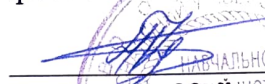


Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

 Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ
“09” серпня 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА
обов'язкова

Освітньо-професійна програма «Прикладна фізика та наноматеріали»

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Мова навчання українська

Робоча програма навчальної дисципліни «МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Прикладна фізика та наноматеріали» за спеціальністю 105 - Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 - Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 8 від «27» травня 2024 року).

Розробник: Струк Ярослав Михайлович, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики, кандидат фіз.-мат. наук, доцент.

Викладач: Струк Ярослав Михайлович, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної фізики, кандидат фіз.-мат. наук, доцент.

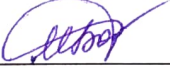
Погоджено з гарантом ОПП і затверджено на засіданні кафедри
термоелектрики та медичної фізики

Протокол № 1 від “09” серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри ТЕМФ  Кобілянський Р.Р.

Робоча програма затверджено на засіданні кафедри
інформаційних технологій та комп'ютерної фізики

Протокол № 1 від “08” серпня 2024 року

Завідувачка кафедри ІТКФ  Борча М.Д.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від “09” серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН  Козарський І.П.

Пояснювальна записка

Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Навчальна дисципліна «Молекулярна фізика» належить до обов'язкових компонентів циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та нанотехнології, та викладається студентам першого курсу протягом другого семестру. Дисципліна передбачає засвоєння студентами взаємозв'язку фізичних властивостей речовини з їх внутрішньою будовою для всіх агрегатних станів речовини; розуміння механізмів протікання основних молекулярних явищ і процесів, а також основ термодинамічного методу для проведення досліджень і розв'язку прикладних задач сучасного матеріалознавства.

Мета навчальної дисципліни «Молекулярна фізика» полягає у формуванні в студента цілісної системи сприйняття взаємозв'язку фізичних властивостей речовин з їх внутрішньою будовою, сучасного фізичного мислення; засвоєнні фундаментальних фізичних понять, законів і прикладних теорій класичної і сучасної фізики; набутті навиків володіння методами фізичних досліджень, обробки і аналізу експериментальних результатів; вміння виділяти конкретний фізичний зміст в прикладних задачах майбутньої спеціальності.

Завдання навчальної дисципліни: формування і розвиток умінь практичного використання набутих знань та поглиблення компетентності у предметних галузях, які пов'язані з вибором професії чи подальшим навчанням, а саме:

- компетенції соціально-особистісні - розуміння та сприйняття етичних норм поведінки відносно природи (принципи біоетики), екологічна грамотність, здатність учитися, креативність, здатність до системного мислення;
- загальнонаукові компетенції - розуміння причинно-наслідкових зв'язків, володіння математичним апаратом, базові знання сучасних інформаційних технологій, фундаментальних наук;
- інструментальні компетенції - здатність до письмової та усної комунікації рідною мовою, навички роботи з комп'ютером, дослідницькі навички, тощо.

Пререквізити. Механіка, математичний аналіз, аналітична геометрія та лінійна алгебра, теорія ймовірності та математична статистика.

Результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- вміти будувати і досліджувати найпростіші фізичні моделі реальних об'єктів, процесів і явищ; уточнювати вихідні дані, мету задачі, знаходити необхідну додаткову інформацію, засоби розв'язання задачі; розчленовувати задачі на складові, встановлювати зв'язки між ними, складати план і вибирати оптимальні засоби розв'язання задачі; перевіряти правильність розв'язання; аналізувати та інтерпретувати отриманий результат, оцінювати його придатність; приймати рішення за результатами розв'язання задачі;
- володіти технікою обчислень, раціонально поєднуючи усні, письмові, інструментальні обчислення, зокрема наближені;
- вміти працювати з формулами (розуміти значення кожного елемента формули, знаходити їх числові значення, виражати одну змінну через інші і т. п.);

- вміти читати і будувати графіки функціональних залежностей різних фізичних величин, досліджувати їх властивості;
- вміти оцінювати шанси настання тих чи інших подій, міру ризику при прийнятті того чи іншого рішення, вибирати оптимальне рішення.

