

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності «103 Науки про Землю»  
протокол №11 від «01» травня 2023 року  
Голова групи Шакірманова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Директор Навчально-наукового  
гідрометеорологічного інституту  
Овчарук В.А.  
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни  
« ФІЗИКА »

103 Науки про Землю  
(шифр та назва спеціальності)

«Гідрометеорологія»  
(назва освітньої програми)

молодший бакалавр		денна	
(рівень вищої освіти)		(форма навчання)	
I	2	6/180	іспит
(рік навчання)	(семестр навчання)	(кількість кредитів ЄКТС/годин)	(форма контролю)

Фізики та технологій захисту навколишнього середовища  
(кафедра)

Одеса, 2023



## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Формування у студентів загального фізичного світогляду, отримання цілісної системи знань про процеси та явища, що відбуваються в неживій і живій природі, розвитку наукового фізичного способу мислення, вміння бачити природничо-науково зміст проблем, що виникають в практичній діяльності фахівця, вміння оперувати фізичними моделями та усвідомлювати границі їх застосувань.
Компетентність	<b>К07</b> Здатність розуміти базові теорії фізико-математичних та хімічних наук при вивченні геосфер.
Результат навчання	<b>ПРО6</b> Застосовувати базові знання і розуміння основ фізики, математики, хімії при вивченні природних процесів у геосферах.
Базові знання	1) фундаментальні фізичні поняття, закони та теорії класичної та сучасної фізики; 2) сутність фізичних явищ та методи їх опису, галузі їх практичного застосування; 3) основні фізичні величини і характеристики, взаємозв'язок фізичних величин та їх одиниць вимірювань; 4) методи досліджень та обробки їх результатів.
Базові вміння	1) аналізувати взаємозв'язок фізичних явищ різної природи; 2) виділяти конкретний фізичний зміст у прикладних задачах майбутньої спеціальності; 3) застосовувати фізичні знання для розв'язання практичних задач; 4) практично здійснювати простіші фізичні експерименти та обробляти їх результати.
Базові навички	1) застосувати базові фізичні знання при аналізі та прогнозуванні можливих негативних наслідків зміни якості навколишнього середовища.
Пов'язані ссиллабуси	
Попередні дисципліни	Вища математика, Хімія, Геологія з основами геоморфології
Наступні дисципліни	Методи та засоби г/м вимірювань, Гідрологія (суші та океану), Кліматологія і метеорологія
Кількість годин	лекції – 30 год.; практичні заняття – 15 год.; лабораторні заняття – 30 год.; самостійна робота студентів – 105 год.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (Другий семестр)

### 2.1. Лекційні модулі.

#### Лекційний модуль №1 (2-й семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-ЛО	<p style="text-align: center;"><b>Нульовий з механіки.</b></p> <p>Фізика, як наука, що вивчає загальні властивості матерії і найпростіші форми її руху.</p> <p><b>Тема1. Кінематика матеріальної точки.</b> Системи відліку. Траєкторія, переміщення, шлях. Швидкість і прискорення. Закон руху. Рух уздовж криволінійної траєкторії: нормальне та тангенціальне прискорення.</p>	1	2
ЗМ-ЛІ	<p style="text-align: center;"><b>Механіка</b></p> <p><b>Тема1. Кінематика твердого тіла.</b> 1.1 Ступені свободи твердого тіла. Розклад руху на складові: поступальний та обертальний рух. 1.2 Кінематика обертального руху: кутове переміщення, кутова швидкість, кутове прискорення. Зв'язок із лінійними характеристиками руху.</p> <p><b>Тема 2. Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.</b> 2.1 Закони Ньютона. Рівняння руху. Центр мас. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Рівняння Мещерського. 2.2 Види сил. Сухе і в'язке тертя. Пружні сили. Види пружних деформацій. Закон Гука. Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Вага тіла. 2.3 Обертання твердого тіла. Момент інерції, момент сили, момент імпульсу. Рівняння руху твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу. Гіроскоп.</p> <p><b>Тема 3. Робота і енергія.</b> Робота. Кінетична енергія. Потенціальні поля, потенціальна енергія. Закон збереження і перетворення енергії в механіці.</p> <p><b>Тема 4. Інерціальні і неінерціальні системи відліку. Сили інерції.</b> Перетворення Галілея для інерційних систем відліку. Рівняння руху та закони збереження в неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Відцентрова сила інерції, сила Коріоліса, їх вплив на глобальні атмосферні явища.</p> <p><b>Тема 5. Механіка рідин та газів.</b> 5.1 Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. 5.2 Ідеальна рідина. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса. Обтікання тіл.</p>	1  3  2  1  1	1  3  1  1  1

