

Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

Кафедра фізики і методики викладання



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Класична механіка

спеціальність 104 Фізика та астрономія

Фізико-технічний факультет

Івано-Франківськ – 2019

Робоча програма курсу «Класична механіка»
для студентів спеціальності 104 Фізика та астрономія
„29” серпня 2019 р. – 10 с.

Розробник Ліщинський І.М., доцент, кандидат фізико-математичних наук

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики і методики
викладання, протокол „29” серпня 2019 р. № ____

Завідувач кафедри _____ (доц. Ліщинський І.М.)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Схвалено методичною комісією факультету.

Протокол від “ ____ ” _____ 20__ р. № ____

Голова _____ (проф. Яцура М.М.)

“ ____ ” _____ 20__ р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)	Нормативна
	Спеціальність <u>104 Фізика та астрономія</u> (шифр і назва)	
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		<u>3</u> -й
		Семестр
Загальна кількість годин - 270		<u>5</u> -й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 12	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції
		<u>44</u> год.
		Практичні
		<u>46</u> год.
		Лабораторні
		<u>0</u> год.
		Самостійна робота
		<u>180</u> год.
Індивідуальні завдання:		
год.		
Вид контролю:		
<u>іспит</u>		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,5

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс «Класична механіка» є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики.

Мета: формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із макросвітом.

Завдання: навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної механіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

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.

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.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки

Тема 1. Кінематика (4: §1; 5: §1.1, 7: Гл.1 § 1-6.)

1. Предмет і методи теоретичної фізики.
2. Основні поняття класичної механіки простір і час.
3. Рівняння руху, швидкість і прискорення матеріальної точки.
4. Швидкість у криволінійних координатах. Коефіцієнти Ляме.
5. Натуральний спосіб задання руху. Секторна швидкість.
6. Тангенціальне і нормальне прискорення. Кривизна траєкторії.

Тема 2. Динаміка (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)

1. Поняття про силу і масу. Інерціальні системи відліку. Закони Ньютона. Принцип відносності Галілея. Пряма і обернена задача механіки, початкові умови. Принцип причинності.
2. Закон зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії матеріальної точки.
3. Робота сили і потенціальна енергія у силовому полі.
4. Фінітний та інфінітний рух. Теорема Клаузіуса про віріал сил.
5. Рух центра мас. Закон зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії системи матеріальних точок.

Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона (2: §11-15; 4 §8-10; 5: §1.2; 6: §2.3-2.4, 7: Гл. 3 §7.)

1. Одновимірний рух.
2. Задача двох тіл та її зведення до задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі.
3. Розв'язок задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі у загальному вигляді. Якісне дослідження руху у центрально-симетричному полі.
4. Задача Кеплера.
5. Розпад частинок. Пружні зіткнення частинок.
6. Розсіювання частинок. Формула Резерфорда.

Змістовий модуль 2. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії

Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів (4: §12-15; 5: §2.1-2.6; 6: §5.1-5.7; 7: Гл. 4 §1-6.)

1. Рух невільної механічної системи. В'язі. Класифікація в'язей.
2. Віртуальні переміщення і визначення ідеальних в'язей. Рівняння Лагранжа I-го роду.
3. Принцип віртуальних переміщень і умова рівноваги голономних механічних систем.
4. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа II-го роду.
5. Функція Лагранжа для систем з потенціальними і узагальнено-потенціальними силами. Приклад для частинки у електромагнітному полі.
6. Рівняння Лагранжа для систем за наявності сил тертя. Дисипативна функція Релея.

Тема 5. Принцип найменшої дії (2. § 2-10; 4: §33-34; 5: §5.4; 7: Гл. 7 §4-5;)

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.

Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі
Тема 6. Канонічні рівняння (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)

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.

Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі (2: §47-48, 4: § 37; 5: §6.1-6.3; 6: §9.4-9.6; 7: Гл. 7 §9-10)

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

Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.

Тема 8. Малі коливання (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.)

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.

Тема 9. Рух твердого тіла (2: §31-36,39; 4: §18-23; 5: §4.1-4.3; 6: §8.1-8.4; 7: Гл 5, §1-4.)

1. Рух твердого тіла. Кутова швидкість. . Кути Ейлера.
2. Тензор інерції.
3. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла.
4. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла.
5. Рух в неінерційних системах відліку.

Тема 10. Основи механіки суцільних середовищ (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.)

