

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Термодинаміка і статистична фізика»**

Освітня програма **Середня освіта (Фізика)**

Спеціальність **014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)**

Спеціалізація **014.08 Середня освіта (Фізика)**

Галузь знань **01 Освіта/Педагогіка**

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “28” серпня 2020 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

| <b>1. Загальна інформація</b>  |  |
|--|--|
| <b>Назва дисципліни</b>  | Термодинаміка і статистична фізика   |
| <b>Викладач</b>  | Кланічка В.М., професор, кандидат фізико-математичних наук   |
| <b>Контактний телефон викладача</b>  | 0502935801   |
| <b>Е-mail викладача</b>  | <a href="mailto:v.klanichka@gmail.com">v.klanichka@gmail.com</a>   |
| <b>Формат дисципліни</b>   | Нормативна   |
| <b>Обсяг дисципліни</b>  | 6 кредитів   |
| <b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>  | <a href="https://classroom.google.com/u/0/c/NDM1MTI3OTMyMTJa">https://classroom.google.com/u/0/c/NDM1MTI3OTMyMTJa</a><br><a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a> |
| <b>Консультації</b>  | Щотижня  |
| <b>2. Анотація до курсу</b>  |  |
| Курс термодинаміка і статистична фізика є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики і є базовим для ряду спеціальних курсів.   |  |
| <b>3. Мета та цілі курсу</b>   |  |
| <p>Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні у студентів знань про завершальний розділі теоретичної фізики – термодинаміки і статистичної фізики, у вивченні можливостей використання статистичних методів в різних областях фізики конденсованих і складних систем, радіофізики і радіотехніки.</p> <p>Основна мета дисципліни «Термодинаміка і статистична фізика» - дати студентам глибокі знання основних термодинамічних і статистичних закономірностей макроскопічних систем, а так само навчити користуватися цими законами на практиці. Засвоївши основні методи термодинаміки і статистичної фізики, студент повинен вміти виконувати необхідні розрахунки фізичних характеристик систем і давати їм фізичну інтерпретацію. В курсі термодинаміки студентам належить оволодіння феноменологічним підходом опису макросистем, який заснований на тепловій формі фундаментального закону фізики - закон збереження енергії. В курсі статистичної фізики студентам належить вивчення основних ідей, понять і уявлень статистичного способу опису макросистем. Студенти повинні засвоїти статистично - імовірнісні методи дослідження багаточастинкових класичних і квантових систем, пов'язані із застосуванням методу статистичних ансамблів Гіббса. Одним із завдань дисципліни є формування фізичного світогляду, що дозволить розглядати фізичні властивості макроскопічних систем з універсальної і єдиної точки зору. Ця єдність забезпечується поєднанням імовірнісного підходу в описі поведінки окремих мікрочастинок і різних макросистем разом з урахуванням фундаментальних уявлень про будову речовини.</p> <p>Дисципліна дозволяє розширити базові уявлення студентів, отримані в рамках вивчення наступних навчальних дисциплін: диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, рівняння і методи</p> |  |

математичної фізики, ймовірність і статистика, теорії випадкових процесів, статистичного оцінювання і перевірки гіпотез, статистичних методів обробки експериментальних даних, а також дисциплін загальної та експериментальної фізики, основ теоретичної фізики. Спрямована на інтенсифікацію міждисциплінарних зв'язків різних природних наук.

Завдання вивчення дисципліни полягають в наступному:

- виклад основних понять і вихідних положень термодинаміки;
- знайомство з основними законами і рівняннями термодинаміки;
- знайомство з ключовими методами термодинаміки;
- виклад умов рівноваги і стійкості термодинамічних систем;
- знайомство з фазовими переходами першого і другого роду;
- встановлення зв'язку статистичної фізики і термодинаміки;
- знайомство з основними принципами побудови статистичної фізики;
- виклад розподілів Гіббса;
- розгляд ідеального газу, квантового та класичного;
- облік неідеальної газів, в тому числі з кулоновським взаємодією;
- статистичний опис твердих тіл і рідин;
- виклад теорії флуктуацій і основ фізичної кінетики

#### **4. Компетентності**

ІК. Здатність розв'язувати задачі різного рівня складності та практичні проблеми в галузі фізики, освіти і педагогіки, в цілому, та дидактики фізики, зокрема, при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів фізики та педагогіки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК.3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК.6. Знання та розуміння предметної області і розуміння професійної діяльності.