	<p><b>Тема 6. Елементи релятивістської механіки.</b></p> <p>6.1 Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца. Інтервал.</p> <p>6.2. Елементи релятивістської динаміки. Релятивістський імпульс. Взаємозв'язок маси і енергії.</p>	1	1
	<b>Модульна тестова контрольна робота №1</b>		5
ЗМ-ЛІ2	<p><b>Молекулярна фізика та термодинаміка</b></p> <p><b>Тема 1. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.</b></p> <p>1.1 Термодинамічні параметри. Рівняння стану. Ізопроееси в ідеальному газі. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Середня кінетична енергія молекул. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Розподіл Больцмана, барометрична формула.</p> <p>1.2 Середнє число зіткнень і довжина вільного пробігу молекул. Явища переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя).</p> <p><b>Тема 2. Перший закон термодинаміки.</b></p> <p>2.1 Внутрішня енергія. Тепло і робота. Перший закон термодинаміки, його застосування до ізопроеесів.</p> <p>2.2 Число ступенів свободи молекул. Закон розподілу енергії за ступенями свободи. Теплоємність газу. Адіабатний процес. Робота ідеального газу в різних ізопроеесах.</p> <p><b>Тема 3. Другий закон термодинаміки.</b></p> <p>3.1 Оборотні та необоротні процеси. Циклічні процеси. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. Теорема Карно.</p> <p>3.2 Другий закон термодинаміки. Теорема Карно. Термодинамічне і статистичне визначення ентропії, її властивості. Теорема Нернста.</p> <p><b>Тема 4. Агрегатні стани речовини. Фазові переходи.</b></p> <p>4.1. Сили та потенціали міжмолекулярної взаємодії. Реальні гази. Модель Ван-дер-Ваальса.</p> <p>4.2. Загальні властивості та будова рідини. Поверхневий натяг. Капілярні явища. Випарювання та кипіння рідин. Насичений пар. Молекулярна будова твердих тіл.</p> <p>4.3. Поняття фази, фазових переходів першого та другого роду. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.</p>	3	3
		4	2
		3	2
		2	3
	<b>Модульна тестова контрольна робота №2</b>		5
ЗМ-ЛІ3	<p><b>Електростатика. Електродинаміка</b></p> <p><b>Тема 1. Електростатика</b></p> <p>1.1 Електростатичне поле. Взаємодія електричних зарядів, закон Кулона. Напруженість поля, силові лінії, потік вектора напруженості. Теорема Гауса. Поле точкового заряду, площини і кулі. Потенціал поля.</p> <p>1.2 Класифікація речовини за електричними властивостями. Провідники і діелектрики в електричному полі. Електрична ємність. Конденсатори. Енергія поля.</p>	4	2

	<b>Тема 2. Постійний електричний струм.</b> 2.1 Електричний струм, густина струму. Закон Ома. Опір провідників. Електрорушійна сила. Робота і потужність струму. Закон Джоуля-Ленца. 2.2 Електричний струм у вакуумі, газовий розряд. Поняття про плазму.	4	3
	<b>Модульна тестова контрольна робота №3</b>		<b>5</b>
	<b>Іспит</b>		<b>20</b>
	<b>Разом</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

