



# Фізика-1. Механіка. Молекулярна фізика.

## Робоча програма освітнього компонента (силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>0402 Фізико-математичні науки</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів, 150 годин (36 годин – Лекції, 36 годин – Практичні, 18 годин – Лабораторні, 60 годин – СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / РГР, МКР</i>
Розклад занять	<i>Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, канд. фіз.-мат. наук Шут Андрій Миколайович, <a href="mailto:shutandrii@gmail.com">shutandrii@gmail.com</a> , +380503841576 Практичні: доцент, канд. фіз.-мат. наук Шут Андрій Миколайович, <a href="mailto:shutandrii@gmail.com">shutandrii@gmail.com</a> , +380503841576 Лабораторні: <ul style="list-style-type: none"><li>– доцент, канд. фіз.-мат. наук Шут Андрій Миколайович, <a href="mailto:shutandrii@gmail.com">shutandrii@gmail.com</a></li><li>– старший викладач Цюпа Андрій Митрофанович, <a href="mailto:a.tsiupa@gmail.com">a.tsiupa@gmail.com</a>.</li></ul>
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського, платформа Сікорський (код курсу в Google Classroom: 3та2а5с), сайт кафедри <a href="http://kzf.kpi.ua">kzf.kpi.ua</a></i>

### Програма освітнього компонента

#### 1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

*Мета навчальної дисципліни – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання законів механіки, молекулярної фізики і термодинаміки при вивченні подальших розділів фізики, спеціальних дисциплін та при виконанні інженерних завдань і професійних обов'язків.*

*Предмет навчального компоненту – закони, методи та засоби механіки, молекулярної фізики та термодинаміки.*

*Освітній компонент “ Фізика-1. Механіка. Молекулярна фізика” відноситься до дисципліни “Фізика”, яка належить до циклу природничо-наукової підготовки і вивчається студентами в першому семестрі навчання. Цей компонент є однією з складових курсу фізики, який є нормативним компонентом циклу загальної підготовки студентів за освітньою програмою «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій». Освітній компонент*

спрямований на формування у студентів базових знань, вмінь та навичок стосовно процесів, явищ та законів механіки, молекулярної фізики та термодинаміки. Зокрема,

### ЗДАТНІСТЬ

- використовувати знання основних законів механіки, молекулярної фізики та термодинаміки при вивченні інженерних та фахових дисциплін та вирішенні інженерних задач;
- поєднувати фізичну суть природних явищ з аналітичними співвідношеннями, які описують ці явища;
- пов'язувати макроскопічне описання явищ з їх мікроскопічними механізмами;
- правильно оцінювати межі придатності фізичних законів, та принципову можливість тих чи інших явищ.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

### ЗНАННЯ:

- фундаментальних понять, законів та теорій класичної та релятивістської механіки, молекулярної фізики та термодинаміки.

### ВМІННЯ:

- аналізувати результати спостережень та експериментів із застосуванням основних законів механіки, молекулярної фізики та термодинаміки;
- застосовувати фізичні прилади та обладнання;
- правильно та аргументовано викладати власні думки, обґрунтовувати свої твердження та обирати методи дослідження;
- обробляти результатів експериментів;
- вирішувати фізичні задачі та оцінювати порядок величин.

### Загальні компетентності:

ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 7. Здатність працювати в команді.

ФК 7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК 11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

### Програмні результати навчання.

ПРН 1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН 3 Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН 6 Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН 8 Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН 19 Володіти необхідним науковим підґрунтям, методиками та методами планування та здійснення експериментальних досліджень теплового устаткування теплоенергетичних об'єктів муніципальної, промислової сфер та електростанцій.

ПРН 20. Володіти методами наукового дослідження процесів теплоенергетичного обладнання, а також вміти ефективно застосовувати сучасні електронні засоби щодо технологічного контролю, реєстрації та подальшої обробки вимірювальних параметрів при дослідженні та проектуванні теплоенергетичного устаткування.

## **2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення даного освітнього компонента базується на знаннях з фізики та математики за програмою середньої школи. Знання отримані при вивченні даного освітнього компонента, використовуються при вивченні освітнього компонента «Фізика-2. Коливання і хвилі. Електрика та магнетизм» та курсів «Теоретична механіка», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін», «Матеріалознавство та технологія матеріалів», «Турбіни ТЕС та АЕС».

