

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Пантелеймонов А.В.

“ _____ ” _____ 2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Статистична фізика та термодинаміка

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

Спеціальність/напрямок підготовки _____ 6.040203 – фізика _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ “Фізика” _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов’язкова _____
(обов’язкова / за вибором)

факультет _____ фізичний _____

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 21 ” _____ 06 _____ 2018 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Єрмолаєв Олександр Михайлович, д. фіз.-мат. н., професор-консультант кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця;

Рашба Георгій Ілліч, к. фіз.-мат. н., доцент кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця.

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

Протокол від “ 15 ” _____ 06 _____ 2018 року № 7

Завідувач кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

_____ Рашба Г.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

фізичного факультету

_____ назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 19 ” _____ 06 _____ 2018 року № 6

Голова методичної комісії фізичного факультету

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Статистична фізика та термодинаміка**» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

перший (бакалаврський) рівень
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напрямку): фізика 6.04.0203

спеціалізації:

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою** вивчення навчальної дисципліни «Статистична фізика та термодинаміка» є надання студентам статистичних уявлень про фізичні властивості макросистем, розгляд зі студентами основних положень статистичної механіки та принципів їх застосування до опису макросистем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни – навчити студентів:

- основним поняттям статистичної фізики та термодинаміки,
- володіти методами феноменологічної термодинаміки,
- розраховувати термодинамічні величини системи у термостаті,
- застосовувати розподіл Максвелла-Больцмана,
- володіти розрахунковими методами квантової статистики ідеальних систем,
- враховувати взаємодію мікрочастинок у макроскопічних системах,
- розраховувати кореляційні функції і дисперсії термодинамічних величин,
- володіти термодинамічними і статистичними методами теорії фазових перетворень,
- розраховувати термодинамічні величини слабких розчинів, бути знайомими з діаграмами станів,
- вміти враховувати поверхневий натяг у термодинаміці.

1.3. Кількість кредитів – 8 кредитів ЄКТС.

1.4. Загальна кількість годин – 240.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	8-й
Лекції	
32 год.	39 год.
Практичні заняття	
32 год.	26 год.
Лабораторні заняття	
<i>Немає</i>	<i>Немає</i>
Самостійна робота	
56 год.	55 год.
<i>Немає</i>	У тому числі 10 год. на одне індивідуальне розрахунково-графічне завдання

1.6. Заплановані результати навчання

Знати, розуміти та бути здатним застосовувати на базовому рівні статистичну фізику та термодинаміку для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення і класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів, які відбуваються у макроскопічних системах, з метою розв'язування типових фізичних задач.

Бути здатним застосовувати базові математичні знання з теорії ймовірностей та математичної статистики з метою отримання фізичних характеристик макросистем таким чином, щоб на основі відомих властивостей окремих частинок та їх взаємодії вміти розраховувати термодинамічні величини.

2. Тематичний план навчальної дисципліни 7-й семестр

Розділ 1. Основні принципи статистики. Термодинамічні величини.

- Тема 1. Мікроскопічний і макроскопічний стани системи.
- Тема 2. Число станів і густина станів.
- Тема 3. Функція розподілу.
- Тема 4. Середні значення фізичних величин.
- Тема 5. Матриця густини.
- Тема 6. Статистична незалежність.
- Тема 7. Теорема Ліувілля.
- Тема 8. Мікроканонічний розподіл.
- Тема 9. Ентропія.
- Тема 10. Ентропія ідеального газу.
- Тема 11. Закон зростання ентропії.
- Тема 12. Температура і тиск.
- Тема 13. Робота і кількість тепла.
- Тема 14. Термодинамічні потенціали.
- Тема 15. Перетворення похідних від термодинамічних величин.

