



# Механіка

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Обов'язкова (нормативна) (цикл загальної підготовки)
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	9.5 кредитів, 285 годин, 36 годин лекцій, 36 годин практичних занять, 72 години лабораторних робіт, 144 годин аудиторних, 141 година на самостійну роботу
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Модульна (тематична) контрольна робота, семестрове індивідуальне розрахункове завдання. Екзамен.
Розклад занять	roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, ст. наук. співроб., доцент, Загородній Вячеслав Васильович, V31zagww@gmail.com; Практичні: к.т.н, ст. наук. співроб., доцент, Загородній Вячеслав Васильович, V31zagww@gmail.com; Лабораторні: ст. викладач. Бех Станіслав Вікторович; ст. викладач, к.ф.-м.н Катасонов Антон Анатольович
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3230;">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3230;</a> <a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

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.

Ідеї, що вивчаються нині в класичних курсах фізики, сформувалися, як наука і система світогляду приблизно 200 років тому. Фізика тісно переплітається з багатьма інженерними і технічними дисциплінами, більшість з яких давно відокремились в самостійні області досліджень. У свою чергу дисципліна «Механіка» в курсі загальної фізики складає основу вивчення всіх природничих наук. Вона є базовою дисципліною для вивчення і засвоєння фундаментальних знань з фізики,

оволодіння основними поняттями, принципами і підходами до розуміння сутності фізичних процесів. Ці навички необхідні для формулювання як загальних, так і конкретних фізичних моделей та розробки методів дослідження фізичних явищ.

Механіка походить від грецького слова μηχανή (механе) – машина, конструкція – наука, що вивчає переміщення тіл або їх частин один відносно одного. Завдання механіки – експериментальне дослідження різних рухів, узагальнення отриманих даних у вигляді законів, на підставі яких можна передбачити рух у кожному конкретному випадку. Класична механіка описує стан і зміну стану механічної системи. Під станом механічної системи в певний момент часу розуміють деяку ситуацію, реалізовану в системі в цей момент. Стан механічної системи визначений, якщо відомі всі фізичні величини, що характеризують механічну систему. Стан механічної системи змінюється в процесі її руху, оскільки невід'ємною властивістю матерії є її рух в просторі і в часі. Найбільш простою формою руху тіл є їх переміщення один відносно іншого. Будь-яка інша форма руху є складнішою. Тому в розвитку знань перш за все отримала розвиток теорія простого переміщення, що і є предметом класичної механіки. Рухом в механіці називають зміну положення тіла в просторі за деякий час. Під положенням в просторі тут розуміють положення тіла відносно інших тіл.

Засвоєння курсу є необхідним етапом загальної фізичної освіти, яке закладає базу для оволодіння фізичним стилем і категоріями мислення та подальшої спеціалізації.

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

Основна мета викладання навчальної дисципліни полягає у отриманні базових знань з механіки та ознайомлення з основними поняттями, означеннями і методами класичної ньютонівської механіки та основами спеціальної теорії відносності. Даний курс ставить за мету досконале вивчення теоретичних та експериментальних основ механіки та знайомство з сучасними підходами. Передбачається виконання фізичного практикуму з механіки, який ставить за мету розвиток у студентів навичок постановки експерименту, обробки результатів експерименту та спостереження механічних явищ.

Завданнями дисципліни є надання необхідних знань і матеріалу для подальшого вивчення всіх дисциплін загальної фізики, зокрема, «Термодинаміка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Атомна фізика», курсів теоретичної фізики, зокрема, «Теоретична механіка», «Теорія поля», «Квантова механіка» та інших спеціальних і професійно орієнтованих курсів. Вивчення курсу є першим кроком і необхідним етапом загальної фізичної освіти, яка закладає взагалі базу для подальшого отримання освіти.

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».

Вивчення курсу є кроком і необхідним етапом для отримання загальної і спеціальної фізичної освіти, яка закладає взагалі базу для подальшого опанування фізичної спеціалізації.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**ЗНАТИ:**

основні рівняння кінематичного опису руху матеріальних точок та систем точок (векторна, координатна форми задання руху, швидкість, нормальне та тангенціальне прискорення, рух за колом, кутова швидкість, кутове прискорення);

принципи класичної механіки, принципи відносності Галілея, перетворення Галілея, закони Ньютона, поняття взаємодії точок та взаємодії їх з полем, поняття імпульсу, моменту імпульсу, перетворення цих величин як векторів, законів збереження імпульсу і моменту імпульсу; поняття роботи сил, кінетичної, потенціальної, повної енергії матеріальної точки, потенціальної енергії взаємодії точок, закони збереження повної механічної енергії, потенціальної енергії в полі консервативних сил, роботу консервативних сил, рух тіл зі змінною масою; принципи відносності Ейнштейна, перетворення Лоренца, наслідок перетворень Лоренца, перетворення швидкостей, інваріанти перетворення Лоренца, релятивістське рівняння руху, поняття релятивістської енергії і імпульсу; рівняння руху в неінерціальних системах відліку, рух точок поблизу поверхні Землі; закон тяжіння Ньютона, закони Кеплера; закони динаміки твердого тіла, кінетичну енергію обертального руху, зв'язок між моментом імпульсу твердого тіла і кутовою швидкістю, теорему Штейнера; закони коливального руху.

#### ВМІТИ:

вільно володіти і оперувати основними поняттями механіки;  
визначати рівняння руху матеріальної точки та системи точок;  
складати рівняння руху поступального, обертального та коливального рухів матеріальної точки і системи точок;  
визначати сили, що виникають внаслідок взаємодії матеріальних точок та тіл;  
складати та розв'язувати рівняння руху точок в неінерціальних системах відлік.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент набуває такі компетентності.

Загальні компетентності навчальної дисципліни:

ЗК 1: здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6: Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 9: здатність працювати автономно.

ЗК 14: Здатність продовжувати навчання із значним ступенем самостійності.

Фахові компетентності навчальної дисципліни:

ФК 2: Здатність брати участь у плануванні і виконання експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК 3: Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків інших об'єктів досліджень.