## **3. Зміст освітнього компонента**

Освітній компонент структурно розділений на 2 розділи:

### **Розділ 1. Фізичні основи механіки**

Тема 1.1. Кінематика поступального та обертального руху.

Тема 1.2. Динаміка матеріальної точки.

Тема 1.3. Сили в механіці.

Тема 1.4. Закон збереження імпульсу.

Тема 1.5. Робота, енергія, потужність.

Тема 1.6. Динаміка обертального руху твердого тіла.

Тема 1.7. Закон збереження моменту імпульсу.

Тема 1.8. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.

Тема 1.9. Елементи спеціальної теорії відносності.

Тема 1.10. Елементи гідродинаміки та механіки рідин і газів.

### **Розділ 2. Основи молекулярної фізики та термодинаміки**

Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів.

Тема 2.2. Рівноважний стан газу. Статистичні розподіли.

Тема 2.3. Явища переносу.

Тема 2.4. Основи термодинаміки. Перший закон термодинаміки.

Тема 2.5. Оборотні і необоротні процеси та цикли. Другий закон термодинаміки.

Тема 2.6. Теплові машини. Ентропія.

Тема 2.7. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові переходи.

Тема 2.8. Властивості рідин та твердих тіл.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Барьяхтар В.Г., Барьяхтар І.В., Гермаш Л.П., Довгий С.О. Механіка. – Київ: Наукова думка, 2011.

2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1 Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999.

3. Кушнір Р.М. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних факультетів університетів. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2002

4. Шут М.І., Касперський А.В., Шут А.М., Бережний П.В. *Механіка. Молекулярна фізика та основи термодинаміки. Навчальний посібник для самостійного вивчення курсу фізики.* – Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013.

5. *Загальний курс фізики. Збірник задач. /за ред. проф. Гаркуші І.П./* - К: Техніка, 2003.

#### **Додаткова література:**

6. *Фізика. Механіка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів енергетичних спеціальностей / Уклад.: А.М.Цюпа, Т.І. Братусь, С.В. Пальцун – К.: НТУУ "КПІ", 2012.*

7. *Фізика. Молекулярна фізика. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів енергетичних спеціальностей / Уклад.: А.М.Цюпа, Т.І. Братусь, С.В. Пальцун – К.: НТУУ "КПІ", 2012.*

#### **Інформаційні ресурси:**

1. Електронний кампус КПІ Ігоря Сікорського, методичне забезпечення до кредитного модуля «Фізика-1. Механіка. Молекулярна фізика».

2. Сайт кафедри загальної фізики ФМФ – [kzf.kpi.ua](http://kzf.kpi.ua).

3. Сторінка курсу на платформі дистанційного навчання "Сікорський" <https://do.ipr.kpi.ua/course/>.

4. Гугл-клас: 3та2а5с.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітнього компонента**

Навчальна частина дисципліни складається з лекційного матеріалу, практичних та лабораторних занять і контрольних заходів у вигляді модульної контрольної роботи (МКР), розрахунково-графічної роботи (РГР) та екзамену. При викладанні дисципліни рекомендується побудувати ознайомлення студентів з предметом таким чином, щоб вони не тільки отримували ту чи іншу інформацію стосовно курсу, який вивчається, але й відчували зв'язок між різними темами освітнього компоненту, а також місце компоненту серед інших дисциплін. Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно-орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній фахівець.

#### **Лекційні заняття:**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<i>Розділ 1. Тема 1.1. Кінематика поступального та обертального руху. Фізичні моделі: матеріальна точка, система матеріальних точок, абсолютно тверде тіло. Простір і час. Система відліку. Кінематичні рівняння руху. Вектор швидкості. Вектор прискорення. Основна задача кінематики. Рівномірний та рівноприскорений руху. Криволінійний рух. Нормальне і тангенціальне прискорення. Рух точки по колу та обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Кутове переміщення, кутова швидкість та кутове прискорення як аксіальні вектори. Зв'язок між лінійними та кутовими переміщеннями, швидкостями та прискореннями. [2] §§ 1.1÷1.6, [4] §§ 1.1÷1.4</i>

