Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. директора
навчально-наукового інституту
комп’ютерної фізики та енергетики



_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

“__” _____ 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Молекулярна фізика

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	Е Природничі науки
спеціальність	Е6 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	Прикладна фізика енергетичних систем
вид дисципліни	Обов’язкова
ННІ	комп’ютерної фізики та енергетики

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від "27" серпня 2025 року № 14

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Олександр КУЛИК, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Протокол від "27" серпня 2025 року № 8

Завідувач кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

(підпис) Олександр КУЛИК
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником проектної групи)

Прикладна фізика енергетичних систем
назва освітньої програми

(підпис) Денис ПРОТЕКТОР
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від "27" серпня 2025 року № 7

Голова методичної комісії Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

(підпис) Денис ПРОТЕКТОР
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Молекулярна фізика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності Е6 Прикладна фізика та наноматеріали.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є ознайомлення з основними методами і підходами фізичної науки до вивчення теплової форми руху матерії, надання сукупності знань про основи молекулярної фізики і фізичної термодинаміки, що закладають фундамент для вивчення наступних розділів загальної та теоретичної фізики, спеціальних курсів дисциплін професійної орієнтації, а також, для використання отриманих знань на практиці.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є формування загальнопредметної та предметної компетентностей у частині молекулярної фізики і термодинаміки, необхідних сучасному фахівцю освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за спеціальністю Е6 Прикладна фізика та наноматеріали за освітньою програмою Прикладна фізика енергетичних систем.

1.3. Кількість кредитів - 6

1.4. Загальна кількість годин - 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	
Рік підготовки	
	1-й
Семестр	
	2-й
Лекції	
	32 год.
Практичні, семінарські заняття	
	64 год.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
	84год.
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання:

- згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти мають отримати такі компетентності (ЗК, СК):

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК08. Навички міжособистісної взаємодії.
ЗК09. Здатність працювати автономно.
ЗК13. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.
СК01. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.
СК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
СК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
СК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

- згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти повинні досягти таких результатів навчання (РН):
РН01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
РН03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
РН04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
РН05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
РН06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
РН07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.
РН08. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.
РН09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.
РН10. Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.
РН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.
РН14. Застосовувати фізичні експерименти, комп'ютерне моделювання та сучасні інформаційні технології для вирішення наукових і технологічних задач у сфері енергетики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи молекулярно-кінетичної теорії. Ідеальний газ

Вступ.

Предмет і задачі молекулярної фізики і термодинаміки. Поняття про термодинамічну систему і основні методи її опису. Мікро- і макропараметри системи. Об'єм, тиск, температура та їх вимірювання. Термометричне тіло. Емпіричні температурні шкали. Поняття про рівняння стану. Термодинамічна рівновага системи. Поняття про процес. Рівноважні і нерівноважні процеси. Математичний апарат та наукові абстракції, що використовуються у даному курсі.

Тема 1. Молекулярна будова речовини

Основні положення і експериментальне підтвердження молекулярно-кінетичної теорії. Маса і розміри молекул. Відносна атомна і молекулярна маси. Атомна одиниця маси. Моль. Молярна маса. Число Авогадро. Газоподібний, рідкий та твердий стани речовини з точки зору основних положень молекулярно-кінетичної теорії.

Тема 2. Закони ідеальних газів

Експериментальні газові закони: Бойля - Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Дальтона, Авогадро. Ідеальний газ як модель найбільш простої статистичної системи. Рівняння стану ідеального газу: Клапейрона, Клапейрона-Менделєєва. Універсальна газова стала. Число Лошмідта.

Тема 3. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу

Основне рівняння кінетичної теорії ідеального газу. Молекулярно-кінетичне (статистичне) тлумачення тиску та температури. Стала Больцмана. Ідеально – газова шкала температур. Поняття про абсолютний нуль.

