

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



**Фізико-технічний факультет  
Кафедра фізики і методики викладання**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Класична механіка**

Рівень вищої освіти	<b>Перший (бакалаврський)</b>
Освітня програма	<b>Медична фізика</b>
	<b>Матеріали та системи відновлювальної енергетики</b>
Спеціальність	<b>105 Прикладна фізика та наноматеріали</b>
Галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “29” серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<b>Класична механіка</b>
<b>Викладач (-і)</b>	доцент, кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри фізики і методики викладання Ліщинський Ігор Мирославович
<b>Контактний телефон викладача</b>	(0342)596155
<b>E-mail викладача</b>	igor.lishchynskyy@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Основна
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Щотижня четвер 15.00 ауд.113 (за попередньою домовленістю Viber, GoogleMeet)
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Дисципліна «Класична механіка» належить до циклу дисциплін фундаментальної підготовки і вивчається студентами спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали (ОП «Медична фізика» та ОП «матеріали та системи відновлювальної енергетики») у 5-му семестрі. Ця дисципліна є одною зі складових курсу теоретичної фізики, який є неодмінною частиною класичної програми підготовки фахівців в області фізики, і спрямована на формування у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно процесів, явищ та законів класичної механіки.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Курс «Класична механіка» є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики.</p> <p><b>Мета:</b> формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із макросвітом.</p> <p><b>Завдання:</b> навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної механіки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p><b>знати:</b> основні методи класичної механіки, методи аналітичної механіки (метод Лагранжа, метод канонічних рівнянь Гамільтона, варіаційні методи механіки), способи знаходження інтегралів руху для цих методів, основні теоретичні положення класичної механіки, певні уявлення про можливі застосування методів класичної механіки та їх використання, основні методи розв'язування задач теоретичної фізики.</p> <p><b>вміти:</b> самостійно опрацювати основну і додаткову літературу, сформулювати теоретичні положення фізики, межі застосування основних методів класичної фізики, аналізувати фізичні явища та процеси; оцінювати характерні розміри і визначати масштаби явищ і процесів; будувати фізичні і матеріальні моделі та визначати їх межі застосування; оцінювати вплив початкових і граничних умов; застосовувати ці методи до конкретних задач в тому числі тих, які виникають в кожных наступних розділах теоретичної фізики, застосовувати теорію до практичних задач, робити наукові узагальнення; виявляти можливі протиріччя між математичними образами процесу і спостереженнями, графічно зображати встановлені закономірності, на основі графічних залежностей робити висновки, науково обґрунтовувати фізичний експеримент.</p>	
<b>4. Програмні компетентності та результати навчання</b>	
<p><b>Інтегральна компетентність</b></p> <p>Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає</p>	

застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

**Загальні компетентності:**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**Спеціальні (фахові) компетентності:**

СК16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

СК22. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

СК25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

СК28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

**Програмні результати навчання:**

ПРО1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПРО2. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.

ПРО3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПРО5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.

ПРО6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.

ПРО7. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПРО9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

**5. Організація навчання курсу**

**Обсяг курсу**

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	40
практичні	38
самостійна робота	102

**Ознаки курсу**

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
5	Фізика і астрономія	3	нормативний

**Тематика курсу**

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год.	Вага оцінки	Термін виконання
------------	---------------	------------	----------------	-------------	------------------

**Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки**

<b>Тема 1. Кінематика</b> 1. Предмет і методи теоретичної фізики. 2. Основні поняття класичної механіки простір і час.	лекція/практична	1,3,7	Розв'язування задач, тестові завдання 26 год.	2	3 тижень навчання
--	------------------	-------	--	---	-------------------

<p>3. Рівняння руху, швидкість і прискорення матеріальної точки.</p> <p>4. Швидкість у криволінійних координатах. Коефіцієнти Ляме.</p> <p>5. Натуральний спосіб задання руху. Секторна швидкість.</p> <p>6. Тангенціальне і нормальне прискорення. Кривизна траєкторії.</p>					
<p><b>Тема 2. Динаміка</b></p> <p>1. Поняття про силу і масу. Інерціальні системи відліку. Закони Ньютона. Принцип відносності Галілея. Пряма і обернена задача механіки, початкові умови. Принцип причинності.</p> <p>2. Закон зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії матеріальної точки.</p> <p>3. Робота сили і потенціальна енергія у силовому полі.</p> <p>4. Фінітний та інфінітний рух. Теорема Клаузіуса про віріал сил.</p> <p>5. Рух центра мас. Закон зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії системи матеріальних точок.</p>	лекція/практична/	2,3, 4,6	Розв'язування задач, тестові завдання  28 год.	2	5 тижень навчання
<p><b>Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона</b></p> <p>1. Одновимірний рух.</p> <p>2. Задача двох тіл та її зведення до задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі.</p> <p>3. Розв'язок задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі у загальному вигляді. Якісне дослідження руху у центрально-симетричному полі.</p> <p>4. Задача Кеплера.</p> <p>5. Розпад частинок. Пружні зіткнення частинок.</p> <p>6. Розсіювання частинок. Формула Резерфорда.</p>	лекція/практична/	1,8,9,13	Розв'язування задач, тестові завдання  28 год.	2	7 тижень навчання
<b>Змістовий модуль 2. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії</b>					
<p><b>Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів</b></p> <p>1. Рух невільної механічної системи. В'язі. Класифікація в'язей.</p> <p>2. Віртуальні переміщення і визначення ідеальних в'язей. Рівняння Лагранжа I-го роду.</p> <p>3. Принцип віртуальних переміщень і умова рівноваги голономних механічних систем.</p> <p>4. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа II-го роду.</p> <p>5. Функція Лагранжа для систем з потенціальними і узагальнено-потенціальними силами. Приклад для частинки у електромагнітному полі.</p> <p>6. Рівняння Лагранжа для систем за наявності сил тертя. Дисипативна функція Релея.</p>	лекція/практична/	2,4,11,13	Розв'язування задач, тестові завдання  28 год.	2 Контрольна робота 10	9 тижень навчання