2.	<p>Розділ 1. Тема 1.2. Динаміка матеріальної точки.</p> <p>Поняття стану в класичній механіці. Закон інерції та інерціальні системи відліку. Перетворення Галілея. Інваріантність законів класичної механіки відносно перетворень Галілея. Закони Ньютона. Імпульс тіла. Основне рівняння динаміки. Система матеріальних точок. Зовнішні і внутрішні сили. Замкнена система.</p> <p>[2] §§ 2.1÷2.7, [4] §§ 2.1÷2.4</p>
3.	<p>Розділ 1. Тема 1.3. Сили в механіці.</p> <p>Гравітаційна сила. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Рух під дією сили тяжіння. Сила тяжіння та вага тіла. Сила тертя. Сила опору (в'язке тертя). Сила пружності. Закон Гука.</p> <p>[2] §§ 5.1÷5.4, §§ 6.1÷6.7, [4] § 2.6, §§ 4.1÷4.4</p>
4.	<p>Розділ 1. Тема 1.4. Закон збереження імпульсу.</p> <p>Закон збереження імпульсу як один з фундаментальних законів природи. Центр інерції (центр мас). Теорема про рух центру мас. Рух тіла із змінною масою. Реактивний рух.</p> <p>[2] §§ 2.7÷2.8, [4] §§ 2.3÷2.4</p>
5.	<p>Розділ 1. Тема 1.5. Робота, енергія, потужність.</p> <p>Робота. Потужність. Кінетична енергія. Консервативні і дисипативні сили. Потенціальне поле. Потенціальна енергія тіла в гравітаційному полі. Потенціальна енергія пружної сили. Зв'язок сили і потенціальної енергії. Повна механічна енергія. Закон збереження енергії механічної системи. Абсолютно пружне та абсолютно непружне зіткнення тіл.</p> <p>[2] §§ 3.1÷3.7, [4] §2.5</p>
6.	<p>Розділ 1. Тема 1.6. Динаміка обертального руху твердого тіла.</p> <p>Кінетична енергія твердого тіла, яке обертається навколо нерухомої осі. Момент інерції відносно нерухомої осі. Момент імпульсу і момент сили відносно точки. Рівняння моментів. Момент інерції відносно довільної осі. Момент імпульсу і момент сили відносно осі. Основне рівняння динаміки обертального руху відносно нерухомої осі. Умови рівноваги твердого тіла.</p> <p>[2] §2.9, §§ 4.1÷4.5, [4] §§ 3.1÷3.3.</p>
7.	<p>Розділ 1. Тема 1.7. Закон збереження моменту імпульсу.</p> <p>Закон збереження моменту імпульсу для замкненої системи і його зв'язок з ізотропністю простору. Рух тіл в центральному полі сил. Гіроскопічний ефект. Гіроскопи та їх застосування.</p> <p>[2] §2.9, §6.6, § 4.6, [4] § 2.3, § 3.4.</p>
8.	<p>Розділ 1. Тема 1.8. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.</p> <p>Неінерціальні системи відліку. Сили інерції при поступальному русі. Закони Ньютона в неінерціальних системах відліку. Сили інерції в системі відліку, яка обертається: сила Коріоліса, відцентрова сила. Вплив обертання Землі на рух тіл.</p> <p>[2] §§ 8.1÷8.4, [1] Лекція 7.</p>
9.	<p>Розділ 1. Тема 1.9. Елементи спеціальної теорії відносності.</p> <p>Постулати спеціальної теорії відносності (постулати Ейнштейна). Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца: відносність довжини тіл, відносність проміжків часу, власний час, відносність одночасності. Закон додавання швидкостей.</p>