Тема 4. Статистичні розподіли

Ідеальний газ у полі сили тяжіння Землі. Барометрична формула. Макро- і мікростани статистичної системи та співвідношення між ними. Статистичні закономірності. Середні значення (за часом та за ансамблем). Флуктуації. Ергодична гіпотеза. Статистичні ансамблі. Основні поняття теорії ймовірностей. Теореми про добуток та додавання ймовірностей. Функція розподілу ймовірностей, густина ймовірностей. Обчислення середніх величин з використанням функцій розподілу. Поняття про фазовий простір. Розподіл Максвелла за компонентами та за модулем швидкості. Найбільш імовірна, середня арифметична, середня квадратична швидкості. Максвеллівський розподіл молекул за енергіями. Експериментальне підтвердження розподілу Максвелла. Розподіл Больцмана. Досліди Перрена з визначення числа Авогадро. Розподіл Максвелла - Больцмана. Вплив флуктуацій на чутливість вимірювальних приладів.

Розділ 2. Фізичні основи термодинаміки. Вступ до фізичної кінетики

Тема 1. Перший закон термодинаміки

Основні визначення та межі застосування законів термодинаміки. Внутрішня енергія. Робота і теплота. Фізичний зміст, аналітична форма запису та різні формулювання першого закону термодинаміки. Теплоємність термодинамічної системи. Рівняння Майера. Ступені вільності та внутрішня енергія молекул ідеального газу. Теорема Больцмана – Максвелла про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності поступального та обертального руху молекул. Розходження класичної теорії теплоємності ідеального газу з експериментом. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес. Робота, яку виконує ідеальний газ при ізопроцесах, при адіабатному та політропному процесах

Тема 2. Другий закон термодинаміки

Колові процеси. Оборотні і необоротні процеси. Основні необоротні процеси в ідеальному газі. Робота при коловому процесі. Теплові двигуни та холодильники. Холодильний коефіцієнт. Цикл Карно ідеального газу та його коефіцієнт корисної дії. Теорема Карно. Рівняння і нерівність Клаузіуса. Різні формулювання другого закону термодинаміки та їх еквівалентність. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Ентропія. Термодинамічна ймовірність. Статистична вага. Зв'язок ентропії з ймовірністю стану системи. Формула Больцмана. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Ентропія та інформація. Принцип Ле Шательє-Брауна. Теорема Нернста, як третій закон термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температури.

Тема 3. Термодинамічні потенціали

Метод циклів і метод термодинамічних функцій (потенціалів). Внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса та їх диференціали. Фізичний зміст термодинамічних функцій. Співвідношення Максвелла, рівняння Гіббса - Гельмгольца. Хімічний потенціал. Умови термодинамічної рівноваги. Елементи термодинаміки необоротних процесів.

Тема 4. Явища перенесення в ідеальних газах

Загальна характеристика явищ переносу. Зіткнення між молекулами. Ефективний поперечний переріз зіткнення молекул. Ефективний діаметр молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія в газах. Закони дифузії Фіка. В’язкість (внутрішнє тертя) у газах. Теплопровідність в газах. Залежність коефіцієнтів дифузії, в’язкості, теплопровідності від тиску та температури. Співвідношення між коефіцієнтами переносу, їх одиниці вимірювання і розмірність. Вакуум. Одержання та вимірювання низьких тисків. Ефузія. Застосування знань про явища перенесення в техніці.

Розділ 3. Реальні гази, рідини і тверді тіла

Тема 1. Реальні гази

Загальна характеристика реальних газів. Відхилення поведінки реальних газів від законів ідеального газу. Сили та потенціальна енергія міжмолекулярної взаємодії. Рівняння стану та ізотерми газу Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст сталих, що входять у рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан речовини. Рівняння Ван-дер-Ваальса в зведеній формі. Закон відповідних станів. Порівняльна характеристика експериментальних ізотерм газу Ендрюса і розрахованих теоретично ізотерм газу Ван-дер-Ваальса. Метастабільний стан. Перегріта рідина та переохолоджена пара. Насичена пара. Внутрішня енергія реального газу. Теплоємність та ентропія реального газу. Відхилення від закону Маєра для газу Ван-дер-Ваальса. Ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Скраплення газів та одержання низьких температур.

Тема 2. Рідкий стан

Загальні властивості та будова рідин. Подібність та відмінності властивостей реального газу і рідини. Густина та стисливість. Молекулярно-кінетична модель рідини. Ближній та дальній порядки. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Кривизна поверхні і додатковий (лапласівський) тиск. Формула Лапласа. Взаємодія рідин з поверхнею твердого тіла. Змочування. Капілярні явища. Висота піднімання рідини у циліндричних капілярних трубках. Вплив викривленої поверхні на тиск насиченої пари. Змочування та капілярні явища в природі та техніці. В'язкість (внутрішнє тертя) рідин. Дифузія у рідинах. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація. Термодинаміка поверхневих явищ.

