

ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД «ПВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені К. Д. УШИНСЬКОГО»

Кафедра інноваційних технологій та методики навчання  
природничих дисциплін

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
ТА ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА (МЕХАНІКА)»**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 014 Середня освіта (Природничі науки)

**ОДЕСА 2023**

**УДК: 378.147:531/534**

Рекомендовано до друку вченою радою  
Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний  
університет імені К. Д. Ушинського»  
протокол від «29» червня 2023 року № 13

### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**Ваксман Ю. Ф.** – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

**Койчева Т. І.** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського

### **Укладач:**

**Совкова Т. С.** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інноваційних технологій та методики навчання природничих дисциплін

Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Загальна фізика (механіка)» / укладач Т. С. Совкова – Одеса, Університет Ушинського, 2023. 39 с.

*Методичні рекомендації до практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Загальна фізика (механіка) містять передмову, теми лекційних, практичних та лабораторних занять, перелік індивідуальних науково-дослідних завдань, плани проведення практичних занять та завдання для самостійної роботи, перелік задач та теоретичні відомості до їх розв'язання. Рекомендовано для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Природничі науки) з метою закріплення, поглиблення й узагальнення знань, одержаних під час навчання.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
1.1. Теми лекційних занять	9
1.2. Теми практичних занять	11
1.3. Теми лабораторних робіт	11
1.4. Індивідуальні навчально-дослідні завдання	12
2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВЕЛИЧИНИ	13
2.1. Змістовий модуль 1. Механіка матеріальної точки. Сили в природі	13
2.2. Змістовий модуль 2. Механіка твердого тіла, рідин і газів. Коливання та хвилі	16
3. ЗАДАЧІ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	20
4. ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	31
5. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	38

## ВСТУП

**Мета навчання дисципліни «Загальна фізика (механіка)»** – формування теоретичної бази знань студентів з основ фізичної механіки, цілісного уявлення про фізичні явища, принципи, ідеї, що складають основу сучасного вчення про механічні явища, забезпечити оволодіння методами теоретичного і експериментального дослідження, практичними навичками застосування набутих знань на практиці, зокрема, при розв’язуванні задач різного рівня складності, роботі з фізичними приладами.

Сформувані мотивацію щодо використання набутих знань у професійній діяльності.

**Передумови для вивчення дисципліни:** для вивчення навчальної дисципліни «Загальна фізика (механіка)» здобувачі мають опанувати знання зі шкільного курсу фізики.

### **Очікувані результати вивчення дисципліни:**

#### **знати:**

- предметний зміст дисципліни;
- сутність ідей, що складають основу сучасного вчення про фізичну механіку;
- основні поняття, моделі, закони і закономірності, яким підкорюються механічні явища;
- методи теоретичного і експериментального дослідження механічних явищ;

#### **уміти:**

- чітко формулювати та знаходити шляхи до розв’язання задач різного ступеня складності з механіки, доцільним чином інтегруючи знання з різних галузей відповідних математично-природничих наук;
- знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, застосовувати сучасні інформаційні технології при виконанні практичних завдань;

– проводити експериментальні дослідження з дотриманням норм охорони життя і здоров'я під час роботи в фізичній лабораторії, відповідально й безпечно використовувати фізичне обладнання, проводити обробку експериментальних даних методами математичної статистики;

– організовувати самостійну роботу з використанням сучасних технологій і засобів навчання.

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Для навчальної дисципліни «Загальна фізика (механіка)» навчальним планом передбачено проведення підсумкового контролю у формі усного екзамену, на який відводиться 20 балів. Здобувач вищої освіти може скласти екзамен, якщо кількість отриманих впродовж вивчення дисципліни балів не менше як 40. Накопичені здобувачем бали під час вивчення навчальної дисципліни не анулюються, а підсумовуються. Оцінка за екзамен не може бути меншою за кількість накопичених ним балів.

Засобами проміжного контролю є наступні методи оцінювання: індивідуальне опитування, колективна співбесіда, перевірка виконання практичних завдань та звітів з лабораторних робіт, письмові роботи, презентація результатів самостійної роботи.

Демонстрування результатів навчання: дискусія, усні доповіді, робота в команді, тренінг, круглий стіл, перевернуте навчання, презентація результатів самостійної роботи.

### Критерії оцінювання за різними видами роботи

Види роботи	Бали	Критерії
Лабораторне заняття	0 балів	Відсутність звіту з виконання лабораторної роботи. Здобувач має поверхові уявлення про об'єкт вивчення. Результати вимірювань отримує лише за допомогою викладача.
	1 бал	Наявність усіх необхідних елементів протоколу виконання лабораторної роботи. Здобувач самостійно виконує роботу в повному обсязі. Звіт з роботи містить певні неточності, помилки.
	2 бали	Наявність усіх необхідних елементів протоколу виконання лабораторної роботи. Здобувач володіє глибокими, міцними знаннями і здатний усебічно використовувати їх при виконанні лабораторних робіт. Усі завдання виконано правильно, відповіді і висновки обґрунтовані, логічно побудовані.
Практичне заняття	0 балів	Здобувач відтворює незначну частину навчального матеріалу, має поверхові уявлення про предмет вивчення, неаргументовано висловлює думку. Використовує необхідні інформаційно-методичні матеріали, виконує практичне завдання за умови сторонньої допомоги.
	1 бал	Знання здобувача є достатньо повними, він самостійно застосовує відповідний навчальний матеріал, виконуючи практичні завдання; аналізує, робить висновки. Відповідь повна, логічна, обґрунтована, але припускається неточностей. Здобувач самостійно використовує необхідні інформаційно-методичні матеріали виконуючи практичні завдання. Виконане завдання у цілому відповідає вимогам, хоча має незначні огріхи.
	2 бали	Здобувач володіє міцними знаннями, оперує ними при виконанні практичних завдань. Самостійно використовує необхідні інформаційно-методичні матеріали виконуючи практичне завдання. Не припускається помилок при його виконанні. Здобувач виступає експертом практичного завдання, що виконали однокурсники.
Самостійна робота	0 балів	Здобувач розпізнає деякі об'єкти вивчення та визначає їх на побутовому рівні, може описувати деякі об'єкти вивчення; має фрагментарні уявлення з предмета вивчення; виконує елементарні прийоми практичних завдань.
	0,5 бали	Здобувач знає окремі факти, що стосуються навчального матеріалу; виявляє здатність елементарно висловлювати думку; переважно за допомогою викладача може виконувати частину практичних завдань; знає послідовність виконання завдання; практичні завдання містять багато суттєвих відхилень від установлених вимог, при їх виконанні потребує систематичної допомоги викладача.
	1 бал	Здобувач самостійно відтворює фактичний і теоретичний матеріал та наводить приклади; володіє навчальним матеріалом і використовує набуті знання, уміння у стандартних ситуаціях; самостійно виконує практичні завдання відповідно до методичних рекомендацій; іноді

