



## ФІЗИКА. Частина 1. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електрика. Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна, змішана, дистанційна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекції – 54 годин Практичні заняття – 18 годин Лабораторні заняття - 18 годин МКР - 1 РГР - 1 Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайт <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<b>Лектори:</b> <i>докт.фіз.--мат.н., доцент Дарія Вікторівна Савченко, <a href="https://t.me/dariyasavchenko">https://t.me/dariyasavchenko</a> к.ф.-м.н., доцент Юрій Федорович Носачов, <a href="mailto:j.nosat23@gmail.com">j.nosat23@gmail.com</a>, телеграм: @J_Nos_zf</i> <b>Практичні заняття:</b> <i>к.ф.-м.н., доцент Юрій Федорович Носачов, <a href="mailto:j.nosat23@gmail.com">j.nosat23@gmail.com</a>,</i> <b>Лабораторні заняття:</b> <i>старший викладач Олександра Володимирівна Дрозденко, старший викладач Ольга Валеріївна Долянівська</i>
Розміщення курсу	<i>campus.kpi.ua, physics.zfftt.kpi.ua</i>

## **1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання**

Курс фізики є фундаментальною основою для вивчення цілого ряду дисциплін професійної та практичної підготовки інженерів різних напрямів підготовки. В процесі вивчення дисципліни «Фізика» студенти набудуть ґрунтовне розуміння законів природи, покладених в основу інженерних рішень при вирішенні виробничих завдань.

### **Мета навчальної дисципліни**

Фізика є однією з основних природничо-наукових дисциплін, в яких вивчаються закони неживої природи. Під природничими науками сьогодні можна розуміти ті галузі знань, в яких може бути проведений експеримент для підтвердження припущень і моделей, висунутих теорією і проведених дослідів. Еволюція розвитку природничих наук дозволила істотно розширити цим наукам методологію досліджень порівняно з філософією, частиною якої вони були, і перетворити їх із споглядальних в експериментальні.

В класичних курсах фізики студенти вивчають закони природи, які є основою переважної більшості інженерних та технічних дисциплін, які нині є в самостійними областями досліджень та практики.

**Метою вивчення дисципліни** є формування у майбутніх фахівців стійких знань з законів природи, уміння використовувати отримані знання при подальшому вивченні спеціальних дисциплін, а також у майбутній професійній діяльності. Дисципліна забезпечує набуття компетентностей:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01)

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02)

Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач (ФК 01)

та програмних результатів навчання:

Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (ПРН 01)

Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії (ПРН 06)

**Предмет навчальної дисципліни** – основні поняття та закони неживої природи.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен **знати та вміти** використовувати знання законів неживої природи на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, зокрема, тих, що лежать в основі дисциплін фахового спрямування: механіки, термодинаміки та ін.

Студент повинен **уміти**: поєднувати теорію і практику для розв'язування практичних завдань; застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних професійних задач; знаходити потрібну інформацію у літературі, консультуватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором **компетентностей** бакалаврського рівня, зокрема: здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки інженерної; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність працювати індивідуально; здатність працювати в команді; здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації; здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері своєї професійної діяльності.

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

Дисципліна базується на знаннях з фізики та математики, засвоєних в рамках загальної середньої освіти. Вивчення курсу передбачає використання навичок з теорії і техніки експерименту та математичних навичок, що набуваються за паралельного вивчення математичних дисциплін. Необхідним елементом при вивченні дисципліни є оволодіння понятійним та математичним апаратом математичного аналізу, аналітичної геометрії, лінійної алгебри та векторного аналізу. Окремі питання вимагають вміння розв'язання найпростіших диференціальних рівнянь, що вивчають у рамках дисципліни «Диференціальні рівняння».

Набуті знання та уміння при подальшому навчанні будуть застосовуватися при вивченні як загально-технічних дисциплін (електротехніка, теоретична механіка, опір матеріалів тощо) так і спеціальних (фізична хімія, тепло- масообмін, квантова фізика тощо).

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1 – Фізика. Частина 1 . Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка. Електрика.

Кредитні модулі	всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
	кредитів	годин	лекцій	практичні заняття	лабораторні роботи	СРС	
1	6	180	54	18	18	90	екзамен

### Кредитний модуль 1.

#### « МЕХАНІКА. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА і ТЕРМОДИНАМІКА. ЕЛЕКТРИКА »

##### Вступ

Фізика та її зв'язок з суміжними науками. Фізика і технічний прогрес. Об'єкти дослідження і межі застосування класичної механіки, релятивістської і хвильової механіки. Властивості абсолютних простору і часу. Розділи класичної механіки.

### 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КЛАСИЧНОЇ МЕХАНІКИ

#### 1.1. Кінематика руху матеріальної точки

Система відліку. Положення матеріальної точки в просторі. Лінійні і кутові кінематичні характеристики руху матеріальної точки. Тангенціальне і нормальне складові прискорення. Закон руху.