Внаслідок опанування навчального матеріалу студент має набути наступних загальних та фахових компетентностей, передбачених освітньою програмою:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

Наслідком вивчення навчальної дисципліни має бути досягнення наступних програмних результатів навчання:

РН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

РН2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

РН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

РН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

РН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

РН7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики

РН10. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проектів.

РН11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

РН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

Опис навчальної дисципліни

Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <u>«Молекулярна фізика»</u>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1-й	2	8	240	3	45	45	-	45	105	-	залік, екзамен

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		лк	пз	лаб	сем	сам. роб.
1	2	3	4	5	6	7
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Основи молекулярної фізики і статистичного методу					
Тема 1. Молекулярно-кінетична теорія газів	24	4	12			8
Тема 2. Статистичний метод	16	6				10
Тема 3. Розподіли Максвелла та Больцмана	18	6	2			10
Тема 4. Процеси переносу	30	8	10			12
Разом за ЗМ1	88	24	24			40
	Змістовий модуль 2. Термодинаміка. Рідини, тверді тіла і розчини. Процеси переносу					
Тема 5. Перший закон термодинаміки	14	2	6			6
Тема 6. Другий закон термодинаміки	7	3	1			3
Тема 7. Реальні гази	20	7	3			10
Тема 8. Рідини та розчини	16	6	4			6
Тема 9. Тверді тіла	20	4	6			10
Разом за ЗМ2	77	22	20			35
	Модуль 3. Лабораторний практикум					
Лабораторний модуль	75			45		30
Усього годин	240	46	44	45		105

Теми лекційних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Молекулярно-кінетична теорія газів	4
2	Статистичний метод	6
3	Розподіли Максвелла та Больцмана	6
4	Процеси переносу	8
5	Перший закон термодинаміки	2
6	Другий закон термодинаміки	3
7	Реальні гази	7
8	Рідини та розчини	6
9	Тверді тіла	4
	Разом	46 год.

Теми практичних занять

№ заняття	Тема заняття	План	Кількість годин
1-2	Ідеальні гази	Узагальнений газовий закон.	4
		Закон Шарля. Закон Дальтона.	
		Комбіновані задачі	
3-4	Молекулярно-кінетична теорія газів. Розподіли.	Молекулярно-кінетична теорія газів.	4
		Розподіл Максвелла. Розподіл Больцмана.	
		Барометрична формула.	
5-7	Явища переносу	Дифузія. Коефіцієнт дифузії.	6
		Теплопровідність. Коефіцієнт теплопровідності.	
		Внутрішнє тертя	
8-10	I начало термодинаміки	Застосування I-го начала ТД до процесів зі сталим об'ємом; сталим тиском.	6
		Адіабатичні процеси.	
		Особливості визначення роботи газу при різних ізопроцесах	
11-13	II начало термодинаміки	Коефіцієнт корисної дії.	6
		Коефіцієнт корисної дії для циклу Карно.	
		Коефіцієнт корисної дії теплових машин, які працюють за іншими циклами.	
14 - 16	Ентропія	Ентропія. Зміна ентропії при різних процесах.	6
17	Реальні гази	Рівняння Ван-дер-Ваальса.	6
18		Внутрішня енергія реального газу.	

19		Теплоємність реального газу	
20	Властивості рідин	Змочування. Незмочування.	4
		Поверхневий натяг.	
21		Вільна поверхнева енергія.	
		Капілярні явища	
22	Властивості твердих тіл	Внутрішня будова кристалічних тіл.	2
		Пружні деформації, непружні деформації	
		Тверді розчини, фазові перетворення.	
	Разом		44

Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення вологості повітря і сталої психрометра	3
2	Визначення відношення питомих теплоємностей газів.	3
3	Визначення критичної температури.	3
4	Визначення теплоємності металів методом охолодження.	3
5	Визначення сталої Больцмана.	3
6	Визначення коефіцієнтів теплопровідності.	3
7	Визначення коефіцієнту теплопровідності металів.	3
8	Визначення коефіцієнту внутрішнього тертя рідин капілярним віскозиметром.	3
9	Визначення коефіцієнту внутрішнього тертя газу капілярним віскозиметром.	3
10	Визначення швидкості звуку в газах та відношення питомих теплоємностей методом стоячої хвилі.	3
11	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу.	3
12	Виготовлення та градування термодинамічного паропровідника.	3
13	Вивчення броунівського руху в суспензіях.	3
14	Вивчення закону нормального розподілу випадкових похибок.	3
15	Швидкість випаровування рідини та зміна її ентропії при випаровуванні.	3
	Разом	45

Графік виконання лабораторних робіт доводиться до відома студентів під час вступного заняття в лабораторії, причому виконання лабораторних робіт відбувається не фронтально, а індивідуально, і студент виконує запропоновану кількість робіт із приведеного розширеного переліку.