ФК 6: здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

Програмні результати навчання:

ПРН 1: Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язування складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

ПРН 2: Застосовувати сучасні математичні методи для побудови і аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН 4: Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

ПРН 5: Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

**Зміст (програма) курсу «Механіка» для студентів 1-ого курсу ФТІ КПІ ім. Ігоря Сікорського спеціальності 105 «Прикладна фізика та нанотехнології»**

#### **Вступ**

Задачі і методи фізики: експеримент, теоретичне моделювання, їх співвідношення. Основні види взаємодії в природі. Еволюція розвитку.

#### **Механіка. Теорія відносності**

Предмет і задачі механіки. Опис руху: простір і геометрія. Простір механіки Ньютона. Відхилення від Евклідового простору і його наслідки. Час. Час і простір.

##### **1. Кінематика**

1. Кінематика. Задачі кінематики. Засоби опису руху: матеріальна точка, система відліку, система координат, траєкторія. Способи опису руху точки: природний, координатний, векторний. Зміщення і переміщення, швидкість точки (середня, миттєва), швидкість точки для різних способів опису руху.

2. Прискорення точки (середнє, миттєве), зв'язок із способом опису руху. Орієнтація прискорення відносно швидкості і траєкторії: нормальне, тангенціальне, повне прискорення. Рух по колу: вектор елементарного кутового переміщення, вектор кутової швидкості, кутове прискорення, зв'язок з лінійною швидкістю і прискоренням.

3. Кінематика руху твердого тіла. Ступені свободи. Обертальний рух, вектор елементарного кутового переміщення, вектор кутової швидкості і кутового прискорення. Зв'язок з лінійним рухом. Площинний рух. Теорема про додавання швидкостей. Приклад: рух точки по ободу колеса, що котиться без ковзання. Абсолютна, переносна, відносна швидкості для площинного руху. Миттєва вісь обертання, миттєвий розподіл швидкостей. Приклади.

4. Кінематика спеціальної теорії відносності. Системи координат (декартові, циліндричні, сферичні) і їх перетворення. Інерціальні системи відліку (ІСВ). Принципи відносності Галілея. 1-ий закон Ньютона. Приклади ІСВ. Перетворення Галілея. Інваріанти перетворення. Принципи класичної механіки.

5. Принципи відносності Ейнштейна. Постулати спеціальної теорії відносності (СТВ). Інтервал, складові частини інтервалу, інваріантність інтервалу. Перетворення Лоренца (виведення).

6. Наслідок перетворень Лоренца: а) відносність одночасності; б) власна довжина та довжина тіла, що рухається; в) власний час, хід годинників, що рухаються. Релятивістське перетворення швидкостей.

7. Класифікація інтервалів та їх наслідки. 4-простір Мінковського, милова лінія точки, геометрична інтерпретація. 4-вектори Мінковського. Матриця перетворень Лоренца, геометрична інтерпретація.

##### **2. Динаміка матеріальної точки і системи точок**

1. Задачі динаміки. 1, 2, 3 закони Ньютона. Рівняння руху матеріальної точки. Основні сили в механіці.

2. Імпульс точки, імпульс сили. Імпульс системи точок. Внутрішні, зовнішні сили. Рівняння руху для системи точок. Ізольована система точок. Закон збереження імпульсу. Центр мас системи точок. Теорема про рух центру мас.

3. Момент імпульсу і момент сили матеріальної точки відносно початку системи координат (відносно точки). Рівняння моментів для точки. Плече сили. Імпульс моменту сили. Закон збереження моменту імпульсу. Момент імпульсу і момент сили відносно осі. Закон збереження моменту імпульсу відносно осі.

4. Момент імпульсу системи матеріальних точок. Момент внутрішніх і зовнішніх сил. Рівняння моментів для системи точок. Імпульс моменту сили для системи точок. Закон збереження моменту імпульсу для системи матеріальних точок.

5. Перетворення моменту імпульсу і моменту сили системи матеріальних точок у разі зміні початку системи координат. Момент імпульсу і момент сил відносно рухомого початку. Система центру мас та її характерні риси. Власний момент імпульсу.

6. Рух тіл зі змінною масою. Рівняння Мещерського. Рівняння Ціолковського.

7. Релятивістська динаміка. Принцип визначення імпульсу в релятивістському випадку. Перетворення 4-векторів. Інваріант перетворень. 4-вектор швидкості. 4-вектор енергії-імпульсу (часові і просторові компоненти). Релятивістське рівняння руху. Квазікласичне рівняння руху.

### **3. Робота і енергія**

1. Робота сили. Потужність. Кінетична енергія матеріальної точки. Приклади роботи деяких сил (пружної, гравітаційної, тяжіння). Поле сил. Потенціальні сили і потенціальна енергія. Зв'язок між потенціальною силою і потенціальною енергією. Поняття градієнту. Консервативні сили. Робота консервативних сил. Критерії консервативності сили.

2. Повна механічна енергія матеріальної точки в зовнішньому полі консервативних сил. Робота зовнішніх сил. Закон збереження повної механічної енергії матеріальної точки. Неконсервативні сили.

3. Кінетична і повна механічна енергія системи точок. Закон збереження повної механічної енергії системи не взаємодіючих матеріальних точок у зовнішньому полі консервативних сил.

4. Система взаємодіючих точок. Робота внутрішніх сил. Потенціальна енергія взаємодії системи матеріальних точок. Закон збереження енергії для системи взаємодіючих точок у зовнішньому полі сил.

5. Теорема Кьоніга. Зіткнення двох тіл. Пружне, непружне зіткнення в лабораторній системі і в системі центру мас.

6. Одновимірний рух точки в полі консервативної сили. Потенціальний бар'єр, потенціальна яма. Межі руху, фінітний, інфінітний рух.

7. Релятивістська повна енергія. Часова компонента 4-вектору енергії-імпульсу. Зв'язок повної енергії з імпульсом (інваріант). Перетворення імпульсу і енергії. Енергія спокою, кінетична енергія в релятивістському випадку. Енергія, імпульс, маса системи релятивістських частинок.

### **4. Рух в полі центральних сил. Закони Кеплера**

1. Поле центральних сил. Гравітаційне поле. Робота гравітаційної сили. Нормування потенціальної енергії.

2. Рівняння руху матеріальної точки в полі центральних сил. Особливості руху в полі центральних сил. Секторальна швидкість. Ефективна потенціальна енергія. Межі руху і їх визначення. Фінітний, інфінітний рух. Приклад.