Консультації: проф. Герасимов О.І., згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: вівторок з 16.05 (ауд.301 (2))

## 2.2. Практичний модуль №1. (2-й семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	<b>Практичний модуль №1. Розв'язування задач за темами лекційних модулів ЗМ-Л0 – ЗМ-Л3.</b>		
	Тема 1. <b>Кінематика матеріальної точки.</b> Швидкість, середня та миттєва швидкість, прискорення. Швидкість, прискорення для випадків поступального та обертального рухів.	2	2
	Тема 2. <b>Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.</b> Момент інерції, сили, імпульсу. Основний закон динаміки для системи матеріальних точок при поступальному та обертальному русі.	3	3
	Тема 3. <b>Закони збереження імпульсу та енергії.</b>	1	1
	Тема 4. <b>Механіка рідин та газів.</b>	1	1
	Тема 5. <b>Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.</b> Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газу. Рівняння стану ідеального газу. Розподіл молекул за величиною швидкості та енергії. Процеси теплопровідності, дифузії, в'язкості.	2	2
	Тема 6. <b>Перший та другий закони термодинаміки.</b> Внутрішня енергія. Робота газу, теплоємність. Перший закон термодинаміки (застосування до ізопроцесів). Другий закон термодинаміки та к.к.д теплових машин. Ентропія.	2	2
	Тема 7. <b>Електростатика.</b> Напруженість електричного поля. Поле диполя. Принцип суперпозиції полів. Застосування теореми Остроградського – Гауса при розрахунках електростатичних полів. Потенціал. Електроємність конденсаторів.	2	2
Тема 8. <b>Постійний електричний струм.</b> Емпіричні закони постійного електричного струму.	2	2	
	<b>Разом:</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

Консультації: Сідлецька Л.М., згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: четвер з 16.10 (ауд.302(2)).

### Лабораторний модуль №2 (2-й семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Лаб	<b>Лабораторний модуль №2. Лабораторні роботи.</b>		
	<b>«Механіка»</b>		
	Лабораторна робота 1. "Визначення похибок вимірювань. Обчислення похибок на прикладі визначення густини матеріалу тіла".	4	4
	Лабораторна робота 2. "Визначення прискорення вільного руху за допомогою машини Атвуда".	2	2
	Лабораторна робота 3. "Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника".	2	2
	Лабораторна робота 4. "Визначення моменту інерції тіл за допомогою трифілярного підвісу".	2	2
	Лабораторна робота 5. "Визначення модуля Юнга".	2	2
	Лабораторна робота 6. "Вивчення законів зіткнення тіл".	4	4
	Лабораторна робота 7. "Визначення в'язкості рідини за методом Стокса".	2	2
	<b>«Молекулярна фізика та термодинаміка»</b>		
	Лабораторна робота 8. "Визначення коефіцієнту Пуассона методом Клема-Дезорма".	2	2
	Лабораторна робота 9. "Визначення коефіцієнту поверхневого натягу води методом відриву краплі".	2	2
	<b>«Електрика. Постійний струм»</b>		
Лабораторна робота 10. "Визначення напруженості електростатичного поля".	2	2	
Лабораторна робота 11. "Визначення властивостей плоского конденсатора".	2	2	
Лабораторна робота 12. "Визначення опору провідників за допомогою зрівноваженого моста"	4	4	
	Разом:	30	30

Лабораторні заняття проводяться у фізичних лабораторіях з

1. «Механіки» та «Молекулярної фізики і термодинаміки»
2. «Електрики та електромагнетизму»

на лабораторному обладнанні, опис якого наведений у відповідних методичних вказівках до лабораторних робіт.

Консультації: доц. Курятников В.В., згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: середа з 16.10 (ауд.302(2)).