Студенти, під час самостійної роботи, проводять підготовку до виконання лабораторних робіт згідно методичних рекомендацій, які надаються йому на відповідний семестр. Для самостійної роботи студентів під час підготовки до виконання лабораторних робіт та підготовки до захисту лабораторних робіт в «методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт» приведена рекомендована література для кожної лабораторної роботи. Під час лабораторних занять студент отримує допуск до виконання лабораторних робіт, проводить всі вимірювання і необхідні розрахунки. Захист лабораторних робіт проводиться згідно

контрольних запитань.

На лабораторний практикум відводиться *20 балів* із *60 балів*, які студент може отримати під час семестру.

Зміст завдань самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Ефект Джоуля-Томпсона в газі Ван-дер-Ваальса. Зрідження газів. Властивості речовини при температурах близьких до 0 К.	5
2	Фазові діаграми. Аномальні речовини. Поліморфізм.	5
3	Фізичні явища в розріджених газах. Теплопередача, дифузія і внутрішнє тертя при малих тисках.	5
	ТЕОРЕТИЧНИЙ КУРС Засвоєння лекційного матеріалу на базі рекомендованої лектором літератури, включаючи інформаційні загальноосвітні ресурси (електронні підручники, електронні бібліотеки тощо)	30
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ Підготовка до практичних занять передбачає виконання домашніх завдань у вигляді розв'язування окремих задач і прикладів, проведення типових розрахунків, а також розв'язування додаткових задач.	30
	ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ Підготовка до лабораторного заняття передбачає ознайомлення з відповідною інструкцією, написання її короткого конспекту, оформлення титульної сторінки звіту про лабораторну роботу. Підготовка до захисту лабораторної роботи передбачає відшукування студентом відповідей на контрольні запитання, які ставляться до кожної лабораторної роботи	30
	Разом	105

Індивідуальні завдання передбачають поглиблене вивчення основних задач молекулярної фізики, вони не є обов'язковими для всіх студентів (за успішно виконане завдання з відповідної теми студент може додатково отримати до 7 балів до підсумкової оцінки на екзамені). Вони виконуються у вигляді оглядових робіт з наукової проблеми, в яких послідовно і досить обширно висвітлюються всі особливості розглядуваної теми завдання : як математичні викладки з відповідними схематичними малюнками та графіками, так і фізичне обґрунтування і тлумачення результатів, що здійснюється під час захисту виконаного завдання.

Окремі теми лабораторних робіт передбачають самостійне опрацювання відповідного теоретичного матеріалу, тому самостійна робота студента реалізується в основному під час підготовки до виконання лабораторних робіт згідно методичних рекомендацій, які надаються студентам, а також при підготовці до захисту робіт згідно приведеного в методичних рекомендаціях переліку контрольних запитань та відповідної рекомендованої літератури.

Методи та освітні технології навчання

1. Лекції: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний метод та метод проблемного викладення.
2. Практичні заняття: аналітичний, розрахунковий, дослідницький методи.
3. Лабораторні роботи: дослідницький, репродуктивний методи.
4. Самостійна робота: самонавчання, дослідницький метод.

Контроль та оцінювання навчальних досягнень у процесі вивчення дисципліни

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- розрахункові, графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- усне опитування;
- перевірка домашніх завдань.

Система контролю та оцінювання

Форми поточного контролю: усні та письмові завдання, захист лабораторних робіт, усні відповіді студента.

Форми підсумкового контролю: залік, екзамен.

Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень здобувачів освіти з навчальної дисципліни

Поняття речовини в термодинаміці. Робота ідеального газу при ізопроцесах.