### **1.2. Динаміка руху матеріальної точки**

Поняття сили, маси, імпульсу точки. Інерціальні і не інерціальні системи відліку. Закони Ньютона в інерціальних системах відліку. Імпульс матеріальної точки, імпульс системи матеріальних точок. Центр мас системи матеріальних точок. Закон збереження імпульсу. Закон всесвітнього тяжіння.

Перетворення Галілея. Закон додавання швидкостей. Принцип відносності Галілея. Закони Ньютона в не інерціальних системах відліку, сили інерції.

### **1.3. Енергія і робота**

Механічна робота. Потужність. Кінетична енергія і її властивості. Кінетична енергія і механічна робота. Консервативні і не консервативні сили. Потенціальна енергія системи. Робота консервативної сили і потенціальна енергія. Зв'язок між потенціальною енергією і консервативною силою. Повна механічна енергія. Закон збереження енергії.

### **1.5. Динаміка твердого тіла**

Особливості поступального і обертального рухів твердого тіла. Центр мас твердого тіла. Момент інерції тіла. Теорема Штейнера. Головні осі інерції. Моменти інерції різних тіл. Момент сили відносно точки і відносно осі. Момент пари сил. Момент імпульсу відносно точки і відносно осі. Закон збереження моменту імпульсу. Основне рівняння динаміки обертального руху. Робота і енергія при обертальному русі. Гіроскоп, гіроскопічний ефект, прецесія гіроскопа.

### **1.6. Механічні коливання і хвилі**

Вільні незгасаючі коливання. Енергія коливального руху. Математичний і фізичний маятники. Векторна діаграма. Складання коливань одного напрямку. Складання взаємно перпендикулярних коливань. Загасаючі коливання. Добротність. Вимушені коливання. Резонанс. Пружні хвилі і розповсюдження їх в пружному середовищі. Рівняння плоскої і сферичної хвилі. Хвильове рівняння. Енергія пружної хвилі.

### **1.7. Основи спеціальної теорії відносності.**

1.7.1. Основи релятивістської кінематики Спеціальна теорія відносності, постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца та висновки з них: довжина тіл, тривалість процесів і одночасність явищ в різних інерціальних системах відліку. Складання швидкостей в с.т.в. Інтервал між двома явищами.

1.7.2. Основи релятивістської динаміки Маса, імпульс і енергія релятивістської частинки. Зв'язок між масою і енергією. Частинка з нульовою масою спокою.

### **1.8. Статика та динаміка рідин і газів**

Тиск у рідинах та газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Рух в'язкої рідини. Рух тіл у рідинах та газах.

## **2. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА**

### **2.1. Предмет і метод молекулярної фізики і термодинаміки. Ідеальний газ**

Молекулярна фізика і термодинаміка, їх задачі і методи. Макроскопічні параметри і їх мікроскопічне тлумачення. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії для тиску ідеального газу. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури. Рівняння стану ідеального газу. Закони ідеальних газів.

### **2.2. Перший закон термодинаміки**

Внутрішня енергія термодинамічної системи. Теплота, робота, теплоємність. Перший закон

термодинаміки. Ізопроцеси ідеального газу: ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний, політропний процеси.

### **2.3. Другий закон термодинаміки. Теорема Нернста**

Колові процеси. Цикл Карно та його ККД. Нерівність Клаузіуса. Ентропія та її властивості. Другий закон термодинаміки і його статистичний характер. Третій закон термодинаміки. Теорема Нернста.

### **2.4. Статистичний розподіл**

Поняття математичної імовірності реалізації події. Математичні імовірності для дискретного і неперервного спектрів значень. Поняття функції розподілу. Розподіл молекул ідеального газу за швидкостями і енергіями. Закони розподілу Больцмана, Максвелла, Максвелла-Больцмана.

### **2.5 Реальні гази**

Відмінність реального газу від ідеального. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми реальних газів. Внутрішня енергія реального газу.

### **2.6. Явища переносу в газах.**

Явища переносу Середня довжина вільного пробігу молекули в газах. Дифузія в газах. Внутрішнє тертя в газах. Теплопровідність газів. газів.

## **3.ЕЛЕКТРИКА**

### **3.1 Електростатичне поле в вакуумі.**

Закон Кулона. Напруженість та потенціал поля, зв'язок між ними. Графічне відображення поля.. Поняття потік вектора  $E$ , дивергенція вектора  $E$ . Теорема Гауса. Циркуляція вектора  $E$ , потенціальний характер електростатичного поля.

### **3.2 Електростатичне поле в діелектриках і провідниках**

Полярні та неполярні молекули. Поляризація діелектриків. Опис електричного поля в діелектриках. Вектор електричного зміщення. Рівновага зарядів на провіднику. Провідник в зовнішньому полі. Електроємність відокремленого провідника. Конденсатори.

