

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
“” _____ 2022 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 21 «Класична механіка»

Рівень вищої освіти	перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	10 – Природничі науки
Спеціальність	104 – Фізика та астрономія
Освітньо-професійна програма	Фізика та астрономія

ОНУ
Одеса
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Класична механіка». – Одеса: ОНУ, 2022. – 23 с.

Розробник: Базей Олександр Анатолійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та астрономії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ

Протокол № 1 від «5» вересня 2022 р.

Завідувач кафедри



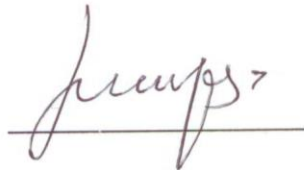
Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПІ «Фізика та астрономія»  Юрій НІЦУК

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від «6» вересня 2022 р.

Голова НМК



Наталя МАСЛЄЄВА

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ (_____)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

_____ (_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма навчання
Загальна кількість кредитів – 7 годин – 210 змістовних модулів - 2	Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	Обов’язкова дисципліна
		Рік підготовки:
		2,3-й
		Семестр
		4,5-й
		Лекції
		60 год.
		Практичні, семінарські
		44 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		106 год.
Форма підсумкового контролю: залік, іспит		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є засвоєння фундаментальних принципів та методів класичної механіки, формування фізичного стилю мислення та світогляду студентів. Мета дисципліни полягає у навчанні ставити та розв'язувати спеціалізовані проблеми та практичні задачі у галузі фізики та астрономії.

Завдання:

- сформувати у здобувачів першого рівня вищої освіти розуміння природних явищ;
- виробити вміння розв'язку рівнянь руху, застосування теорем динаміки та законів збереження для аналізу механічних процесів;
- навчити методам аналітичної механіки для аналізу фізичних процесів;
- навчити застосовувати отримані вміння в майбутній професійній діяльності.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**.

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:

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К04. Здатність бути критичним і самокритичним.

К05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

K22. 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 самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен знати:

- основні поняття механіки: абсолютно тверде тіло, система матеріальних точок, системи відліку, ступені вільності твердого тіла, кутові характеристики обертального руху, момент імпульсу, момент сили, потенціальне силове поле, потенціальна енергія, кінетична енергія, зв'язки, узагальнені координати, функція Лагранжа, функція Гамільтона, центральносиметричне поле, зведена маса, коливання системи, циклічна частота, амплітуда, період коливань,
- основні формули, теореми та закони: рівняння руху, загальні теореми динаміки системи, теорема про рух центра мас, теорема про зміну моменту імпульсу, теорема про зміну кінетичної енергії, рівняння Лагранжа, принцип віртуальних переміщень, варіаційний принцип Гамільтона, закони Кеплера, диференціальне рівняння руху фізичного

маятника, закон збереження імпульсу системи матеріальних точок, закон збереження механічної енергії системи.

Вміти:

- за кінематичними рівняннями руху точки знаходити рівняння траєкторії точки, її швидкість і прискорення; графічно зобразити кінематичні величини, визначати характеристики відносного руху точки; визначати діючі на тіло сили, їх величину, напрям, точку прикладання, характер, природу.
- складати диференціальне рівняння руху точки; формулювати початкові умови; визначати сталі інтегрування при інтегруванні диференціальних рівнянь руху; відрізнити замкнуту і незамкнуту системи; зводити рух системи до руху центра мас.
- оперувати векторними фізичними величинами; переходити від кутових кінематичних величин до лінійних, та навпаки; знаходити моменти сил відносно точки і осі.
- обчислювати моменти інерції для тіл різної конфігурації; обчислювати момент імпульсу точки і системи точок відносно центра і осі.
- обчислювати потенціальну енергію різної взаємодії тіл; виділяти випадки використання законів збереження в механіці.
- класифікувати зв'язки накладені на систему; визначати число ступенів вільності системи; вибирати узагальнені координати; обчислювати кінетичну енергію системи; складати рівняння Лагранжа II роду; складати канонічні рівняння Гамільтона.

Що забезпечують наступні **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.

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

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

ПР16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.

ПР22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.

3.Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1.

МЕХАНІКА ЛАГРАНЖА.

Тема 1. Вступ. Основні поняття класичної механіки. Рівняння Ньютона. Пряма та зворотна задачі класичної механіки. Зв'язок рівнянь Ньютона з принципом найменшої дії.