- Тема 16. Максимальна робота. Цикл Карно.
- Тема 17. Максимальна робота в середовищі. Нерівність Клаузіуса.
- Тема 18. Умови рівноваги. Термодинамічні нерівності.
- Тема 19. Теорема Нернста.
- Тема 20. Залежність термодинамічних величин від числа частинок.
- Тема 21. Хімічний потенціал.
- Тема 22. Великий потенціал.
- Тема 23. Рівновага тіла в зовнішньому полі.
- Тема 24. Термодинаміка діелектриків і магнетиків.

Розділ 2. Розподіл Гіббса. Ідеальні макроскопічні системи. Ідеальні фермі- і бозе-гази.

- Тема 25. Канонічний розподіл. Канонічний розподіл Гіббса і термодинаміка.
- Тема 26. Великий канонічний розподіл. Великий канонічний розподіл і термодинаміка.
- Тема 27. Ізобарично-ізотермічний ансамбль.
- Тема 28. Розподіл Максвелла – Больцмана.
- Тема 29. Термодинамічні функції ідеального газу.
- Тема 30. Двохатомний газ.
- Тема 31. Магнетизм газів.
- Тема 32. Дворівнева система.
- Тема 33. Розподіл Фермі – Дірака. Вироджений електронний газ.
- Тема 34. Елементарні збудження в ідеальному електронному газі.
- Тема 35. Теплоємність виродженого електронного газу.
- Тема 36. Рівняння стану ідеального електронного газу.
- Тема 37. Електронний газ у магнітному полі.
- Тема 38. Розподіл Бозе – Ейнштейна. Бозе-ейнштейнівська конденсація.
- Тема 39. Термодинамічні функції виродженого бозе-газу.
- Тема 40. Чорне випромінювання. Модель Дебая.

8-й семестр

Розділ 3. Неідеальний газ. Флуктуації.

- Тема 41. Частинкові функції розподілу.
- Тема 42. Зв'язок термодинамічних величин з одночастинковою і двочастинковою функціями розподілу.
- Тема 43. Рівняння Ван-дер-Ваальса.
- Тема 44. Термодинамічні функції класичної плазми.
- Тема 45. Флуктуації енергії і числа частинок.
- Тема 46. Розподіл Гаусса.
- Тема 47. Флуктуації в неізольованих системах.
- Тема 48. Флуктуації основних термодинамічних величин.
- Тема 49. Розподіл Пуассона.
- Тема 50. Кореляційні функції.
- Тема 51. Броунівський рух.
- Тема 52. Просторова кореляція флуктуацій густини.
- Тема 53. Узагальнена сприйнятливність.
- Тема 54. Формула Кубо.
- Тема 55. Флуктуаційно-дисипативна теорема.

Розділ 4. Фазові перетворення.

- Тема 56. Умови рівноваги фаз.
 Тема 57. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса.
 Тема 58. Переходи газ–рідина.
 Тема 59. Критична точка.
 Тема 60. Властивості речовини поблизу критичної точки.
 Тема 61. Флуктуації густини поблизу критичної точки.
 Тема 62. Критичні індекси.
 Тема 63. Фазові переходи другого роду.
 Тема 64. Поле Вейсса.
 Тема 65. Критичні індекси в теорії молекулярного поля.
 Тема 66. Теорія Ландау.
 Тема 67. Вплив зовнішнього поля на фазовий перехід.
 Тема 68. Флуктуації параметра порядку.
 Тема 69. Модель Ізінга.
 Тема 70. Гіпотеза подібності.

Розділ 5. Розчини. Поверхні.