		потребує допомоги з боку викладача або одногрупників, практичні завдання мають окремі помилки; користується необхідними навчально-методичними матеріалами.
	2 бали	Здобувач володіє глибокими знаннями, демонструє відповідні компетентності, використовує їх у нестандартних ситуаціях, самостійно працює з інформацією у відповідності до поставлених завдань; систематизує та узагальнює навчальний матеріал.
Письмова робота	0-1 балів	Здобувач не менше ніж на 50% контрольних завдань надав правильну відповідь – початковий рівень знань
	5-7 балів	Здобувач на 51% – 70% контрольних завдань надав правильну відповідь – середній рівень знань
	8-11 балів	Здобувач на 71% – 90% контрольних завдань надав правильну відповідь – достатній рівень знань
	12-14 балів	Здобувач на 91% – 100% контрольних завдань надав правильну відповідь – високий рівень знань
Індивідуальне навчально-дослідне завдання (есе)	0 балів	Завдання не виконано; есе має компілятивний характер; висловлювання не відповідає (за змістом і формою) вимогам, які висуваються до жанру академічного есе.
	1–3 бали	Здобувач демонструє неглибоку обізнаність з темою, її інтерпретація поверхова, судження подеколи компелятивні. У роботі простежується комунікативний задум автора, представлений традиційний або обмежений набір ідей, відсутня діалогова (дискусійна) основа. Композиційна структура есе загалом витримана, проте наявні суттєві недоліки в аргументації основних положень, встановленні причинно-наслідкових зв'язків (не більше 2 логічних помилок), фрагменти іноді не пов'язані між собою, опущений аналіз суттєвих характеристик явища, не аналізуються альтернативні погляди на проблему. Спостерігається невдале поєднання теорії з фактичним матеріалом, використання риторики (тверджень) замість аргументації (доказів). Здобувач демонструє бідний словниковий запас, одноманітність граматичного ладу мови; спостерігається порушення мовностилістичних норм наукового стилю, зокрема наявне недоречне використання засобів виразності, неточне вживання термінології тощо; порушуються орфографічні й пунктуаційні норми.
	4 – 6 балів	Здобувач демонструє розуміння проблеми, чітко її формулює, проте заявлена тема розкрита не повно, наявні фрагменти, які не відповідають темі. Авторська модальність і оцінність виявляється невиразно. Здобувач загалом володіє навичками створення академічного тексту, аргументованого доведення тез, загальна форма викладу відповідає жанру академічного есе, проте стиль викладу, використана лексика і термінологія не завжди відповідає академічним стандартам. Робота характеризується змістовою цілісністю і послідовністю викладу, проте логічно упорядковані думки не пов'язані між собою мовними засобами; вказані наявні альтернативні погляди на проблему без їх адекватної оцінки; спостерігаються порушення у використанні прийомів порівняння й узагальнення. Використано змішаний стиль викладу з

		превалюванням неформального. Здобувач переважно дотримується лексичних, граматичних норм наукового стилю, проте наявні окремі орфографічні і синтаксичні помилки.
	7 – 9 балів	Здобувач демонструє розуміння проблеми, розкриває її, присутня авторська модальність, оцінність, проте інтерпретація теми недостатньо глибока і самостійна. Здобувач загалом володіє навичками створення академічного тексту, аргументованого доведення, проте тези й приклади не завжди переконливі, здобувач переважно використовує традиційні форми доведення. Загальна форма викладу відповідає жанру академічного есе, проте стиль викладу, використана лексика і термінологія не завжди відповідає академічним стандартам; виклад зрозумілий і чіткий; наявні незначні порушення логіки чи послідовності викладу; пояснюються альтернативні погляди на проблему та їх оцінка; використовуються прийоми порівняння, зіставлення й узагальнення. Текст загалом оформлено правильно, але трапляються поодинокі порушення орфографічних чи пунктуаційних норм.
	10 балів	Здобувач демонструє глибоке розуміння проблеми, чітко формулює і розкриває її, обґрунтовано використовує відомості з наукових джерел. Інтерпретація теми глибока й самостійна, переважає авторська модальність й оцінність. Загальна форма викладу відповідає жанру академічного есе; виклад зрозумілий і чіткий; стиль викладу відповідає академічним стандартам. Багатий словниковий запас, лексичні (зокрема термінологічні) та стилістичні засоби використовуються повністю адекватно й виразно. Наведені доведення логічні і обґрунтовані; сформульовані тези переконливі, супроводжуються грамотною аргументацією власної позиції; подаються альтернативні погляди на проблему та їх особиста оцінка автором; доречно й грамотно використовуються прийоми порівняння, зіставлення й узагальнення; судження свідчать про самостійність мислення і широту кругозору автора. Текст повністю відповідає вимогам точності й правильності мовлення; допущені окремі (1-2) мовленнєві або стилістичні огріхи.



# **1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

## **1. 1. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ**

### **Змістовий модуль 1. Механіка матеріальної точки. Сили в природі**

#### **Тема 1. Вступ. Предмет і завдання механіки**

Предмет фізики, її завдання, фізичні моделі. Зв'язок фізики з іншими природничими науками та її роль у пізнанні навколишнього світу. Матерія як об'єктивна реальність. Простір і час, як форми існування матерії. Предмет і завдання механіки. Фізичні величини та їх вимірювання.

#### **Тема 2. Кінематика матеріальної точки**

Матеріальна точка. Системи відліку. Системи координат. Траєкторія. Радіус-вектор. Переміщення, швидкість, прискорення. Кінематичні рівняння. Принцип незалежності рухів. Додавання переміщень і швидкостей. Довільний криволінійний рух, кривизна траєкторії, радіус, центр кривизни. Нормальне і тангенціальне прискорення. Рух точки по колу, кутова швидкість і кутове прискорення.

#### **Тема 3. Динаміка матеріальної точки**

Сили і взаємодії. Чотири типу взаємодій. Інерціальні системи відліку, перший закон Ньютона. Маса як міра інертності. Другий і третій закони Ньютона. Поняття імпульсу, імпульсу сили, моменту імпульсу, моменту сили. Рух в неінерціальних системи відліку

#### **Тема 4. Закони збереження**

Закони збереження імпульсу, моменту імпульсу. Механічна робота. Потужність. Кінетична і потенціальна енергія. Силове поле. Зв'язок сили з потенціальною енергією. Консервативні сили. Закон збереження механічної енергії. Рух тіла зі змінною масою. Реактивний рух. Пружний і непружний удари. Застосування законів збереження до пружного і непружного удару.

#### **Тема 5. Сили в природі**

Сили тертя. Сухе тертя. Тертя спокою, ковзання і кочення. Значення сил тертя в природі і техніці. Пружна і пластична деформації. Види пружних деформацій. Одноосьові розтягування і стиснення, зсув, вигин, крутіння.

Закон Гука, модуль Юнга. Закон всесвітнього тяжіння. Інертна і гравітаційна маси. Космічні швидкості.

## **Змістовий модуль 2. Механіка твердого тіла, рідин і газів.**

### **Коливання та хвилі**

#### **Тема 6. Динаміка твердого тіла**

Система матеріальних точок. Центр мас. Модель абсолютно твердого тіла. Поступальний і обертальний рух твердого тіла, миттєві осі обертання. Обертання навколо нерухомої осі. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла. Основне рівняння динаміки твердого тіла. Пара сил. Момент пари сил. Рівняння моментів. Кінетична енергія твердого тіла, що обертається. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла. Вільні осі обертання. Гіроскопи. Центр ваги. Умови рівноваги твердого тіла.

#### **Тема 7. Механіка рідин і газів**

Аеро- і гідростатика. Тиск в рідинах і газах. Рідина і газ в стані рівноваги. Закон Паскаля. Формула Торрічеллі. Плавання тіл, закон Архімеда. Аеро- і гідродинаміка. Ідеальна рідина. Стаціонарна течія рідин. Трубки струму, рівняння нерозривності. Закон Бернуллі. Динамічний тиск. В'язкість рідини. Ламінарний і турбулентний плин. Число Рейнольдса. Закон Пуазейля. Сили лобового опору. Підйомна сила крила літака.

#### **Тема 8. Коливання та хвилі**

Гармонічні коливання. Характеристики гармонічних коливань. Рівняння гармонічного осцилятора. Математичний пружинний і фізичний маятники. Власні та вимушені коливання. Згасання коливань. Логарифмічний декремент згасання. Додавання гармонічних коливань. Зв'язані системи. Биття.

Хвилі в суцільному середовищі. Поздовжні і поперечні хвилі. Довжина хвилі. Амплітуда, фаза і швидкість поширення хвилі. Хвильове рівняння. Рівняння хвилі, що біжить. Стоячі хвилі. Інтерференція хвиль. Звукові хвилі. Швидкість звуку. Ультразвук. Резонатори.

