робота є невід'ємною складовою частиною вивчення дисципліни. «Фізичний практикум» і обов'язковою для кожного змістовного модулю дисципліни. Вона організовується згідно наперед узгодженого графіка виконання лабораторних роботи студентів, де вказується зміст самостійної роботи, форма контролю.

Для самостійної роботи з дисципліни «Фізичний практикум» можуть використовуватись години самопідготовки в лабораторних практикумах де наявне повне методичне забезпечення курсу, а також студенти мають можливість попередньо ознайомити з лабораторними стендами, приладами та устаткуванням, які використовуються при виконанні роботи. Контроль за самостійною роботою ведеться на кожному занятті при допуску і захисті лабораторної роботи, де перевіряється здатність студентів творчо мислити, усно формулювати фізичні положення і твердження. Співбесіди студента і викладача є перманентними, проводяться щодня протягом семестру, студент, який не у повній мірі зрозумів (підготовлений) до виконання завдань лабораторної роботи одержує консультацію викладача.

Підготовка до лабораторних занять, їх виконання, оформлення звітів передбачає значну самостійну роботу як поза практикумами, так і при роботі в лабораторії. При самостійній роботі рекомендується використати записи лекцій і навчальні посібники, що приводяться в списку літератури. При цьому рекомендується самостійно проробити теоретичний матеріал за темою лабораторної роботи, попередньо повідомленій студентам, ознайомитись із методикою експерименту, завданнями і ходом їх виконання, скласти план проведення дослідів.

Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно вивчити теоретичні питання, які стосуються даної лабораторної роботи за рекомендованою літературою, розуміти суть завдань, підготувати в робочому зошиті необхідні короткі теоретичні відомості, схеми проведення експерименту і таблиці, знати хід роботи, робочі формули для проведення розрахунків, вміти оцінити похибки вимірювань. Після допуску викладачем до виконання роботи студент повинен чітко вести записи в робочому зошиті і на протязі заняття не тільки виконати вимірювання по лабораторній роботі, але і провести пробні обчислення вимірюваної величини і оцінити похибки вимірювань. У години самопідготовки або в домашніх умовах студент оформляє звіт про виконану роботу і знайомиться з методичними матеріалами до наступної лабораторної роботи, У ході виконання лабораторної роботи студенти можуть пропонувати і одержувати від викладача індивідуальні завдання, які поглиблюють і розширюють знання про досліджувані явища і процеси, або виконувати додаткові лабораторні роботи, які наявні у лабораторних практикумах, але не включенні до списку у Змісті навчальної дисципліни.

Примітка: Кількість віртуальних лабораторних робіт, які повинні самостійно виконати студенти в межах загального обсягу часу, виділеного на самостійну роботу, визначається викладачем.

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;
11. Мікроамперметр Ф-195;
12. Лабораторні автотрансформатори ЛАТР;
13. Лабораторні електроплитки з магнітними мішалками;
14. Набори рідинних термометрів, термопар;
15. Набори хімічної посуду: колб, мензурок, мірних циліндрів;
16. Електронні ваги, аналітичні ваги, набори гирьок;
17. Дилатометр кутовий - 2шт;
18. Калориметр рідинний з підігрівом - 2 шт;
19. Пристрій для вимірювання температури безконтактний - 2шт;
20. Градусник спиртовий;
21. Градусник ртутний.

Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 1993. – 431 с.
2. Радченко І.В. Молекулярна фізика. – Харків: Харківський університет, 1969. – 500 с.
3. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. – Вид. Львівського у-нту, 1973. – 264 с.
4. Клим М.М., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. Навчальний посібник – Львів. Львівський національний у-нт імені Івана Франка, 2003. – 544 с.
5. Воловик П.М. Фізика для університетів. К.: Ірпінь. Перун, 2005. – 864 с.
6. 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.
7. Загальні основи фізики. Механіка. Термодинаміка та молекулярна фізика. Київ, "Либідь", 1998.(НТБ)
8. Лапта С. І. . Молекулярна фізика і термодинаміка навчальної дисципліни „Фізика” : навч. посібн. / С. І. Лапта. – Харків : Вид. ХНЕУ. 2009. – 180 с. 10.