<p><b>Тема 5. Принцип найменшої дії</b>  1. Елементи варіаційного числення. Поняття про функціонал. Варіація функції. Варіація функціоналу.  2. Варіаційний принцип Гамільтона. Виведення рівнянь Лагранжа з варіаційного принципу Гамільтона.  3. Закони збереження і їх зв'язок з властивостями простору і часу. Однорідність часу і закони збереження енергії. Однорідність простору і закон збереження імпульсу. Ізотропність простору і закон збереження моменту кількості руху. Теорема Неттер.  4. Механічна подібність.</p>	лекція/практична/	1,3,5,13	Розв'язування задач , тестові завдання  28 год.	2	11 тижень навчання
<b>Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі</b>					
<p><b>Тема 6. Канонічні рівняння</b>  1. Рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона.  2 Функція Рауса.  3. Дужки Пуассона. Властивості дужок Пуассона.  4. Дія як функція координат і часу.  5 Принцип Мопертюї.  6 Канонічні перетворення. Твірна функція канонічного перетворення.  7. Інваріантність дужок Пуассона відносно канонічних перетворень. Рух системи як канонічне перетворення.  8. Геометрична інтерпретація механічних явищ. Рух фазової рідини. Теорема Ліувіля.</p>	лекція/практична/	3,5,11,13	Розв'язування задач , тестові завдання  26 год.	2	12 тижень навчання
<p><b>Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі</b>  1. Рівняння Гамільтона-Якобі. Теорема Якобі. Знаходження розв'язку задачі про рух механічної системи методом Гамільтона-Якобі.  2. Метод розділення змінних в рівнянні Гамільтона-Якобі.  3. Рівняння Гамільтона-Якобі і хвильове рівняння</p>	лекція/практична/	1,3,5,7	Розв'язування задач , тестові завдання  26 год.	2	13 тижень навчання
<b>Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.</b>					
<p><b>Тема 8. Малі коливання</b>  1. Вільні одновимірні коливання.  2 Вимушені коливання.  3. Вільні згасаючі коливання одновимірних систем.  4 Вимушені коливання за наявності тертя.  5. Коливання систем з багатьма ступенями вільності.  6. Параметричний резонанс.  7. Ангармонічні коливання.</p>	лекція/практична/	1,6,7,9	Розв'язування задач , тестові завдання  28 год.	2	14 тижень навчання
<p><b>Тема 9. Рух твердого тіла</b>  1. Рух твердого тіла. Кутова швидкість. . Кути Ейлера.  2. Тензор інерції.</p>		1,7,12,13	Розв'язування задач , тестові завдання	2 Контрольна робота 10	15 тижень навчання

3. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла. 4. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла. 5. Рух в неінерційних системах відліку.			28 год.		
<b>Тема 10. Основи механіки суцільних середовищ</b> 38. Приклади Лагранжіанів неперервних систем. 39. Рівняння Лагранжа для поля. 40. Рівняння Гамільтона для поля. 41. Дужки Пуасона для поля. 42. Рівняння руху ідеальної рідини. 43. Поширення звуку в газах. Нестислива рідина. Стаціонарний рух. Рівняння Бернуллі.		1,3,5,7,10	Розв'язування задач, тестові завдання  26 год.	2	16 тижень навчання
Підсумковий контроль (екзамен)				50	

6. Система оцінювання курсу	
Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, практичних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота повинна містити теоретичні і (або) практичні завдання і передбачає усний захист. Підсумкова робота може виконуватися у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді.
Практичні заняття	На практичних заняттях оцінюється: володіння основними поняттями і законами відповідної теми; участь у розв'язуванні задач, вміння самостійно розв'язувати задачі відповідної теми.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище. Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.

Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.

### **7. Політика курсу**

Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують дві контрольні роботи та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Модульний контроль проводиться у письмовій формі під час практичних занять і включає завдання з декількох розділів лекційного курсу. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів. Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством дозволяти іншим копіювати вашу роботу, використання шпаргалок, копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи чи захисту лабораторної роботи.

Не допускаються пропуски практичних.

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

Розклад поточного контролю:

Модульний контроль (Колоквіуми) – 8 і 15 тижні.

Контрольні роботи – 7 і 14 тижні.

Оцінка студента формується таким чином:

1. Робота на практичних заняттях – максимально 10 балів за всі практичні заняття.
2. Підсумковий модульний контроль – максимально 20 балів (підсумковий контроль проводиться у письмовій формі з подальшим усним захистом).
3. Виконання контрольних робіт – максимально 20 балів
4. Підсумковий контроль (екзамен) – максимально 50 балів

### **8. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Гаральд Іро. Класична механіка. Львів, 1999.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка.- Київ, Техніка, 2002, -511с
3. М. В. Блажиевська, А. А. Ровенчак, Н. А. Сідлецька та ін. Збірник задач з теоретичної механіки, Львів, ЛНУ ім. Івана Франка, 2011, 68с.
4. С. М. Єжов, М. В. Макарець, О. В. Романенко, Класична механіка, Київ, 2008, 480с.
5. А. М. Федорченко. Теоретична механіка. Київ: —Вища школа, 1975, 516 с.

#### **Допоміжна**

6. V. Jose, E. J. Saletan, Classical Dynamics: a contemporary approach, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.
7. А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків. Теоретична механіка. Львів, 1960, 220 с.

**Викладач**

**Ігор ЛІЩИНСЬКИЙ**