## 1.2 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми Форма заняття	Кількість годин
1	Семінар з теми «Фізичні величини та їх вимірювання»	2
2	Розв'язання задач «Кінематика матеріальної точки. Прямолінійний рівномірний та прискорений рухи. Середні значення параметрів руху. Кінематичні рівняння руху»	2
2	Розв'язання задач «Рух точки по колу»	2
3	Розв'язання задач «Динаміка матеріальної точки»	2
3	Розв'язання задач «Рух системи зв'язаних тіл»	2
4	Розв'язання задач «Робота і енергія. Закони збереження»	2
4	Тренінг «Розв'язання прикладних задач з механіки»	2
5	Круглий стіл з теми «Сили в природі»	2
5	Презентація результатів написання есе за темами змістового модуля 1.	2
6	Розв'язання задач «Динаміка твердого тіла. Обертальний рух»	4
7	Семінар з теми «Механіка рідин і газів. Закон Пуазейля. Сили лобового опору. Підйомна сила крила літака»	2
7	Розв'язання задач «Механіка рідин і газів»	2
8	Розв'язання задач «Коливання та хвилі»	4

## 1.3. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

№ теми	Назва лабораторної роботи
1	Вступ. Фізичні величини та їх вимірювання
4	Визначення напруженості гравітаційного поля за допомогою математичного маятника
6	Визначення прискорення вільного падіння за допомогою оборотного маятника
6	Визначення параметрів обертального руху за допомогою маятника Максвелла
6	Визначення моменту інерції маятника Обербека
7	Визначення густини твердих і рідких речовин методом гідростатичного зважування

#### 1.4. ІНДИВІДУАЛЬНІ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНІ ЗАВДАННЯ

Тематика індивідуальних завдань пов'язана з розкриттям взаємозв'язку фізичної механіки з іншими природничими науками. Завдання – підготувати есе та виступити на практичному занятті відповідної тематики

№ з/п	Приблизна тематика есе
1	Звукові хвилі. Сприйняття. Вплив
2	Живі ультразвукові локатори
3	Павук і гідравлічний прес
4	Реактивний рух у живій природі
5	Тварини-барометри
6	Політ у природі
7	Механіка живої природи та відкриття й винаходи в фізиці
8	Деформація біологічних тканин
9	Плин в'язких рідин у біологічних системах
10	Механічні властивості мешканців океану
11	Ентропія в живій природі
12	Поверхневий натяг у біології та медицині

**ЗДОБУВАЧ ПРИ ВИКОНАННІ ІНДЗ ПОВИНЕН ДОТРИМУВАТИСЯ ПРИНЦИПІВ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ, НЕ ДОПУСКАТИ АКАДЕМІЧНИЙ ПЛАГІАТ.**

## 2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВЕЛИЧИНИ

### 2.1. Змістовий модуль 1. Механіка матеріальної точки. Сили в природі

#### Тема 1. Вступ. Предмет і завдання механіки

**Час** – це властивість матеріальних процесів мати певну тривалість, здійснюватись один за одним у певній послідовності, розвиватись за стадіями та етапами.

**Фізична величина** – це кількісна характеристика того чи іншого параметру об'єкту або явища, яка має числове вираження отримане шляхом вимірювання. Поділяються на скалярні (час, маса, густина, об'єм, енергія) та векторні (сила, імпульс, потенціал).

#### Тема 2. Кінематика матеріальної точки

##### Радіус-вектор $\Delta\vec{r}$ :

$$\Delta\vec{r} = \Delta x \cdot \vec{i} + \Delta y \cdot \vec{j} + \Delta z \cdot \vec{k}$$

де  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – орти, тобто одиничні вектори, напрямлені вздовж відповідних координатних осей;  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  – відповідні зміни координат рухомої точки.

##### Швидкість:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{або} \quad v = \frac{ds}{dt}$$

##### Середня швидкість:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

##### Прискорення:

$$a = \frac{d^2s}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2};$$

де  $a_t$  – тангенціальне прискорення:

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \varepsilon \cdot r$$

$a_n$  – нормальне прискорення:

$$a_n = \frac{dv}{dt} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$v$  – лінійна швидкість;  $R$  – радіус обертання,  $\omega$  – кутова швидкість

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{v}{R}$$

$\varphi$  – кутове переміщення (кут оберту);

$\varepsilon$  – кутове прискорення

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$$

### Кінематичні рівняння руху:

рівномірно-прямолінійного  $x = v \cdot t$

рівномірно-змінного  $S = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t;$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}.$$

### Тема 3. Динаміка матеріальної точки

#### Другий закон Ньютона

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

де  $\vec{F}$  – сила, що діє на тіло масою  $m$ .

$$\vec{F} dt = d(m\vec{v})$$

$\vec{F} dt$  – імпульс сили;

$m\vec{v} = \vec{p}$  – імпульс (тіла)

$d(m\vec{v}) = d\vec{p}$  – зміна імпульсу (тіла)

**Робота сили  $\vec{F}$  при переміщенні  $\vec{S}$ :**

$$A = \int \vec{F} \cdot d\vec{S}$$

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha \quad \text{при } \vec{F} = \text{const}$$

$\alpha$  – кут між напрямками сили і переміщення

**Потужність: N**

$$N = \frac{dA}{dt}$$

**Кінетична енергія** тіла масою  $m$ , що рухається зі швидкістю  $v$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

**Потенціальна енергія** тіла в полі сили тяжіння на висоті відносно нульового рівня

$$E_{\pi} = mgh$$

де  $m$  – маса тіла,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $h$  – висота тіла над рівнем, на якому потенціальна енергія умовно приймається за нуль.

Потенціальна енергія гравітаційної взаємодії двох тіл, які можна вважати матеріальними точками

$$E_{\pi} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

де  $m_1$  і  $m_2$  – маси тіл,  $r$  – відстань між ними,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$  – гравітаційна стала.

Потенціальна енергія тіла в полі пружних сил – енергія деформованого тіла (пружини):

$$E_{\pi} = \frac{kx^2}{2}$$

де  $k$  – жорсткість пружини;  $x$  – видовження пружини<sup>^</sup>

Повна механічна енергія тіла:

$$E = E_k + E_{\pi}$$

#### **Тема 4. Закони збереження**

**Закон збереження механічної енергії:** в замкнутій системі, де діють тільки консервативні сили (сили тяжіння та пружні сили), сума кінетичної та потенціальної енергії (повна механічна енергія) всіх складових системи залишається постійною:

$$\sum_{i=1}^N E_i = \text{const}$$

**Закон збереження імпульсу:** у замкнутій системі геометрична сума імпульсів усіх тіл зберігається постійною:

$$\sum_{i=1}^N \vec{p}_i = const$$

## Тема 5. Сили в природі

### Сила всесвітнього тяжіння

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

де  $m_1$  і  $m_2$  – маси тіл,  $r$  – відстань між ними,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$  – гравітаційна стала.

### Сила пружності (закон Гука):

$$F = -kx$$

де  $x$  – величина пружної деформації (зміщення від положень рівноваги, видовження);

$k$  – коефіцієнт жорсткості тіла (пружини).

### Сила тертя ковзання:

$$F_T = \mu \cdot N,$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя;  $N$  – сила реакції опори

**Вага** – сила, з якою тіло діє на опору або підвіс.

## 2.2. Змістовий модуль 2. Механіка твердого тіла, рідин і газів.

### Коливання та хвилі

## Тема 6. Динаміка твердого тіла

### Момент сили, $M$ :

$$M = F \cdot l$$

$l$  – мінімальна відстань від осі обертання до прямої, уздовж якої діє сила (плече сили)

Момент інерції матеріальної точки відносно осі обертання:

$$I = mr^2$$



де  $m$  – маса матеріальної точки;

$r$  – відстань від точки від осі обертання.

### Моменти інерції симетричних тіл

– суцільного однорідного циліндра (диска) радіуса  $R$  відносно осі циліндра:

$$I = \frac{1}{2} mR^2;$$

– полого циліндра (обруча) з внутрішнім радіусом  $R_1$  і зовнішнім радіусом  $R_2$  відносно осі циліндра

$$I = \frac{m}{2} (m_1^2 + m_2^2);$$

– полого тонкостінного циліндра радіуса  $R$  відносно його осі:

$$I = mR^2;$$

– однорідної кулі радіуса  $R$  відносно осі, що проходить через її центр:

$$I = \frac{2}{5} mR^2;$$

– однорідного стержня відносно осі, що проходить через його середину перпендикулярно його довжині  $l$ :

$$I = \frac{1}{12} ml^2.$$

### Основний закон динаміки обертального руху твердого тіла:

$$M = I \cdot \varepsilon,$$

де  $I$  – момент інерції тіла;  $\varepsilon$  – кутове прискорення.