### **3.3 Енергія електричного поля.**

Енергія системи точкових зарядів. Енергія зарядженого провідника. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія електростатичного поля.

### **3.4 Постійний електричний струм та його характеристики.**

#### **Закони постійного струму.**

Електричний струм, сила і густина струму. Рівняння неперервності. Електрорушійна сила. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа . Основи класичної електронної теорії електропровідності металів.

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

Базова література

1. Загородній, В. В. Загальна фізика. Механіка: підручник / В. В. Загородній ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-е вид., виправл. і доповн. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 364с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392>

2. Курс загальної фізики : навчальний посібник / В.М. Вакалюк, А.В. Вакалюк ; Міністерство освіти і науки України, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. - ІваноФранківськ : ІФНТУНГ, 2021

3. Збірник задач із загальної фізики: навч. посіб. для студентів інженерно-технічних спеціальностей./ уклад.: В. П. Бригінець, І. М. Репалов, Л. П. Пономаренко, Н. О. Якуніна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 230 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51252>

4. 1. Загальна фізика. Методичні вказівки і контрольні завдання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Комп'ютерні поліграфічні системи» спец. 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. Ф. Носачов, Д. В. Савченко. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 120 с. Затверджено Вченою радою ФМФ (протокол № 6 від 17.04.2024), на розгляді Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського

5. Механіка. Збірник задач до розділу «Механіка»: навчальний посібник / уклад. В. П. Бригінець, О. В. Дімарова, Л. П. Пономаренко, І. М. Репалов, Н. О. Якуніна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 83 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46056> 5. Шкурдода Ю. О., Пасько О. О., Коваленко О. А. Молекулярна фізика та термодинаміка. Сумський державний університет, 2021

Додаткова література:

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

2. Фізика: Механіка: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад. А. М. Цюпа, Т. І. Братусь, С. В. Пальцун. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1806>

3. Фізика: Молекулярна фізика: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад. А. М. Цюпа, Т. І. Братусь, С. В. Пальцун. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/1805/1/Mol\\_fizyka.doc](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/1805/1/Mol_fizyka.doc)

4. Механіка : навчально-методичний посібник для самостійної роботи з дисципліни "Фізика" : для студентів технічних спеціальностей / С.Д. Гапochenko ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет "ХПІ". - Харків : ТОВ "В Справі", 2021. - 115 с.

5. Загальна фізика : підручник / Г.С. Фелінський ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ : Видавництво "Каравела", 2020. - 655 с. 6. Збірник задач з фізики : навчальний посібник / І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, С.О. Юр'єв, О.Б. Біленька [та 14 інших] ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. - 242 с.

6. Задачі з загальної фізики. Механіка : навчальний посібник / І.В. Венгер, Є.Ф. Венгер, Л.Ю. Мельничук, О.В. Мельничук ; за загальною редакцією Л.Ю. Мельничук ; Міністерство освіти і науки України, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. - Київ : Академперіодика, 2018. - 745 с.

7. I.V. Savelyev. Physica a general course. V. 1. Mechanics, molecular physics. Springer-2019

Інтернет-ресурси:

1. Електронна бібліотека: <https://zfftt.kpi.ua/ua/navchannya/elektronna-biblioteka>

2. Лабораторний практикум: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/page/view.php?id=540>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього

компонента)