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. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки						
Тема 1. Кінематика		2	4	0	2	4
Тема 2. Динаміка		4	4	0	2	4
Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона		6	6	0	2	6
Разом за змістовим модулем 1		12	16	0	6	16
Змістовий модуль 2. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії						
Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів		6	4	0	4	4
Тема 5. Принцип найменшої дії		6	4	0	2	4
Разом за змістовим модулем 2		12	8	0	6	8
Змістовий модуль 3. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі						
Тема 6. Канонічні рівняння		8	6	0	4	6
Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі		2	4	0	0	4
Разом за змістовим модулем 3		10	10	0	4	10
Змістовий модуль 4. Застосування методів теоретичної механіки до конкретних систем.						
Тема 8. Малі коливання		4	4	0	2	4
Тема 9. Рух твердого тіла		4	4	0	2	4
Тема 10. Основи механіки суцільних середовищ		2	2	0	0	2
Разом за змістовим модулем 4		10	12	0	4	12
Модуль 2						
Індивідуальне науково-дослідне завдання					64	
Усього годин	270	44	46	0	90	90

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кінематика точки у криволінійних координатах.	4
2.	Тангенціальне, нормальне прискорення. Радіус кривизни траєкторії.	2
3.	Закони збереження.	4
4.	Інтегрування рівнянь Ньютона.	4
5.	Рівняння Лагранжа I роду.	2
6.	Лагранжіан. Рівняння Лагранжа II роду.	4
7.	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	4
8.	Дужки Пуассона.	2
9.	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	2
10.	Малі коливання. Гармонічне наближення.	4
11.	Вимушені коливання.	2
12.	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	2
13.	Рух твердого тіла.	4
14.	Неперервні системи	2
	Разом:	46

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кінематика точки у криволінійних координатах.	4
2.	Тангенціальне, нормальне прискорення.	4
3.	Закони збереження.	4
4.	Інтегрування рівнянь Ньютона.	6
5.	Рівняння Лагранжа I роду.	4
6.	Лагранжіан. Рівняння Лагранжа II роду.	6
7.	Типи диференційованих симетрії. Теорема Нетер.	4
8.	Механічна подібність.	4
9.	Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	4
10.	Дужки Пуассона.	4
11.	Метод Гамільтона-Якобі. Розділення змінних.	6
12.	Малі коливання. Гармонічне наближення.	4
13.	Вимушені коливання.	4
14.	Нелінійні коливання. Метод Боголюбова-Крилова.	4
15.	Рух у швидкоосцилюючому полі.	4
16.	Рух твердого тіла.	6
17.	Рух в неінерційній системі відліку.	4
18.	Неперервні системи.	4
19.	Рух рідини	4
	Разом:	90

7. Індивідуальні завдання

1. Виконання домашніх контрольних робіт за індивідуальними варіантами з розділів класичної механіки.

8. Методи навчання

Теоретичні методи (бесіда, лекція, пояснення), наочні методи (демонстрації приладів, моделей, схем, малюнків, мультимедіафільмів)

9. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (контрольні роботи за чотирма змістовими модулями, $2 \times 10 = 20$ балів, колоквиуми за чотирма змістовими модулями, $2 \times 10 = 20$ балів), оцінку відповідей та роботи на практичних заняттях, виконання індивідуальних занять (10 балів) — разом за семестр 50 балів; іспит — 50 балів. Сумарна оцінка за семестр, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

За екзамен

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D		
50 – 59	E	задовільно	
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Рекомендована література

Базова

1. *Н.М. Жирнов*. Классическая механика. - М.: 1988.
2. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц*. Механика. М.: —Наука, 1988, 215 с.
3. *А. М. Федорченко*. Теоретична механіка. Київ: —Вища школа, 1975, 516 с.
4. *Д.тер Хаар*. Основы гамильтоновой механики. М.: —Наука, 1975, 223 с.
5. *Н. Н. Ольховский*. Курс теоретической механики для физиков. М.: —Наука, 1975, 574 с.
6. *М. А. Айзерман*. Классическая механика. М.: —Наука, 1974, 367 с.
7. *Ю. Г. Павленко*. Лекции по теоретической механике. М.: Изд. МГУ, 1991, 336с.
8. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц*. Гидродинамика. М.: —Наука, 1986, 730с.

Допоміжна

9. *А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків*. 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.

12. Інформаційні ресурси

<http://www.ictp.it/>

<http://www-ctp.mit.edu>

<http://www3.imperial.ac.uk/theoreticalphysics>