- Тема 71. Ентропія змішування.
 Тема 72. Слабкі розчини. Осмотичний тиск.
 Тема 73. Правило фаз.
 Тема 74. Вплив розчиненої речовини на фазову рівновагу.
 Тема 75. Рівновага відносно розчиненої речовини.
 Тема 76. Розчин у полі тяжіння.
 Тема 77. Термодинамічні нерівності в розчинах.
 Тема 78. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Крайовий кут.
 Тема 79. Утворення зародків при фазових переходах.
 Тема 80. Поверхневий натяг розчинів. Адсорбція.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
7 семестр						
Розділ 1. Основні принципи статистики. Термодинамічні величини.						
Тема 1.	3	1	1			1
Тема 2.	3	1	1			1
Тема 3.	3	1	1			1
Тема 4.	3	1	1			1
Тема 5.	3	1	1			1
Тема 6.	3	1	1			1
Тема 7.	3	1	1			1
Тема 8.	3	1	1			1
Тема 9.	3	1	1			1
Тема 10.	3	1	1			1

Тема 11.	3	1	1			1
Тема 12.	3	1	1			1
Тема 13.	3	1	1			1
Тема 14.	3	1	1			1
Тема 15.	3	1	1			1
Тема 16.	3	1	1			1
Тема 17.	3	1	1			1
Тема 18.	3	1	1			1
Тема 19.	3	1	1			1
Тема 20.	3	1	1			1
Тема 21.	3	1	1			1
Тема 22.	3	1	1			1
Тема 23.	3	1	1			1
Тема 24.	3	1	1			1
Разом за розділом 1	72	24	24			24
Розділ 2. Розподіл Гіббса. Ідеальні макроскопічні системи. Ідеальні фермі- і бозе-гази.						
Тема 25.	3	0.5	0.5			2
Тема 26.	3	0.5	0.5			2
Тема 27.	3	0.5	0.5			2
Тема 28.	3	0.5	0.5			2
Тема 29.	3	0.5	0.5			2
Тема 30.	3	0.5	0.5			2
Тема 31.	3	0.5	0.5			2
Тема 32.	3	0.5	0.5			2
Тема 33.	3	0.5	0.5			2
Тема 34.	3	0.5	0.5			2
Тема 35.	3	0.5	0.5			2
Тема 36.	3	0.5	0.5			2
Тема 37.	3	0.5	0.5			2
Тема 38.	3	0.5	0.5			2
Тема 39.	3	0.5	0.5			2
Тема 40.	3	0.5	0.5			2
Разом за розділом 2	48	8	8			32
Разом за 7-й семестр	120	32	32			56
Залік						
8 семестр						
Розділ 3. Неідеальний газ. Флуктуації.						
Тема 41.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 42.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 43.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 44.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 45.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 46.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 47.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 48.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 49.	3	1	1		0.5	0.5

Тема 50.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 51.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 52.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 53.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 54.	3	1	1		0.5	0.5
Тема 55.	3	1	1		0.5	0.5
Разом за розділом 3	45	15	15		7.5	7.5
Розділ 4. Фазові перетворення.						
Тема 56.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 57.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 58.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 59.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 60.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 61.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 62.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 63.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 64.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 65.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 66.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 67.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 68.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 69.	3	1	0.5		0.5	0.5
Тема 70.	3	1	0.5		0.5	0.5
Разом за розділом 4	45	15	7.5		7.5	7.5
Розділ 5. Розчини. Поверхні.						
Тема 71.	3	1	0.5		1	1
Тема 72.	3	1	0.5		1	2
Тема 73.	3	1	0.5		1	1
Тема 74.	3	1	0.5		1	2
Тема 75.	3	1	0.5		1	2
Тема 76.	3	1	0.5		1	1
Тема 77.	3	1	0.5		1	2
Тема 78.	3	1			1	1
Тема 79.	3	0.5			1	2
Тема 80.	3	0.5			1	1
Разом за розділом 5	30	9	3.5		10	15
Разом за семестр	120	39	26		25	30
Екзамен						
Усього годин	240	71	58		25	86

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні принципи статистики	12
2.	Термодинамічні величини	12
3.	Розподіл Гіббса	3
4.	Ідеальні макроскопічні системи	3
5.	Ідеальні фермі- і бозе-гази	2
6.	Неідеальний газ	8
7.	Флуктуації.	7
8.	Фазові перетворення	7.5
9.	Розчини	2
10.	Поверхні.	1.5
	Разом	58

