

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра теоретичної фізики
імені професора Івана Вакарчука

Затверджено

на засіданні кафедри теоретичної фізики імені
професора Івана Вакарчука фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08.2023 р.)

Завідувач кафедри  Володимир ТКАЧУК

СИЛАБУС

з навчальної дисципліни «Вступ до теоретичної механіки»,
що викладається в межах
ОПП «Комп'ютерні технології у прикладній фізиці»,
ОПП «Нанофізика та наноматеріали»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Львів 2023

| | |
|--|---|
| Назва дисципліни | Вступ до теоретичної механіки |
| Адреса викладання дисципліни | вул. Драгоманова, 12, 79005, м. Львів |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | фізичний факультет, кафедра теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | Галузь знань – 10 «Природничі науки» Спеціальність – 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» |
| Викладач дисципліни | Лектор: доцент кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука, к.ф.-м.н., ст. наук. співр. Ігнатюк Василь Васильович |
| Контактна інформація викладача | vasyl.ignatyuk@lnu.edu.ua , wignatyuk@gmail.com , volodyapastukhov@gmail.com |
| Консультації з курсу відбуваються | Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Telegram. |
| Сторінка курсу | https://physics.lnu.edu.ua/course/vstup-do-teoretychnoi-mekhaniky-104-fizyka-ta-astronomiia-105-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна «Вступ до теоретичної механіки» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», яка викладається в IV семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Коротка анотація дисципліни | Даний курс є першою частиною курсу з теоретичної механіки і продовжується у V семестрі навчальною дисципліною «Теоретична механіка і основи механіки суцільного середовища». Він розроблений таким чином, щоб дати базові знання студентам для подальшого опанування теоретичної механіки, а також навчити їх розв'язувати задачі з кінематики та динаміки матеріальної точки та системи матеріальних точок за допомогою ньютонівського і лагранжевого формалізму. Програма складається із чотирьох блоків: <ol style="list-style-type: none"> 1. Кінематика матеріальної точки. 2. Динаміка матеріальної точки. 3. Інтегрування рівнянь Ньютона. 4. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа. |
| Мета та цілі дисципліни | Метою і завданням навчальної дисципліни «Вступ до теоретичної механіки» є ознайомлення студентів із теоретичним описом механічних процесів в класичних багаточастинкових системах, а також із різними математичними методами, що дозволяють їх досліджувати. |
| Література для вивчення дисципліни | Базова: 1. А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків. Теоретична механіка. Львів, 1960, 220 с. 2. Гаральд Іро. Класична Механіка, Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999, 464с. 3. Бар'яхтар, І. В. Бар'яхтар, Л. П. Гермаш, С. О. Довгий. Механіка. К.: “Наукова Думка”, 2011, 352с. 4. Збірник задач з теоретичної механіки / М. В. Блажівська, А. А. Ровенчак, Н. А. Сідлецька, М. М. Стецько, В. М. Ткачук, Т. В. Фітьо. Л.: ЛНУ імені Івана Франка”, 2011, 68 с. Допоміжна: А. М. Федорченко. Теоретична механіка. Київ: “Вища школа”, 1975, 516 с. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | Інформаційні ресурси Wikipedia. http://www.wikipedia.org |
| Тривалість курсу | один семестр |
| Обсяг курсу | 32 години аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 16 годин практичних занять та 58 годин самостійної роботи. |
| Очікувані результати навчання | Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК): <i>Загальні компетентності:</i> ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. <i>Спеціальні компетентності:</i> СК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів. СК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем. СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання у професійній діяльності. <i>Програмні результати навчання (ПРН), на досягнення яких спрямоване вивчення курсу:</i> ПРН01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики. ПРН02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. ПРН04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій. ПРН06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації. ПРН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі у розв'язанні екологічних проблем. |
| Ключові слова | Декартові та криволінійні координати, параметри Ламе, метричний тензор, інерційні та неінерційні системи відліку, швидкість, прискорення, закони збереження, центр маси системи матеріальних точок, центральні сили, вільний та зв'язаний рух точки, в'язі, сили реакції в'язей, внутрішні та зовнішні сили, потенціальні, гіроскопічні та дисипативні сили, кінетична та потенціальна енергія, узагальнені сили та потенціали, сили тертя. |
| Формат курсу | Очний |
| | Проведення лекцій, практичних занять, коротких наукових доповідей студентів у формі презентації за темою вільного вибору, консультації для кращого розуміння тем. |
| Теми | 1. Основні поняття та закони механіки. Кінематика точки. 2. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок. |