Тема 3. Кристалічний стан

Загальні властивості кристалічних та аморфних твердих тіл. Основні характеристики кристалів. Полікристали. Монокристали. Щільно упаковані кристалічні решітки. Іонні кристали. Металічні кристали. Ковалентні кристали. Молекулярні кристали. Квазікристали. Рідкі кристали. Загальні відомості про фулерени. Дефекти у реальних кристалах. Механізми утворення точкових дефектів. Дифузія у твердих тілах. Лінійні дефекти: крайові та гвинтові дислокації. Поняття про дислокаційний механізм пластичної деформації. Характер теплового руху у кристалах. 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.

Тема 4. Фазові переходи

Поняття про фази. Фазова рівновага. Фазові переходи першого та другого родів. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Випаровування та кипіння. Залежність тиску насиченої пари від температури. Фазові діаграми. Потрійна точка. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Загальна характеристика розчинів. Осмос і осмотичний тиск.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основи молекулярно-кінетичної теорії. Ідеальний газ												
Разом за розділом 1	48	10	20			18						
Розділ 2. Фізичні основи термодинаміки. Вступ до фізичної кінетики												
Разом за розділом 2	62	12	24			26						
Розділ 3. Реальні гази, рідини і тверді тіла												
Разом за розділом 3	70	10	20			40						
Усього годин	180	32	64			84						

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-4	Молекулярна будова речовини. Закони ідеальних газів	8
5,6	Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу	4
7-10	Статистичні розподіли Максвелла-Больцмана	8
11-14	Перший закон термодинаміки. Теплоємність газів	8
15-18	Другий закон термодинаміки. Ентропія	8
19-20	Теплові і холодильні машини	4
21-22	Явища перенесення	4
23-25	Реальні гази	6
26-28	Рідини	6
29-30	Тверді тіла	4
31-32	Фазові переходи	4
	Разом	64

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювати тему «Молекулярна будова речовини» (Статистичний і термодинамічний підходи до вивчення теплових властивостей макроскопічних тіл. Температура. Термометр. Загальний (нульовий) закон термодинаміки. Основна властивість температури. Шкала температур Цельсія. Абсолютна температура. Відносна атомна і молекулярна маси. Атомна одиниця маси)	3
2	Опрацювати тему «Закони ідеальних газів» (Рівняння стану термодинамічної системи. Рівняння стану ідеального газу як результат узагальнення експериментальних досліджень)	3
3	Опрацювати тему «Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу» (Тиск ідеального газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Молекулярно-кінетичний зміст абсолютної температури. Ідеально – газова шкала температур)	4
4	Опрацювати тему «Статистичні розподіли» (Функція розподілу ймовірності. Флуктуації. Ергодична гіпотеза. Поняття про фазовий простір. Функції розподілу молекул за швидкостями Максвелла. Середні швидкості молекул. Число ударів молекул об одиничну поверхню за одиницю часу. Розподіл Больцмана)	8
5	Опрацювати тему «Перший закон термодинаміки» (Внутрішня енергія термодинамічної системи. Робота, що виконується тілом при змінах його об'єму. Кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Вічний двигун першого роду. Теплоємність. Класична теорія теплоємності ідеального газу)	6
6	Опрацювати тему «Другий закон термодинаміки» (Будова і принцип дії теплової машини. Коефіцієнт корисної дії теплової машини. Вічний двигун другого роду. Другий закон термодинаміки. Формулювання другого закону термодинаміки Томсона і Клаузіуса. Оборотні і необоротні процеси. Цикл Карно. Перша і друга теореми Карно. Нерівність і рівність Клаузіуса. Ентропія. Закон зростання ентропії)	8
7	Опрацювати тему «Термодинамічні потенціали» (Внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса. Співвідношення Максвелла, рівняння Гіббса - Гельмгольца. Хімічний потенціал. Умови термодинамічної рівноваги. Елементи термодинаміки необоротних процесів)	8
8	Опрацювати тему «Явища перенесення в ідеальних газах» (Довжина вільного пробігу молекул. Емпіричні рівняння, що описують дифузію, теплопровідність, внутрішнє тертя. Якісне пояснення явищ перенесення в газах. Одержання та вимірювання низьких тисків. Ефузія. Застосування знань про явища перенесення в техніці)	4
9	Опрацювати тему «Реальні гази» (Ізотерми Ван-дер-Ваальсівського газу. Критичні температура, тиск, об'єм і їх зв'язок із сталими Ван-дер-Ваальса. Експериментальні ізотерми. Ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Скраплення газів та одержання низьких температур)	8
10	Опрацювати тему «Рідкий стан» (Будова рідин. Поверхневий натяг рідин. Коефіцієнт поверхневого натягу. Формула Лапласа. Капілярні явища. Дифузія у рідинах. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація. Термодинаміка поверхневих явищ)	10
11	Опрацювати тему «Кристалічний стан» (Загальні властивості кристалічних та аморфних твердих тіл. Квазікристали. Рідкі кристали. Загальні відомості про фулерени. Дифузія у твердих тілах. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті. Поняття про квантову теорію теплоємності твердих тіл. Фонони. Температура Дебая. Закон Дебая. Теплопровідність твердих тіл)	12
12	Опрацювати тему «Фазові переходи. Розчини» (Фаза в термодинаміці. Фазове перетворення першого і другого роду. Приклади фазових перетворень. Діаграма станів. Загальна характеристика розчинів. Осмос і осмотичний тиск)	10