3. Траєкторія руху в гравітаційному полі. Рівняння конічного розрізу. Рух по еліпсу. Закони Кеплера.

4. Задача двох тіл. Рух подвійних зірок.

5. Поле поблизу поверхні Землі. Космічні швидкості.

### **5. Рух в неінерціальних системах відліку**

1. Сили інерції і закони Ньютона. Рівняння руху в неінерціальній системі відліку (НСВ). Рівняння руху в системі відліку, що рухається з прискоренням поступально.

2. Формула Пуансо. Рівняння руху в неінерціальній системі відліку, що рухається довільним чином. Швидкість і прискорення відносно НСВ. Теорема Коріоліса. Сили інерції в НСВ: відцентрова сила, сила Коріоліса, переносна сила інерції. Загальне рівняння руху в НСВ.

3. Системи відліку, що рухаються поступально та з обертанням. Приклади руху тіл.

4. Рух точки відносно Землі з урахуванням її обертання. Вага тіла. Абсолютне прискорення. Принцип еквівалентності. Енергетичні співвідношення при русі в НСВ.

### **6. Динаміка твердого тіла**

1. Кількість ступенів свободи твердого тіла. Системи відліку і кількість рівнянь для опису руху твердого тіла. Типи руху твердих тіл.

2. Динаміка обертального руху. Момент імпульсу твердого тіла для обертального руху. Моменти інерції. Тензор інерції. Головні осі інерції, центральні головні осі інерції.

3. Момент імпульсу і моменти інерції відносно осей. Приклади обчислення моментів інерції симетричних однорідних твердих тіл відносно осей. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
4. Основне рівняння динаміки обертального руху. Робота, потужність і кінетична енергія обертального руху.
5. Площинний рух твердого тіла. Вільне скочування без ковзання циліндра з похилої площини. Рух з ковзанням і без ковзання, зв'язок між лінійної та кутової швидкостями під час руху з ковзанням. Кінетична енергія площинного руху.
6. Рух дзиг та гіроскопів. Вільні осі обертання. Рух осей обертання. Карданний підвіс та його особливості. Рух вільних і навантажених гіроскопів. Прецесія гіроскопа під дією зовнішніх сил.

#### **7. Коливальний рух**

1. Періодичний рух. Математичний маятник. Пружинний маятник. Рівняння руху гармонічного осцилятора. Власні коливання, частота і період власних коливань. Фізичний маятник.
2. Умови гармонічності коливань. Приклад обчислення періоду малих коливань в полі консервативних сил. Енергія гармонічного осцилятора.
3. Згасаючі власні коливання. Логарифмічний декремент згасання. Режими згасаючих коливань.
4. Вимушені коливання. Явище резонансу. Амплітудно-частотна і фазово-частотна характеристики в резонансі.
5. Додавання коливань однакової частоти. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Лісажу. Модульовані коливання. Биття.

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

##### **Базова література**

1. Матвеев А.М. Механіка і теорія відносності. – К., Техніка, 2005 р
2. Кучурук І.Н., Горбачук І.І., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка, молекулярна фізика. – К. 2001 р.
3. General Physics I: Classical Mechanics. David G. Simpson, Dept. of Natural Sciences, Prince George's Community College, Largo, Maryland; Larry L. Simpson, Union Carbide Corporation (ret.), South Charleston, West Virginia. Last updated: October 8, 2020, 360 p.p  
// <http://www.pgccphy.net/1030/phy1030.pdf>
4. Strelkov S. P. Mechanics. // Mir Publishers, 1978 – 565 p.p.
5. The Feynman Lectures on Physics, Vol. I: The New Millennium Edition: Mainly Mechanics, Radiation, and Heat // Richard P. Feynman y Robert B. Leighton by Matthew Sands Basic Books; 50th New Millennium ed. edition (October 4, 2011) – 560 p. p.
6. U.A Ugarov. Special Theory of Relativity. // Mir Publisher, 1979, – 410 p.p.
7. Загородній В.В. Загальна фізика. Механіка [Електронний ресурс]: підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали». НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,06 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 363 с. – Доступ: – <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16983>.
8. Herbert Dinkle. Special Theory of Relativity.//*Nature* V. **195**, pages 985–986(1962) – <https://doi.org/10.1038/195985a0>
9. Philip Harris. Special Relativity// University of Sussex – <https://web.stanford.edu/~oas/SI/SRGR/notes/srHarris.pdf>

##### **Допоміжна література**

1. L.D Landau, E.M Lifshits. Theoretical Physics. Vol. I Mechanics. // Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, OXFORD BOSTON JOHANNESBURG MELBOURNE NEW DELHI SINGAPORE – Reed Educational and Professional Publishing Ltd 1981, <https://archive.org/details/Mechanics3eLandauLifshitz/page/n1/mode/2up>, A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd

2. C. Kittel, W. Knight, A. Ruderman. Mechanics. Berkeley Physics Course.// Second Edition. V1. – McGraw Book Company. N-Y – 1973 – 451 p.p.
3. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, ISBN-10: 9785030008004, ISBN-13 : 978-5030008004 – 387 p.p.
4. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з механіки. // Київ, «Політехніка», 2002 р.
5. А.П. Шпак, О.В. Кравцов, А.Б. Шевченко. Збірник задач з курсу загальної фізики. Механіка. // Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ» - 1999 р
6. О.В. Кравцов, А.Б. Шевченко, Д.В. Філін. Механіка. Закони і задачі. // Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ» Вінниця, 2006 р.
7. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003>

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні роботи	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Розділ 1. Кінематика прямолінійного, криволінійного і обертального рухів.</b>					
<b>Кінематика спеціальної теорії відносності (СТВ)</b>					
Тема 1. Задачі та методи фізики. Розвиток фізичної картини світу. Класична та сучасна фізика. Місце механіки в фізиці. Задачі механіки.	15.5	0.5	–	12	3.0
Тема 2. Кінематика. Простір і геометрія, матеріальна точка, система відліку, способи завдання руху, траєкторія. Переміщення точки, швидкість, прискорення. Приклади.	5.0	1.0	1.0		3.0
Тема 3. Криволінійний рух. Нормальне та тангенціальне прискорення. Рух матеріальної точки по колу. Вектор кутової швидкості та кутового прискорення, зв'язок з лінійною швидкістю і прискоренням.	5.0	1.0	1.0		3.0
Тема 4. Одиниці фізичних величин. Кінематика обертального руху твердого тіла. Ступені свободи. Миттєва вісь обертання. Приклади.	4.5	0.5	1.0		3.0
Тема 5. Системи відліку і системи координат, зв'язок між ними. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Перетворення Галілея. Основні принципи класичної механіки.	3.5	0.5	1.0		2.0
Тема 6. Вимір часу. Синхронізація	4.0	1.0	1.0		2.0