### Кінетична енергія тіла, що обертається:

$$E_k = \frac{1}{2} I\omega^2,$$

де  $\omega$  – кутова швидкість.

### Момент імпульсу твердого тіла відносно нерухомої осі, $L$ :

$$L = I \cdot \omega,$$

**Закон збереження моменту імпульсу:** сума моментів імпульсу всіх тіл механічної системи залишається постійною, поки моменти зовнішніх сил, що впливають на цю систему, скомпенсовані

$$\sum_{i=1}^N \vec{L}_i = \text{const.}$$

**Період коливань фізичного маятника:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgL}},$$

де  $I$  – момент інерції маятника відносно його осі обертання;

$m$  – маса маятника;

$L$  – відстань від осі обертання до центра тяжіння;

$\frac{I}{mgL}$  – зведена довжина маятника.

## **Тема 7. Механіка рідин і газів**

**Рівняння Бернуллі:**

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + P = \text{const},$$

де  $\rho$  – густина рідини;  $v$  – швидкість руху рідини;  $h$  – висота даного перерізу труби над деяким рівнем;  $P$  – статичний тиск;  $\frac{\rho v^2}{2}$  – динамічний тиск,  $\rho gh$  – гідростатичний тиск.

**Формула Стокса** для лобового опору кульки при малих швидкостях її руху у в'язкому середовищі

$$F_g = 6\pi r\eta v,$$

де  $r$  – радіус кульки,  $\eta$  – в'язкість середовища;  $v$  – швидкість встановленого руху.

## **Тема 8. Коливання та хвилі**

**Періодом  $T$**  називають тривалість одного повного коливання, тобто найменший проміжок часу, через який повторюється довільно обраний стан

коливальної системи.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

де  $\omega$  – **циклічна частота** – кількість коливань за  $2\pi$  секунд:

$$\omega = 2\pi\nu;$$

де  $\nu$  – **частота коливань** – кількість повних коливань за одиницю часу:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

**Гармонічні коливання** – це коливання, в яких зміщення відбувається за законом косинуса (або синуса).

**Рівняння гармонічних коливань:**

– диференціальне рівняння  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$

– загальний розв'язок рівняння  $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

де  $\varphi_0$  – початкова фаза;  $A$  – амплітуда коливань;  $x$  – зміщення точки від її середнього положення.

**Рівняння затухаючі коливань;**

$$x = Ae^{-\beta \cdot t} \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт затухання

**Період коливання математичного маятника**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

де  $l$  – довжина маятника.

### 3. ЗАДАЧІ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

#### Змістовий модуль 1. Механіка матеріальної точки. Сили в природі

- 1.1. Човен, рухаючись перпендикулярно до берега, опинився на протилежному березі на відстані 25 м нижче за течією через 100 с. Ширина річки 100 м. Визначити швидкість човна відносно води й швидкість течії річки відносно берега.
- 1.2. Автомобіль, що рухається зі швидкістю  $80 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ , обганяє автомобіль, що рухається зі швидкістю  $60 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Яку відстань пройшов перший автомобіль, якщо обгін почався на відстані 50 м від другого автомобіля, і закінчився тоді, коли відстань між ними стала 50 м? Розмірами автомобіля знехтувати.
- 1.3. Два автомобілі рухаються до перехрестя взаємно перпендикулярними дорогами зі швидкостями  $50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$  і  $100 \frac{\text{км}}{\text{год}}$  відповідно. У певний час автомобілі знаходились на відстанях від перехрестя 100 км і 50 км відповідно. Через який час відстань між автомобілями буде мінімальною?
- 1.4. З якою швидкістю і яким курсом має летіти літак, щоб за 2 год він пролетів точно на північ шлях 300 км, якщо під час польоту дує північно-західний вітер під кутом  $30^\circ$  зі швидкістю  $27 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ ?
- 1.5. Рівняння руху точки по прямій має вигляд:  $x = A + Bt + Ct^3$ , де  $A = 4$  м,  $B = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $C = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$ . Знайти: 1) положення точки в моменти часу  $t = 2$  с і  $t = 5$  с; 2) середню швидкість за час, що минув між цими моментами; 3) миттєві швидкості в зазначені моменти часу; 4) середнє прискорення за вказаний проміжок часу, 5) миттєві прискорення в зазначені моменти часу.
- 1.6. Точка пройшла половину шляху зі швидкістю  $10 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Частину, що залишилася шляху вона половину часу рухалася зі швидкістю  $18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ , а

останню ділянку - зі швидкістю  $25,2 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Знайти середню швидкість руху точки.

- 1.7. Поїзд рухається прямолінійно зі швидкістю  $v_0 = 180 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . Раптово на шляху виникає перешкода, і машиніст включає гальмівний механізм. З цього моменту швидкість поїзда змінюється за законом  $u = u_0 + at^2$ , де  $a = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$ . Який гальмівний шлях поїзда? Через якийсь час після початку гальмування він зупиниться?
- 1.8. Літак для зльоту повинен мати швидкість  $100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Визначити час розбігу і прискорення, якщо довжина розбігу 600 м; рух літака при цьому вважати рівноприскореним.
- 1.9. М'яч кинули з підвищення в горизонтальному напрямку з початковою швидкістю  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Визначити швидкість  $v$ , тангенціальне  $a_\tau$  і нормальне  $a_n$  прискорення м'яча через час  $t = 4$  с після початку руху.
- 1.10. Траєкторія руху точки задана рівняннями  $x = 2 + 8t$  та  $\varphi = 3 + 6t$ , де  $x$  і  $y$  вимірюються в метрах, а час  $t$  – в секундах. Яка швидкість руху точки?
- 1.11. Вільно падаюче тіло за останню секунду падіння пройшло третину свого шляху. З якої висоти й скільки часу падало тіло?
- 1.12. Тіло рухається рівноприскорено з початковою швидкістю не рівною нулю. Модуль його переміщення за п'ятнадцяту секунду на 11 м більше, ніж за десятю. Яке прискорення тіла
- 1.13. Нормальне прискорення точки, що рухається по колу радіусом  $R = 4$  м, змінюється за законом  $a_n = A + Bt + Ct^2$ , де  $A = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $B = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$ ,  $C = 2,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^4}$ . Визначити тангенціальне прискорення  $a_\tau$ , точки, шлях, що пройшла точка за час  $t_1 = 6$  с після початку руху, повне прискорення  $a$  у момент часу  $t_2 = \frac{2}{3}$  с.

- 1.141. Колесо радіусом  $R = 10$  см обертається з постійним кутовим прискоренням  $\varepsilon = 3,14 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ . Знайти для точок на ободі колеса до кінця першої секунди після початку руху: 1) кутову швидкість; 2) лінійну швидкість; 3) тангенціальне прискорення; 4) нормальне прискорення; 5) повне прискорення.
- 1.15. Маховик обертається рівноприскорено. Знайти кут  $\alpha$ , який складає вектор повного прискорення будь-якої точки маховика з радіусом в той момент, коли маховик здійснить перші  $N = 2$  обертів.
- 1.16. Колесо радіусом  $R = 0,1$  м обертається так, що залежність кута повороту радіуса колеса від часу дається рівнянням  $\varphi = A + Bt + Ct^3$ , де  $A, B, C$  - постійні;  $B = 2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ . і  $C = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$ . Для точок, що лежать на ободі колеса, знайти через 2 с після початку руху такі величини: 1) кутову швидкість; 2) лінійну швидкість; 3) кутове прискорення; 4) тангенціальне прискорення; 5) нормальне прискорення
- 1.17. Вентилятор обертається з частотою 600 обертів за хвилину. Після виключення вентилятор, обертаючись рівносповільнено, зробив до зупинки 75 оборотів. Який час пройшло з моменту вимикання вентилятора до його повної зупинки?
- 1.18. З якою силою тисне людина масою 70 кг на підлогу ліфта, що рухається з прискоренням  $0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , напрямленим: вгору, вниз? Як має рухатись ліфт, щоб людина не тиснула на його підлогу?
- 1.19. По похилій площині, що утворює кут  $\alpha$  з горизонтом, ковзає тіло. Коефіцієнт тертя тіла з площиною  $\mu$ . Визначити прискорення, з яким рухається тіло.
- 1.20. Невелике тіло пустили знизу вгору по похилій площині, що становить кут  $15^\circ$  з горизонтом. Знайти коефіцієнт тертя, якщо час підйому тіла виявилось в 2 рази менше часу спуску.