### 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи.

#### Другий семестр.

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (тиждень)
ЗМ-Л0	Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	2	2
ЗМ-Л1	Підготовка до лекційних занять	6	2-4
	Самостійне вивчення матеріалу п.2.2 теми 2.	2	
	Виконання модульної тестової контрольної	5	

	роботи (обов'язковий)		
ЗМ-Л2	Підготовка до лекційних занять.	8	5-10
	Самостійне вивчення матеріалу п.4.2. теми 4.	2	
	Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	5	
ЗМ-Л3	Підготовка до лекційних занять.	5	10-15
	Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	5	
ЗМ-П1	Підготовка до практичних занять.	10	1-15
	Підготовка до усного опитування (обов'язковий).	5	
ЗМ-Лаб	Підготовка до усного опитування.	12	1-15
	Підготовка (оформлення) матеріалів лабораторної роботи (обов'язковий).	18	
	Підготовка до іспиту (обов'язковий)	20	
	Разом:	105	

### **2.3.1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л0, ЗМ-Л1, ЗМ-Л2, ЗМ-Л3**

Організація контролю знань студентів побудована за накопичувально-модульним принципом згідно вимог діючого в університеті Положення «Про проведення підсумкового контролю знань студентів».

З *теоретичного* курсу навчальної дисципліни студент повинен бути готовим відповідати на усні запитання лектора під час лекційних занять.

Формами контролю засвоєння теоретичних знань є усне опитування під час лекційних занять (поточний контроль), модульні контрольні роботи за кожним змістовним модулем (внутрішньо семестровий контроль), складання іспиту (підсумкова атестація).

Варіанти модульних контрольних робіт містять запитання у тестовому вигляді. Кожна вірна відповідь оцінюється у 1 бал. Максимальна кількість балів за виконаний варіант кожної модульної контрольної роботи становить:

ЗМ-Л0 – 5 балів, ЗМ-Л1- 12балів, ЗМ-Л2-17балів , ЗМ-Л3- 16 балів

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати з лекційної частини, складає **50 балів**.

### **2.3.2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1**

Формою контролю практичного модулю ЗМ-П1 є усне опитування та розв'язування задач під час проведення практичних занять за темами лекційного курсу. Всього за практичні заняття студент може отримати **25 балів**. До цієї оцінки входить, окрім опитування, оцінювання роботи під час розв'язування задач, систематичність підготовки до занять, систематичність відвідування.

### **2.3.3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Лаб**

Формою контролю практичного модулю ЗМ-Лаб є усне опитування та перевірка та перевірка оформлення матеріалів виконаної лабораторної роботи. Всього за лабораторні заняття студент може отримати **25 балів**.



### **2.3.4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для семестрового іспиту**

Підсумковий семестровий контроль (ПСК) передбачає дві форми оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни: кількісна оцінка (бал успішності); якісна оцінка. Кількісна оцінка (бал успішності) – це відсоток, який становить інтегральна сума балів, отриманих студентом на контролюючих заходах, відносно максимально можливої суми балів, яка визначена програмою навчальної дисципліни. Якісна оцінка – це оцінка, яка виставляється на підставі кількісної оцінки (балу успішності) за будь-якою якісною шкалою. В університеті використовуються такі шкали якісних оцінок: – чотирибальна (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) – для форми семестрового контролю у вигляді семестрового іспиту (екзамену); – семибальна шкала оцінювання ECTS – використовується за кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

**Семестровий іспит (екзамен)** – це письмова форма підсумкового контролюючого заходу в період заліково-екзаменаційної сесії. Під час екзамену перевіряється засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу (знань, вмінь та навичок, що визначені у силлабусі навчальної дисципліни) з окремої навчальної дисципліни за семестр. Оцінювання успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі кількісної оцінки (бал успішності). Допуск до іспиту за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п.2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни (для іспиту), тобто не менше 25балів у сумі за **ЗМ-П1 та ЗМ-Лаб**

Студент вважається допущеним до ПСК з навчальної дисципліни «Фізика», якщо він виконав усі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни, і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни для іспиту: 25балів у сумі за змістовні модулі ЗМ-П1 та ЗМ-Лаб. Кожен студент, який на день іспиту має допуск до ПСК з дисципліни, що закінчується іспитом, складає письмовий іспит (екзамен) за розкладом екзаменів.