годинників Принцип відносності Ейнштейна. Постулати спеціальної теорії відносності (СТВ). Перетворення Лоренца.					
Тема 7. Наслідок перетворень Лоренца: відносність одномоментності; довжина тіла, що рухається; власний час та уповільнення часу. Релятивістське перетворення швидкостей та прискорень.	5.0	1.0	1.0		3.0
Тема 8. Інваріанти перетворення Лоренца. Класифікація інтервалів. Поняття про псевдо-евклідов простір Мінковського, мирового ліній точки. Матриця перетворень Лоренца, геометрична інтерпретація. Приклади.	4.5	0.5	1.0		3.0
Разом за розділом 1.	47	6	7.0	12	22
<b>Розділ 2. Динаміка матеріальної точки і системи точок. Релятивістська динаміка.</b>					
Тема 1. Взаємодія матеріальних об'єктів. Поняття сили. Закони Ньютона. Характеристика основних природних сил.	17	1	1.0	12	3.0
Тема 2. Рівняння руху системи точок. Імпульс точки, імпульс сили. Імпульс системи точок. Ізольована система точок. Закон збереження імпульсу. Центр мас системи точок. Теорема про рух центра мас.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 3. Момент імпульсу та момент сил точки Рівняння моментів для точки. Плече сили. Момент імпульсу системи точок. Момент сили і момент імпульсу точки відносно точки і відносно осі. Закон збереження моменту імпульсу. Імпульс сили. Імпульс моменту сил	5.0	1	1.0		3.0
Тема 4. Система центру мас. Перетворення моменту імпульсу і моменту сил системи часток. Закон збереження моменту імпульсу. Момент сили і момент імпульсу частки відносно точки і відносно осі. Закон збереження моменту імпульсу системи матеріальних точок. Імпульс сили. Імпульс моменту сил. Момент імпульсу відносно центру мас, що рухається.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 5..Рух тіл зі змінною масою.	5.0	1	1.0		3.0



Рівняння Мещерського. Реактивна сила. Рівняння Ціолковського					
Тема 6. Релятивістська динаміка. Принцип визначення імпульсу в релятивістському випадку. Перетворення 4-векторів. Інваріант перетворень. 4-вектор швидкості. 4-вектор енергії-імпульсу (часові і просторові компоненти). Релятивістське рівняння руху. Релятивістське квазікласичне рівняння руху.	5.0	1	1.0		3.0
Разом за розділом 2	42.0	6	6	12	18.0
<b>Розділ 3. Робота і енергія. Релятивістська енергія.</b>					
Тема 1. Робота сили. Потужність. Кінетична енергія точки. Приклади роботи різних сил. Потенціальні сили, поле сил. Зв'язок між потенціальною силою і потенціальною енергією. Поняття градієнту.	17	1	1.0	12	3.0
Тема 2. Консервативні сили. Робота консервативних сил. Потенціальна енергія в полі консервативних сил. Критерії консервативності сили.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 3. Повна механічна енергія. Робота сторонніх сил. Закон збереження повної механічної енергії точки в зовнішньому полі консервативних сил. Неконсервативні сили.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 4. Кінетична і повна енергія системи точок. Закон збереження повної механічної енергії системи не взаємодіючих матеріальних точок у зовнішньому полі консервативних сил. Система взаємодіючих точок. Потенціальна енергія взаємодії часток. Закон збереження енергії для системи взаємодіючих матеріальних точок у зовнішньому полі сил. Теорема Кьоніга.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 5. . Зіткнення двох тіл. Абсолютно пружний, абсолютно не пружний удар. Аналіз руху тіл під час зіткнення в лабораторній системі відліку і в системі центру мас. Одновимірний рух частки в полі консервативних сил. Потенціальний бар'єр,	5.0	1	1.0		3.0

потенціальна яма. Фінітний, інфінітний рух.					
Тема 6. Релятивістські енергія і імпульс. Релятивістська повна енергія як часова компонента 4-вектору енергії-імпульсу. Зв'язок повної енергії із імпульсом (інваріант). Повна енергія вільної частки. Енергія спокою. Перетворення імпульсу і енергії. Енергія спокою, кінетична енергія в релятивістському випадку. Енергія, імпульс, маса системи релятивістських частинок. Релятивістські формули для енергії.	5.0	1	1.0		3.0
Разом за розділом 3	42	6	6	12	18
<b>Розділ 4. Рух в полі центральних сил. Закони Кеплера. Рух в неінерціальних системах відліку (НСВ).</b>					
Тема 1. Поле центральних сил. Гравітаційне поле. Робота гравітаційної сили. Нормування потенціальної енергії. Рівняння руху в поле центральних сил.	17	1	1.0	12	3.0
Тема 2. Рівняння руху матеріальної точки в полі центральних сил. Особливості руху в полі центральних сил. Секторіальна швидкість. Ефективна потенціальна енергія. Границі руху і їх визначення. Фінітний, інфінітний рух. Приклад. Рух в гравітаційному полі. Межі руху. Траєкторія руху в гравітаційному полі. Рівняння конічного розрізу. Рух по еліпсу. Закони Кеплера	6.5	2	1.5		3.0
Тема 3. Задача двох тіл. Закон тяжіння Ньютона. Рух подвійних зірок. Рух поблизу поверхні Землі. Космічні швидкості.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 4. Сили інерції і закони Ньютона. Рівняння руху в неінерціальній системі відліку (НСВ), що рухається прискорено-поступально. Формула Пуансо. Рівняння руху точки при довільному русі системи відліку Коріолісова та відцентрова сили.	5.5	1	1.5		3.0
Тема 5. Обертальні системи відліку. Земля як неінерціальна система відліку. Рух точки в гравітаційному полі Землі з	5.0	1	1.0		3.0