Тема 2. Принцип відносності Галілея. Перетворення Галілея. Функція Лагранжа вільної матеріальної точки з урахуванням властивостей простору, часу та принципу відносності Галілея. Функція Лагранжа системи взаємодіючих матеріальних точок.

Тема 3. Інтеграл руху механічних систем. Загальна кількість, зв'язок інтегралів руху з властивостями симетрії механічних систем. Замкнені механічні системи. Закон збереження енергії. Закон збереження імпульсу та однорідність простору. Узагальнені імпульси. Циклічні змінні. Закон збереження моменту імпульсу та ізотропність простору.

Тема 4. Рух одновимірних систем. Консервативні одновимірні системи. Якісний аналіз характеру руху. Точки зупинки. Період руху у фінітній області.

Тема 5. Задача двох тіл. Виділення руху центру мас та відносного руху у задачі двох тіл. Повна система рівнянь руху системи двох тіл. Загальні властивості руху у центральному полі. Умови фінітності та інфінітності руху.

Тема 6. Задача Кеплера. Притягання частинок (гравітаційна взаємодія точкових мас, рух протилежних за знаком зарядів). Якісний аналіз характеру руху. Траєкторії руху.

Тема 7. Розпад частинок. Розпад частинки на дві: закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу. Розпад частинки у на дві різних системах відліку.

Тема 8. Розсіяння частинок. Ефективний переріз розсіяння, прицільна відстань. Залежність ефективного перерізу розсіяння від кута розсіяння. Розсіяння у центральному полі. Розсіяння у кулонівському полі: формула Резерфорда.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2
МАЛІ КОЛИВАННЯ. РУХ ТВЕРДОГО ТІЛА. МЕХАНІКА
ГАМІЛЬТОНА.

Тема 1. Фінітний рух одновимірних систем у наближенні малих коливань. Вільні та вимушені одновимірні коливання. Дослідження коливальних рухів двовимірної системи.

Тема 2. Загальний аналіз коливальних рухів систем з багатьма ступенями вільності. Нормальні координати та власні частоти коливань багатовимірної системи. Коливання молекул: відокремлення поступальних та обертальних рухів молекули.

Тема 3. Кінетична енергія твердого тіла. Відокремлення поступальних та обертальних рухів. Тензор моментів інерції твердого тіла, його властивості. Дзиги.

Тема 4. Рівняння руху твердого тіла у лабораторній системі відліку та рухомій системі відліку – системі головних моментів інерції. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла. Момент імпульсу твердого тіла.

Тема 5. Механіка Гамільтона. Фазовий простір. Канонічні рівняння руху. Початкові умови для рівнянь Гамільтона.

Тема 6. Інтеграл руху у механіці Гамільтона. Дужки Пуассона. Теорема Пуассона: використання дужок Пуассона для знаходження інтегралів руху механічних систем.

Тема 7. Канонічні перетворення. Генеруючі функції для канонічних перетворень. Дія як функція координат.

Тема 8. Метод Гамільтона-Якобі. Відокремлення змінних у рівнянні Гамільтона-Якобі. Змінні „дія-кут”.

4. Структура навчальної дисципліни «Класична механіка»

Назва тем	Кількість годин				
	Очна (денна) форма				
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Пр.	Лаб.	СР
1	2	3	4	5	6
Змістовний модуль 1. Механіка Лагранжа.					
Тема 1. Вступ. Основні поняття класичної механіки.	6	2	2		2
Тема 2. Принцип відносності Галілея.	8	2	2		4
Тема 3. Інтеграли руху механічних систем.	14	4	2		8
Тема 4. Рух одновимірних систем.	16	4	4		8
Тема 5. Задача двох тіл.	20	6	4		10
Тема 6. Задача Кеплера.	12	4	2		6
Тема 7. Розпад частинок.	12	4	2		6
Тема 8. Розсіяння частинок.	12	4	2		6
Змістовний модуль 2. Малі коливання. Рух твердого тіла. Механіка Гамільтона.					
Тема 1. Фінітний рух одновимірних систем.	16	4	4		8
Тема 2. Загальний аналіз коливальних рухів.	16	4	4		8
Тема 3. Кінетична енергія твердого тіла.	14	4	4		6
Тема 4. Рівняння руху твердого тіла.	12	4	2		6

Тема 5. Механіка Гамільтона.	16	4	4		8
Тема 6. Інтегрالی руху у механіці Гамільтона.	12	4	2		6
Тема 7. Канонічні перетворення.	14	4	2		8
Тема 8. Метод Гамільтона-Якобі.	10	2	2		6
Усього годин	210	60	44		106