Якщо студент на день екзамену не ліквідував заборгованість з практичної частини навчальної дисципліни, він не допускається до екзамену. Якщо студент ліквідував заборгованість по практичній частині до дня екзамену, то він допускається викладачем до екзамену.

**Підсумкова контрольна робота (іспит)** представляє собою тестові завдання, кожне з яких містить 25 запитань. Максимальна оцінка за результатами підсумкової атестації (іспиту) становить **100 балів**.

Загальна оцінка за семестр виводиться як середньоарифметичне за підсумками поточного контролю (з теоретичної та практичної частин) та оцінкою за іспит.

### 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

#### 3.1. Модуль ЗМ-Л0. Нульовий з механіки.

##### 3.1.1. Повчання

Фізика, як наука, що вивчає загальні властивості матерії і найпростіші форми її руху. Зв'язок фізики з іншими природничими науками.

##### **Тема1. Кінематика матеріальної точки.**

Системи відліку. Траєкторія, переміщення, шлях. Швидкість і прискорення. Закон руху. Рух уздовж криволінійної траєкторії: нормальне та тангенціальне прискорення.

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання:

Речовина та поле як форми існування матерії; механічний рух як найпростіші форма руху матерії. Фізичні моделі, що використовуються в механіці (матеріальна точка, абсолютно тверде тіло); види механічного руху. Кінематичні характеристики руху. Закон руху при прямолінійному рівномірному та рівнозмінному русі.  
Література [1, 12, 3, 7, 9]

##### 3.1.2. Питання для самоперевірки

- 1.\* Що називають матеріальною точкою? Чому в механіці вводять таку модель?
- 2.\* Що таке система відліку?
- 3.\* Яке рівняння називають кінематичним рівнянням руху матеріальної точки? Векторна та скалярна форма цього рівняння.
- 4.\* Що таке вектор переміщення? Чим відрізняються шлях та переміщення? Яка з величин є завжди більшою за модулем при криволінійному русі тіла?
- 5.\* У якому випадку величини шляху та переміщення співпадають?
- 6.\* Дайте означення середньої швидкості і середнього прискорення, миттєвої швидкості і миттєвого прискорення. Як вони направлені? В яких одиницях вимірюються у Міжнародній системі одиниць?
- 7.\* Запишіть кінематичний закон руху у випадку рівномірного та рівнозмінного прямолінійного руху матеріальної точки. Які графіки залежності швидкості та координати від часу відповідають кожному з них?
- 8.\* Що характеризує тангенціальна складова прискорення? нормальна складова? Як направлені їх вектори? Які їх модулі?
9. Чи можливий рух, при якому відсутнє нормальне прискорення? Тангенціальне прискорення? Наведіть приклади.
10. Чому дорівнює нормальне прискорення при прямолінійному русі тіла?
11. Чи є прискореним рівномірний рух тіла по колу? У випадку позитивної відповіді укажіть напрям прискорення. Як визначається його величина?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

## 3.2. Модуль ЗМ-Л1 «Механіка»

### 3.2.1. Повчання

**Тема 1. Кінематика твердого тіла.** Ступені свободи твердого тіла. Розклад руху на складові: поступальний та обертальний рух. Кінематика обертального руху: кутове переміщення, кутова швидкість, кутове прискорення. Зв'язок із лінійними характеристиками руху.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: поступальний та обертальний рух тіла та використання лінійних та кутових змінних для опису цих видів руху; зв'язок між лінійними та кутовими характеристиками руху. Ступені свободи, які відповідають різним видам руху тіла.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

**Тема 2. Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.**

Закони Ньютона. Рівняння руху. Центр мас. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Рівняння Мещерського.

Види сил. Сухе і в'язке тертя. Пружні сили. Види пружних деформацій. Закон Гука. Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Вага тіла.