Термодинамічний потенціал.

Кількість речовини. Закон Авогадро. Число Лошмідта.

Газові закони, які описують ізопроцеси ідеального газу.

Застосування першого закону термодинаміки до різних ізопроцесів.

Вимірювання температури. Практичні температурні шкали. Практичні температурні шкали. Абсолютна шкала температур.

Відносна термодинамічна температура.

Внутрішня енергія ідеального газу. Теплоємність ідеального газу.

Кінематичні характеристики молекулярного руху. Середня частота зіткнень молекул газу. Середня довжина вільного пробігу.

Цикл Карно. Розрахунок ККД ідеальної теплової машини, яка працює за циклом Карно.

Поняття роботи та внутрішньої енергії в термодинаміці. Перший закон термодинаміки. Поняття функції стану.

другий закон термодинаміки. Різні його формулювання.

Закон рівнорозподілу енергії за степенями вільності молекул.

Виведення основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів.

Закон розподілу молекул за швидкостями.

Експериментальна перевірка закону розподілу молекул за швидкостями.

Розподіл молекул за швидкостями та за кінетичними енергіями.

Розподіл молекул за компонентами швидкості.

Дифузія в газах. Взаємна дифузія.

Внутрішнє тертя в газах. Вивід коефіцієнту в'язкості в газах.

Теплопровідність газів. Нестационарна теплопровідність. Вивід коефіцієнту теплопровідності при стаціонарному процесі.

Вивід коефіцієнту теплопровідності при стаціонарному процесі.

Розрахунок найбільш імовірної швидкості хаотичного руху молекул ідеального газу.

Запис розподілу Максвелла через відносну імовірність.

Нестационарна дифузія. Вивід закону зміни різниці концентрації з часом при нестационарній дифузії.

Розрахунок коефіцієнту дифузії при стаціонарному процесі.

Дифузія в газах. Перший закон Фіка.

Другий закон Фіка.

Поняття функції розподілу. Розподіл Максвелла за швидкостями та його властивості.

Газ у полі тяжіння. Розподіл Больцмана.

Явища переносу в рідинах і твердих тілах.

Адіабатичний процес. Вивід рівняння Пуассона.

Середня довжина вільного пробігу молекул. Ефективний діаметр молекул.

Число зіткнень між молекулами газу при хаотичному тепловому русі.

Тиск суміші газів. Закон Дальтона. Молярна маса суміші газів.

Політропний процес. Вивід рівняння політропи.

Тиск під викривленою поверхнею рідини. Виведення додаткового тиску Лапласа.

Тиск під викривленою поверхнею рідини. Капілярні явища.

Розширення реального газу в пустоту. Ефект Джоуля-Томсона.

Критичний стан речовини. Критичні параметри. Зведене рівняння Ван-дер-Ваальса (вивід).

Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Критичні параметри.

Поняття ентропії. Теорема Нернста. Ентропія і термодинамічна ймовірність.

Рідкі розчини. Тиск насиченої пари над ідеальним розчином. Закони Рауля та Генрі.

Теорема Клаузіуса. Ентропія системи. Розрахунок зміни ентропії при різних процесах. T-S діаграми.

Випаровування та кипіння рідини. Вивід рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Рівняння стану ідеального газу. Вивід рівняння Ван-дер-Ваальса.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом мінімальних балів передбаченим результатами навчання коли студент в основному опанував теоретичні знання навчальної дисципліни, уміє розв'язувати задачі, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відповідно до вимог навчальної програми.

За перший та другий змістові модулі студенти отримують 15 та 25 балів відповідно, які відводяться на написання модульних контрольних робіт. Лабораторний модуль оцінюється в 20 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)									Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
3	4	4	4	5	5	5	5	5		
15				25					20	

T1, T2 ... T10 – теми змістових модулів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти за шкалою ECTS та національною шкалою на екзамені з дисципліни «Молекулярна фізика»

Здобувач освіти має виконати три завдання до дисципліни «Молекулярна фізика», які поставлені у відповідному білеті. Перші два питання теоретичного характеру, третє – практичного (задача). За відповідь на перше і друге питання у білеті здобувач освіти може максимально одержати по 15 балів, на третє питання – 10 балів. Результати іспиту оцінюються відповідно до прийнятої уніфікованої університетської шкали: 40 балів від загальної 100-бальної, при цьому кожна відповідь оцінюється наступним чином:

Кожне теоретичне питання оцінюється:

0 -2 балів ставиться за відповіді в яких здобувач освіти не висвітлює суть питання, не простежується логіка викладу, і показує повне нерозуміння питань з даної дисципліни.