Лекційні заняття

№ п/п	Тема лекцій, перелік основних питань
<b>Розділ 1. Фізичні основи механіки</b>	
1	<p><b>Л-1 Предмет і метод фізики.</b> Предмет і зміст дисципліни. Зв'язок фізики з суміжними науками. Класична механіка, її розділи і межі її застосування. Властивості абсолютного простору і абсолютного часу. Система відліку.</p>
2	<p><b>Л-2 Кінематика матеріальної точки</b> Лінійні і кутові кінематичні характеристики руху матеріальної точки, зв'язок між ними. Закон руху. Тангенціальне і нормальне складові прискорення.</p>
3	<p><b>Л-3 Динаміка матеріальної точки.</b> Поняття сили. Поняття маси. Інерціальні і неінерціальні системи відліку. Закони Ньютона в інерціальних системах. Імпульс матеріальної точки, імпульс системи матеріальних точок. Центр мас системи матеріальних точок. Закони збереження імпульсу м.точки, системи м. точок.</p>
4	<p><b>Л-4 Принцип відносності галілея</b> Перетворення Галілея. Закон додавання швидкостей. Принцип відносності Галілея. Закони Ньютона в неінерціальних системах відліку. Сили інерції.</p>
5	<p><b>Л-5 Робота, потужність, енергія.</b> Означення механічної роботи. Потужність. Консервативні (потенціальні) і неконсервативні сили. Кінетична енергія і її властивості. Теорема про кінетичну енергію. Потенціальна енергія і її властивості. Потенціальні криві. Зв'язок між консервативною силою і потенціальною енергією. Повна механічна енергія.</p>
6	<p><b>Л-6 Закон збереження повної механічної енергії.</b> Приклади його застосування: розрахунок другої космічної швидкості, умови стійкої і нестійкої рівноваги тіла.</p>
7	<p><b>Л-7 Динаміка твердого тіла.</b> Поступальний і обертальний рухи. Центр мас твердого тіла. Момент інерції м. точки, системи м. точок, тіла. Теорема Штейнера. Момент сили. Момент імпульсу та закон його збереження. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Основне рівняння динаміки обертального руху. Кінетична енергія і робота при обертальному русі.</p>
8	<p><b>Л-8 Елементи спеціальної теорії відносності. Релятивістська кінематика.</b> Постулати теорії відносності. Перетворення проміжків часу і довжин відрізків. Поняття одночасності подій. Перетворення Лоренца. Інтервал.</p>
9	<p><b>Л-9 Елементи спеціальної теорії відносності. Релятивістська динаміка.</b> Релятивістський імпульс. Основне рівняння релятивістської динаміки. Релятивістська маса. Зв'язок енергії та імпульсу в СТВ.</p>
10	<p><b>Л-10 Механічні коливання</b> Коливальний рух. Коливання механічної системи при малих відхиленнях від положення стійкої рівноваги, гармонічний осцилятор. Вільні незгасаючі коливання: пружний маятник, математичний маятник, фізичний маятник.</p>
11	<p><b>Л-11 Вільні згасаючі коливання механічної системи</b> Згасаючі коливання. Характеристики згасаючих коливань: добротність коливальної системи, логарифмічний декремент загасання, час релаксації.</p>

12	<b>Л-12 Вимушені коливання</b> Вимушені коливання. Явище резонансу. Векторна діаграма, додавання гармонійних коливань.
13	<b>Л-13 Пружні хвилі</b> Поширення хвиль в пружному середовищі. Рівняння плоскої і сферичної хвиль. Хвильове рівняння. Енергія пружної хвилі
<b>Розділ 2 МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА.</b>	
14	<b>Л-14 Основи молекулярно-кінетичної теорії газів</b> Об'єкт дослідження і методи молекулярної фізики і термодинаміки. Термодинамічні параметри, термодинамічні стани, термодинамічні процеси. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) газів. Модель ідеального газу. Основне рівняння МКТ для тиску ідеального газу. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси. Основні закони ідеального газу. Реальний газ. Рівняння стану реального газу.
15	<b>Л-15 Статистичні розподіли</b> Поняття про статистичний розподіл. Функція розподілу. Розподіл молекул за швидкостями та енергіями (Розподіл Максвелла). Визначення характерних швидкостей. Експериментальне підтвердження розподілу Максвелла. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана.
16	<b>Л-16 Елементи термодинаміки. Термодинамічний метод.</b> Дві форми обміну енергії: робота і теплообмін. Перше начало термодинаміки для замкнених і незамкнених термодинамічних процесів. Внутрішня енергія ідеального газу. Теплоємність ідеального газу. Адіабатний процес, рівняння адіабати. Ефект Джоуля-Томсона.
17	<b>Л-17 Друге начало термодинаміки.</b> Теплова машина. ККД теплового двигуна. Цикл Карно. Ідеальна теплова машина, її ККД. Теореми Карно. Другий закон термодинаміки, його різні формулювання. Нерівність Клаузіуса. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Ентропія і термодинамічна імовірність. Теорема Нернста.
18	<b>Л-18 Реальні гази. Явища переносу</b> Відмінність реального газу від моделі ідеального газу. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса і ізотерми реального газу. Внутрішня енергія реального газу. Явища переносу в газах. Середня довжина вільного пробігу молекули в газах. Дифузія, внутрішнє тертя, теплопровідність газів.
<b>Розділ 3 ЕЛЕКТРИКА</b>	
19	<b>Л-19 Електричне поле в вакуумі. Характеристики електричного поля</b> Поняття електромагнітного поля. Електричні заряди. Закон Кулона. Розрахунок електростатичної взаємодії точкових і розподілених зарядів. Напруженість електростатичного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Графічне відображення електростатичного поля. Теорема Гауса.
20	<b>Л-20 Розрахунок поля з використанням теореми Гауса</b> Розрахунок поля з використанням теореми Гауса: поле зарядженої нескінченної площини та двох паралельних площин; поле нескінченної рівномірно зарядженої нитки (циліндра); поле зарядженої сферичної поверхні (сфери); поле рівномірно зарядженої кулі.
21	<b>Л-21 Відображення властивостей векторних полів</b>