урахуванням її обертання Принцип еквівалентності. Енергетичні співвідношення. при русі у НСВ.					
Разом за розділом 4	39	6	6	12	15
Тематична контрольна робота, розділи 1-4	8.0				8.0
<b>Розділ 5. Динаміка твердого тіла.</b>					
Тема 1. Кількість ступенів свободи твердого тіла. Системи відліку і кількість рівнянь для опису руху твердого тіла. Типи руху твердих тіл. Обертальний рух твердого тіла.	17	1	1.0	12	3.0
Тема 2. Динаміка обертального руху. Момент імпульсу твердого тіла при обертальному русі. Моменти інерції. Тензор інерції. Головні осі інерції, центральні головні осі інерції	4.0	1	1.0		2.0
Тема 3. Момент імпульсу і моменти інерції відносно осей. Приклади розрахунків моментів інерції симетричних твердих тіл відносно осей. Теорема Гюйгенса-Штейнера.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 4. Основне рівняння динаміки обертального руху. Приклади. Робота, потужність, кінетична енергія обертального руху.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 5. Рух твердого тіла по площині, приклади. Рух без ковзання та із ковзанням. Зв'язок між лінійної та кутової швидкостями при ковзанні. Кінетична енергія при площинному русі.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 6. Дзиги, піроскопи. Вільні осі обертання. Рух осей обертання. Гіроскопічний ефект. Карданний підвіс. Рух вільних і навантажених гіроскопів. Рух гіроскопів і дзиг. Прецесія гіроскопа під дією зовнішніх сил..	5.0	1	1.0		3.0
Разом за розділом 5	41	6	6	12	17
<b>Розділ 6. Коливальні рухи.</b>					
Тема 1. Періодичні процеси. Гармонічні коливання Математичний маятник. Пружні коливання. Фізичний маятник. . Власні коливання, їх частота і період.	17.0	1	1.0	12	3.0
Тема 2. Умови гармонічності коливань. Обчислення періоду	4.0	1	1.0		2.0

малих коливань в полі консервативних сил. Енергія коливального руху.					
Тема 3. Осцилятор з тертям. Згасаючі власні коливання. Декремент згасання. Логарифмічний декремент згасання.	6.0	2	1.0		3.0
Тема 4. Вимушені коливання. Явище резонансу. Амплітудно-частотна і фазово-частотна характеристики.	5.0	1	1.0		3.0
Тема 5. Додавання коливань однакової частоти. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Лісажу. Модульовані коливання. Биття.	4.0	1	1.0		2.0
Разом за розділом 6	36	6	5	12	13
Екзамен	30				30
<b>Всього годин</b>	<b>285</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>141</b>

### Практичні заняття

Практичні заняття з курсу «Механіка» проводяться з метою закріплення і поглиблення теоретичного матеріалу, який викладається під час лекцій, набуття вміння розв'язування конкретних практичних задач. Задачі, які розглядаються під час проведення практичних занять, пов'язані із розглядом конкретної фізичної ситуації. Внаслідок набуття вміння розв'язування задач студент вважається таким, що успішно освоїв певний розділ загальної фізики. Конкретні задачі, які можуть бути застосовані для розгляду під час проведення практичних занять та їх тематика, наведені в таблиці.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вектори, дії з векторами, похідна, інтеграл. Кінематика поступального прямолінійного руху.. І.Е. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, 2003 г., зад. 4,18,19,20,21,22,23,24,26 Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , Додаток 2.
2	Кінематика обертального та криволінійного рухів. І.Е. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 34,35,37,38,39,40,42,44,43,47,48,49,50,51,56, 58 Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/200036">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/200036</a> зад. 1.1 – 1.54
3.	Перетворення Галілея і Лоренца. Кінематика СТВ. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. Изд. 5-е. М., –Лаборатория Базовых Знаний, зад. 397,398,400,402,403,404,407,412,413,414,421,425 Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 2.1– 2.25

4.	Динаміка точки і системи точок. Закони Ньютона. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 59,60,61,71,73,80,81,84,85,86, 87,89,90,92,93,95,99,101,104. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 3.1–3.50
5.	Імпульс і момент імпульсу точки та системи точок. Закони збереження. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 121,132,190,194,211,171,172,182,187,215,216,217,219,221,222,224,227,232,235. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 4.1–4.26
6.	Релятивістська динаміка частинок I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 437(1),435(2),436(3) Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 6.1 –6.9
7.	Рух тіл зі змінною масою. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 136,138,139,140. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 5.1 –5.35
8.	Робота і енергія. Закон збереження енергії. Зіткнення тіл. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 117,146,147,148,149,150,153,154,159,161,166,167,169,170. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 7.1 –7.51
9.	Релятивістські енергія та імпульс I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 427,428,429,431,440. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 8.1 –8.22
10.	Рух тіл у полі центральних сил. Закони Кеплера. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 244, 245, 247, 248, 251, 268. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 9.1 – 9.26
11.	Неінерціальні системи відліку. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 107,108,110,112,113,114,115,163,164,178,223,228. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 10.1 – 10.25
12.	Динаміка твердого тіла. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 280(a),281,297,299,303,303, 304,306,307,308. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря

	Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 11.1 – 11.15.
13.	Динаміка твердого тіла. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988, зад. 309, 311, 315, 316, 309, 320, 330, 340, 341. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 11.16 – 11.27
14.	Гармонічний осцилятор. О.В.Кравцов, А.Б.Шевченко, Д.В.Філін. Механіка. Закони і задачі. Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ» Вінниця, 2006 р., зад. 9.1.1; 9.1.11; Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 12.1 – 12.10
15.	Фізичний маятник. О.В.Кравцов, А.Б.Шевченко, Д.В.Філін. Механіка. Закони і задачі. Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ» Вінниця, 2006 р., зад. 9.1.17; 9.1.20. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 12.11 – 12.20
16.	Згасаючі коливання. Вимушені коливання. О.В.Кравцов, А.Б.Шевченко, Д.В.Філін. Механіка. Закони і задачі. Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ» Вінниця, 2006 р., зад. 9.2.5; 9.2.9; 10.9; 10.10. Загородній В. В., Бех С.В. Задачі з загальної фізики. Механіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. [Електронний ресурс]. Доступ: <a href="http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003">http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20003</a> , зад. 12.21 – 12.27

### Лабораторні роботи

З курсу «Механіка» передбачається проведення лабораторних робіт в обсязі 72 академічних годин. Лабораторні роботи проводяться з метою набуття у студентів навичок роботи з експериментальним устаткуванням, методами проведення експериментальних досліджень, обробки отриманих даних, отримання функціональних зв'язків між певними фізичними величинами. Тематика лабораторних робіт повністю відповідає тематиці лекційного курсу. Кожен студент виконує 8 лабораторних робіт. Тематика лабораторних робіт наведена в «Методичних вказівках до лабораторного практикуму з механіки», що містяться у списку літератури. Лабораторні роботи розподілені за темами: «Закони збереження енергії та імпульсу», «Динаміка твердого тіла», «Коливальний рух», «Знайомство з методами обробки результатів експерименту».