ЗК.8. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК.9. Прагнення до збереження навколишнього середовища та застосування енергозберігаючих технологій.

ЗК.10. Здатність до аналізу та синтезу.

ФК.1. Здатність використовувати закони й принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК.3. Здатність професійно орієнтуватися в сучасних проблемах фізики і новітніх фізичних методах досліджень і наукових технологій.

ФК.4. Здатність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.

ФК.5. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати розв'язки навчально-методичних та наукових проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо в їх більш та менш важливих аспектах

ФК.8. Здатність вільно володіти розділами фізики, необхідними для розв'язання науково-інноваційних задач і використовувати результати

наукових досліджень та педагогічних досягнень в інноваційній та інноваційно-педагогічній діяльності.

### 5. Результати навчання

ПРН.1. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.

ПРН.2. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.

ПРН.4. Знає, розуміє і демонструє здатність реалізовувати теоретичні й методичні засади навчання фізики для виконання освітньої програми в базовій середній школі.

ПРН.6. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.

ПРН.10. Знає і розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.

### 6. Організація навчання курсу

#### Обсяг курсу

| Вид заняття       | Загальна кількість годин |
|-------------------|--------------------------|
| лекції            | 50 год.,                 |
| практичні заняття | 30 год.                  |
| самостійна робота | 100 год.                 |

#### Ознаки курсу

| Семестр | Спеціальність              | Курс<br>(рік навчання) | Нормативний /<br>вибірковий |
|---------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 8       | Середня освіта<br>(фізика) | 4                      | Нормативний                 |

#### Тематика курсу

| Тема, план   | Форма<br>заняття       | Література | Завдання,<br>год                               | Вага оцінок | Термін виконання |
|--|------------------------|------------|--|-------------|------------------|
| <b>Тема 1.</b><br>Об'єкт, предмет і методи термодинаміки та статистичної фізики. Поняття термодинамічної системи. Інтенсивні та екстенсивні параметри стану. Термодинамічні потенціали та їх залежність від параметрів стану системи. Нульовий принцип термодинаміки. Рівноважний стан. Температура. Принцип еквівалентності тепла й механічної роботи. Перший принцип | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36       | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год. | 2           | 01.06.2021       |

|  |                        |      |  |   |                    |
|--|------------------------|------|--|---|--------------------|
| термодинаміки. Внутрішня енергія термодинамічної системи.  |                        |      |  |   |                    |
| <b>Тема 2.</b><br>Другий принцип термодинаміки. Рівноважні (зворотні) та нерівноважні (незворотні) процеси. Адіабатичний процес. Другий принцип термодинаміки для рівноважних процесів. Поняття ентропії. Обчислення коефіцієнта корисної дії теплових машин. Другий принцип термодинаміки для нерівноважних процесів. Нерівність Клаузіуса. | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 3.</b><br>Фізичний зміст хімічного потенціалу. Співвідношення Дюгема-Гіббса. Кількість незалежних параметрів стану системи. Залежність термодинамічних потенціалів від кількості частинок.   | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 4.</b><br>Необхідні та достатні умови термодинамічної рівноваги однокомпонентних ізольованих систем. Теплова рівновага. Механічна рівновага. Фазова рівновага. Неповна рівновага. Локальна рівновага. Достатні умови термодинамічної рівноваги. Рівновага за додаткових умов.  | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 5.</b><br>Термодинамічний метод моделювання фізичних процесів. Основне рівняння термодинаміки. Співвідношення Максвелла. Термічне та калорічне рівняння стану, умова їх сумісності. Застосування термодинаміки для дослідження ідеального атомного газу та інших термодинамічних систем.   | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.           | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |

|   |                        |      |   |   |                    |
|---|------------------------|------|---|---|--------------------|
| Процес Джоуля-Гомсона. Температура інверсії для газу ван дер Ваальса. Парадокс Гіббса. Третій принцип термодинаміки та наслідки з нього.  |                        |      | 2 год.  |   |                    |
| <b>Тема 6.</b><br>Статистичний метод вивчення властивостей макроскопічних систем. Мікростани та макростан системи. Статистичний ансамбль. Усереднення за часом і за ансамблем. Ергодична гіпотеза. Густина ймовірності мікростанів. Рівняння Ліувілля.                            | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год.      | 1 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 7.</b><br>Мікроканонічний ансамбль. Мікроканонічний розподіл Гіббса. Термодинамічна вага стану системи із заданими внутрішньою енергією та кількістю частинок. Принцип Больцмана. Особливості дослідження класичних систем.   | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>2 год.      | 1 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 8.</b><br>Дослідження термодинамічних систем за допомогою принципу Больцмана. Парамагнетизм Кюрі. Системи з від'ємною абсолютною температурою. Застосування принципу Больцмана для дослідження властивостей ідеального атомного газу, інших класичних і квантових систем. | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття.<br>4<br>2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 9.</b><br>Канонічний ансамбль. Канонічний розподіл Гіббса. Статистичний інтеграл і статистична сума. Урахування тотожності частинок. Зв'язок вільної енергії  | лекція/<br>пр.<br>зан. | 1-36 | Тестові завдання, прак                              | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |

|  |                 |      |   |   |                    |
|--|-----------------|------|---|---|--------------------|
| Гельмгольца з статистичним інтегралом і статистичною сумою.  |                 |      | тичн і заняття. 2 год.                      |   |                    |
| <b>Тема 10.</b><br>Дослідження термодинамічних систем методом канонічного ансамблю.<br>Застосування цього методу для дослідження властивостей ідеального атомного газу, інших класичних і квантових систем.  | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 11.</b><br>Основні поняття рівноважної квантової статистичної фізики. Статистичний оператор і матриця густини ймовірності мікростанів. Рівняння Неймана.<br>Квантування енергії поступального руху частинок ідеального газу.   | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 12.</b><br>Великий канонічний ансамбль. Великий канонічний розподіл Гіббса. Велика статистична сума. Великий термодинамічний потенціал, його зв'язок з великою статистичною сумою, іншими термодинамічними параметрами.<br>Обчислення великого термодинамічного потенціалу і рівнянь стану ідеального атомного газу зі змінною кількістю частинок. | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 13.</b><br>Властивості молекулярних газів<br>Термодинамічні властивості невиродженого ідеального газу, що складається з двохатомних молекул. Електронна,   | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, прак                      | 3 | 01.0<br>6.20<br>21 |



|  |                 |      |   |   |                    |
|--|-----------------|------|---|---|--------------------|
| поступальна, коливальна та обертальна частини статистичної суми. Вплив обертального й коливального рухів на теплоємність. Особливості системи молекул, що складаються з однакових атомів. Властивості орто- та параводню.  |                 |      | тичн і заняття. 2 год.                      |   |                    |
| <b>Тема 14.</b><br>Термодинамічні властивості невиродженого ідеального газу, що складається з багатоатомних молекул.<br>Термодинамічні властивості реального газу. Конфігураційний інтеграл. Рівняння стану у вигляді віріального ряду за степенями густини. Рівняння стану ван дер Ваальса. Зв'язок другого віріального коефіцієнта з параметрами міжмолекулярної взаємодії.  | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 15.</b><br>Статистична теорія вироджених систем. Обчислення великої статистичної суми для ідеального газу квантових частинок з урахуванням особливостей хвильової функції. Розподіли Фермі-Дірака та Бозе-Ейнштейна. Невироджений газ, розподіл Максвелла-Больцмана. Хвильові та корпускулярні властивості частинок у вироджених та невироджених системах. Методика обчислень термічного та калоричного рівнянь стану вироджених термодинамічних систем. | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 16.</b><br>Термодинамічні властивості електронного газу в металах. Густина електронних станів, енергія електронного газу, енергія Фермі, температурна залежність хімічного потенціалу, температура виродження. Теплоємність.   | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання, практичні заняття. 2 год. | 3 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 17.</b><br>Основні положення зонної теорії твердого тіла. Статистика рухомих та нерухомих  | лекція/пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання                            | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |

|   |                  |      |   |   |                    |
|---|------------------|------|---|---|--------------------|
| носіїв заряду в напівпровідниках. Хімічний потенціал електронів в напівпровідниках. Принцип компенсації. Властивості власних і домішкових напівпровідників n- і p-типу. Температурна залежність концентрації носіїв струму домішкових напівпровідників. | пр. зан.         |      | ання ,практичні заняття. 2 год.             |   |                    |
| <b>Тема 18.</b><br>Явище конденсації Бозе-Ейнштейна. Температура бозе-конденсації. Кількість бозе-частинок на основному енергетичному рівні, енергія, теплоємність і тиск бозе-газу.  | лекція/ пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання ,практичні заняття. 2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 19.</b><br>Термодинамічні властивості рівноважного електромагнітного випромінювання. Закони Бартолі, Стефана-Больцмана, Віна, Релея-Джінса. Формула Планка для спектральної густини енергії випромінювання.                                     | лекція/ пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання ,практичні заняття. 2 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 20.</b><br>Теплоємність твердого тіла. Закон Дюлонга--Пти. Модель твердого тіла Ейнштейна. Теорія теплоємності твердого тіла Дебая. Оптичні фонони та їх внесок в теплоємність.   | лекція/ пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання ,практичні заняття. 2 год. | 4 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 21.</b><br>Фізика гетерофазних багатокомпонентних систем  | лекція/ пр. зан. | 1-36 | Тестові завдання                            | 4 | 01.0<br>6.20<br>21 |

|  |  |      |   |   |                    |
|--|--|------|---|---|--------------------|
| Фазова рівновага. Умови фазової рівноваги в гетерогенній системі. Правило фаз Гіббса. Класифікація фазових переходів. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Рівняння Еренфеста для фазових переходів другого роду. Умови хімічної рівноваги. Закон діючих мапр. | пр. зан.   |      | ання ,прак тичн і заня ття. 2 год.              |   |                    |
| <b>Тема 22.</b><br>Теорія флуктуацій<br>Флуктуації та кореляція параметрів стану термодинамічних систем. Статистична теорія флуктуацій. Флуктуації і кореляція термодинамічних величин у великому канонічному та канонічному ансамблях.                  | лек ція/ пр. зан.  | 1-36 | Тест ові завдання ,прак тичн і заня ття. 4 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| <b>Тема 23.</b><br>Термодинамічна теорія флуктуацій.<br>Ймовірність термодинамічних флуктуацій.<br>Флуктуація температури та інших параметрів стану термодинамічних систем.  | лек ція/ пр. зан.  | 1-36 | Тест ові завдання ,прак тичн і заня ття. 4 год. | 2 | 01.0<br>6.20<br>21 |
| Підсумковий контроль - 50  |  |      |   |   |                    |
| <b>7. Система оцінювання курсу</b>   |  |      |   |   |                    |
| Загальна система оцінювання курсу  | <p style="text-align: center;"><b>Теоретична підготовка</b><br/><b>Високий, А, 91* – 100, відмінно - 5</b></p> <p>Студент має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень наукової методології, може не тільки вільно матеріалом, але й самостійно довести існування певних закономірностей, принципів, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань</p> |      |   |   |                    |