- 1.21. Дві гирі з масами  $m_1 = 2$  кг і  $m_2 = 1$  кг з'єднані ниткою, перекинutoю через невагомий блок. Знайти прискорення  $a$ , з яких рухаються гирі, і силу натягу нитки  $F_H$ . Тертям в блоці знехтувати.
- 1.22. На столі стоїть візок масою  $m_1 = 4$  кг. До візку прив'язаний один кінець шнура, перекинutoго через блок. З яким прискоренням буде рухатися візок, якщо до іншого кінця шнура прив'язати гирю масою  $= 1$  кг?
- 1.23. На автомобіль масою  $1$  т під час руху діє сила тертя, дорівнює  $0,1$  діючого на нього сили тяжіння. Знайти силу тяги, що розвивається мотором автомобіля, якщо автомобіль рухається з постійною швидкістю: а) на гору з ухилом  $1$  м на кожні  $25$  м шляху; б) під гору з тим же ухилом.
- 1.24. Знайти роботу підйому вантажу по похилій площині, якщо маса вантажу  $100$  кг, довжина похилої площини  $2$  м, кут нахилу  $30^\circ$ , коефіцієнт тертя  $0,1$  і вантаж рухається з прискоренням  $1 \frac{m}{c^2}$ .
- 1.25. Два тіла масами по  $100$  г підвішені на кінцях нитки, перекинutoї через нерухомий блок. На одне з тіл покладено пластинку масою  $50$  г. З якою силою пластинка тиснутиме на тіло при русі?
- 1.26. Тіла з масами  $1$  кг і  $2$  кг лежать на гладкій горизонтальній площині. Тіла зв'язані нерозтяжною неваговою ниткою, яка рветься при силі натягу, більшій за  $40$  Н. До тіл прикладені відповідно сили  $F_1$  і  $F_2$ , напрямлені горизонтально в протилежні боки. За яких значень сили  $F_2$  нитка не рветься, якщо  $F_1 = 20$  Н?
- 1.27. Вантажний автомобіль тягне на тросах два послідовно з'єднані причепа, розвиваючи силу тяги  $10$  кН. Маса вантажівки  $2$  т, маса кожного причепа  $1$  т. Знайдіть прискорення руху і силу натягу троса, який з'єднує вантажівку з причепами. Коефіцієнт опору для причепів при русі становить  $0,05$ , а сила опору рухові вантажівки  $3$  кН.
- 1.28. Ковзаняр масою  $70$  кг, стоячи на ковзанах на льоду, кидає в горизонтальному напрямку камінь масою  $3$  кг зі швидкістю  $8 \frac{m}{c}$ . Знайти,

на яку відстань відкотиться при цьому ковзаняр, якщо відомо, що коефіцієнт тертя ковзанів об лід дорівнює 0,02.

- 1.29. Тіло масою 1 кг кинули під кутом до горизонту. За час польоту модуль зміни імпульсу становить  $10 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}}$ . Визначити найбільшу висоту підйому тіла.
- 1.30. Шайба масою 170 г, яка летить горизонтально зі швидкістю  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , пружно вдаряється об борт під кутом  $60^\circ$  до нього. Яка середня сила дії шайби на борт? Тривалість удару 0,01 с.
- 1.31. Два кулі підвішені на паралельних нитках однакової довжини, так, що вони стикаються. Маса першої кулі 0,2 кг, маса другого 100 г. Першу кулю відхиляють так, що її центр ваги піднімається на висоту 4,5 см, і відпускають. На яку висоту піднімуться кулі після зіткнення, якщо удар непружний?
- 1.32. Камінь кинули під кутом  $60^\circ$  до поверхні Землі. Кінетична енергія каменю в початковий момент дорівнює 20 Дж. Визначити кінетичну і потенційну енергії каменю в найвищій точці його траєкторії. Опором повітря знехтувати.
- 1.33. Куля масою  $m_1 = 3$  кг, що рухається зі швидкістю  $v_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , доганяє кулю масою  $m_2 = 1$  кг, що рухається зі швидкістю  $v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Удар кулі центральний. Визначити швидкості куль після пружного спіудару.
- 1.34. Куля масою  $m_1 = 3$  кг, що рухається з деякою швидкістю  $v_1$ , стикається з нерухомою кулею масою  $m_2 = 1$  кг. Удар куль абсолютно пружний і центральний. Яку частину своєї кінетичної енергії перша куля передала другій?
- 1.35. Блок із бетону масою  $M = 500$  кг підіймають на висоту  $h = 20$  м, намотуючи трос на горизонтальний вал. Маса кожного метра троса 2 кг. Яку роботу виконують при підйманні? Знайти коефіцієнт корисної дії установки.



- 1.36. Вагонетку масою 300 кг підіймають вгору рейками, кут нахилу яких із горизонтом  $\alpha = 30^\circ$ . Яку роботу виконує сила тяги на шляху  $l = 50$  м, якщо вагонетка рухалася з прискоренням  $a = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Коефіцієнт опору  $\mu = 0,1$ .
- 1.37. Молотком масою 0,40 кг забивають маленький цвях. Швидкість молотка при ударі  $2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Визначити середню силу опору, якщо за один удар цвях заглиблюється на глибину 50 мм.
- 1.38. Куля, що летить з певною швидкістю, заглиблюється в стінку на відстань 10 см. На яку відстань заглибиться в ту ж стінку куля, що летить із удвічі більшою швидкістю?
- 1.39. Камінь кинули під деяким кутом до горизонту зі швидкістю  $v_0$ . На якій висоті від точки кидання швидкість каменю зменшиться удвічі? Опір повітря не враховувати. При яких кутах це можливо?
- 1.40. Камінь масою 50 г кинули з даху будинку висотою 20 м зі швидкістю 18 м/с. На Землю камінь впав зі швидкістю 24 м/с. Знайти роботу сил опору.

## Змістовий модуль 2. Механіка твердого тіла, рідин і газів.

### Коливання та хвилі

- 2.1. Хлопчик котить обруч по горизонтальній дорозі зі швидкістю  $7,2 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . На яку відстань може вкотитися обруч на гірку за рахунок його кінетичної енергії? Ухил гіркі дорівнює 10 м на кожні 100 м колії.
- 2.2. Вал у вигляді суцільного циліндра масою  $m_1 = 5$  кг насаджений на горизонтальну вісь. На циліндр намотаний шнур, до вільного кінця якого підвішений вантаж масою  $m_2 = 2,5$  кг. З яким прискоренням  $a$  буде опускатися вантаж?
- 2.3. Два вантажі масами  $m_1 = 5,2$  кг і  $m_2 = 3,6$  кг з'єднані невагомою ниткою, яка перекинена через нерухомий блок у вигляді однорідного суцільного диска масою  $m = 2$  кг. Нехтуючи тертям в осі блока, визначити прискорення  $a$ , з яким будуть рухатися вантажі, і сили натягу  $T_1$  і  $T_2$  нитки по обидві сторони блока.