Обертання твердого тіла. Момент інерції, момент сили. Рівняння руху твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу. Гіроскоп.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: закони Ньютона та рівняння руху матеріальної точки та системи матеріальних точок; імпульс та закон збереження імпульсу. Рівняння обертального руху абсолютно твердого тіла та величини, що входять до нього: момент інерції, його залежність від геометричних властивостей та положення осі обертання; момент сили та момент імпульсу відносно полюсу та осі обертання. Закон збереження моменту імпульсу.

При самостійному вивченні п.2.2. теми звернути увагу на фізичну природу сил тертя та пружності, відміну між сухим та в'язким тертям; між силою тяжіння та вагою тіла. Знати вирази, що надають величину відповідних сил.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

**Тема 3. Робота і енергія.**

Робота. Кінетична енергія. Потенціальні поля, потенціальна енергія. Закон збереження і перетворення енергії в механіці.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: робота та її залежність від напрямку сили відносно переміщення, кінетична енергія та її зміна (теорема про кінетичну енергію); потенціальна енергія. Усвідомити різницю між поняттями роботи і енергії; консервативними та дисипативними силами. Знати умови, за яких зберігається механічна енергія системи.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

**Тема 4. Інерціальні і неінерціальні системи відліку. Сили інерції.**

Перетворення Галілея для інерціальних систем відліку. Рівняння руху та закони збереження в неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Відцентрова сила інерції, сила Коріоліса, їх вплив на глобальні атмосферні явища.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: з якою метою та яким способом вводять сили інерції у неінерціальних системах відліку; рівняння руху тіла в неінерціальній системі відліку; сили інерції (відцентрова сила та сила Кориоліса), що діють у системах відліку, які обертаються; відміна між умовами їх виникнення.; вплив сили Кориоліса на рух повітряних та водних потоків.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

### **Тема 5. Механіка рідин та газів.**

Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Ідеальна рідина. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса. Обтікання тіл.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: тиск; закони гідростатики; поняття стаціонарного потоку; використання ліній та трубок течії для аналізу руху рідини або газу. Рівняння неперервності та рівняння Бернуллі. Ламінарний та турбулентний режими течії в'язкої рідини; критичне значення числа Рейнольдса.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

### **Тема 6. Елементи релятивістської механіки.**

Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца. Інтервал. Елементи релятивістської динаміки. Релятивістський імпульс. Взаємозв'язок маси і енергії.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: постулати спеціальної теорії відносності; відміну перетворень Лоренца від перетворень Галілея; відносність поняття одночасності подій; проміжків часу; довжини тіл; умови, за яких основний закон динаміки матеріальної точки зберігає свою форму (релятивістський імпульс). Знати закон взаємозв'язку маси і енергії.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

#### *3.2.2. Питання для самоперевірки*

- 1.\* За яким правилом визначається напрям вектора кутової швидкості матеріальної точки, що рухається по колу? Як його значення зв'язане з лінійною швидкістю?
- 2.\* Як направлений вектор кутового прискорення у випадку обертання тіла відносно нерухомої осі: а) прискореного; б) уповільненого?
- 3.\* Яка система відліку називається інерціальною? Чому система відліку, яка пов'язана з Землею, строго кажучи, неінерціальна?
- 4.\* Що таке сила? У чому полягає принцип незалежності дії сил?
- 5.\* Дайте означення імпульсу тіла.
- 6.\* Який закон є основним законом динаміки поступального руху тіла? Якого вигляду він набуває у випадку руху тіл постійної маси?
7. Чому перший закон Ньютона формулюють як самостійний, а не як наслідок з другого закону?
- 8.\* Чому дорівнює сума всіх внутрішніх сил системи згідно III закону Ньютона?
- 9.\* Чим визначається рух системи матеріальних точок? рух окремої матеріальної точки, що належить до системи матеріальних точок?
- 10.\* Що таке замкнена (ізолювана) система?
11. Що називають центром мас системи матеріальних точок? Як рухається центр мас замкненої системи?
- 12.\* У чому полягає закон збереження імпульсу? Яка властивість простору обумовлює його справедливість?
13. Закон збереження якої величини використовується при реактивному русі? Рівняння Мещерського та формула Ціолковського.