	Разом	84

6. Індивідуальні завдання

Передбачена розрахунково-графічна робота за темами розділів 1,2,3, що виконується за варіантами під час самостійної роботи студентів протягом семестру. Подання відповідної частини роботи здійснюється протягом останнього та наступного за ним тижнів вивчення тем відповідного розділу, але не пізніше дати іспиту. Для перевірки якості засвоєних знань у студента є можливість захистити роботу в усній формі або підтвердити рівень засвоєних знань та вмінь при написанні експрес-контролю.

7. Методи навчання

Лекційні заняття проводяться методом лекції та розповіді-дискусії і передбачають можливість використання дистанційних засобів навчання. Практичні заняття проводяться методами репродуктивним і проблемного викладу шляхом обговорення теоретичних положень дисципліни і розв'язання задач, зокрема дистанційно. Основною метою практичних занять є розвиток навичок практичного застосування і закріплення теоретичного матеріалу.

8. Методи контролю

Для оцінювання результатів навчання використовуються такі види та методи контролю: поточний контроль протягом семестру – опитування на практичних заняттях (лекціях), виступи студентів при обговоренні теоретичних положень дисципліни та розв'язанні задач; контрольні роботи, що виконуються під час аудиторних занять тривалістю по 2 академічні години: дві контрольні роботи за навчальним планом за темами розділів; приймання розрахунково-графічних робіт, які виконуються під час СРС; підсумковий семестровий контроль – екзамен.

Знання студентів як з теоретичної, так і з практичної підготовки оцінюються за такими критеріями:

- 4 бали – студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;
– 3 бали – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;
– 2 бали – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;
– 1 бал – студент майже не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички майже не сформовані.
- 0 балів – знання як з теоретичної, так і з практичної підготовки за даним завданням виявити не вдається, невиконання завдання у разі відсутності на заняттях або під час СРС.

Вагові коефіцієнти завдань для різних видів контролю розподіляються наступним чином.

Поточний контроль на практичних заняттях (лекціях), відповідь при усному опитуванні – 0,25; виступ при обговоренні теоретичного питання – 0,25; розв'язання задачі під час аудиторного заняття – 0,5; розв'язання задачі під час СРС – задачі початкового рівня – 0,25;

задачі середнього рівня – 0,35; задачі підвищеного рівня –0,5; тестові завдання – 0,25. Загалом за поточним контролем – до 10 балів за усіма розділами. Банк завдань містить не менше 100 задач і 120 питань.

Контрольні роботи (завдання за темами розділів – до 30 балів): тестове завдання – 0,375; питання для розгорнутої відповіді або задача початкового рівня – 0,375, задача середнього рівня – 0,75; задача підвищеного рівня – 1,00.