Плани всіх практичних занять та домашні завдання є в електронному вигляді на сайті кафедри за посиланням:

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1.	Двовимірний електронний газ у магнітному полі. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5.7 навчального посібника [2]. У тому числі –0.5 год. – виконання розрахунково-графічного завдання у рамках цієї теми.	2
2.	Квантові точки у магнітному полі. Випадок $\omega_0 = 0$. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5.7.2 навчального посібника [2]. Розв'язання типових задач у рамках цієї теми.	2
3.	Термодинамічні функції класичної плазми. Вироджена плазма. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділів 6.4 та 6.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання у рамках цієї теми. У тому числі –0.5 год. – виконання розрахунково-графічного завдання у рамках цієї теми.	2
4.	Флуктуаційно-дисипативна теорема. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 7.11 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання у рамках цієї теми.	2
5.	Формула Найквіста. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 7.12 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
6.	Гіпотеза подібності. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.15 навчального	2

	посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	
7.	Метод ренормалізаційної групи. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.16 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
8.	Матриця густини і статистичний оператор. Матриця густини составної системи. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.3 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
9.	Квантове рівняння Ліувілля. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.4 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
10.	Одночастинкова матриця густини (вільна частинка в термостаті, осцилятор в термостаті, електрон в термостаті в магнітному полі). Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.8 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
11.	Спінова матриця густини. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.9 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
12.	Матриця густини ідеального фермі-газа. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.10 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
13.	Вігнерівська функція розподілу. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.11 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
14.	Рівняння Блоха. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.12 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
15.	Матриця густини і континуальні інтеграли. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.13 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
16.	Матриця густини і когерентні стани. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.14 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2

17.	Частинкові матриці густини. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.15 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
18.	Характеристична функція. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.16 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
19.	Діаграми стану бінарних розчинів. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 9.10 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
20.	Пружність пари над кривою поверхнею. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 10.3 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
21.	Виділення тепла і зміна об'єму при розчиненні. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 9.8 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
22.	Вплив розчиненої речовини на фазову рівновагу. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 9.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
23.	Поверхневий натяг розчинів. Адсорбція. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 10.6 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
24.	Адіабатичний процес. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 11 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
25.	Процес Джоуля-Томсона. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 18 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
26.	Принцип Ле-Шательє. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 22 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
27.	Термодинаміка тіл, які обертаються. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 26 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
28.	Релятивістська термодинаміка. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 27	2

	навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	
29.	Вплив однорідного гравітаційного поля на температуру бозе-ейнштейнівської конденсації. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5 навчального посібника [4]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
30.	Термодинамічна теорія збурень. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 32 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
31.	Релятивістський фермі-газ. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 58 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
32.	Внесок внутрішніх ступенів свободи частинок ідеального бозе-газа на температуру бозе-ейнштейнівської конденсації. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5 навчального посібника [4]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
33.	Теплове розширення твердих тіл. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 64 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
34.	Віріальний розклад. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 73 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
35.	Термодинамічні функції одновимірної і двовимірної моделі Дебая. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5 навчального посібника [4]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
36.	Термодинамічні функції напівпровідника з ефективними масами електронів m_e і дірок m_h . Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5 навчального посібника [4]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
37.	Кореляція теплових флуктуацій у замкнутому ланцюзі, який складається з опору, індуктивності та поміщений у термостат з фіксованою температурою. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 3 навчального посібника [19-доп]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2