#### 6. Самостійна робота студента

### Індивідуальні завдання

Кожен студент отримує обов'язкове індивідуальне семестрове завдання у вигляді розрахункової роботи. Завдання складається із кілька десятків задач за всіма лекційними темами (не більше, ніж 100), які студент виконує самостійно протягом семестру. Отримані в якості завдання задачі відрізняються від тих задач, які були розібрані на семінарських аудиторних заняттях. Задачі охоплюють повністю всі теми лекційного курсу. Завдання надається з метою закріплення лекційного теоретичного курсу, придбання навичок розв'язування задач будь-якої складності, поглиблення засвоєння матеріалу, який обговорюється на практичних заняттях та викладається на лекції. Задачі надаються із примірників, які наведені у списку літератури, та із інших джерел. В окремих випадках для окремих студентів мають бути запропоновані задачі підвищеної складності за їх бажанням. Розрахункова робота оформлюється в окремому зошиті, подається в визначений

термін викладачу, який веде практичні заняття, на перевірку з подальшою процедурою захисту, яка проводиться з метою закріплення отриманих знань і навичок. Приклад завдання та їх тематика, наведено в таблиці

№ тем	Тема заняття	Обов'язкові задачі
1.	Кінематика поступального прямолінійного, обертального, та криволінійного руху	1.1,1.2,1.3,1.4,2.1,2.8,2.9(Кр.)1.21,1.24,1.35, 1.37,1.48,1.49, 1.44(Ір)
2.	Перетворення Галілея і Лоренца. Кінематика СТВ	11.1.11,11.1.15,11.1.14(Кр.),1.375,1.384,1.372,1.383,1.365,1.382(Ір.)
3.	Динаміка точки і системи точок	1.65,1.70,1.69,1.82,112(Як.),1.911.89,1.71,1.78,8.1(Матв, с.209),1.841,1.103
4.	Релятивістська динаміка частинок	1.403(Ір.),1.394(Ір.),750(Як.),754(Як.),11.2.11,11.2.3, 1.2.5 (Кр.).
5.	Імпульс і момент імпульсу точки та системи точок. Закони збереження.	4.2.1,4.2.2,4.2.3,4.2.11,4.2.12,4.2.1,(Кр.),120,122,123,124,126,128,129(Ір.),371(Як.)
6.	Рух тіл зі змінною масою.	5.4,5.6,5.7,5.8,5.9 (Кр.),128(Як.)
7.	Робота і енергія. Закон збереження енергії.	4.1.14, 4.2.8 (Кр),151, 191,157,190,183,185, 139, 149(Ір),196, 197 (Як.)
8.	Релятивістські енергія та імпульс	11.2.7(Кр.), 394,403,407(Ір),769,770,771(Як.),8.42(Овч.)
9.	Рух тіл у полі центральних сил. Закони Кеплера	7.17,7.8,7.15,7.12, 7.13,7.9(Кр.),230(Ір)
10.	Неінерціальні системи відліку	12.28,12.39,12.48,12.63(Овч.),6.7,6.9(Кр.),1.105,1.154(Ір.)
11.	Динаміка твердого тіла	8.13,8.7(a)(Кр.), 360(Як.), 253, 275, 288, 277, 280, 304, 299(Ір.), 366*(Ір.), 9.45, 9.57, 9.86, 9.87(Овч.).
12.	Гармонічний осцилятор. Фізичний маятник	9.1.1,9.1.2,9.1.6,9.1.17,9.1.21,(Кр.),4.38(Ір.),10.8,10.24,10.31,10.39 (Овч.)
13	Згасаючі коливання. Вимушені коливання	9.2.2, 9.2.4, 9.2.10, 9.2.9, 10.1, 10.2(Кр.)

Задачі цитуються за:

1. Zaikin D.A., Ovchinkin V.A., Prut Je.V. Sbornik zadach po obshhemu kursu fiziki . Ch.1. Mehanika. Termodinamika i molekulyarnaya fizika./Zaikin DA, Ovchinkin VA, Prut E.V. collection of tasks on the Hardcover –ASIN : B071F2WX5J
2. I.E. Irodov. Problems in general physics // Mir Publishers; Revised edition, 1988
3. О.В.Кравцов, А.Б.Шевченко, Д.В.Філін. Механіка. Закони і задачі. Методичний посібник. Київ, НТУУ «КПІ». Вінниця, 2006 р.
4. Загородній В. В., Бех С.В. Механіка в задачах Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. [Електронний ресурс]. Доступ до ресерсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56279>
- 5 Yakovlev I.A. (ed.) Collection of problems on the general course of physics. Mechanics (4th ed.). // Nauka, 1977 – 290 p.p.

### Контрольні роботи

Протягом семестру передбачається проведення модульної контрольної роботи, на якій кожен студент отримує контрольне завдання, яке складається із 3 задач за лекційною тематикою на момент проведення контрольної роботи. Передбачено проведення також тематичних самостійних робіт за темами, які є найбільш важливими, зокрема: кінематика, динаміка, закони збереження, рух тіл зі змінною масою, динаміка твердого тіла. Мета контрольної і самостійних робіт – перевірка знань студентів, виявлення їх слабких місць у засвоєнні лекційного матеріалу. Темі контрольної роботи відповідають тематиці лекцій та практичних занять Модульна контрольна робота проводиться на 11-ому тижні.

Передбачається також проведення екзаменаційної контрольної роботи в зимову сесію



безпосередньо перед проведенням усного екзамену. Екзаменаційна контрольна робота включає розв'язання 4 задач різного рівня. Контрольна робота проводиться за матеріалом всього курсу, відповідає рівню письмового екзамену і є невід'ємною частиною екзаменаційних випробувань. Її оцінка додається до оцінки усного екзамену і впливає на остаточну оцінку студента за семестр з даного курсу.

