Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор
навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики

Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

28 червня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	Прикладна фізика енергетичних систем Комп'ютерна фізика
вид дисципліни	обов'язкова
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

" 28 " серпня 2023 року, протокол № 8/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Кулик Олександр Петрович, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Протокол від " 28 " серпня 2023 року № 8/23

Завідувач кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

_____ Олександр КУЛИК
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Комп'ютерна фізика

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Світлана РОГОВА
(підпис)

Протокол від " 28 " серпня 2023 року № 8/23

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

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Молекулярна фізика» складена відповідно до освітньо-професійних програм «Прикладна фізика енергетичних систем», «Комп'ютерна фізика», «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики» підготовки першого (бакалаврського) рівня освіти

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є
формування загальнопредметної та предметної компетентностей у частині молекулярної фізики і термодинаміки, необхідних сучасному фахівцю освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали, освітньою програмою Прикладна фізика нетрадиційної енергетики, Прикладна фізика енергетичних систем, Комп'ютерна фізика

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є знайомство з основними методами і підходами фізичної науки до вивчення теплової форми руху матерії, набуття 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 вмінь використовувати отримані знання на практиці.

1.3. Кількість кредитів - 8

1.4. Загальна кількість годин - 240

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

1.6. Заплановані результати навчання - згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти повинні досягти таких результатів навчання:
Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
Р07. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики
Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

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 переносу 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	72	10	20	8		34						
Розділ 2. Фізичні основи термодинаміки. Вступ до фізичної кінетики												
Разом за розділом 2	92	12	24	12		44						
Розділ 3. Реальні гази, рідини і тверді тіла												
Разом за розділом 3	76	10	20	12		34						
Усього годин	240	32	64	32		112						

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-4	Молекулярна будова речовини. Закони ідеальних газів (ізохорний процес, закон Шарля; ізобарний процес, закон Гей-Люссака; ізотермічний процес, закон Бойля-Маріотта; адіабатний процес; політропний процес; закон Авогадро; закон Даль-	8

	тона; об'єднаний газовий закон, закон Клапейрона).	
5,6	Молекулярно-Кінетична теорія ідеального газу.	4
7-10	Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Закон розподілу Максвелла-Больцмана. Основи теорії ймовірності. Функція розподілу Максвелла.	8
11	Фізичні основи термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія. Робота і теплота.	2
12	Теплоємність ідеального газу.	2
13-15	Застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів ідеальних газів. Контрольна робота.	6
16-19	Другий закон термодинаміки. Ентропія. Зміна ентропії в ізопроцесах. Термодинамічні потенціали.	8
20,21	Теплові машини та холодильні установи.	4
22,23	Явища переносу: дифузія, в'язкість, теплопровідність	4
24-26	Термодинамічні властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізопроцеси реальних газів.	6
27-29	Насичена пара і рідини. Поверхнева енергія і поверхневий натяг. Капілярні явища. Кристалічний стан.	6
30-32	Рівновага двох фаз, криві рівноваги в координатах (P, T) . Потрійна точка. Фазові перетворення. Випаровування і конденсація. Плавлення і кристалізація. Сублімація. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Експрес контроль.	6
	Разом	64

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Обробка результатів вимірювань. Визначення похибки непрямих вимірювань	4
2.	Визначення довжини вільного пробігу та ефективного діаметра молекул повітря	4
3.	Визначення частки теплоємностей газу за умов сталого тиску та сталого об'єму	4
4.	Визначення вологості повітря	4
5.	Визначення швидкості звуку у повітрі інтерференційним методом	4
6.	Визначення коефіцієнта теплопровідності металів	4
7.	Визначення коефіцієнтів пружності при поздовжній та поперечній деформаціях	4
8.	Визначення питомої теплоти плавлення олова та побудова діаграми стану олово-свинець	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Молекулярна будова речовини (Проаналізувати: 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)	6
2	Закони ідеальних газів (Вивчити: Рівняння стану термодинамічної системи. Рівняння стану ідеального газу як результат узагальнення експериментальних досліджень)	4
3	Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу (Розібрати: Тиск ідеального газу з точки зору молекулярно-кінетичної теорії. Молекулярно-кінетичний зміст абсолютної температури. Ідеально – газова шкала температур)	8
4	Статистичні розподіли (Дослідити: 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)	16
5	Перший закон термодинаміки (Вивчити: 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)	12
6	Другий закон термодинаміки (Проаналізувати: 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)	14
7	Термодинамічні потенціали (Розібрати: Внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса. Співвідношення Максвелла, рівняння Гіббса - Гельмгольца. Хімічний потенціал. Умови термодинамічної рівноваги. Елементи термодинаміки необоротних процесів)	12
8	Явища перенесення в ідеальних газах (Вивчити: 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)	6
9	Реальні гази (Дослідити: 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	Рідкий стан (Проаналізувати: Будова рідин. Поверхневий натяг рідин. Коефіцієнт поверхневого натягу. Формула Лапласа. Капілярні явища. Дифузія у рідинах. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація. Термодинаміка поверхневих явищ)	8
11	Кристалічний стан (Проаналізувати: 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)	8
12	Фазові переходи. Розчини (Розібрати: Фаза в термодинаміці. Фазове перетворення першого і другого роду. Приклади фазових перетворень. Діаграма станів. Загальна характеристика розчинів. Осмос і осмотичний тиск)	10
	Разом	1128