- 2.4. До обіду однорідного диска радіусом  $R = 0,2$  м прикладена дотична сила  $F = 98,1$  Н. При обертанні на диск діє момент сил тертя  $F_{\text{тер}} = 4,9$  Н·м. Знайти масу  $m$  диска, якщо відомо, що диск обертається з кутовим прискоренням  $\varepsilon = 100 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ .
- 2.5. Маховик, що має форму диска масою  $m = 5$  кг та радіусом  $R = 0,2$  м, вільно обертається з частотою  $n = 720$  обертів за хвилину. При гальмуванні маховик рухається рівно сповільнено і повністю зупиняється через  $t = 20$  с. Визначити гальмуючий момент  $M$  і кількість обертів маховика  $N$  до зупинки.
- 2.6. По обіді шків, насадженого на загальну вісь з колесом, намотана нитка, до кінця якої підвішений вантаж масою. На яку відстань  $h$  повинен опуститися вантаж, щоб колесо зі шківом оберталося із частотою  $n = 60$  обертів за хвилину? Момент інерції колеса  $I = 0,42$  кг · м<sup>2</sup>, радіус шківів  $R = 0,1$  м.
- 2.7. До ободу однорідного диска радіусом  $0,2$  м додано дотичну силу  $10$  Н. Знайти масу диска, якщо відомо, що диск обертається з кутовим прискоренням  $10 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ .
- 2.8. Маховик, момент інерції якого  $50$  кг · м<sup>2</sup>, обертається з кутовою швидкістю  $\omega_0 = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ . Знайти момент сил гальмування під дією якого маховик зупиниться через  $20$  с.
- 2.9. Тонкий обруч та однорідний диск мають однаковий радіус та однаковий момент інерції щодо осі, що збігається з віссю симетрії цих тіл. Знайти відношення мас диска та обруча.
- 2.10. Обчислити момент інерції сталевого диска щодо осі, що проходить через центр перпендикулярно площині диска. Товщина диска  $2$  мм, радіус  $100$  мм. Густина сталі  $\rho = 7,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .
- 2.11. Однорідний циліндр скочується по похилій площині довжиною  $2$  м і висотою  $20$  см з початковою нульовою швидкістю. Визначити час скочування циліндра.

- 2.12. Знайти момент інерції однорідного сталевого циліндра радіусом 10 см та довжиною 0,5 м щодо осі, паралельної осі циліндра та віддаленої від неї на 20 см. Густина сталі  $\rho = 7,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .
- 2.13. До кінців тонкого стрижня довжиною 1 м та масою 3 кг прикріплені невеликі вантажі масою 1 кг кожен. Знайти момент інерції стрижня із вантажами щодо осі, що проходить через центр стрижня.
- 2.14. Махове колесо починає обертатися з постійним кутовим прискоренням  $0,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$  і через 10 с після початку руху набуває моменту імпульсу  $50 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{с}}$ . Чому дорівнює момент інерції колеса?
- 2.15. Тонкий стрижень довжиною 50 см і масою 500 г має горизонтальну вісь обертання, що проходить через один із його кінців. В інший кінець стрижня потрапляє куля масою 10 г, що летить із горизонтальною швидкістю  $400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Знайти кутову швидкість стрижня після влучення в нього кулі.
- 2.16. Куля діаметром 6 см і масою 0,25 кг котиться без ковзання горизонтальною площиною. Частота обертання кулі дорівнює  $4 \frac{\text{об}}{\text{с}}$ . Знайти повну кінетичну енергію кулі.
- 2.17. Обруч і диск однакової маси котяться без ковзання з однією і тією ж лінійною швидкістю. Кінетична енергія обруча 40 Дж. Знайти кінетичну енергію диска.
- 2.18. Тонкостінний циліндр котиться горизонтальною площиною. Яку частину становить енергія обертального руху загальної кінетичної енергії циліндра?
- 2.19. Знайти лінійну швидкість руху центру мас диска, що скочується без ковзання по похилій площині. Висота похилої площини 0,5 м, початкова швидкість диска дорівнює 0.
- 2.20. По трубопроводу змінного перерізу з діаметрами  $d_1 = 0,20$  м і  $d_2 = 0,12$  м протікає за час  $t = 1$  с вода об'ємом  $V = 0,03$  м<sup>3</sup>. Тиск в трубопроводі

перед звуженням  $P_1 = 200$  кПа. Густина води  $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{с}^3}$ . Визначити тиск  $P_2$  в трубопроводі після звуження.

- 2.21. Визначити швидкість течії води в широкій частині горизонтально розташованої труби змінного перетину, якщо радіус вузької частини в 3 рази менший радіусу широкої частини, а різниця тиску в широкій і вузькій частинах труби  $\Delta P = 10$  кПа.
- 2.22. Матеріальна точка здійснює гармонічні коливання вздовж горизонтальної прямої з періодом  $T = 0,4$  с і амплітудою  $A = 0,1$  м, починаючи рух з крайнього положення. За який час, рахуючи від початку руху, точка пройде відстані  $S_1 = \frac{A}{2}$  і  $S_2 = A$ ? Визначити середню швидкість на шляху  $S_1$ .
- 2.23. Визначити, на скільки відстане маятниковий годинник за добу, якщо його підняти на висоту  $h$  над поверхнею Землі.
- 2.24. Період коливань одного математичного маятника  $T_1$ , а другого  $T_2$ . Яким буде період математичного маятника, довжина якого буде рівною сумі довжин даних маятників?
- 2.25. Матеріальна точка здійснює гармонічні коливання вздовж осі  $x$  навколо положення рівноваги  $x = 0$ . Частота коливань  $\nu = 4 \frac{1}{\text{с}}$ . Визначити, в який момент часу після проходження положення рівноваги точка буде мати координату  $25$  см і швидкість  $100 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .
- 2.26. До пружини, що має жорсткість  $k$ , підвішена чашка. На чашку з висоти  $h$  падає без початкової швидкості липка кулька маси  $m$ . Знайти амплітуду  $A$  коливань, що виникнуть. Масою пружини і чашки нехтувати.
- 2.27. Звук пострілу і куля одночасно досягають висоти  $680$  м. Яка початкова швидкість кулі? Постріл виконано вертикально вгору. Опором середовища знехтувати. Швидкість звуку прийняти рівною  $340$  м/с.
- 2.28. Знайти енергію, яку має математичний маятник масою  $m$  і довжиною  $l$ , якщо його амплітуда коливань  $A$ .

### Задачі з прикладним змістом

1. Чи однакові відстані проходять ліві та праві колеса автомобіля на повороті? (При вивченні теми «Рівномірний рух по колу»).
2. Чому на розмитій дощем ґрунтовій дорозі завантажений автомобіль буксує менше, ніж порожній? (При вивченні сили тертя)
3. Чому максимальна дозволена швидкість руху легкових автомобілів вища за вантажні? (При вивченні законів Ньютона).
4. Обертання від колінчастого валу двигуна автомобіля передається його колесам через спеціальний пристрій - диференціал, завдяки якому провідні колеса можуть обертатися з різною швидкістю. Для чого потрібний цей пристрій? (Розв'язання цього завдання дозволяє учням зрозуміти, що при описанні обертального руху твердого тіла не можна користуватися поняттям «лінійна швидкість» і доводиться вводити нове «кутова швидкість»).
5. Допустимий тиск для деякого сорту бетону складає 500 кПа. За якої висоти бетонної колони може відбутися її руйнування під дією сили тяжіння?
6. Чому при нарізуванні різьблень рекомендується змазувати олією мітчик чи лерку? (ознайомлення з новою термінологією) Мітчик - інструмент для нарізування внутрішніх різьблень, являє собою гвинт з прорізними прямими або гвинтовими стружковими канавками, що утворюють різальні кромки Різьблення - спіральна, гвинтова нарізка. Лерка (плашка) - інструмент для нарізування зовнішньої різьби вручну або машинним способом.
7. Чому двигун автомобіля розвиває більш велику потужність при розгоні, ніж при рівномірному русі?
8. Чи може водій автомобіля використовувати інерцію для економії пального?
9. Універсальний колісний трактор МТЗ–80 може виконувати різноманітні сільськогосподарські роботи із швидкостями від 9 до 15 км/год, а

транспортні – 33 км/год. На тракторі встановлено дизельний двигун Д–240 потужністю 60 кВт. Яку силу тяги він розвиває?