На модульних контрольних роботах мають розглядатися типові задачі Додаток1.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Під час навчання здобувачам вищої освіти рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання, лабораторних робіт та домашніх завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

#### Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У разі, якщо пропуск стався з поважних причин здобувач має можливість написати модульну контрольну роботу в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки. Якщо пропуск стався без поважних причин, модульна контрольна не зараховується. Повторне написання модульної контрольної роботи не передбачається. Пропущені тематичні самостійні роботи можна написати в інший термін за домовленістю з викладачем. Пропущений письмовий екзамен не зараховується незалежно від причин пропуску. У разі пропуску усного екзамену без поважних причин студент отримує запис у відомості «не з'явився» та йде на перездачу.

Лабораторні роботи виконуються та захищаються за правилами, встановленими викладачами, які ці заняття проводять. До початку виконання лабораторної роботи викладач проводить співбесіду з кожним студентом протягом 10-15 хвилин для впевненості, що студент підготувався до роботи, розуміє її теоретичне підґрунтя, знає, як працювати з приладом, знає порядок виконання роботи та уявляє, які результати мають бути отримані. За результатами співбесіди студент отримує допуск викладача для виконання роботи. Кожен студент захищає виконану та повністю оформлену лаб. роботу індивідуально або в складі бригади, з якою була ця робота виконана. Студент повинен знайти ті функціональні зв'язки між фізичними величинами, що запропоновані для пошуку в певній роботі і надати вичерпні відповіді щодо роботи приладу, отриманих результатів, їх обробки, послідовності виконання роботи, обчислення даних, знаходження похибок вимірювань. Після доповіді щодо теоретичного обґрунтування лаб. роботи та результатів досліджень викладач має запропонувати студентові 1-2 задачі за темою лаб. роботи. Після успішного розв'язування задач вважається, що лаб. робота здана. Результати здачі лабораторних робіт оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі, і студент отримує дві оцінки: за виконаний експеримент та якість обробки усіх необхідних даних та за теоретичні знання і рішення задач за темою лаб. роботи.

Результати виконання тематичних самостійних робіт (завдань) оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами, в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Захист виконаного та оформленого індивідуального розрахункового завдання може проводитися у формі співбесіди з викладачем. Під час захисту студент зобов'язаний вміти розповісти про розв'язування вказаних викладачем задач з числа обов'язкових та відповісти на теоретичні питання за темою задачі, користуючись власноруч написаним конспектом лекції.

Результати виконаного та повністю оформленого семестрового індивідуального завдання (розрахункового завдання) в встановлений викладачем термін кожен студент може захищати індивідуально. Результати захисту оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в

дистанційній формі та супроводжуються позитивними коментарями та зауваженнями стосовно помилок.

Результати модульної контрольної роботи вказуються індивідуально кожному студентові з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Результати письмово екзамену вказуються індивідуально кожному студентові з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

#### **Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали**

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Участь у міжнародних, всеукраїнських, інститутських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5 балів	Не виконання домашнього завдання (за кожен випадок)	– 2 бали
Самостійний за власним бажанням вихід до дошки і відповідь	0.5 балів	Порушення термінів виконання семестрового завдання (за кожен день)	–1 бал
Додаткові задачі розрахункової роботи	0.5 балів	Порушення термінів виконання і здачі лабораторної роботи (за кожен день)	–3 бали

**\*Примітка: під час дії військового стану, та проведення занять on-line за допомогою платформи zoom, або інших схожих платформ штрафні бали не нараховуються.**

У разі, якщо термін виконання завдань був порушений з поважних причин, наступний термін захисту обговорюється окремо з викладачами. При відсутності поважних причин захист має відбуватися не раніше останнього тижня семестру.

#### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Норми етичної поведінки**

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>.

#### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

У разі незадовільної оцінки за самостійні тематичні роботи студент за домовленістю із викладачем може таку роботу переписати в інші терміни та з іншими задачами.

У разі неможливості розв'язати деякі задачі семестрової розрахункової роботи студент може звернутися до викладача із проханням замінити задачі.

#### **Навчання іноземною мовою**

Викладання іноземними мовами допускається і здійснюється у разі використання іноземномовного підручника/посібника, аналога або еквівалента якого не має в україномовній літературі.

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

Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

### Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Семестрове індивідуальне розрахункове завдання	22	22	1	22
2.	Лабораторна робота	24	3	8	24
3.	Модульна контрольна робота	6	6	1	6
4.	Тематичні самостійні роботи	4	1	4	4
5.	Робота в аудиторії	4	0.4	10	4
6.	Письмовий екзамен	20	20	1	20
7.	Усний екзамен	20	20	1	20
	Всього				100

### Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	<b>RD <math>\geq</math> 35</b>
2	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота
3	Виконання семестрового індивідуального завдання	Розрахункове завдання
4	Виконання лабораторних робіт	№1–8
5	Поточний контрольний захід	Самостійні роботи

#### Додаткові умови допуску до екзамену:

Невиконання лабораторних робіт або не захист лабораторних робіт в відведений термін вважається заборгованістю. Студент не допускається до екзаменів, доки заборгованість не буде ліквідована.

Невиконання семестрового розрахункового завдання або не захист в відведений термін вважається заборгованістю. Студент не допускається до екзамену доки не ліквідується заборгованість.

На письмовому екзамені кожний студент отримує задачі, які він зобов'язаний розв'язати протягом трьох астрономічних годин, користуючись власноруч написаним конспектом лекції.

На усному екзамені студент має в білеті, якій він отримує, два запитання із програми курсу. На підготовку до відповіді відводиться одна астрономічна година. Екзамен викладачем приймається у формі співбесіди зі студентом. Студент відповідає на питання білета та на 3-4 додаткові питання за програмою курсу.

Під час заочної форми навчання екзамен може проводитися у форми усного опитування кожного студента за програмою курсу.

Програма курсу доводиться до уваги студентів не пізніше, ніж за місяць до закінчення семестру.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** доцентом, к.т.н, ст. наук. співроб. Загороднім Вячеславом Васильовичем.