|   |   |
|---|---|
|   | <p style="text-align: center;"><b>Вище середнього, середній В, С, 81 – 90;<br/>71 – 80;</b></p> <p style="text-align: center;"><b>дуже добре, добре - 4</b></p> <p>Студент знає і може самостійно сформулювати основні методологічні підходи, принципи їх застосування, , але не завжди може самостійно здійснити критичний аналіз. Студент може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим.</p> <p style="text-align: center;"><b>Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60</b></p> <p style="text-align: center;"><b>задовільно, посередньо - 3</b></p> <p>Студент відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні методологічні положення, знає істотні ознаки (засади) основних підходів та їх відмінність, може записати окремі термінологічні дефініції теоретичного положення за словесним формулюванням і навпаки; допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може.</p> <p style="text-align: center;"><b>Низький, FX / F 1 – 51, незадовільно 2</b></p> <p>Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і методи. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними</p> |
| <p style="text-align: center;">Вимоги до письмової роботи</p> | <p style="text-align: center;"><b>Високий, А, 91* – 100, відмінно - 5</b></p> <p>Студент самостійно розв'язує типові ситуаційні задачі різними способами, стандартні, комбіновані й нестандартні казуси з науковою методологією, здатний проаналізувати й узагальнити отриманий результат. При виконанні індивідуальних завдань та самостійних робіт студент дотримується усіх вимог, передбачених програмою курсу. Крім того, його дії</p>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>відрізняються раціональністю, вмінням оцінювати помилки й аналізувати результати</p> <p><b>Вище середнього, середній В, С, 81 – 90;<br/>71 – 80;</b></p> <p><b>дуже добре, добре - 4</b></p> <p>Студент самостійно розв'язує типові (або за визначеним алгоритмом) казуси з наукової методології і завдання, володіє базовими навичками з виконання необхідних логічних операцій та перетворень, може самостійно сформулювати типову задачу за її словесним описом, скласти типову схему та обрати раціональний метод розв'язання, але не завжди здатний провести аналіз і узагальнення результату.</p> <p><b>Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60</b></p> <p><b>задовільно, посередньо - 3</b></p> <p>Студент може розв'язати найпростіші типові задачі за зразком, виявляє здатність виконувати основний елементарний аналіз конкретних наукових методів, але не спроможний самостійно сформулювати задачу за словесним описом і визначити метод її розв'язання. При вирішенні фабули студент виконує роботу за зразком, але з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи</p> <p><b>Низький, FX / F 1 – 51, незадовільно 2</b></p> <p>Студент знає основні терміни та вміє розрізняти окремі закономірності. Вміє розв'язувати задачі лише на відтворення основних положень методики викладання природничих дисциплін, здійснювати найпростіші логічні операції.</p> |
| Семінарські заняття                    | -   |
| Умови допуску до підсумкового контролю | <p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не</p>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p><i>допущений"</i> і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p> |
|--|---|

### 8. Політика курсу

Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують домашні контрольні роботи, письмові роботи, написання реферату, та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Проміжний контроль включає проведення модуля у формі тестових завдань, які поєднують питання закритого типу з питаннями відкритого типу з короткою і довгою відповіддю. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів, він складається із проміжних модулів та оцінки за лабораторні роботи. Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи, використання шпаргалок, дозволяти іншим копіювати вашу роботу.

У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.

### 9. Рекомендована література

#### Базова

| № з/п | Автор (автори)           | Назва   | Видавництво, рік | К-сть екз. |
|-------|--------------------------|---|------------------|------------|
| 1.    | Куни Ф.М.                | Статистическая физика и термодинамика           | М.: Наука, 1981  |            |
| 2.    | Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. | Статистическая физика                           | М.:Наука, 1976   |            |
| 3.    | Румер Ю.Б., Рывкин М.С.  | Термодинамика, статистическая физика и кинетика | М.:Наука, 1977   |            |

|     |                              |  |                             |  |
|-----|------------------------------|--|-----------------------------|--|
| 4.  | Радушкевич Л.В.              | Курс статистической физики   | М.:Просвещени<br>е, 1966    |  |
| 5.  | Ноздрев В.Ф.<br>Сенкевич А.А | Курс статистической физики   | М.:Высш.<br>школа, 1969     |  |
| 6.  | Гиббс Дж. В.                 | Термодинамика.<br>Статистическая динамика  | М.:Наука, 1982              |  |
| 7.  | Больцман Л.                  | Лекции по теории газов   | М.:<br>Гостехиздат,<br>1956 |  |
| 8.  | Боголюбов Н.Н.               | Проблемы динамической теории в статистической физике. Избр. труды                            | К.: Наукова думка, 1970     |  |
| 9.  | Леонтович М.А.               | Введение в термодинамику.<br>Статистическая физика   | М.:Наука, 1976              |  |
| 10. | Хуанг К.                     | Статистическая механика  | М.:Мир, 1967                |  |
| 11. | Кубо Р.                      | Статистическая механика  | М.: Мир, 1967               |  |
| 12. | Уленбек Дж.,<br>Форд Дж.     | Лекции по статистической механике  | М.:Мир, 1965                |  |
| 13. | Балеску Р.                   | Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.2                                     | М.:Мир, 1978                |  |
| 14. | Базаров И.П.                 | Термодинамика  | М.:Высш.<br>школа, 1976     |  |
| 15. | Радушкевич Л.В.              | Курс термодинамики   | М.:Просвещени<br>е, 1971    |  |
| 16. | Де Гроот С.,<br>Мазур П      | Неравновесная термодинамика  | М.:Мир, 1967                |  |
| 17. |                              | Сборник задач по теоретической физике. Уч. Пособие для вузов                                 | М.:Высш.<br>школа, 1972     |  |
| 18. | Квасников И.А.               | Термодинамика и статистическая физика, Т.1. Теория равновесных систем. Термодинамика.        | М.: Едиториал УРСС, 2002 г. |  |
| 19. | Квасников И.А.               | Термодинамика и статистическая физика. Т.2. Теория равновесных систем. Статистическая физика | М.: Едиториал УРСС, 2002 г. |  |