10. Для забезпечення тваринницьких ферм водою потрібен насос, який би піднімав щогодини 10,8 м<sup>3</sup> води з глибини 20 м. Якої потужності треба взяти електронасос, якщо його ККД становить 42%?
11. Теплохід переходить із річки в море. Порівняйте виштовхувальні сили, які діють на нього в річці і морі.
12. В історії судноплавства було багато прикладів аварійних ситуацій, на яких цікаво демонструвати прояви фізичних законів. Ось один такий приклад. Восени 1912 р. океанське пасажирське судно "Олімпік" ("брат" сумнозвісного Титаніка) йшов у відкритому морі, а майже паралельно йому, на відстані сотні метрів, проходив з великою швидкістю інший корабель, набагато менший, броненосний крейсер "Гаук". Коли обидва судна зайняли положення, зображене на малюнку, відбулося щось несподіване: менше судно стрімко звернуло з шляху, немов підкоряючись невідомій силі, повернулося носом до великому кораблю і, не слухаючись керма, рушило майже прямо на нього. "Гаук" врізався носом в бік "Олімпіка". Удар був такий сильний, що "Гаук" зробив в борту "Олімпіка" велику пробоїну. Випадок зіткнення двох кораблів розглядався в морському суді. Капітана корабля "Олімпік" звинуватили в тому, що він не дав команду пропустити броненосець. Чому менший корабель, не слухаючись керма, пішов навперейми "Олімпіку"?

#### 4. ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

*Номери задач у завданнях до практичних занять відповідають пункту 3 цих методичних рекомендацій.*

##### **Змістовий модуль 1. Механіка матеріальної точки. Сили в природі**

##### **Тема 1. Вступ. Предмет і завдання механіки**

##### **Практичне заняття 1. Семінар «Фізичні величини та їх вимірювання»**

##### **Завдання:**

1. Перевірити залишкові (шкільні) знання студентів щодо основних понять і величин з механіки шкільного курсу фізики з використанням методу асоціацій (усне опитування).

2. Обговорити поняття про еталони основних величин СІ, методи і методики експериментальних вимірювань, поняття про прямі і непрямі методи вимірювань, ознайомитися з теорією похибок, методами обробки результатів вимірювання (з розглядом конкретних прикладів, зокрема, з виконання лабораторних робіт з фізики у середній школі).

3. Ознайомити з поняття фізичного есе як індивідуального виду навчально-дослідної роботи та правилами його написання.

##### **Завдання для самостійної роботи**

1. Підготуватися до вступного лабораторного заняття з основ експериментальних досліджень: способів визначення фізичних величин, вибору інструментів та методів вимірювань і розрахунку похибок, вимогами до техніки безпеки при роботі у фізичній лабораторії (за інструкцією до виконання роботи).

2. Ознайомитися з запропонованими тематиками есе та обрати свою тему.

##### **Тема 2. Кінематика матеріальної точки**

**Практичні заняття 2-4. Розв'язання задач «Кінематика матеріальної точки. Прямолінійний рівномірний та прискорений рухи. Середні значення параметрів руху. Кінематичні рівняння руху», «Рух точки по колу».**

**Завдання:**

1. Розв'язування задач (1.1, 1.2, 1.5, 1.8, 1.11, 1.13, 1.16, 1.17).

**Завдання для самостійної роботи**

Розв'язати задачі 1.3, 1.4, 1.6, 1.7, 1.9, 1.10, 1.12, 1.14, 1.15

**Тема 3. Динаміка матеріальної точки**

**Практичні заняття 5-7.** Розв'язання задач «Динаміка матеріальної точки», «Рух системи зв'язаних тіл».

**Завдання:**

1. Розв'язування задач (1.18, 1.20, 1.21, 1.24, 1.26, 1.27).

2. Підготовка до лабораторної роботи «Визначення напруженості гравітаційного поля за допомогою математичного маятника» при розв'язанні задач. (Обговорення основ методів дослідження)

**Завдання для самостійної роботи**

1. Розв'язати задачі 1.19, 1.22, 1.25.

2. Ознайомлення з комп'ютерними симуляціями щодо визначення напруженості гравітаційного поля (прискорення вільного падіння).

<https://physlets.org/tracker/>

[https://www.youtube.com/watch?v=DPfOdaoP4Zs&t=216s&ab\\_channel=Jonathan Newport](https://www.youtube.com/watch?v=DPfOdaoP4Zs&t=216s&ab_channel=JonathanNewport)

[https://www.youtube.com/watch?v=auj9mjInQyc&t=14s&ab\\_channel=DptoF%C3%ADsicayQ%C3%ADmicaIESValledelSaja](https://www.youtube.com/watch?v=auj9mjInQyc&t=14s&ab_channel=DptoF%C3%ADsicayQ%C3%ADmicaIESValledelSaja)

**Тема 4. Закони збереження**

**Практичне заняття 8, 9.** Розв'язання задач «Робота і енергія. Закони збереження»

**Завдання:**

1. Розв'язування задач (1.28, 1.31, 1.32, 1.34, 1.38, 1.39, 1.40)

**Завдання для самостійної роботи**

1. Розв'язати задачі 1.29, 1.30, 1.33, 1.35, 1.36, 1.37, 1.39.



2. Провести пошук задач прикладного змісту з кінематики і динаміки.

**Практичне заняття 10.** *Тренінг* «Розв’язання прикладних задач з механіки»

***Завдання:***

1. Розв’язування запропонованих студентами задач та обговорення якісних задач прикладного змісту (1-12).

2. Складання задач з практичним змістом.

***Завдання для самостійної роботи***

1. Ознайомитися з віртуальними симуляціями:

«Лабораторія гравітаційних сил» [https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab\\_uk.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_uk.html)

Лабораторія вивчення імпульсу

[https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab\\_uk.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_uk.html)

Одиночна пружина <https://www.myphysicslab.com/springs/single-spring-en.html>

«Лабораторія тертя»

<https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ForceFriction/index.html>

**Тема 5. Сили в природі**

**Практичне заняття 11.** *Круглий стіл* з теми «Сили в природі».

***Завдання:***

1. *Індивідуальна робота.* Скласти асоціативний кущ, ядром якого є назва теми «Сили в природі».

2. *Колективна робота.* Обговорити результати, зокрема асоціативні і логічні зв’язки з термінами, що використані у представлених розробках студентів.

3. На основі аналізу розробок запропонувати схему ментальної карти з розкриття теми «Сили в природі».

***Завдання для самостійної роботи***

1. Підготувати доповіді за темами есе, які відповідають змістовому модулю 1.

**Практичне заняття 12.** *Презентація* результатів написання есе за темами змістового модуля 1.

***Завдання:***

1. Виступ студентів з презентаціями розробки есе за обраними темами та обговорення доповідей.

***Завдання для самостійної роботи***

1. Ознайомитися з симуляцією «Гравітація і орбіти». Дослідити рух планет навколо зірок, Місяця та штучних супутників навколо Землі.  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits\\_all.html?locale=uk](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html?locale=uk)

**Змістовий модуль 2. Механіка твердого тіла, рідин і газів.**

**Коливання та хвилі**

**Тема 6. Динаміка твердого тіла**

**Практичні заняття 13, 14.** *Розв'язання задач «Динаміка твердого тіла. Обертальний рух»*

***Завдання:***

1. Розглянути аналогії між поняттями та формулами динаміки матеріальної точки та динаміки твердого тіла

2. Розв'язування задач (2.1, 2.2, 2.4, 2.6, 2.9, 2.12, 2.14, 2.18)

***Завдання для самостійної роботи***

1. Розв'язати задачі 2.3, 2.5, 2.7, 2.8, 2.10, 2.11, 2.13, 2.15, 2.16, 2.17.