	<p><i>Релятивістський імпульс. Релятивістська маса. Рівняння руху релятивістської частинки. Взаємозв'язок маси та енергії. Закон збереження маси, енергії та імпульсу. Експериментальне підтвердження спеціальної теорії відносності.</i></p> <p>[2] §§ 9.1÷9.8, [1] Лекція 11.</p>
10.	<p><i>Розділ 1. Тема 1.10. Елементи гідродинаміки та механіки рідин і газів. Загальні властивості рідин і газів. Гідростатика. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Опис руху рідини. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Гідродинаміка в'язкої рідини. Ламінарний і турбулентний режим течії рідини. Рух тіл в рідинах і газах. Сила Стокса. Коефіцієнт в'язкості. Течія в'язких рідин в трубах. Формула Пуазейля.</i></p> <p>[2] §§ 7.1÷7.7, [4] §§ 6.1÷6.9.</p>
11.	<p><i>Розділ 2. Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Мікроскопічний і макроскопічний стан системи. Макроскопічні термодинамічні параметри. Модель ідеального газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Середня кінетична енергія молекул. Молекулярно-кінетичне визначення температури, як міри кінетичної енергії молекул. Рівняння Менделєєва-Клайперона.</i></p> <p>[2] §§ 13.1÷13.4, 14.1÷ 14.7, [4] §§ 7.1÷7.5.</p>
12.	<p><i>Розділ 2. Тема 2.2. Рівноважний стан газу. Статистичні розподіли. Рівноважний стан газу. Поняття про число ступенів свободи молекул. Закон рівнорозподілу середньої енергії молекул по ступеням свободи. Рівноважний розподіл молекул ідеального газу по швидкостях та енергії (розподіл Максвелла). Рівноважний розподіл газу в полі сил тяжіння. Барометрична формула.</i></p> <p>[2] §§ 14.8÷14.13, [4] § 8.1</p>
13.	<p><i>Розділ 2. Тема 2.3. Явища переносу. Молекулярний рух і явища переносу. Середнє число зіткнень в одиницю часу та середня довжина вільного пробігу молекул. Дифузія. Коефіцієнт дифузії. Дифузія в реальних газах і твердих тілах. Теплопровідність. Коефіцієнт теплопровідності. В'язкість газів і рідин. Формула Ньютона.</i></p> <p>[2] §§ 15.1÷15.5, [4], § 13.3</p>
14.	<p><i>Розділ 2. Тема 2.4. Основи термодинаміки. Перший закони термодинаміки. Внутрішня енергія термодинамічної системи. Внутрішня енергія ідеального газу. Робота розширення газу. Робота ідеального газу в ізопроцесах. Кількість тепла. Теплоємність тіл. Молярні та питомі теплоємності ідеального газу. Класична теорія теплоємності ідеального газу та її підтвердження експериментом. Перший закон термодинаміки та його застосування до ізопроцесів ідеального газу. Рівняння Майєра.</i></p> <p>[2] §§ 16.1÷16.5, [4], §§ 10.1÷10.3.</p>
15.	<p><i>Розділ 2. Тема 2.5. Оборотні і необоротні процеси і цикли. Другий закон термодинаміки. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Робота при адіабатному процесі. Політропні процеси. Оборотні та необоротні процеси. Природа необоротності процесів. Колові процеси (цикли). Робота циклу. Цикл Карно та його ККД. Обернений цикл Карно. Другий закон термодинаміки у формулюваннях Клаузіуса і Вільяма Томпсона (лорда Кельвіна). Еквівалентність цих формулювань.</i></p> <p>[2] §§ 16.3÷16.4, §§ 16.6÷16.8, [4], § 10.4, §§ 11.1÷11.2.</p>

16.	<p>Розділ 2. Тема 2.6. Теплові машини. Ентропія.</p> <p>Принцип дії теплового двигуна та холодильної машини. Теплова та холодильна машини, які працюють за ідеальним циклом Карно. ККД ідеальної теплової машини і реальних теплових машин. Приведена теплота. Визначення ентропії за Клаузіусом. Закон зростання ентропії (нерівність Клаузіуса). Закон зростання ентропії як математичне формулювання другого закону термодинаміки. Основне рівняння (нерівність) термодинаміки. Поняття про статистичну вагу стану макросистеми. Статистичне визначення ентропії. Характеристичні функції (термодинамічні потенціали): вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса.</p> <p>[2] §§ 16.6÷16.12, [4] §§ 12.1÷12.4, §§ 11.3÷11.5.</p>
17.	<p>Розділ 2. Тема 2.7. Реальні гази. Фазові переходи.</p> <p>Врахування взаємодії між молекулами та їх розмірів для опису стану реальних газів. Ізотерми реальних газів. Модель реального газу Ван-дер-Ваальса. Рівняння Ван-дер-Ваальса і його аналіз. Внутрішня енергія реального газу. Умови рівноваги фаз в однокомпонентній системі. Діаграма стану тиск-температура. Потрійна точка. Крива фазової рівноваги. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Поняття про фазові переходи першого та другого роду.</p> <p>[2] §§ 17.1÷17.7, 21.1÷21.6, [4] §§ 9.1-9.4</p>
18.	<p>Розділ 2. Тема 2.8. Властивості рідин та твердих тіл.</p> <p>Характеристика рідкого стану. Поверхневий натяг. Капілярні явища. Осмотичний тиск. Кристалічні та аморфні тверді тіла. Кристалічна ґратка. Дефекти в кристалах (точкові, об'ємні). Механічні властивості кристалічних твердих тіл. Теплоємність твердих тіл.</p> <p>[2] §§ 18.1÷18.6, 19.1÷19.7, [4] §§ 13.1÷13.5, §§ 14.1÷14.5.</p>