38.	Розрахунок рівняння стану реального магнетика за допомогою феноменологічного підходу Вейсса. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.9 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
39.	Кореляційний радіус флуктуацій параметра порядку поблизу критичної точки. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.6 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
40.	Розрахунок термодинамічних функцій ідеального газу за допомогою ізобарично-ізотермічного ансамблю. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 3.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
41.	Температурна залежність хімічного потенціалу бозе-газа. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 59 навчального посібника [1]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
42.	Залежність концентрації від висоти для розчину, який знаходиться у полі сили тяжіння. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 9.7 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
43.	Визначення форми рідкої плівки, краї якої закріплені на двох однакових паралельних колах, центри яких лежать на загальній прямій, перпендикулярній до їх площин. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 10.2 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
44.	Узагальнення результатів метода Кубо на випадок феноменологічного урахування взаємодії системи з термостатом у наближенні часу релаксації. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 6.4 навчального посібника [6]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
45.	Підхід Еренфестів: перехід до крупноструктурної форми функції розподілу. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 1.11 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
46.	Рівняння стану двовимірного неідеального газу. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 6.3 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2

47.	Теплоємність середовища поблизу критичної точки. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
48.	Критичні індекси у теорії молекулярного поля Вейсса. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.10 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
49.	Теплоємність дворівневої системи (формула Шотткі) та її асимптотики. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 4.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
50.	Розгляд ефекта де Гааза-ван Альфена методом контурного інтегрування. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5.6.4 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
51.	Розгляд парамагнетизму Паулі методом контурного інтегрування. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5.6.3 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
52.	Розгляд діамагнетизму Ландау методом контурного інтегрування. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 5.6.3 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
53.	Ізотермічна стисливість поблизу критичної точки. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 8.5 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
54.	Внутрішня енергія і ентропія діелектрика у конденсаторі при наявності електричного поля. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 2.14 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	2
55.	Різниця теплоємностей при постійному тиску і при постійному об'ємі для системи з незмінним числом частинок. Самостійне опрацювання навчального матеріалу розділу 2.4 навчального посібника [2]. Виконання розрахунково-графічного завдання запропонованого у рамках цієї теми.	3
	Разом	111

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне розрахунково-графічне завдання у 8-му семестрі. Індивідуальні завдання виконуються під час самостійної роботи по відповідним темам. Запропоновані індивідуальні розрахунково-графічні завдання можна знайти на власному сайті кафедри.

7. Методи контролю

Рішення задач на практичних заняттях, опитування, по дві контрольні роботи за основними розділами курсу у 7-му та 8-му семестрах, перевірка домашніх завдань, залік за результатами поточного контролю та залікової роботи у 7-му семестрі, екзамен у 8-му семестрі.

8. Схема нарахування балів

Залік (7-й семестр)

Поточний контроль, самостійна робота, контрольна робота					Залікова робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1-T24	T25-T40	2 контрольні роботи	Не передбачено планом			100
15	15	15+15=30		60	40	100

Для зарахування навчальної роботи у 7-му семестрі студенту необхідно виконати дві контрольні роботи, домашні завдання, залікову роботу і набрати у підсумку не менше 50 балів.

Екзамен (8-й семестр)

Поточний контроль, самостійна робота, контрольна робота, індивідуальне завдання						Екзамен	Сума
Розділ 3	Розділ 4	Розділ 5	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T41-T55	T56-T70	T71-T80	2 контрольні роботи				100
10	10	10	5+5=10	20	60	40	100

Для зарахування навчальної роботи у 8-му семестрі студенту необхідно виконати дві контрольні роботи, домашні завдання, виконати та успішно захистити індивідуальне розрахункове завдання, успішно здати іспит і набрати у підсумку не менше 50 балів.

Шкала оцінювання

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

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Форма проведення іспиту – комбінована: два теоретичних питання та дві задачі.

Кількість теоретичних питань у екзаменаційному білеті – 2 питання.

У відповіді на теоретичні питання студент повинен продемонструвати знання теорії навчальної дисципліни «Статистична фізика та термодинаміка» та її понятійно-категоріального апарату, термінології, понять і принципів предметної області дисципліни.

При оцінюванні письмових відповідей студентів на теоретичні питання проводиться аналіз відповіді студента на основі вимог затвердженого стандарту «Бакалавр» до освоєння знань і умінь з цього розділу теоретичної фізики. Нижче наведені узагальнені плани основних елементів фізичних знань, які повинні бути продемонстровані у відповіді студента.