	<p>Поняття дивергенції вектора. Теорема Остроградського- Гауса. Поняття ротор вектора. Теорема Стокса. Теорема Гауса в диференціальній формі відображення.</p>
22	<p><b>Л-22 Потенціал електричного поля</b>  Робота по перенесенню заряду в електричному полі. Потенціал поля. Різниця потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні. Зв'язок напруженості та потенціалу електростатичного поля.</p>
23	<p><b>Л-23 Електричне поле в діелектриках</b> Типи діелектриків. Явище поляризації діелектрика. Вектор поляризації. Електричне поле в діелектрику, діелектрична проникність. Теорема Гауса для вектора поляризації, вектор електричного зміщення <math>D</math> . Електричне поле на межі двох середовищ.</p>
24	<p><b>Л-24 Електричне поле в провідниках</b>  Розподіл зарядів на поверхні провідника в умовах рівноваги. Провідник в електричному полі, явище електростатичної індукції. Електрична ємність, конденсатори. Розрахунок ємності конденсатора, батареї конденсаторів.</p>
25	<p><b>Л-25 Енергія електричного поля</b>  Енергія взаємодії системи зарядів, енергія зарядженого конденсатора;енергія електричного поля, об'ємна густина енергії.</p>
26	<p><b>Л-26 Постійний електричний струм та його характеристики</b> Електричний струм і умови його існування, постійний струм, сила і густина струму. Рівняння неперервності. Електрорушійна сила. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа для розгалужених мереж. Потужність і ККД постійного струму.</p>

## Практичні заняття

Основним завданням циклу практичних занять є оволодіння студентами прийомами і методами практичного застосування знань.

Для підготовки до практичного заняття студент повинен 1) опрацювати теоретичний матеріал за темою заняття; 2) вивчити приклади розв'язування задач. Після проведення заняття виконати домашнє завдання по розв'язуванню задач.

№ п/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу)
	<b>Розділ 1 ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕХАНІКИ</b>
1	<i>Кінематика матеріальної точки та твердого тіла</i> Кінематика поступального і обертального руху. Основні кінематичні величини. Відносність руху. Рух по криволінійній траєкторії. Нормальне, тангенціальне і повне прискорення. Нерівномірний рух по колу. [1], [3], [6], [8], [10], [12]
2	<i>Динаміка систем (динаміка матеріальної точки та системи точок. Динаміка твердого тіла)</i> Динаміка поступального руху. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Основне рівняння механіки поступального руху (II закон Ньютона та його застосування). Імпульс тіла його зміна під дією сил. Імпульс системи тіл, умови збереження імпульсу, застосування закону збереження імпульсу. [1], [3], [6], [8], [10], [12]
3	<i>Динаміка систем (динаміка матеріальної точки та системи точок. Динаміка твердого тіла)</i>

	Основне рівняння динаміка твердого тіла. Застосування основного рівняння динаміки твердого тіла. Моменти інерції тіл. [1], [3], [6], [8], [10], [12]
4	<i>Робота та енергія</i> Енергія, робота, потужність. Закон збереження енергії. Сумісне застосування законів збереження. Робота постійної та змінної сили. Потужність машин і механізмів, потужність сили. Кінетична та потенціальна енергія. [1], [3], [6], [8], [10], [12]
	<b>Розділ 2 МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКИ І ТЕРМОДИНАМІКА</b>
5	Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Рівняння стану газу. Закон Дальтона. [2], [4], [10], [11]
6	Закони ідеального газу. Застосування рівняння Клапейрона. Закони ізопроцесів. Зв'язок критичних параметрів та поправок Ван-дер-Ваальса. [2], [4], [10], [11]
7	Перше начало термодинаміки. Внутрішня енергія та робота газу. Теплоємність газів. [2], [4], [10], [11]
8	Цикли. Друге начало термодинаміки. Робота газу в колових процесах. ККД циклу. Цикл Карно. Зміна ентропії. [2], [4], [10], [11]
	<b>Розділ 3. ЕЛЕКТРОСТАТИКА</b>

9	Закон Кулона. Електричне поле у вакуумі: напруженість поля точкових і розподілених зарядів; теорема Гаусса. Потенціал електричного поля, робота сил поля, енергія взаємодії зарядів. Ємність, конденсатори, енергія електричного поля. [5], [7], [10], [11]
---	---

### Лабораторні заняття

У першому семестрі студенти виконують лабораторні роботи з циклу «Механіка», «Молекулярна фізика і термодинаміка» та «Електростатика» відповідно до встановленого графіка та розкладу занять.

Основним завданням циклу лабораторних робіт є набуття студентами досвіду проведення експериментальних досліджень при перевірці положень теорії та засвоєння правил обробки експериментальних даних та оформлення одержаних результатів.