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Швидкість, прискорення та секторна швидкість матеріальної точки. Задачі кінематики.	2
2.	Закони інерції Галілея-Ньютона. Рівняння руху механічної системи. Принципи відносності Галілея.	2
3.	Замкнені механічні системи. Закони збереження енергії та імпульсу.	2
4.	Рух консервативних одновимірних систем. Фінітний та інфінітний рух.	2
5.	Рух у задачі двох тіл. Початкові умови.	4
6.	Теорема Клаузіуса про віріал сил. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки.	2
7.	Виділення руху центру мас та відносного руху у задачі	2

	двох тіл. Повна система рівнянь руху системи двох тіл. Інтегрالی руху у центральному полі.	
8.	Рух у центральному полі: дослідження характеру руху двох частинок, які відштовхуються за законом Кулона. Траєкторії руху.	2
9.	Розпад частинок. Розпад частинки на дві: закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу.	2
10.	Розсіяння частинок у центральному полі: ефективний переріз розсіяння у різних системах відліку.	2
11.	Наближення малих коливань у одновимірних системах. Вільні та вимушені одновимірні коливання. Власні частоти та нормальні коливання двовимірних систем.	4
12.	Дослідження коливальних рухів систем з багатьма ступенями вільності: власні частоти та нормальні координати.	4
13.	Тензор моментів інерції твердого тіла, його властивості. Тензор моментів інерції систем матеріальних частинок та суцільних тіл.	4
14.	Знаходження функції Гамільтона та канонічних рівнянь руху механічних систем.	4
15.	Обчислювання дужок Пуассона. Використання дужок Пуассона для знаходження інтегралів руху механічних систем.	4
16.	Канонічні перетворення. Дужки Пуассона та умови канонічного перетворення. Канонічно спряжені величини.	2
	Разом	44

4. Теми лабораторних робіт

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Самостійна робота

№	Питання для підготовки	Кількість годин
1.	Принцип найменшої дії в механіці Лагранжа. Властивості функції Лагранжа. Доказ властивостей функції Лагранжа.	6
2.	Перетворення Галілея. Функція Лагранжа вільної матеріальної точки з урахуванням властивостей простору, часу та принципу відносності Галілея.	6
3.	Функція Лагранжа системи взаємодіючих матеріальних точок.	4
4.	Інтеграл руху механічних систем: загальна кількість, зв'язок інтегралів руху з властивостями симетрії механічних систем.	6
5.	Закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу систем частинок.	6
6.	Функція Лагранжа, рівняння Ейлера-Лагранжа.	6
7.	Рух одновимірних систем. Консервативні одновимірні системи. Якісний аналіз характеру руху.	6
8.	Рух у центральному полі. Умови фінітності та інфінітності руху. Умови падіння тіла на центр.	6
9.	Дослідження траєкторій руху частинки у полі тяжіння. Рух планет Сонячної системи.	6
10.	Розпад частинки на дві або на три частини: закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу.	6
11.	Пружні та не пружні зіткнення частинок: зіткнення двох частинок у різних системах відліку.	6
12.	Ефективний переріз розсіяння, прицільна відстань.	6

	Залежність ефективного перерізу розсіяння від кута розсіяння.	
13.	Дослідження коливальних рухів двовимірної системи. Власні частоти та нормальні коливання двовимірних систем.	6
14.	Нормальні координати та власні частоти коливань багатовимірної системи.	6
15.	Аналіз коливальних рухів молекул: відокремлення поступальних та обертальних рухів молекули, власні частоти та нормальні координати для коливань молекул.	6
16.	Тензор моментів інерції систем матеріальних частинок та суцільних тіл. Перетворення компонент тензора моментів інерції твердого тіла при паралельному перенесенні системи відліку.	6
17.	Знаходження функції Гамільтона та канонічних рівнянь руху механічних систем.	4
18.	Знаходження траєкторії руху механічної системи методом Гамільтона-Якобі.	4
19.	Розв'язання рівняння Гамільтона-Якобі.	4
	Разом	106

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, практична робота, самостійна робота.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція – відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання репродуктивний, метод проблемного викладу, при обговоренні розв'язку практичної роботи використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється шляхом фронтального контролю знань. Індивідуальний контроль застосовується для ґрунтовного ознайомлення викладача із рівнем навчальних досягнень окремих студентів. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, письмова перевірка практичних задач, усна перевірка робіт. Підсумковий контроль – іспит.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Оцінювання виконання самостійної роботи студентів за кожною темою навчальної дисципліни здійснюється за 2-бальною шкалою. Об'єктом поточного контролю самостійної роботи є:

Конспектування окремих питань теми (максимальна оцінка – 1 бал).