Розрахунково-графічна робота, що виконується під час самостійної роботи (розрахунково-графічні завдання у 3-х частинах, з ваговим коефіцієнтом 1,67 – до 20 балів).

Максимальна сума балів за всіма видами робіт протягом семестру складає 60 балів.

Підсумковий семестровий контроль – екзамен (до 40 балів): теоретичні питання – 2,5, задача – 2,5. За бажанням студента можуть нараховуватися до 4-х заохочувальних балів за коментар екзаменаційної роботи в усній формі та відповіді на додаткові запитання. Необхідною умовою допуску студента до екзамену з дисципліни є позитивний рейтинг за основними формами поточного і модульного контролю, а також за видами занять і завдань, з ваговим коефіцієнтом не меншим за 15.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота						Екзамен	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Контрольні та розрахунково-графічна робота, передбачені навчальним планом		Разом		
Т1-4	Т5-8	Т9-12	КР 1,2	РГР			
3	3	4	30	20	60	40	100

Т1, Т2 ... Т12 – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Знання студентів як з теоретичної, так і з практичної підготовки оцінюються за такими критеріями:

90-100 балів – студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

70-89 балів – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

50-69 балів – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях;

1-49 балів – студент майже не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, практичні навички майже не сформовані.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Молекулярна фізика. Підручник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2013. – 584 с. https://archive.org/details/yakibchuk_molek_fizika_2013/page/n57/mode/2up?view=theater
2. Курс фізики: підручник / В.П. Палєхін. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – 516 с. http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/13329
3. Загальний курс фізики: у 3 т. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: навчальний посібник для вузів / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик;. – 2-е вид., випр . – Київ : Техніка, 2006 . – 532 с.
4. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: у 3 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. - К. : Вища школа, 2002.
5. Загальний курс фізики. Збірник задач: навчальний посібник / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; За заг. ред. І.П. Гаркуші. – 2-е вид., стереотип. – Київ: Техніка, 2004 . – 558 с.
6. I.E. Irodov. Problems in General Physics, Mir Publishers, 1988.
7. Загальна фізика: Збірник задач / В.М. Барановський, П.В. Бережний, П.О. Возний та ін.; За заг. ред.. І.Т. Горбачука. – К.: Вища шк.., 1993.

Допоміжна література

1. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. - Видавництво Львівського університету, 1973.
2. Чолпан П.П. Фізика: підручник. – К.: Вища школа, 2003.
3. Біленко І.І. Фізичний словник. - К.: Вища школа, 1993.
4. Загальна фізика: Збірник задач / В.М. Барановський, П.В. Бережний, П.О. Возний та ін.; За заг. ред. І.Т. Горбачука. – К.: Вища шк., 1993.
5. Гірка В.О., Гірка О.І., Кондратенко А.М. Методичні поради до розв’язання домашн
6. Збірник задач з фізики / І.П. Гаркуша, В.П. Курінний, М.Ш. Певзнер; за заг. ред.. І.П. Гаркуші. – К.: Вища шк., 1995.
7. Solutions to I.E. Irodov’s problems in general physics, Second Edition, Volume 1, Singh Abhay Kumar, CBS PUBLISHERS&DISTRIBUTORS, 1995.
8. Гірка В.О., Гірка І.О. Механіка**.** Навчальний посібник / Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013.
9. Гірка І.О., Лапшин В.І., Домашні завдання з молекулярної фізики для студентів 1 курсу фізико-технічного факультету. - Харків: ХДУ, 1993.
10. Гірка В.О., Гірка О.І., Кондратенко А.М., Програма та методичні поради з механіки та молекулярної фізики для студентів 1 курсу фізико-технічного факультету. - Харків: ХДУ, 1993.
11. іх завдань з курсу «Фізика» для студентів першого курсу факультету комп’ютерних наук. - Харків.: Просвіта, 2004
12. Висвітлення досягнень українських фізиків в курсі загальної фізики / Укл.: Зачек І.Р., Лопатинський І.Є., Хром'як Й.Я.. - Львів, ДУЛП, 1999.

Інформаційні ресурси

1. http://www.wikipedia.org
2. Eric Weisstein’s World of Physics
3. Бібліотеки ХНУ ім. В.Н. Каразіна та ІПМаш НАН України.