

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

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Класична механіка

Спеціальність **104. Фізика та астрономія**
Галузь знань 10. Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “29” серпня 2019 р.

м. Івано-Франківськ – 2019

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Класична механіка
Викладач (-і)	доцент, кандидат фізико-математичних наук Ліщинський Ігор Мирославович
Контактний телефон викладача	0678022656
E-mail викладача	igor.lishchynskyu@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	9 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	щотижня
2. Анотація до курсу	
<p>Курс «Класична механіка» є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики. Класична механіка вивчає механічний рух із застосуванням більш послідовних математичних методів, поглиблюється зміст фізичних понять і законів. Базовий математичний апарат класичної механіки — диференційне та інтегральне числення.</p> <p>У курсі «Класична механіка» розглядаються такі основні теми: Загальні принципи механіки Ньютона. Рух механічних систем при наявності в'язей. Рівняння Лагранжа I та II роду. Принцип найменшої дії, функція Лагранжа. Симетрії і закони збереження. Задача двох тіл. Задача розсіяння, формула Резерфорда. Механіка твердого тіла. Теорія малих коливань. Нелінійні коливання. Механіка Гамільтона: канонічні рівняння руху, дужка Пуассона, канонічні перетворення. Теорія Гамільтона–Якобі.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета: формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із макросвітом.</p> <p>Завдання: навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної механіки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p>знати: 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>вміти: самостійно опрацьовувати 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 кожних 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>	
4. Результати навчання (компетентності)	
Інтегральна компетентність	
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов	
Загальні компетентності	

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях.
- K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K04. Здатність бути критичним і самокритичним.
- K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- K07. Навички здійснення безпечної діяльності.
- K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- K12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- K13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- K14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.
- K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
- K16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури;
- K17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефакхівців.

Спеціальні (фахові) компетентності

- K18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- K19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- K20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- K21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- K22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.
- K24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- K25. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- K26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- K27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- K28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
- K29. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
- K30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних

відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

К31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

К32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.

К33. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.

К34. Здатність сучасних уявлень про основні теоретичні чи експериментальні методи проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення.

К35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики

К36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.

К37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

Очікувані програмні результати навчання

ПР01. 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. фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР05. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.

ПР06. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії

ПР17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

ПР26. Проводити математичне моделювання, аналітичні обчислення чисельні розрахунки з врахуванням можливостей сучасних високопродуктивних обчислювальних систем.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	44
практичні	46
самостійна робота	180

Ознаки курсу

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

Тематика курсу

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

Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки

Тема 1. Кінематика	лекція/ практич	4: §1; 5: §1.1, 7:	Розв'язува ння задач ,	2	15.09.201 9
1. Предмет і методи теоретичної фізики.					

<p>2. Основні поняття класичної механіки простір і час.</p> <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>	на	Гл.1 § 1-6.	тестові завдання 26 год.		
<p>Тема 2. Динаміка</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/	5: §1.1,1.3 ; 6: §1.2- 1.4, 2.1- 2.2, 2.- 2.7, 7: Гл II § 1-5, Гл III § 1-5	Розв'язування задач , тестові завдання 28 год.	2	30.09.2019
<p>Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона</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/	2: §11-15; 4 §8-10; 5: §1.2; 6: §2.3-2.4, 7: Гл. 3 §7	Розв'язування задач , тестові завдання 28 год.	2	10.10.2019
Змістовий модуль 2. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії					
<p>Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів</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. 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</p>	лекція/ практична/	4: §12-15; 5: §2.1-2.6; 6: §5.1-5.7; 7: Гл. 4 §1-6	Розв'язування задач , тестові завдання 28 год.	2 Контрольна робота 10	20.10.2019