Критерії оцінювання:

Наявність конспекту теоретичного матеріалу – 1 бал.

Повнота представленого матеріалу, якість відповідей на запитання викладача та однокурсників – 1 бал.

Критерії оцінювання виконання практичних робіт

Студент повинен виконати всі практичні роботи.

Студент правильно розв'язав практичне завдання (задачу), вміє пояснити методику розв'язання та зміст застосовуваного понятійного апарату і формул, вміє аргументувати свої думки – 9-10 балів.

Студент показує знання методики розв'язання практичного завдання (задачі) та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні – 7-8 балів.

Студент показує знання методики розв'язання практичного завдання (задачі) та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені помилки у розв'язанні не дають можливості зробити правильні висновки – 5-6 балів.

Студент частково розв'язав практичне завдання (задачу), але не зміг аргументувати свою відповідь, помилився у використанні понятійного апарату та методики розв'язання задачі – 1-4 бали.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий контроль (іспит) проводиться в усній формі. Студенту пропонується одне теоретичне питання, яке оцінюється за 10 бальною шкалою та два практичних завдання, кожне з яких теж оцінюється за 10 бальною шкалою.

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 10 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 8 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 8 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 6 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Критерії оцінювання практичного завдання:

- задача розв'язана повністю. Розв'язання містить скорочену умову (дано), необхідні дії, обґрунтування, графіки, одиниці вимірювання, відповідь – 9-10 балів;
- задача розв'язана повністю. Розв'язання містить скорочену умову, необхідні дії, обґрунтування, графіки, одиниці вимірювання. В кінці не

вказана відповідь або не правильно вказані деякі одиниці вимірювання – 7-8 балів;

– хід розв'язування правильний, але допущені помилки логічного характеру в обчисленнях, що привело до неправильної відповіді. Або розв'язування не містить необхідних пояснень – 5-6 балів;

– розв'язання неповне, відповідь не отримана, але студент у розв'язанні досить близько наблизився до неї. Студентом виконано не менше половини логічних кроків – 3-4 бали;

– розв'язання задачі розпочате: зроблений короткий запис умови задачі, при необхідності виконаний рисунок, наведені окремі фрагменти розв'язання – 2 бали;

– розв'язання задачі розпочате: зроблений короткий запис умови задачі, при необхідності виконаний рисунок – 1 бал;

– завдання не розв'язувалося взагалі. Відповідь відсутня – 0 балів.

Кількість балів, що здобувач отримав на іспиті, є сумою балів, що були отримані за теоретичне питання та кожне практичне завдання.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче (п.12).

11. Питання для підготовки для поточного та підсумкового контролю.

1. Поняття про топологічні і метричні властивості часу та простору.
2. Поняття системи координат та системи відліку.
3. Поняття траєкторії точки. Способи визначення руху точки.
4. Способи опису руху: векторний, координатний, природний.
5. Векторний спосіб визначення руху точки. Приклади визначення рівняння траєкторії точки.
6. Координатний спосіб визначення руху точки. Приклади визначення рівняння траєкторії точки.

7. Природний спосіб визначення руху точки. Приклади визначення рівняння траєкторії точки.

8. Кінематика. Основні поняття кінематики.

9. Швидкість точки. Визначення швидкості точки.

10. Прискорення точки у прямолінійному та криволінійному русі.

11. Сформулюйте закони Ньютона. В чому полягає основне рівняння динаміки?

12. Сформулюйте пряму та обернену задачі механіки.

13. Поняття про зв'язки.

14. Голономні та неголономні зв'язки.

15. Стаціонарні та нестаціонарні зв'язки.

16. Ідеальні зв'язки.

17. Поняття про узагальнені координати та узагальнені швидкості.

18. Визначення дійсного, можливого та віртуального переміщень.

19. Сформулюйте принцип Гамільтона (принцип можливих переміщень).

20. Дайте визначення функції Лагранжа.

21. Сформулюйте диференціальні рівняння руху, як наслідок принципу найменшої дії.