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. Лабораторні заняття проводяться методом проблемного викладу у спеціально оснащеній навчальній лабораторії з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень, формування практичних навичок роботи з лабораторним обладнанням, оволодіння методиками експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів.

8. Методи контролю

Для оцінювання результатів навчання використовуються такі види та методи контролю: поточний контроль протягом семестру – опитування на практичних, лабораторних 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,: одна контрольна робота за навчальним планом за темами розділів 1,2; експрес-контроль та 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), включаючи експрес-контроль, що проводиться під час аудиторних занять,: відповідь при усному опитуванні – 0,10; виступ при обговоренні теоретичного питання – 0,25; розв'язання задачі на дошці – 0,25; розв'язання задачі під час СРС – 0,10; тестові завдання – 0,2; задачі початкового рівня – 0,2; задачі середнього рівня – 0,35; задачі підвищеного рівня –0,5. Загалом за поточним контролем – до 15 за усіма розділами. Банк завдань містить не менше 100 задач і 120 питань.

Контрольна робота (завдання за темами розділів 1, 2 – до 10 балів): тестове завдання – 1*0,25=0,25; питання або задача початкового рівня – 1*0,3=0,3, задача середнього рівня – 2*0,4=0,8; задача підвищеного рівня –2*0,6=1,2.

Розрахунково-графічна робота, що виконується під час самостійної роботи, (32 розрахунково-графічних завдання у 4-х частинах, по 8 завдань кожна, з ваговим коефіцієнтом 0,117– до 15 балів).

Лабораторні заняття: підготовленість до виконання лабораторної роботи – 0,25, виконання власне лабораторних досліджень – 0,25, оформлення індивідуального письмового звіту про виконану роботу – 0,25, захист звіту перед викладачем – 0,25. Загалом за лабораторними заняттями – 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*3=7,5, 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 та модульного контролю, але не менше 30 балів.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота															Екзамен	Сума
Розділ 1				Розділ 2				Розділ 3				Контрольна та розрахунково-графічна робота, передбачені навчальним планом		Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	2*5 КР	1 РГР			
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	15	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. 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.
2. 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.
3. Загальна фізика: Лабораторний практикум / За заг. ред.І.Т. Горбачука. – К.: Вища школа, 1993.
4. Гірка В., Гірка І., Старовойтов Р. Фізичний практикум з механіки та молекулярної фізики – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. - 227 с. http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/10719

Допоміжна література

1. Дутчак Я.Й. Молекулярна фізика. - Видавництво Львівського університету, 1973.
2. Біленко І.І. Фізичний словник. - К.: Вища школа, 1993.
3. 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.
4. Збірник задач з фізики / І.П. Гаркуша, В.П. Курінний, М.Ш. Певзнер; за заг. ред.. І.П. Гаркуші. – К.: Вища шк., 1995.
5. Гірка В.О., Гірка І.О. Механіка**.** Навчальний посібник / Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013.
6. Гірка І.О., Лапшин В.І., Домашні завдання з молекулярної фізики для студентів 1 курсу фізико-технічного факультету. - Харків: ХДУ, 1993.
7. 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.twirpx.com
2.Бібліотеки ХНУ ім. В.Н. Каразіна та ІПМаш НАН України.