**Ухвалено** кафедрою Прикладної фізики (протокол № 6 від 15.06.2023 р.

**Затверджено** Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 29.06.2023 р.

### Додаток 1

#### Типові задачі

1. Матеріальна частинка рухається так, що її радіус-вектор залежить від часу за законом:  $\mathbf{r} = 2t\mathbf{i} + 3t^2\mathbf{j}$  [м]. Знайти рівняння траєкторії  $y = f(x)$ , а також залежність нормального, тангенціального, повного прискорення, радіуса кривизни траєкторії, кута між вектором швидкості та повним прискоренням від часу.
2. На похилій площині з кутом  $\alpha$  до основи зверху вниз з початковою швидкістю  $v_0$  пускають брусок масою  $m_1$ . Коефіцієнт тертя між бруском та площиною дорівнює  $k$ . Пройшовши шлях  $S$ , брусок пружно зіштовхується з кулькою масою  $m_2$ , підвішеною на нитці довжиною  $L$ . Удар центральний. Після цього брусок проходить ще деяку відстань. Визначити кут відхилення кульки, натяг нитки при цьому куті і повний шлях, що пройшов брусок до зупинки.
3. Релятивістська частинка маси  $m$  здійснює пружне зіткнення з нерухомою частинкою такої ж маси. Знайти кінетичну енергію  $K_1$  розсіяної частинки за кінетичною енергією  $K_0$  частинки, що налітає, і за кутом розсіяння  $\theta$ .
4. Частинка рухається в площині  $xy$  за законом  $x = A \sin \omega t$ ,  $y = A(1 - \cos \omega t)$ , де  $A$  й  $\omega$  – певні сталі. Знайти шлях  $s$ , що проходить частинка за час  $\tau$ , а також кут між швидкістю і прискоренням.
5. На похилій площині з кутом  $\alpha$  до основи вгору з початковою швидкістю  $v_0$  штовхають брусок масою  $m_1$ . Коефіцієнт тертя між бруском та площиною дорівнює  $k$ . Пройшовши шлях  $S$ , брусок пружно зіштовхується з кулькою масою  $m_2$ , підвішеною на нитці довжиною  $L$ . Удар центральний. Після цього брусок проходить донизу ще деяку відстань і зупиняється. Визначити кут відхилення кульки, натяг нитки при цьому куті і повний шлях, що пройшов брусок з початку руху до зупинки.
6. Релятивістська частинка маси  $m$  здійснює пружне зіткнення з нерухомою частинкою такої ж маси. Знайти кінетичну енергію  $K_1$  розсіяної частинки за кінетичною енергією  $K_0$  частинки, що налітає, і за кутом розсіяння  $\theta$ .

#### На екзаменаційній контрольній роботі мають розглядатися наступні типові задачі:

7. Точка масою  $m$  рухається у центральному полі, де її швидкість  $\mathbf{V} = a/r$ ,  $a = \text{const}$ . Знайти залежність сили  $\mathbf{F}$ , що діє на частинку, від відстані  $r$  до центру поля. Те ж саме знайти для залежності швидкості у вигляді  $\mathbf{V} = ar^{-1/2}$ .
8. Невеличка муфта масою  $m$  надіта на тонкий стрижень довжиною  $L$ . Стрижень обертається в горизонтальній площині з постійною кутовою швидкістю навколо осі, яка проходить через його край. Вісь і муфта сполучені пружиною жорсткості  $k$  і довжини  $a$  ( $a < L$ ) в ненапруженому стані. Визначити рівноважне положення муфти на стрижні, період її малих коливань і область існування таких коливань

9. Куля масою  $m$  летить зі швидкістю  $v_0$  в нижній кінець стрижня масою  $m$  і довжини  $L$ , закріпленого вертикально за допомогою горизонтальної вісі і двох пружин жорсткості  $k$ . Визначити амплітуду малих кутових коливань стрижня, якщо куля застрягла в ньому.

10. На шорсткуватому столі стоїть паличка, яка починає падати з вертикального положення в полі тяжіння. Коли кут нахилу палички досягає  $\varphi$  ( $\varphi = 45^\circ$ ), її нижній кінець починає ковзати. Знайти коефіцієнт тертя.

11. Частинка масою  $m$  рухається по коловій орбіті радіусом  $r_0$  у полі центральних сил, потенціал якого дорівнює  $-km/r^n$ . Показати, що якщо  $n < 2$ , то рух по коловій орбіті є стійким положенням рівноваги.

12. Довга штанга з круглим перетином обертається в горизонтальній площині в полі тяжіння з кутовою швидкістю  $\omega$ . На штанзі на відстані  $r_0$  від вісі обертання закріплена невеличка муфта. Коефіцієнт тертя муфти по штанзі дорівнює  $k$ . В деякий момент часу муфту звільнили і надали їй швидкість відносно штанги  $v_0$ , спрямовану від вісі обертання. Після цього муфта починає рухатись з уповільненням, і на відстані  $r_1$  від вісі штанги її швидкість досягає мінімуму, а потім починає знову зростати. При яких значеннях  $k$  такий рух є можливим? Яка мінімальна швидкість муфти?

13. Дві кульки однакового радіусу, маси яких є  $m_1, m_2$ , з'єднані легкою пружиною довжиною  $L_0$  і жорсткістю  $k$ . Система знаходиться на абсолютно гладкому столі. В деякий момент часу пружину розтягнули на відстань  $a \ll L_0$  і відпустили. Знайти період малих коливань та зніму відстані між кульками від часу.

14. Однорідний стрижень довжиною  $L$  і масою  $M$  підвішений на шарнірі і дотикається своїм кінцем до кулі масою  $m$  і радіусом  $r$ . Куля знаходиться у стані спокою на площині. Лінія сполучення точки дотику і центру кулі горизонтальна і разом зі стрижнем знаходиться в одній вертикальній площині. Стрижень відхиляють в цій площині на кут  $\varphi$  і відпускають. Визначити, як будуть рухатись стрижень і куля після удару, якщо удар абсолютно пружний. Через який час після удару рух кулі буде чистим котінням? Чому дорівнює швидкість цього котіння? Коефіцієнт тертя між кулею і площиною є  $k$ . Тертям кочення знехтувати.

Основна і допоміжна література, яка необхідна студентам для підготовки до контрольних робіт, наведена вище.