Допоміжна література

1. Курс фізики. Підручник. / І.Є. Лопатинський., І.Р. Зачек. І.М Кравчук та інші. Львів: Афіша. – 2003. – 376 с.
2. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система: Навч.посібник. В 2 ч. Ч. 1. / В.В. Куліш, А.М. Соловійов, О.Я. Кузнецова, В.М. Кулішенко.– К.: НАУ. – 2004. – 456 с.
3. І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук, П.П.Луцик. Загальний курс фізики.Т.1."Техніка", К., 1999.(НТБ)
4. Загальні основи фізики. Механіка. Термодинаміка та молекулярна фізика. Київ, "Либідь", 1998.(НТБ)
5. Фізика. Методичні вказівки та контрольні завдання. Вища школа, М. 1987 (НТБ).
6. Балбенко О.О., Малець Є.Б., Ляшенко О.І., Мялова О.М. Система питань для контролю і самоконтролю знань з фізики. Методичні рекомендації для студентів фізико-математичного факультету і слухачів підготовчих відділень. – Харків : ХДПІ, 1990. – 26 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Посилання на відеозаписи лекційних демонстрацій із загальної фізики– Режим доступу: <https://www.youtube.com/c/NRNUMEPHI/playlists>
2. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
3. Сайт «Фізика школярам і студентам» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.physics-vargin.net/zadathi_1.html
4. 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.
5. Український інститут інтелект <http://stud.com.ua>
6. Електронний репозитарій ДВНЗ "УжНУ" <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/>
7. PhysOrg <http://www.phys.org/>
8. Mathworld <https://mathworld.wolfram.com/>

9. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Предмет і завдання курсу. Основні етапи розвитку вчення про молекулярну фізику і термодинаміку. Вклад вітчизняних вчених у розвиток вчення про електромагнітні явища.
2. Сформулювати основні положення МКТ, навести дослідні дані, що їх підтверджують. Оцінити розмір і масу атомів або молекул. Поняття відносної атомної та молекулярної маси.
2. Дати визначення молярної маси та сталої Авогадро. Як розрахувати кількість молекул відомої речовини в заданому об'ємі?
3. Сформулювати та пояснити, що є мірою температури (стану нагрітості речовини). Записати та пояснити зв'язок між енергетичною температурою газу і температурою у градусах Кельвіна (абсолютною температурою).
4. Модель ідеального газу. Тиск газу з точки зору МКТ, основне рівняння МКТ ідеального газу: записати та пояснити логіку його одержання та наслідки, що з нього випливають.
5. Методи вимірювання температури тіла (середовища). Види термометрів. Реперні точки та градування термометрів. Температурні шкали та абсолютна шкала температур.
6. Записати рівняння стану ідеального газу (рівняння Клапейрона-Менделєєва) та пояснити, як воно одержується із основного рівняння МКТ.
7. Сформулювати газові закони, записати відповідні рівняння та їх графічне представлення.
8. Внутрішня енергія тіла та внутрішня енергія ідеального газу. Зв'язок внутрішньої енергії ідеального газу з температурою.
9. Кількість теплоти та температура газу. Поняття теплоємності тіла.
10. Робота в термодинаміці. Записати (вивести) формулу для обчислення роботи газу при його розширенні. Записати та пояснити 1-й закон (принцип) термодинаміки.
11. Ізопроцеси в газах, їх аналітичне і графічне представлення. Адіабатний процес. Застосування 1-го закону термодинаміки до ізопроцесів.
12. Що таке тепловий двигун та циклічний процес? Коефіцієнт корисної дії теплового двигуна. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії.
13. Агрегатні стани речовини. Фазові перетворення (кипіння-конденсація, плавлення-тверднення) з точки зору МКТ. Пояснити чому фазові перетворення чистих рідин або кристалічних твердих тіл відбуваються при без зміни температури в процесі перетворення.
14. Питома теплота кипіння, плавлення. В чому відмінність між випаровуванням і кипінням? Охарактеризувати процес плавлення кристалічних і аморфних тіл (в чому відмінність?).
15. Поверхневий натяг рідини, причини його виникнення. Сила поверхневого натягу та коефіцієнт поверхневого натягу, його фізичний зміст. Пояснити явище змочування (незмочування), наявність капілярних явищ.
16. Кристалічні та аморфні тіла, будова їх ґраток. Види деформацій. Закон Гука, фізичні межі його застосовності. Графік залежності деформації від сили.
17. Відносна деформація і механічна напруженість, модуль Юнга та його фізичний зміст, одиниці вимірювання цих фізичних величин.

**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)