|     |  |  |   |  |
|-----|--|--|---|--|
| 20. | Василевский А.С.,<br>Мултановский<br>В.В.      | Статистическая физика и<br>термодинамика   | М.:<br>Просвещение,<br>1985 г.  |  |
| 21. | Ландау Л.Д.,<br>Лифшиц Е.М.                    | Теоретическая физика.<br>Т.5. Статистическая<br>физика                                 | М.: Наука, 1976<br>г.   |  |
| 22. | Квасников И.А.                                 | Термодинамика и<br>статистическая физика.<br>Т.3. Теория<br>неравновесных систем       | М.: Едиториал<br>УРСС, 2003 г.  |  |
| 23. | Квасников И.                                   | Термодинамика и<br>статистическая физика.<br>Т.4. Квантовая статистика                 | М.: Едиториал<br>УРСС, 2005 г.  |  |
| 24. | Федорченко А.М.                                | Теоретична фізика. Т.2.<br>Квантова механіка,<br>термодинаміка і<br>статистична фізика | К.: Вища<br>школа, 1993 р.  |  |
| 25. | Захаров А.Ю.                                   | Функциональные методы<br>в классической<br>статистической физике                       | Великий<br>Новгород:<br>НовГУ, 2006 г.  |  |
| 26. | Киттель Ч.                                     | Статистическая<br>термодинамика  | М.: Наука, 1977<br>г.   |  |
| 27. | М.А. Леонтович..                               | Статистическая физика  | М.: Лань, 1983<br>г   |  |
| 28. | Шредингер Э.                                   | Статистическая<br>термодинамика  | Иж.: РХД, 1999<br>г.  |  |
| 29. | Фейнман Р.                                     | Статистическая механика  | М.: Мир, 1978   |  |
| 30. | Лифшиц Е.М.,<br>Питаевский Л.П.                | Физическая кинетика  | М.: Наука, 1979<br>г.   |  |
| 31. | Ансельм А.И.                                   | Основы статистической<br>физики и термодинамики  | М.: Наука, 1973<br>г.   |  |
| 32. | Дудик М.В.<br>Навчальний<br>посібник           | Термодинаміка і<br>статистична фізика  | Умань, 2015 р.  |  |
| 33. | В.В. Дацюк, М.<br>Ф. Ледней, І. П.<br>Пінкевич | Термодинаміка і<br>статистична фізика : зб.<br>задач для студ. фіз. ф-ту               | К, Видавничо-<br>поліграфічний<br>центр<br>"Київський<br>університет",<br>2012. |  |



|     |                  |  |                           |  |
|-----|------------------|--|---------------------------|--|
| 34. | Климонтович Ю.Л. | Статистическая физика  | М.: 1982 г.               |  |
| 35. | Базаров И.П      | Методологические проблемы статистической физики и термодинамики. | М.: Изд-во МГУ, 1979 г.   |  |
| 36. | Васильев А.Д.    | Введение в статистическую физику. -                              | М.: Высшая школа, 1980 г. |  |

Викладач \_\_\_\_\_ проф. Кланічка В.М.