- 14.\* Яка фізична сутність тертя? У чому відміна сухого тертя від рідкого? Які види зовнішнього (сухого) тертя Ви знаєте? Від чого залежить сила тертя?
- 15.\* Сформулюйте закон Гука? Коли він є справедливим?
16. Дайте пояснення діаграми напружень. Що таке межа пропорційності, пружності і міцності?
- 17.\* Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння. Для яких тіл він виконується?
- 18.\* Що таке сила тяжіння? вага тіла? У чому відміна ваги тіла від сили тяжіння? Чому важке тіло не падає швидше за легке?
- 19.\* Яка величина характеризує інертні властивості тіла при обертальному русі? Від чого залежить її значення?
- 20.\* Що називається моментом сили відносно нерухомої точки (полюсу)? відносно нерухомої осі? Як визначається напрям моменту сили?
- 21.\* Що таке момент імпульсу матеріальної точки? твердого тіла? Як визначається напрям вектора моменту імпульсу?
- 22.\* Який вигляд має основний закон динаміки обертального руху твердого тіла?
- 23.\* У чому полягає закон збереження моменту імпульсу? У яких системах він виконується? Наведіть приклади.
24. Порівняйте основні закони динаміки поступального і обертального руху та установіть аналогію між величинами, що входять у рівняння законів.
25. Що таке головні осі інерції тіла? Яка властивість вільних осей використовується у гіроскопах? Де використовуються гіроскопи?
- 26.\* У чому різниця між поняттями енергії і роботи? Як знайти роботу змінної сили? У якому випадку робота сили, що діє на рухоме тіло, дорівнює нулю? Що таке потужність?
- 27.\* Кінетична енергія механічної системи, її властивості. Формули кінетичної енергії поступального та обертального руху тіла.
- 28.\* Що таке консервативні сили? Що відрізняє консервативні сили від дисипативних сил?
- 29.\* Дайте означення потенціальної енергії тіла (системи). Що необхідно указати для надання однозначності потенціальній енергії?
- 30.\* За яких умов зберігається повна механічна енергія системи тіл?
- 31.\* З якою метою і яким способом в неінерціальних системах відліку вводять сили інерції? Чи виконуються закони збереження імпульсу, енергії у неінерціальних системах?
- 32.\* У якому випадку на тіло в неінерціальній системі відліку діє а) тільки відцентрова сила інерції? б) і відцентрова сила інерції, і сила Коріоліса?
- 33.\* Чому дорівнює величина та який напрям має відцентрова сила інерції?
- 34.\* Чому дорівнює величина та за яким правилом визначається напрям сили Коріоліса. Чи може ця сила змінити кінетичну енергію тіла?
- 35.\* У чому полягає закон нерозривності течії?
- 36.\* На основі якого закону збереження виводиться рівняння Бернуллі? Поясніть зміст кожного члену цього рівняння.
- 37.\* Яку умову надає число Рейнольдса? Охарактеризуйте течію за умовою, коли число Рейнольдса а) є меншим; б) перевищує критичне значення.
- 38.\* Які величини є інваріантними (не залежать від вибору інерціальної системи відліку) в спеціальній теорії відносності?
- 39.\* За якою умовою основне рівняння динаміки зберігає свою форму в спеціальній теорії відносності?
- 40.\* Який закон є узагальненням законів збереження маси та енергії у спеціальній теорії відносності? Запишіть його рівняння.

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### 3.3. Модуль ЗМ-Л2 «Молекулярна фізика та термодинаміка»

#### 3.3.1. Повчання

##### **Тема 1. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.**

Термодинамічні параметри. Рівняння стану. Ізопроеци в ідеальному газі. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Середня кінетична енергія молекул. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Розподіл Больцмана, барометрична формула.