Для підготовки до роботи в лабораторії треба: 1) вивчити положення теорії; 2) підготувати протокол дослідження; 3) виконати віртуальну лабораторну роботу. Після проведення заняття виконати пройти тест для перевірки готовності до виконання лабораторної роботи

№ п/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)
1-0	Теорія похибок і обробка результатів вимірювань у фізичній лабораторії <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/TheorOfErrors.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/TheorOfErrors.pdf</a>
1-1	Вивчення теорії обробки результатів вимірювань у фізичній лабораторії на прикладі математичного маятника <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-1.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-1.pdf</a>
1-2	Вивчення динаміки обертового руху на прикладі фізичного маятника <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-2.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-2.pdf</a>
1-3	Вивчення динаміки обертового руху на основі маятника Обербека або оборотного маятника. <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-3.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-3.pdf</a>
1-5	Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.

	<a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-5.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-5.pdf</a>
1-6	Визначення відношення теплоємностей $C_p/C_V$ для повітря. <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-6.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-6.pdf</a>
1-7	Вивчення ламінарної течії газу крізь тонкі трубки. <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-7.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-7.pdf</a>
1-9	Вивчення розподілу Больцмана. <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-9.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab1-9.pdf</a>
2-1	Визначення опору провідника за допомогою моста сталого струму (моста Уїтстона) <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab2-1.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab2-1.pdf</a>
2-2	Вимірювання електрорушійної сили методом компенсації <a href="http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab2-2.pdf">http://physics.zfftt.kpi.ua/repository/coursefilearea/file.php/1/Labs/Lab2-2.pdf</a>

## **6. Самостійна робота студента**

7. Самостійна робота студентів полягає у підготовці завдань, отриманих на попередніх лекційних, практичних або лабораторних заняттях. Згідно навчального плану пропонуються індивідуальні семестрові завдання у вигляді самостійного вивчення окремих теоретичних питань, які не розглядались на лекціях, модульної контрольної роботи, розв'язку задач на кожному практичному занятті, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях.

## **Політика та контроль**

### **8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

В рамках вивчення дисципліни ставиться наступний перелік вимог перед студентом:

- обов'язкове відвідування лекцій, практичних, та лабораторних занять;
- на заняттях уважно та добросовісно ставитись до отриманого матеріалу, проявляти активність та показувати небайдужість до предмету;
- студент самостійно оформлює лабораторну роботу, згідно протоколу, надає висновки та відповіді на контрольні запитання. Під час захисту на занятті, або на консультації, відповідає на питання викладача;
- студент самостійно виконує індивідуальні завдання з практики, та під час захисту на занятті, або на консультації, відповідає на питання викладача;
- студенти отримують за не допуск до лабораторних робіт у зв'язку з незадовільним вхідним контролем (–0,5) балів.
- за несвоєчасний захист модульної контрольної роботи студенти отримують (–1) бал.
- правильне самостійне рішення задачі на практичному занятті (+0,5) балів.
- активна участь у обговоренні, відповіді на лекціях, практичних та лабораторних заняттях – від 0,5 до 1 заохочувальних балів. Всі заохочувальні бали враховуються тільки на екзамені.
- перескладати практичні та лабораторні заняття можна на консультації.
- політика та принципи академічної добросовісності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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

*Рейтинг з дисципліни (РД) враховує роботу студента протягом семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на іспиті.*

*Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:*

- *результатами роботи на лекціях;*
- *результатами виконання завдань на практичних заняттях,*

- результатами лабораторних занять;
- виконання домашньої контрольної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР),
- поточний контроль засвоєння окремих тем;
- виконання завдань отриманих на іспиті.

Рейтинг з дисципліни розраховується за формулою рейтингова оцінка ( $RD$ ) з кредитного модуля формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу ( $r_c$ ) та балів отриманих на іспиті ( $r_I$ ):

$$RD = r_c + r_I$$

Стартового рейтинг є сумарною оцінкою за виконання студентом завдань поточного контролю та модульної контрольної роботи:

$$r_c = \sum_k r_{п} + r_M$$

$r_{п}$  – бал поточного контролю,  $r_M$  – бал отриманий на модульній контрольній роботі. Максимальна кількість балів стартового рейтингу складає 60 балів.

Критерії оцінювання результатів роботи на в семестрі наведені в таблиці 1, штрафні та заохочувальні бали- в таблиці 2.

Таблиця.1. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ (PCO)

Вид роботи	Кількість	Максимальний бал		Сума
Лекційні заняття	18	Поточне тестування он-лайн	0,4	9
		Наявність конспекту	0,1	
Практичні заняття	18	Робота на занятті	0,5	18
		Виконання ДЗ	0,25	
		Вхідний контроль	0,25	
Лабораторні заняття	8	Вхідне тестування	0,3	16
		Виконання віртуальної роботи	0,2	
		Робота в лабораторії <sup>1</sup>	0,3	
		Захист роботи	1	
		Оформлення протоколу	0,2	
РГР (ДКР)	1	Частина 1	3	6
		Частина 2	3	
МКР	1	Частина 1	3	6
		Частина 2	3	
Поточне тестування оф-лайн	9			5
Сума вагових балів контрольних заходів				60

Таблиця 2. ШТРАФНІ ТА ЗАОХОЧУВАЛЬНІ БАЛИ

бали

1. Несвоєчасне виконання завдання СРС	-0,2
---------------------------------------	------

<sup>1</sup> При дистанційній формі навчання робота в лабораторії – це демонстрація студентом виконання роботи га віртуальному макеті.