| | |
|---|---|
| | <p>3. Закони збереження.</p> <p>4. Одновимірний рух. Рух у центральному полі.</p> <p>5. Задача Кеплера та закони Кеплера.</p> <p>6. Основна задача динаміки невільної частинки. Принцип Даламбера.</p> <p>7. Функція Лагранжа. Рівняння Лагранжа I та II роду.</p> <p>8. Рівняння Лагранжа II роду для потенціальної сили та при наявності сил дисипації. Рівняння Лагранжа для систем з в'язями.</p> |
| Підсумковий контроль, форма | <p><i>Поточний контроль:</i> усне та письмове опитування, контрольна робота, оцінка практичних завдань.</p> <p><i>Підсумковий контроль:</i> залік в кінці 4-го семестру.</p> |
| Пререквізити | Для вивчення курсу студенти потребують ґрунтовних знань із дисциплін загальної фізики та вищої математики. Насамперед з механіки, математичного аналізу, аналітичної геометрії, диференціальних рівнянь. |
| Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання курсу | Презентація, лекції, дискусія, розв'язок задач. Передбачено ілюстрування лекційного матеріалу рисунками, схемами, графіками та фрагментами наукових робіт. |
| Необхідне обладнання | Дошка і крейда, персональний комп'ютер, проєктор |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> – контрольна робота – 35 балів; – робота на практичних заняттях – 35 балів; – самостійна робота (виконання домашніх завдань) – 25 балів; – підготовка короткої доповіді у вигляді презентації за темою вільного вибору – 5 балів; <p>Підсумкова максимальна кількість балів — 100.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (контрольні роботи, короткі повідомлення).</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами (у паперовому або електронному вигляді) виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> |

| | |
|-------------------------------------|---|
| | <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на практичних заняттях, самостійній роботі та при проведенні студентських презентацій. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студентів під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Підсумковий іспит відбувається у відкритій формі з вільним доступом до будь-яких джерел інформації.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| Питання на контрольні роботи | <ol style="list-style-type: none"> 1. Означення метричного тензора. 2. Метричні тензори та параметри Ламе у циліндричній та сферичній системах координат. 3. Перетворення швидкостей та прискорень у криволінійних системах координат. 4. Знаходження радіуса кривизни криволінійної траєкторії. 5. Інтегрування рівнянь динаміки. Знаходження законів руху та рівнянь для траєкторії. 6. Задача про падіння тіла на центр гравітації. 7. Задача про кулонівське відштовхування двох заряджених частинок. 8. Задача про рух двох тіл. 9. Задача Кеплера. Закони Кеплера. 10. Закон збереження імпульсу та реактивний рух. 11. Закон збереження імпульсу та енергії під час пружних і непружних зіткнень. 12. Вільний та обмежений рух тіл. В'язі та їх класифікація. 13. Рівняння Лагранжа I роду. 14. Рівняння Лагранжа II роду. 15. Приклади лагранжіанів для різних механічних систем. 16. Рух тіл під впливом дисипативних сил. Класифікація сил тертя та їх вплив на динаміку системи матеріальних точок. Дисипативна функція Релея. |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Таблиця 1

Схема курсу «Вступ до теоретичної механіки»

| Тижні | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Термін виконання |
|-------|---|--|------------------|
| 1-2 | <u>Тема 1.</u> Поняття про матеріальну точку, простір та час. Кінематика точки. Швидкість і прискорення в криволінійних координатах. Природний спосіб задання руху точки. Тангенціальне та нормальне прискорення. Радіус кривизни траєкторії. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 8 год. | 2 тижні |
| 3-4 | <u>Тема 2.</u> Поняття про силу та масу. Поняття про інерційну системи відліку та закони Ньютона. Принцип відносності Галілея. Перетворення Галілея. Розв'язок рівнянь руху та інтеграл руху. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 7 год. | 2 тижні |
| 5-6 | <u>Тема 3.</u> Закони зміни та збереження імпульсу, моменту імпульсу та енергії матеріальної точки. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна | 2 тижні |

| Тижні | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Термін виконання |
|-------|--|--|------------------|
| | Закони зміни та збереження імпульсу, моменту імпульсу та енергії системи матеріальних точок. | робота — 7 год. | |
| 7–8 | <u>Тема 4.</u> Одновимірний рух. Задача двох тіл. Рух у центральному полі. Визначення потенціальної енергії за періодом коливань. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 7 год. | 2 тижні |
| 9–10 | <u>Тема 5.</u> Задача Кеплера. Закони Кеплера. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 7 год | 2 тижні |
| 11–12 | <u>Тема 6.</u> Основна задача динаміки зв'язаної точки та поняття про в'язі. Типи в'язей та їх класифікація. Принцип Даламбера. Рівняння Даламбера-Лагранжа (рівняння Лагранжа I роду). | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 7 год | 2 тижні |
| 13–14 | <u>Тема 7.</u> Узагальнені швидкості та координати. Узагальнені сили. Лагранжіан. Рівняння Лагранжа II роду. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 7 год | 2 тижні |
| 15–16 | <u>Тема 8.</u> Рівняння Лагранжа II роду для потенціальної сили. Рівняння Лагранжа II роду при наявності сил дисипації. Закони збереження узагальненого імпульсу та узагальненої енергії. Циклічні координати. Коваріантність рівнянь Лагранжа в незалежних координатах. | Лекції — 2 год, практ. заняття — 2, самостійна робота — 8 год | 2 тижні |