Релея.					
Тема 5. Принцип найменшої дії 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.	лекція/практична/	2. § 2-10; 4: §33-34; 5: §5.4; 7: Гл. 7 §4-5	Розв'язування задач, тестові завдання 28 год.	2	1.11.2019
Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі					
Тема 6. Канонічні рівняння 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.	лекція/практична/	2: §40-46, 49; 4 §16-17, 35-36, 38-40; 5: §5.1-5.3; 6: §9.1-9.3, 9.7-9.10; 6: Гл. 7 §6-8, 10	Розв'язування задач, тестові завдання 26 год.	2	15.11.2019
Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі 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	лекція/практична/	2: §47-48, 4: §37; 5: §6.1-6.3; 6: §9.4-9.6; 7: Гл. 7 §9-10	Розв'язування задач, тестові завдання 26 год.	2	25.11.2019
Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.					
Тема 8. Малі коливання 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.	лекція/практична/	2: §21-30; 4: §29-31; 5: §3.1-3.5; 6: §6.1-6.5, 7.1-7.3; 7: Гл. 6 §1-4, 6	Розв'язування задач, тестові завдання 28 год.	2	1.12.2019
Тема 9. Рух твердого тіла 1. Рух твердого тіла. Кутова швидкість. Кути Ейлера. 2. Тензор інерції. 3. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння		2: §31-36, 39; 4: §18-23; 5: §4.1-	Розв'язування задач, тестові завдання	2 Контрольна робота 10	10.12.2019

руху твердого тіла. 4. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла. 5. Рух в неінерційних системах відліку.		4.3; 6: §8.1- 8.4; 7: 5, §1-4.	28 год.		
Тема 10. Основи механіки суцільних середовищ 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.		4: § 47- 51; 5: §8.1- 8.2; 6: §11.1- 11.5, 12. 1-12.2; 9: §1- 2, 5- 7, 10, 12, 15, 16, 64	Розв'язування задач, тестові завдання 26 год.	2	15.12.2019
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	
<p>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.</p> <p>Не допускаються пропуски практичних.</p> <p>У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.</p> <p><u>Розклад поточного контролю:</u> Модульний контроль (Колоквіуми) – 8 і 15 тижні. Контрольні роботи – 7 і 14 тижні.</p> <p><u>Оцінка студента формується таким чином:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 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	
<p>Базова</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Н.М. Жирнов</i> Классическая механика. - М.: 1988. 2. <i>Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.</i> Механика. М.: —Наука, 1988, 215 с. 3. <i>А. М. Федорченко.</i> Теоретична механіка. Київ: —Вища школа, 1975, 516 с. 4. <i>Д.тер Хаар.</i> Основы гамильтоновой механики. М.: —Наука, 1975, 223 с. 5. <i>Н. Н. Ольховский.</i> Курс теоретической механики для физиков. М.: —Наука, 1975, 574 с. 6. <i>М. А. Айзерман.</i> Классическая механика. М.: —Наука, 1974, 367 с. 7. <i>Ю. Г. Павленко.</i> Лекции по теоретической механике. М.: Изд. МГУ, 1991, 336с. 8. <i>Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.</i> Гидродинамика. М.: —Наука, 1986, 730с. <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. <i>А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків.</i> Теоретична механіка. Львів, 1960, 220 с. 10. Гаральд Іро. Класична механіка. Львів, 1999. 11. В.И. Арнольд. Математические методы классической механики. М., 1974. 12. В.В. Мултановский Курс теоретической физики. - М.: Просвещение. 13. Н.М. Жирнов Классическая механика. - М.: 1988. 14. Ф.Р. Гантмахер. Лекции по аналитической механике. М., 1966. 15. К. Ланцош. Вариационные принципы механики. М., 1965. 16. Г. Л. Коткин, В. Г. Сербо. Сборник задач по классической механике. Москва – Ижевск, 2001. 17. В. И. Арнольд. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989. 18. М.Ф.Баринаова, О.В. Голубева Задачи и упражнения по классической механике. 1980. 19. И.И. Мещерский Сборник задач по теоретической механике. - М.: Наука, 1973 20. Ю. Г. Павленко. Задачи по теоретической механике. М.: Изд. Моск. ун-та, 1988. 	