Узагальнені структурні елементи фізичних знань

Фізичне явище

1. Назва фізичного явища і основні ознаки, за якими воно виявляється.
2. Умови, при яких протікає фізичне явище.
3. Зв'язок даного фізичного явища з іншими.
4. Пояснення змісту розглядуваного явища на основі наявних знань.
5. Приклади використання фізичного явища на практиці та його прояви у природі.

Фізична величина

1. Назва фізичної величини та її умовне позначення.
2. Об'єкт дослідження – явище, властивість, процес.
3. Визначення фізичної величини.
4. Формула, яка зв'язує дану фізичну величину з іншими.
5. Одиниці виміру фізичної величини.
6. Способи експериментального вимірювання фізичної величини.

Фізичний закон

1. Словесне формулювання фізичного закону.
2. Математичне формулювання фізичного закону.
3. Назви та одиниці вимірювання всіх величин, які входять у фізичний закон.
4. Фізичні досліди, які підтверджують справедливість фізичного закону.

5. Приклади застосування даного фізичного закону на практиці.
6. Границі застосування фізичного закону.

Відповідь на запропоноване питання студент повинен викладати чітко, логічно, послідовно, формули писати правильно.

У процесі оцінювання теоретичного завдання екзаменаційного білету враховуються:

- повнота розкриття питання (2 бали);
- уміння чітко формулювати визначення фізичних понять, термінів та пояснювати їх (2 бали);
- здатність аргументувати отриману відповідь (2 бали);
- здатність робити аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків (2 бали);
- логічна послідовність викладення матеріалу у відповіді на завдання (2 бали).

Максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом за правильну відповідь на теоретичне питання складає 10 балів.

Кількість задач в екзаменаційному білеті – 2 задачі.

Кожна задача повинна бути розв'язана за відповідним алгоритмом з необхідними поясненнями.

Якість розв'язання задач у екзаменаційному білеті оцінює:

- ступінь опанування студентами теоретичного матеріалу для практичного застосування;
- правильність застосування фізичних формул, методики розрахунку величин;
- творчий підхід студента до виконання отриманого завдання;
- акуратність оформлення студентом письмової екзаменаційної роботи.

При аналізі виконаних практичних завдань (задач) екзаменатором оцінюється здатність студента отримати правильний результат. Результати розв'язання задач студентами оцінюються по наступній системі оцінок:

1. Задача розв'язана на оцінку 10 балів у випадку, коли студент отримав правильну відповідь і продемонстрував метод і спосіб її отримання.
2. Задача розв'язана на оцінку 7-9 балів, коли студент не отримав правильну відповідь, але продемонстрував вірний метод і спосіб її отримання.
3. Задача розв'язана частково на оцінку 4-6 балів, коли студент не отримав правильну відповідь, але частково розв'язав задачу та отримав деякі проміжні результати.
4. Задача розв'язана на оцінку 0-3 бали, коли студент не отримав правильну відповідь, причому метод і спосіб розв'язання завдання були не вірними.

9. Рекомендована література

Авторський навчальний посібник з грифом МОН України (див. № 2 основної літератури).

Основна література

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. – М.: Наука, 1995.
2. Ермолаев О.М., Раиба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004.
3. Ансельм А. И. Основы статистической физики и термодинамики. – М.: Наука, 1973.
4. Кубо Р. Статистическая механика. – М.: Мир, 1967.
5. Кубо Р. Термодинамика. – М.: Мир, 1970.
6. Ермолаев А.М., Раиба Г.І. Лекции по квантовой статистике и кинетике. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012.