3 – 5 бали ставиться за відповідь, яка хоч і свідчить про деяке знання здобувачем освіти програмного матеріалу, але є дуже поверховими, в відповіді немає логіки викладу, у знаннях якого великі прогалини; не вміє аналізувати поставлені перед ним питання, аргументовано відповідати та здійснювати правильні висновки.

6 – 7 бали здобувач освіти демонструє загальну обізнаність в матеріалі, розуміє в цілому зміст основних понять і фактів, однак відповіді на питання розкриваються неповністю, фрагментарно і мають характер не стільки свідомого, скільки механічного відтворення, а наведені аргументи і висновки є недостатньо переконливими.

8 - 9 балів Здобувач освіти за допомогою викладача відтворює окремі частини початкового теоретичного матеріалу, дає визначення основних понять і формулює окремі закони й закономірності, що розглядалися в курсі.

10 – 12 балів отримує здобувач освіти, який достатньо повно володіє теоретичним матеріалом і навиками практичного застосування дисципліни, добре орієнтується у основній та додатковій літературі з відповідної проблематики. Однак відповідь містить неточності, які суттєво не впливають на розкриття змісту розв'язуваного завдання; недостатньо повно розкрито фізичну суть питання.

13 - 15 балів отримує здобувач освіти, який дає глибоку і аргументовану відповідь, що розкриває питання і свідчить про відмінне знання матеріалу, вміння цілеспрямовано аналізувати матеріал, робити висновки; чіткий логічний і послідовний виклад думок, розуміння суті теми. Крім того, здобувач освіти обізнаний з основною та додатковою

літературою з відповідної проблематики, вміє творчо аналізувати інформацію, наводити адекватні приклади та аргументи.

Кожне практичне питання (задача) оцінюється:

0-1 бал якщо характер відповідей при розв'язку практичного завдання дає підставу стверджувати, що здобувач освіти неправильно зрозумів суть задачі чи не отримав правильної відповіді, а тому відповідав, припускаючись грубих помилок.

2-3 бали отримує здобувач освіти, який за допомогою викладача фрагментарно розв'язує поставлену перед ним задачу, проте не в повній мірі володіє мінімальним рівнем знань з даного питання.

4-5 балів здобувач освіти при розв'язку задачі припустився суттєвих помилок, які все ж таки виправляє за допомогою викладача; дає правильні відповіді на 30% питань за тематикою задачі.

6-7 балів здобувач освіти при розв'язуванні задачі припустився помилок, які виправляє за допомогою викладача; в середньому може дати правильні відповіді на 50% питань за тематикою задачі.

8- 9 балів здобувач освіти при розв'язуванні задачі припустився незначних неточностей, які не впливають на суть відповіді.

10 балів студент дає вичерпну відповідь на поставлену задачу.

Підсумкова оцінка за навчальну дисципліну виводиться з суми балів поточного контролю за модулями $3M1+3M2+M3$ (лабораторний практикум) $=15+25+20=60$ балів та модуля-контролю (екзамену) $MK=40$ балів. Максимальна кількість балів при поточному контролі обов'язкових видів роботи становить 60 балів.

У відомість обліку успішності та залікову книжку (індивідуальний навчальний план) здобувача освіти заноситься сумарна кількість балів поточного (0-60 балів) та підсумкового контролю (екзамен; 0-40 балів) згідно такої таблиці:

Шкала оцінювання

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені

Юрія Федьковича (протокол №109 від 28 березня 2022 року) ([polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf](https://www.chnu.edu.ua/media/jxpbs0zb/etychnyi-kodeks-chnivets_koho-natsionalnoho-universytetu.pdf)) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Політика академічної доброчесності

Освітня діяльність (викладача і здобувача освіти) під час вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на принципах співробітництва та академічної доброчесності. Очікується, що роботи студентів будуть оригінальним дослідженням чи міркуванням й об'єктивно оцінені викладачем.