### **Практичні заняття:**

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<p>Розділ 1. Тема 1.1. Кінематика поступального та обертального руху.</p> <p>Кінематичні рівняння руху. Рух у різних інерціальних системах відліку. Кінематика вільного падіння. Рух зі змінним прискоренням. Кінематика руху по колу.</p> <p>[5] §1.1.</p>
2.	<p>Розділ 1. Темы 1.2, 1.3. Динаміка матеріальної точки. Сили в механіці.</p> <p>Другий закон Ньютона. Рівнодіюча сила. Сила тертя спокою та сила тертя ковзання. Рух по похилій площині.</p> <p>[5] §1.2</p>
3.	<p>Розділ 1. Тема 1.3. Сили в механіці.</p> <p>Закон всесвітнього тяжіння Рух під дією гравітаційної сили. Сила пружності. Закон Гука.</p> <p>[5] §1.2</p>
4.	<p>Розділ 1. Тема 1.4 Закон збереження імпульсу.</p> <p>Застосування закону збереження імпульсу до взаємодії та зіткнення тіл. Рух тіл зі змінною масою. Реактивний рух.</p> <p>[5] §1.4</p>

5.	<p>Розділ 1. Тема 1.5. Робота, енергія, потужність. Робота змінної сили. Кінетична та потенціальна енергія. Зв'язок роботи та зміни механічної енергії. Робота дисипативних сил. [5] § 1.4.</p>
6.	<p>Розділ 1. Темы 1.5, 1.6 Динаміка обертального руху твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу. Момент сили. Момент інерції. Момент імпульсу. Основне рівняння динаміки обертального руху. Закон збереження моменту імпульсу. [5] § 1.3, 1.4</p>
7.	<p>Розділ 1. Тема 1.8. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Закони Ньютона в неінерціальних системах відліку. Відцентрова сила. Сила Коріоліса. Вплив обертання Землі на рух тіл на її поверхні. [5] §1.2</p>
8.	<p>Розділ 1. Тема 1.10. Елементи гідродинаміки та механіки рідин і газів. Рівняння нерозривності для течії ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі. Рух в'язкої рідини. Число Рейнольдса. Сила Стокса. [5] §1.6</p>
9.	<p>Модульна контрольна робота. Частина 1. Тема: «Механіка» 8 задач по темам практичних занять для самостійного розв'язку.</p>
10.	<p>Розділ 2. Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Маса і розміри молекул. Кількість речовини. Модель ідеального газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Енергія молекул ідеального газу. [5] § 2.1.</p>
11.	<p>Розділ 2. Тема 2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроееси ідеального газу. Закон Дальтона. [5] § 2.1.</p>
12.	<p>Розділ 2. Тема 2.3. Явища переносу. Середня довжина вільного пробігу молекули, число зіткнень молекул, ефективний діаметр молекули. Дифузія. Внутрішнє тертя. Теплопровідність. [5] § 2.2</p>
13.	<p>Розділ 2. Тема 2.4. Основи термодинаміки. Перший закони термодинаміки. Робота газу при зміні об'єму. Теплота. Теплоємність. Молярні теплоємності газу у різних процесах. Внутрішня енергія ідеального газу. Перший закон термодинаміки. [5] § 2.3.</p>
14.	<p>Розділ 2. Темы 2.4, 2.5. Основи термодинаміки. Перший закони термодинаміки. Оборотні і необоротні процеси та цикли. Адіабатний процес. Політропні процеси. Застосування першого закону термодинаміки до різних процесів і циклів. [5] § 2.3.</p>
15.	<p>Розділ 2. Тема 2.6. Теплові машини. Прямий та обернений цикл Карно. Теплові і холодильні машини. ККД теплових машин. Розрахунок ККД різних циклів. [5] § 2.3.</p>