2. Відсутність на лекції або на практичних заняттях без поважних причин	-0,2
3. Несвоєчасний захист ДКР (запізнення на тиждень)	-1
4. Якісне ведення конспекту лекцій	1...5
5. Оформлення звіту з виконання СРС (практичні заняття)	1...2
6. Участь у конференціях, семінарах, підготовка рефератів	5
<b>Максимальна сума заохочувальних R<sub>s</sub></b>	<b>12</b>

### Семестровий контроль: *екзамен*

До екзамену (іспиту) допускаються студенти, котрі за результатами поточного контролю набрали не менше 36 балів (60 % від максимально можливих) за умови здачі всіх лабораторних робіт, успішного захисту ДКР, виконання усіх завдань практичних занять та позитивного результату виконання модульної контрольної роботи (не менше 60 % правильно виконаних завдань). За результатами екзамену студент може набрати 40 балів.

**Табл. 3.** Критерії оцінювання та кількість балів на іспиті.

<b>Критерії</b>	<b>Кількість балів</b>
<i>студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	35-40
<i>студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, вміє правильно використовувати знання</i>	30-35
<i>студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності, щодо використання отриманих знань</i>	25-30
<i>студент демонструє задовільні знання навчального матеріалу, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань</i>	20-25
<i>студент демонструє задовільні засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки, щодо використання отриманих знань</i>	15-20
<i>незадовільне знання теорії та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань</i>	1-15

Максимальна сумарна оцінка може бути 100 балів, мінімальна сумарна позитивна оцінка складає 60 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни

### Додаток 1. Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

## Фізичні основи механіки

1. Система відліку. Лінійні і кутові кінематичні характеристики руху матеріальної (м.) точки. Закон руху м. точки.
2. Тангенціальна і нормальна складові прискорення м. точки.
3. Поняття сили і маси, їх властивості. Імпульси тіла, системи тіл. Інерціальні і неінерціальні системи відліку. Закони Ньютона в інерціальних системах.
4. Механічний принцип відносності Галілея. Закон додавання швидкостей.
5. Закони динаміки в неінерціальних поступальних системах відліку. Сили інерції.
6. Механічна робота. Потужність. Графічне відображення роботи.
7. Кінетична енергія тіла, її властивості. Зв'язок між механічною роботою і кінетичною енергією.
8. Консервативні і неконсервативні сили. Потенціальна енергія системи тіл, її властивості. Зв'язок між роботою консервативної сили і потенціальною енергією. Визначення потенціальної енергії по заданій консервативній силі.
9. Потенціальна енергія системи тіл, її властивості. Зв'язок потенціальної енергії з консервативною силою.
10. Поступальний і обертальний рухи твердого тіла. Центр мас твердого тіла. Кінематичні характеристики обертального руху: кутове переміщення, кутова швидкість, кутове прискорення. Зв'язок між обертальними і лінійними характеристиками. Період і частота обертання.
11. Момент сили відносно точки. Момент сили відносно осі. Момент імпульсу частинки відносно точки і відносно осі. Рівняння моментів для окремої частинки і системи частинок.
12. Зв'язок між кутовим прискоренням твердого тіла і моментом зовнішніх сил, діючих на тіло: основний закон динаміки обертального руху твердого тіла.
13. Момент інерції тіла відносно вісі обертання. Теорема Штейнера.
14. Енергія обертального руху твердого тіла. Механічна робота при обертальному русі.
15. Закони зміни і збереження імпульсу м. точки і системи м. точок.  
Центр мас системи м. точок.
16. Закони зміни і збереження моменту імпульсу твердого тіла.
17. Закони зміни і збереження механічної енергії системи м. точок.
18. Умови рівноваги механічної системи. Стійка і нестійка рівноваги.

## Механічні коливання

1. Коливальні процеси. Одномірний класичний гармонічний осцилятор.
2. Коливання механічної системи при малих відхиленнях від положення стійкої рівноваги.
3. Вільні незгасаючі коливання: пружний маятник.
4. Вільні незгасаючі коливання: математичний маятник.
5. Вільні незгасаючі коливання: фізичний маятник.
6. Енергія вільних незгасаючих коливань.
7. Вільні згасаючі коливання.
8. Характеристики вільних згасаючих коливань: добротність, час релаксації, логарифмічний декремент загасання.

9. Вимушені коливання. Явище резонансу.
10. Додавання гармонічних коливань. Векторна діаграма.