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

«Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/media/jxpbs0zb/etychnyi-kodeks-chnivets_koho-natsionalnoho-universytetu.pdf ;

«Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/media/f5e1eobm/polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf.

Рекомендована література

Базова (основна)

1. Молекулярна фізика: підручник / П. М. Якібчук, М. М. Клим ; М-во освіти і науки України, Львів. нац. ун-т. ім. Івана Франка. - Вид. 2-ге, допов. - Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2015. - 583 с.
2. Молекулярна фізика: підручник / Л. А. Булавін, Д. А. Гаврюшенко, В. М. Сисоєв. - Київ : Знання, 2006. - 567 с.
3. Молекулярна фізика: навч. посіб. для ун-тів / М. М. Клим, П. М. Якібчук. - Львів : ЛНУ, 2003. - 543 с.
4. Молекулярна фізика : навч. посіб. для ун-тів та техн. вузів / Я. Й. Дутчак. - Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1973. - 264 с.
5. Молекулярна фізика: навч. посіб. для ін-тів / І. К. Кікоїн, А. К. Кікоїн ; пер. В. В. Яновський з рос. вид. - Київ : Рад. шк., 1968. - 475 с.
6. Курс фізики : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. У 3 ч. Ч. 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / Р. Д. Венгреневич, М. О. Стасик ; за ред. Р. Д. Венгреневича ; М-во освіти і науки України, Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. - Чернівці : ЧНУ, 2015. - 471 с.
7. Загальний курс фізики: навч. посіб. для вищ. навч. закл. : У 3 т. Т. 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик ; за ред. І. М. Кучерук. - 2-ге вид., випр. - Київ : Техніка, 2007. - 532 с.
8. Молекулярная физика: курс лекций / В. Г. Барьяхтар, И. В. Барьяхтар ; Нац. акад. наук Украины, Ин-т магнетизма НАН и МОН Украины. - К. : Наук. думка, 2011. - 331 с.
9. Задачі з молекулярної фізики та методика їх розв'язування. / Укладачі: Курек І. Г., Курек Є. І., Ткач О. О., Струк Я. М. – Чернівці:, 2022 – 119 с. <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/4124>
10. Молекулярна фізика: Фізичний практикум: Методичний посібник для студентів денної форми навчання / Укладачі: Курек І. Г., Курек Є. І., Струк Я. М.,

Федорцова І. В. – Чернівці: 2022. – 80 с.

<https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3526>

11. Обчислення похибок прямих та опосередкованих вимірювань. Методичний посібник. Укл.: Курек І. Г., Курек Є. І., Олійнич-Лисюк А.В., Струк Я. М.– Чернівці: 2021. – 48 с. <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/3217>

Допоміжна

1. Курс фізики: навч. посіб. для фіз.-мат. ф-тів вищ. пед. навч. закл. : [У 3 кн.]. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка / Г. Ф. Бушок, Є. Ф. Венгер. - Київ : Вища шк., 2002. - 375 с.
2. Молекулярна фізика [Текст] : навч. посіб. для студ. фіз. спец. ун-тів / Ю. І. Шиманський, О. Т. Шиманська ; Нац. ун-т "Києво-Могилян. акад.". - К. : Києво-Могилян. акад., 2007. - 462 с.
3. Фізика. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: навч. посіб. для вищ. навч. закл. Ч. 1 / Б.К. Остафійчук, М.М. Яцура, А.М. Гамарник. - Івано-Франківськ : Гостинець, 2006. - 308 с.
4. Вступ до молекулярної фізики: навчальний посіб. для ун-тів і пед. ін-тів / І. В. Радченко. - Вид. 2-е, перероб. і допов. - Київ : Рад. шк., 1954. - 473 с.

Інформаційні ресурси

1. Сторінки курсу в Moodle
<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=4612>
<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=3338>
2. Національна бібліотека України імені В.В. Вернадського <http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В. О. Сухомлинського
www.dnrb.gov.ua/
4. Бібліотека українських підручників <http://pidruchniki.ws/>