16.	<i>Розділ 2. Тема 2.7. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові переходи. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Фазові переходи між агрегатними станами. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. [5] § 2.4.</i>
17.	<i>Розділ 2. Тема 2.8. Властивості рідин та твердих тіл. Поверхневий натяг. Додатковий тиск під викривленою поверхнею рідини (формула Лапласа). Капіляри і капілярні явища. Осмотичний тиск. [5] § 2.4.</i>
18.	<i>Модульна контрольна робота. Частина 2. Тема: «Молекулярна фізика і термодинаміка» 8 задач по темам практичних занять для самостійного розв'язку.</i>

### **Лабораторні заняття:**

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>
1.	<i>Вивчення теорії обробки результатів вимірювань у фізичній лабораторії на прикладі математичного маятника</i>
2.	<i>Визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника.</i>
3.	<i>Вивчення законів динаміки обертального руху за допомогою маятника Обербека.</i>
4.	<i>Вивчення законів динаміки за допомогою маятника Максвелла.</i>
5.	<i>Вивчення законів збереження імпульсу та енергії при ударі.</i>
6.	<i>Визначення моменту інерції твердих тіл за допомогою крутильного маятника.</i>
7.	<i>Визначення коефіцієнта в'язкості повітря капілярним методом.</i>
8.	<i>Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.</i>
9.	<i>Визначення коефіцієнта теплопровідності повітря методом нагрітої нитки.</i>
10.	<i>Визначення відношення теплоємностей повітря за сталих тиску та об'єму.</i>
11.	<i>Визначення теплоємності твердих тіл.</i>

### **6. Самостійна робота студента**

*Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:*

<i>№ з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять, виконання домашніх завдань</i>	24
2	<i>Проведення розрахунків за результатами експериментів, отриманих на лабораторних заняттях, підготовка до захисту лабораторних робіт</i>	18
3	<i>Виконання РГР</i>	6
4	<i>Підготовка до МКР</i>	4
5	<i>Підготовка до екзамену</i>	8

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- **правила відвідування занять:** заохочувальні або штрафні бали за відвідування/пропуски занять не нараховуються. Бали можуть бути нараховані за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях.
- **правила поведінки на заняттях:** студент має виконувати вказівки викладача щодо роботи на занятті, поводитися стримано й чемно та не заважати іншим студентам і викладачу. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в дистанційному курсі на платформі Сікорський або інших веб-ресурсах здійснюється за умови вказівки викладача;
- **правила захисту лабораторних робіт:** захист лабораторних робіт складається з двох частин: перевірки розрахунків, які студент виконав відповідно до методичних вказівок до даної роботи, та відповідей на теоретичні запитання (усно на парі, письмово або у вигляді тесту на платформі Сікорський). У випадку, коли здача лабораторної роботи відбувається пізніше останнього заняття циклу, студент отримує штрафний бал.
- **правила захисту індивідуальних завдань:** студент повинен здати розрахунково-графічну роботу у строк, зазначений у завданні і після перевірки роботи викладачем захистити її, відповідаючи на питання, що стосуються виконаного завдання. У випадку, якщо студент здає розрахункову роботу пізніше вказаного в завданні строку, він отримує три штрафні бали.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:** перелік випадків, коли студент отримує заохочувальні та штрафні бали наведений у рейтинговій системі оцінювання (PCO) до даного курсу.
- **політика дедлайнів та перескладань:** якщо студент не проходив або не з'явився на контрольну роботу (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Успішним вважається виконання контрольної роботи, якщо студент отримав за неї не менш, ніж 50% від максимальної кількості балів. У випадку пропуску контрольної роботи без поважної причини або неуспішної здачі контрольної роботи перескладання контрольної роботи здійснюється за узгодженням з викладачем, при цьому максимальна оцінка, яку студент може отримати за контрольну роботу, зменшується на 3 бали;
- **політика щодо академічної доброчесності:** Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- **при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем** (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у месенджерах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** МКР, опитування за темою заняття, виконання письмових домашніх завдань (розв'язок задач), тести на платформі Сікорський, захист лабораторних робіт та РГР.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконання та захист усіх лабораторних робіт, виконання більше 50 % (за рейтинговим балом) письмових домашніх завдань з практичних, мінімальна позитивна оцінка за МКР, мінімальна позитивна оцінка за РГР, семестровий рейтинг не менше 35 балів.

#### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з яких 60 балів складає стартовий рейтинг, що студент заробляє протягом семестру. Стартовий рейтинг складається з балів, які студент отримує за:

1) роботу на практичних заняттях, виконання письмових домашніх завдань, включаючи оцінки за онлайн-тести;

2) модульну контрольну роботу;

3) розрахунково- графічну роботу;

4) виконання та захист 6 лабораторних робіт;

За відповідь на екзамені можна заробити ще до 40 балів.

**Критерії нарахування балів на практичних заняттях.**

Бали нараховуються за активну роботу на занятті (повний розв'язок запропонованої задачі, частковий розв'язок задачі, вірна відповідь на запитання по розв'язку задачі) та за виконання 14 письмових домашніх завдань або онлайн тестів.

Ваговий бал за **активну роботу на занятті** – 2 бали

Повне самостійне рішення задачі (“відмінно”) 2 бали

Частково самостійне рішення задачі (“добре”) 1 бал

Відсутність рішення задачі (“незадовільно”) 0 балів.

Ваговий бал за **виконання письмового домашнього завдання** – 1 бал за кожне домашнє завдання з 5-ти задач.

Повний самостійний розв'язок задачі 0,2 бали

Частковий самостійний розв'язок задачі 0,1 бали

Відсутність розв'язку задачі 0 балів.

Максимальна кількість балів, яку можна отримати на практичних заняттях дорівнює  $14 \times 1 + 2 = 16$  балів.

**Критерії нарахування балів за модульну контрольну роботу.**

Ваговий бал – 10 балів

“Відмінно” 9 – 10 балів.

“Добре” 7 – 8 балів.

“Задовільно” 4 – 6 балів.

“Незадовільно” 0 – 3 бали.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює 10 балів.

**Критерії нарахування балів за розрахунково-графічну роботу.**

Ваговий бал – 10 балів

“Відмінно” 9 – 10 балів.

“Добре” 7 – 8 балів.

“Задовільно” 5 – 6 балів.

“Незадовільно”

0 – 4 бали.

Максимальна кількість балів за розрахункову роботу дорівнює 10 балів.

Критерії нарахування балів за **лабораторні роботи**.

Ваговий бал – 4 бали.

Підготовка до роботи та виконання вимірів 1 бал.

Виконання розрахунків 1 бал

Повна відповідь на теоретичні питання 2 бали

Неповна відповідь на теоретичні питання 1 бал

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 4 бали × 6 = 24 бали.

Критерії нарахування **штрафних та заохочувальних** балів.

Здача лабораторної роботи після останнього заняття циклу – 1 бал

Несвоєчасна здача модульної контрольної роботи з позитивною оцінкою – 3 бали

Несвоєчасна здача розрахункової роботи – 3 бали

За активну роботу на лекційних та практичних заняттях студент може отримати до 7 заохочувальних балів.

Штрафні бали студенти компенсують виконанням додаткових завдань.

Умовою **першої атестації** є отримання не менше 10 балів, успішне виконання всіх лабораторних робіт та виконання більше 50 % (за рейтинговим балом) домашніх завдань з практичних на час атестації. Умовою **другої атестації** – отримання не менше 20 балів, успішне виконання всіх лабораторних робіт, виконання більше 50 % (за рейтинговим балом) домашніх завдань з практичних та модульної контрольної роботи на час атестації.

**Екзаменаційний білет** включає 5 пунктів (2 теоретичних питання і 3 задачі), кожен з пунктів максимально оцінюється у 8 балів. Всього 40 балів. На екзамені студенти готують короткі письмові розрахунки та дають усну відповідь. Кожен пункт в білеті оцінюється за такими критеріями:

«відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв’язування задачі) – 8-7 балів;

«добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 6-5 балів;

«задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (задача вирішена з певними недоліками) – 4-2 бали;

«незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 1-0 балів.

Для об’єктивної оцінки знань студента викладач має право ставити додаткові питання з програми курсу, які не містяться в білеті.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до **екзаменаційної оцінки** згідно з таблицею

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре

<i>74...65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64...60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску до екзамену</i>	<i>Не допущено</i>

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Перелік запитань наведено в папці курсу на платформі «Сікорський» та на сайті кафедри [kzf.kpi.ua](http://kzf.kpi.ua).*
- *Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».*

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав** доцент Шут А.М.

**Ухвалено** кафедрою загальної фізики (протокол засідання кафедри № 7 від 21.05.2024 р.).

**Погоджено** Методичною комісією ІАТЕ (протокол № 9 від 31.05.2024 р.).