**Теми 7, 8. Механіка рідин і газів. Коливання та хвилі**

**Практичне заняття 15.** *Семінар «Механіка рідин і газів. Рівняння Бернуллі. Сили лобового опору. Підйомна сила крила літака»*

***Завдання:***

З'ясувати закономірності руху рідин і газів; пояснити закон Бернуллі; показати практичне застосування закону Бернуллі.

Проаналізувати аеродинамічні сили, що діють на крило літака.  
обговорити генерування підйомної сили та опору

***Завдання для самостійної роботи***

1. Ознайомитися з симуляцією «Лабораторія гідромеханіки

<http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/BernoulliLab/>

**Практичні заняття 16, 17.** Розв'язання задач «Механіка рідин і газів»,  
«Коливання та хвилі»

***Завдання:***

1. Розв'язування задач (2.19 – 2.28)

***Завдання для самостійної роботи***

1. Підготувати доповіді за темами есе, які відповідають змістовому модулю 2.

**Практичне заняття 18.** Презентація результатів написання есе за темами змістового модуля 2

***Завдання:***

1. Виступ студентів з презентаціями розробки есе за обраними темами та обговорення доповідей.

***Завдання для самостійної роботи***

1. Підготуватися до письмової (тестової) роботи за темами 1–8.

**Практичне заняття 19.** Письмова (тестова) робота

**Приклади завдань**

1. У рівнянні руху матеріальної точки  $v = 8 - 0,6t + 0,1 t^2$  початкове прискорення точки дорівнює:

А	Б	В	Г
0,6	0,1	1,2	0,2

2. Матеріальна точка пройшла  $3/4$  кола радіусом 4 м. Визначте модуль переміщення матеріальної точки.

А	Б	В	Г
2,83 м	4 м	5,66 м	6,28 м

3. Від чого залежить момент інерції абсолютно твердого тіла?

А	Б	В	Г
від його маси, розмірів та розташування осі обертання	від його маси та швидкості руху	від його маси та форми	від маси та її розподілу відносно осі обертання

4. У якому випадку вказана сила виконує роботу:

А	Б	В	Г
доцентрова сила при русі тіла по колу	сила тяжіння при русі тіла по замкненій траєкторії	сила тяги при переміщенні тіла перпендикулярно напрямку дії сили	сила тертя при переміщенні тіла по замкненій траєкторії

5. Яке з тверджень є правильним?

А	Б	В	Г
Момент інерції фізичного маятника не залежить від його форми.	Виштовхувальна сила визначається вагою частини тіла, зануреної у рідину або газ	Коливання є гармонічними тільки за умов, що (квазі)пружна сила та зміщення спрямовані вздовж однієї прямо.	Сонце притягує Землю з більшою силою, ніж Земля Сонце, оскільки його маса більша

6. Довжина хвилі дорівнює:

А	Б	В	Г
відстані між двома сусідніми максимумами інтенсивності;	відстані між сусідніми максимумом та мінімумом інтенсивності	відстані, на яку поширюються коливання за одиницю часу	відстані між двома точками, у яких коливання відбуваються в одній фазі

7. Період коливань фізичного маятника залежить:

А	Б	В	Г
від його маси і розмірів	від його маси і форми	від моменту інерції маятника відносно осі підвісу та відстані від центра мас маятника до осі підвісу	від моменту інерції маятника відносно осі підвісу та його довжини

8. Закон збереження механічної енергії виконується:

ІЗ	Б	В	Г
у полі консервативних сил	при пружному та непружному ударах	лише в інерціальних системах	при будь-яких процесах

9. Куля, циліндр (суцільний) і тонкостінний циліндр з рівними масами і радіусами розкрутили навколо своєї осі до однієї і тієї ж кутової швидкості і доклали однаковий момент, що гальмує. Раніше інших тіл зупиняться.

А	Б	В	Г
куля	тонкостінний циліндр	циліндр із кулею	циліндр

10. Установіть відповідність між фізичними величинами та виразами, що відповідають їх визначенню

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Імпульс сили    | А. $m \cdot \vec{v}$     |
| 2. Момент сили     | Б. $\vec{F} dt$          |
| 3. Момент імпульсу | В. $[\vec{r}\vec{F}]$    |
| 4. Момент інерції  | Г. $[\vec{r}\vec{p}]$    |
|                    | Д. $\Sigma(m \cdot r^2)$ |

11. Написати назву всіх величин, що входять у формулу  $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$

---



---



---

12. Диск радіусом 20 см і масою 5 кг обертався, роблячи 8 обертів за секунду. При гальмуванні він зупинився через 4 секунди. Визначити гальмуючий момент.

Відповідь: \_\_\_\_\_

## 5. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Бовтрук А. Г. [та ін.] Механіка. Молекулярна фізика й термодинаміка: навч. посіб. Київ : НАУ, 2017. 416 с.
2. Галушак М. О. Курс фізики : підручник, у трьох книгах. Кн. 1. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2017, 428 с.
3. Герасимов О. І, Андрианов І. С. Фізика в задачах: підручник. Одеса, Вид-во “ТЭС”, 2017. 564с.

URL: [http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/722/1/GerasymovOI\\_Andrianov\\_a\\_IS\\_Fizika\\_v\\_zadachah\\_Pidruchnyk\\_2017.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/722/1/GerasymovOI_Andrianov_a_IS_Fizika_v_zadachah_Pidruchnyk_2017.pdf)

4. Горват А. А., Жихарев В. М., Хархаліс Л. Ю. Фізичний практикум. Частина 1, 2. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка : навч. посіб. Ужгород , 2020, 142 с.

5.

6. Цветкова О. В., Єфременко В. Г. Курс фізики у визначеннях, прикладах і задачах : навч. посіб. для студентів ВНЗ. Маріуполь : ДВНЗ "ПДТУ", 2018. 146 с.

7. Шкурдода Ю. О., Пасько О. О., Коваленко О. А. Фізика. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2021. 221 с.

URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/83976/1/Shkurdoda\\_physics.pdf;jsessionid=8C1A84BB02791609D943D1F6E25D58F9](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/83976/1/Shkurdoda_physics.pdf;jsessionid=8C1A84BB02791609D943D1F6E25D58F9)

### Допоміжна

1. Бойко В. В. та ін. Фізика. Модулі 1, 2, 3 : 1. Механіка, 2. Молекулярна фізика та термодинаміка, 3. Електрика. С. 84-121.

[https://www.studmed.ru/view/boyko-vv-ta-in-fzika-modul-1-2-3-1-mehanka-2-molekulyarna-fzika-ta-termodynamka-3-elektrika\\_9c672459a37.html](https://www.studmed.ru/view/boyko-vv-ta-in-fzika-modul-1-2-3-1-mehanka-2-molekulyarna-fzika-ta-termodynamka-3-elektrika_9c672459a37.html)

2. Головіна Н. А. Молекулярна фізика й термодинаміка в запитаннях та

задачах : навч. посіб. Луцьк: Вежа-Друк, 2017. 190 с.

3. Краснобокий Ю. М., Підгорний О. В., Ткаченко І. А. Основи фізики з елементами біофізики : навч. посіб. Бровари : АНФ ГРУП, 2020. 356 с.

<https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/12990/1/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%28Lite%29.pdf>

4. Рохманов М. Я. Фізика з основами біофізики : навч. посіб. Харків : Нац. аграр. ун-т., 2020. 291 с.

[https://vsau.org/assets/images/content/dokPDF/silabysi/kaf-botaniky/SYLABUS\\_Fizyka.pdf](https://vsau.org/assets/images/content/dokPDF/silabysi/kaf-botaniky/SYLABUS_Fizyka.pdf)

5. Щербак Ю. Г. [та ін.] Лабораторний практикум з основ термодинаміки та теплотехніки : методичні вказівки. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. 72 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Міністерство освіти і науки України: офіційний сайт. URL : <http://www.mon.gov.ua>

2. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського : офіційний сайт. URL : <http://www.nbuv.gov.ua/>

3. Одеська національна наукова бібліотека : офіційний сайт. URL : <http://odnb.odessa.ua/>.

4. Бібліотека Університету Ушинського : офіційний сайт. URL : <https://library.pdpu.edu.ua/>