### **Молекулярна фізика і термодинаміка**

1. Ідеальний газ. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) для тиску ідеального газу. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури.
2. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси. Газові закони: Бойля-Маріотта, Шарля, Гей-Люсака, Дальтона, Авогадро.
3. Математична ймовірність події. Функція розподілу ймовірностей. Умова нормування ймовірностей. Арифметичне і статистичне середні значення величин.
4. Розподіл Максвелла.
5. Максвеловський закон розподілу молекул за модулем швидкостей. Визначення середньої швидкості молекул. Середня квадратична швидкість молекул.
6. Максвеловський закон розподілу молекул за кінетичними енергіями.
7. Ідеальний газ в однородному полі тяжіння. Барометрична формула Лапласа.
8. Розподіл Больцмана. Закон Максвелла-Больцмана.
9. Обмін енергією між макроскопічними тілами: робота і теплопередача (теплообмін). Графічне відображення роботи в термодинаміці.
10. Перший закон (початок) термодинаміки для циклів і не колових процесів. Внутрішня енергія системи.
11. Ступені свободи системи. Розподіл енергій хаотичного теплового руху молекул за ступенями свободи. Внутрішня енергія ідеального газу.
12. Теплоємність. Види теплоємностей.
13. Другий закон термодинаміки. Статистичне і термодинамічне визначення ентропії. Теорема Нернста.
14. Цикл Карно. Тепловий двигун. Оцінка ефективності роботи теплового двигуна.
15. Застосування першого і другого законів термодинаміки для характеристики ізопроцесів в ідеальних газах: ізохорний процес.
16. Застосування першого і другого законів термодинаміки для характеристики ізопроцесів в ідеальних газах: ізобарний процес.
17. Застосування першого і другого законів термодинаміки для характеристики ізопроцесів в ідеальних газах: ізотермічний процес.
18. Застосування першого і другого законів термодинаміки для характеристики адіабатного процесу в ідеальних газах.
19. Реальні гази. Відмінність реального газу від ідеального. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми реальних газів. Критичний стан. Внутрішня енергія реального газу.
20. Явища переносу в газах: дифузія, внутрішнє тертя, теплопровідність

### **Електрика. Постійний струм**

1. Електричні заряди. Закон Кулона. Розрахунок електростатичної взаємодії точкових, протяжних зарядів.
2. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Розрахунок поля на основі принципу суперпозиції: поле електричного диполя; поле зарядженого кільця.

3. Графічне відображення електростатичного поля. Лінії вектора напруженості , еквіпотенціальні поверхні.
4. Потік вектора напруженості. Теорема Гауса в інтегральній формі відображення. Приклади застосування теореми для розрахунку поля: електричне поле рівномірно зарядженої нескінченної площини.
5. Потік вектора напруженості. Теорема Гауса в інтегральній формі відображення. Приклади застосування теореми для розрахунку поля: електричне поле рівномірно зарядженої нескінченної нитки (циліндричної поверхні).
6. Потік вектора напруженості. Теорема Гауса в інтегральній формі відображення. Приклади застосування теореми для розрахунку поля: електричне поле зарядженої сфери.
7. Робота сил електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Потенціал, різниця потенціалів.
8. Характеристики електростатичного поля. Зв'язок потенціалу з напруженістю поля.
9. Розрахунок потенціалу і різниці потенціалів в електростатичному полі: потенціал поля точкового заряду, потенціал поля електричного диполя.
10. Полярні і неполярні молекули. Електричний диполь в однорідному і неоднорідному електричних полях. Механізм поляризації діелектриків.
11. Механізм поляризації діелектриків. Вектор поляризації. Зв'язок вектора поляризації з поверхневою густиною зв'язаних зарядів.
12. Електричне поле в діелектрику. Діелектрична проникність.
13. Теорема Гауса для електричного поля в діелектриках. Вектор електричної індукції.
14. Рівновага зарядів на провіднику. Провідник в зовнішньому полі. Явище електростатичної індукції.
- 15. Електрична ємність відокремлених провідників. Ємність конденсатора. Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів.*
- 16. Енергія системи нерухомих точкових зарядів. Енергія зарядженого провідника. Енергія конденсатора. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії.*
17. Електричний струм, умови його існування. Сила струму. Густина струму.
18. Електричний ланцюг. Сторонні сили. Джерело струму. Електрорушійна сила. Різниця потенціалів. Напруга.
19. Закони Ома для однорідної, неоднорідної ділянок, замкненого ланцюга (інтегральна і диференціальна форми).
20. Правила Кірхгофа.
21. Закон Джоуля - Ленца (інтегральна і диференціальна форми).

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

**Складено** співробітниками кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів:

к.ф.-м.н. доц.. Носачов Ю.Ф.

ст.викл. Дрозденко О.В.

**Ухвалено** кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів (протокол № 06-24 від 01.06.2024 р.

**Погоджено** Методичною комісією хіміко-технологічного факультету протокол №10 від 21.06 2024р.