22. Визначення рівнянь руху у формі Лагранжа.

23. Сформулюйте принцип відносності Галілея.

24. Визначення функції Лагранжа. Загальний вираз.

25. Поняття про узагальнений імпульс та узагальнену силу.

26. Сформулюйте властивості функції Лагранжа.

27. Поняття про циклічні координати.

28. Закон збереження енергії механічної системи.

29. Закон збереження імпульсу механічної системи.

30. Закон збереження моменту імпульсу механічної системи.

31. Інтегрування рівняння одновимірного руху.

32. Сформулюйте закон руху матеріальної точки, яка рухається під впливом сили, що залежить тільки від часу.

33. Сформулюйте закон руху матеріальної точки, яка рухається під впливом сили, що залежить тільки від координати точки.
34. Сформулюйте закон руху матеріальної точки, яка рухається під впливом сили, що залежить тільки від швидкості точки.
35. Поняття про фінітний та інфінітний одновимірний рух точки.
36. Задача двох тіл.
37. Рух частинки у центральному полі.
38. Другий закон Кеплера для руху у центральному полі.
39. Ефективна потенціальна енергія у центральному полі.
40. Сформулюйте теорему Бертрана.
41. Перша формула Біне для руху у центральному полі.
42. Друга формула Біне для руху у центральному полі.
43. Задача Кеплера.
44. Класифікація траєкторій у задачі Кеплера.
45. Закон всесвітнього тяжіння як наслідок законів Кеплера.
46. Розсіяння двох частинок.
47. Ефективний переріз розсіяння частинок.
48. Кут розсіяння частинок.
49. Одновимірні малі коливання.
50. Сформулюйте теорему Фур'є про складні коливання.
51. Поняття про власні коливання механічної системи.
52. Енергія гармонічних коливань.
53. Вільні згасаючі коливання.
54. Вимушені коливання.
55. Малі коливання з довільним числом ступенів свободи.
56. Малі коливання з двома ступенями свободи.
57. Одновимірні ланцюжки взаємодіючих частинок, як коливальна система з багатьма ступенями свободи.
58. Рух абсолютно твердого тіла.
59. Кінетична енергія абсолютно твердого тіла.

Змістовний модуль 2										70	(Іспит) 30	100
Поточний контроль на лекціях												
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8					
2	2	2	2	2	2	2	2	24	30			

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус, конспекти лекцій; збірники задач:
<http://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny>, <http://phys.onu.edu.ua>,
<http://phys.onu.edu.ua/uk/robochi-prohramy-navchalnykh-dystsyplin>,
<http://lib.onu.edu.ua>

14. Рекомендована література

Основна

1. Затовський О.В., Олейнік В.П. Лекції з курсу “Класична механіка”. Частина I. Динаміка Лагранжа. Малі коливання. Одеса : ОНУ, “Астропринт”, 2010. – 52с.
2. Затовський О.В., Олейнік В.П. Лекції з курсу “Класична механіка”. Частина II. Рух твердого тіла. Основні принципи механіки Гамільтона. Механіка суцільних середовищ. Одеса : ОНУ, 2012. – 88с.
3. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Класична механіка: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. Умань : ПП «Жовтий», 2015. – 160 с.
4. Лапта С.І. Основи класичної механіки. Коливання механічних систем з навчальної дисципліни ”Фізика”: навчальний посібник. Харків: Вид. ХНЕУ, 2010. – 168 с.
5. Ковальов О. С., Єзерська О. В., Майзеліс З. О., Чебанова Т. С. Малі коливання. I. Лінійні коливання : навч.-метод. посібник. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 112 с.
6. David Morin. Introduction to Classical Mechanics. Cambridge University Press, 2008. – 719 p.

Додаткова

1. Кара-Мурза С. В., Чернобай Е. Г. Класична механіка : навчальний посібник для самостійної роботи студентів спеціальності «Фізика». Луганськ : ГУ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 119 с.
2. Ioan Merches, Daniel Radu. Analytical Mechanic. Solutions to Problems in Classical Physics. Boca Raton, London, New York : CRC Press Taylor & Francis Group, 2015. – 453 p.
3. G. Aruldas Classical Mechanics. University of Kerala. New Delhi, 2008. – 345 p.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua>
2. <http://phys.onu.edu.ua>
3. <https://ocw.mit.edu/courses/8-01sc-classical-mechanics-fall-2016/pages/online-textbook/>