Допоміжна література

1. Ахиезер А. И., Пелетминский С. В. Методы статистической физики. – М.: Наука, 1977.
2. Базаров И. П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Базаров И. П., Геворкян Э. В., Николаев П. Н. Термодинамика и статистическая физика. – М.: МГУ, 1986.
4. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. – М.: Мир, 1978. – Т. 1, 2.
5. Беккер Р. Теория теплоты. – М.: Энергия, 1974.
6. Блум К. Теория матрицы плотности и ее приложения. – М.: Мир, 1983.
7. Боголюбов М. М. Лекції з квантової статистики. – К.: Радянська школа, 1949.
8. Боголюбов Н. Н., Боголюбов Н. Н. (мл.). Введение в квантовую статистическую механику. – М.: Наука, 1984.
9. Вакарчук І. О., Кнігініцький О. В., Попель О. М., Кулій Т. В. Збірник задач з термодинаміки і статистичної фізики. – Л.: ЛДУ, 1998.
10. Гречко Л. Г., Сугаков В. И., Томасевич О. Ф., Федорченко А. М. Сборник задач по теоретической физике. – М.: Высшая школа, 1972.
11. Зубарев Д. Н. Неравновесная статистическая термодинамика. – М.: Наука, 1971.
12. Исихара А. Статистическая физика. – М.: Мир, 1973.
13. Каданов Л., Бейм Г. Квантовая статистическая механика. – М.: Мир, 1964.
14. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. – М.: МГУ, 1991. – Т. 1; 1987. – Т. 2.
15. Киттель Ч. Элементарная статистическая физика. – М.: ИИЛ, 1960.
16. Киттель Ч. Статистическая термодинамика. – М.: Наука, 1977.
17. Климонтович Ю. Л. Статистическая физика. – М.: Наука, 1982.
18. Кобилянський В. Б. Статистична фізика. – К.: Вища школа, 1972.
19. Кондратьев А. С., Романов В. П. Задачи по статистической физике. – М.: Наука, 1992.
20. Косевич А. М., Хохлов В. И. Методические указания по курсу «Термодинамика и статистическая физика». – Х.: ХГУ, 1978–1988.
21. Куни Ф. М. Статистическая физика и термодинамика. – М.: Наука, 1981.
22. Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М. Курс общей физики. – М.: Наука, 1965.
23. Ландсберг П. Задачи по термодинамике и статистической физике. – М.: Мир, 1974.
24. Левич В. Г. Введение в статистическую физику. – М.: ГИТТЛ, 1954.
25. Леонтович М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. – М.: Наука, 1983.
26. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика. – М.: ФМЛ, 2000.
27. Майер Дж., Гепперт–Майер М. Статистическая механика. – М.: Мир, 1980.
28. Паташинский А. З., Покровский В. Л. Флуктуационная теория фазовых переходов. – М.: Наука, 1982.
29. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. – М.: Наука, 1977.
30. Самойлович А. Г. Термодинамика и статистическая физика. – М.: ГИТТЛ, 1953.
31. Свідзинський А. В. Лекції з термодинаміки. – Луцьк: Вежа, 1999.
32. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. – М.: Мир, 1973.

33. *Терлецкий Я. П.* Статистическая физика. – М.: Высшая школа, 1973.
34. *Уленбек Дж., Форд Дж.* Лекции по статистической механике. – М.: Мир, 1965.
35. *Ульянов В. В.* Задачи по квантовой механике и квантовой статистике. – Х.: Вища школа, 1980.
36. *Федорченко А. М.* Теоретична фізика. – Київ: Вища школа, 1993. – Т. 2.
37. *Фейнман Р.* Статистическая механика. – М.: Мир, 1975.
38. *Хилл Т.* Статистическая механика. – М.: ИИЛ, 1960.
39. *Хуанг К.* Статистическая механика. – М.: Мир, 1966.
40. *Юхновский И. Р., Головкин М. Ф.* Статистическая теория классических равновесных систем. – К.: Наукова думка, 1980.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Учбові матеріали на власному сайті кафедри теоретичної фізики

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html

http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html

2. Відеолекції та відкриті освітні матеріали МФТІ

<http://lectoriy.mipt.ru/course/viewall/>