Середнє число зіткнень і довжина вільного пробігу молекул. Явища переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя).

При вивченні теми необхідно засвоїти основні положення молекулярно-кінетичної теорії; знати основні термодинамічні процеси та рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва – Клапейрона. Звернути особливу увагу на основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії (МКТ), яке зв'язує термодинамічні параметри стану ідеального газу з характеристиками руху молекул.

Слід чітко усвідомити зміст розподілу молекул за швидкостями (розподілу Максвелла) та його залежність від температури; розподіл частинок у потенціальному полі (розподіл Больцмана). Знати барометричну формулу та розуміти межі її використання у зв'язку з припущеннями, за яких вона отримана.

Особливу увагу звернути на явища переносу, які лежать в основі великої кількості природних та технологічних процесів.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

##### **Тема 2. Перший закон термодинаміки.**

Внутрішня енергія. Теплота і робота. Перший закон термодинаміки, його застосування до ізопроеци. Число ступенів свободи молекул. Закон розподілу енергії за ступенями свободи. Теплоємність газу. Адіабатичний процес. Робота ідеального газу в різних ізопроесах.

При вивченні матеріалу цієї теми звернути увагу на поняття “внутрішньої енергії” системи; на характер розбіжностей двох способів передачі енергії (теплота і робота). Слід чітко розуміти у чому полягає відміна функції стану від функції процесу.

Слід не тільки знати формулювання першого закону термодинаміки та його рівняння, але й уміти записати це рівняння для кожного виду термодинамічних процесів (ізотермічного, ізохорного, ізобарного та адіабатного).

При вивченні адіабатного процесу зверніть увагу на те, як змінюються внутрішня енергія та температура системи при стисканні та розширенні. Порівняйте адіабатний та ізотермічний процеси, проведені з того самого початкового стану, та проясніть, чому адіабата йде крутіше за ізотерму.

При розгляді питання про теплоємність, уясніть залежність молярної теплоємності від числа атомів в молекулі, тобто числа ступенів свободи молекули. Зверніть увагу на те, як теплоємність залежить від умов нагрівання, чому для будь-яких газів  $C_p/C_v > 1$ .

*Література* [1, 12, 3, 5, 9]

##### **Тема 3. Другий закон термодинаміки.**

Оборотні та необоротні процеси. Циклічні процеси. Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. Теорема Карно. Другий закон термодинаміки.

Теорема Карно. Термодинамічне і статистичне визначення ентропії, її властивості. Теорема Нернста.

При вивченні теми слід чітко уявити поняття оборотних та необоротних процесів, колових процесів (циклів).

Необхідно розібратися в принципах дії теплових та холодильних машин, знати ідеальний цикл Карно та його к.к.д.

Слід засвоїти поняття ентропії, її властивостей та розуміти, що ентропія є однозначною функцією стану системи. Особливо важно зрозуміти статистичний зміст другого закону термодинаміки.

#### **Тема 4. Агрегатні стани речовини. Фазові переходи.**

Сили та потенціали міжмолекулярної взаємодії. Реальні гази. Модель Ван-дер-Ваальса.

Загальні властивості та будова рідини. Поверхневий натяг. Капілярні явища. Випарювання та кипіння рідин. Насичений пар. Молекулярна будова твердих тіл.

Поняття фази, фазових переходів першого та другого роду. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона - Клаузіуса.

При вивченні теми, звернути увагу: на причини, за якими поведінка реального газу відрізняється від ідеального; за яких умов слід використовувати рівняння Ван - дер - Ваальса; поняття “критичного стану речовини” та особливості цього стану. Уявити поняття “фази”, знати різницю між фазовими переходами I-го та II-го роду, поняття рівноваги фаз та зміст фазової діаграми.

При самостійному вивченні питання про властивості рідини звернути увагу на відміни в характері руху молекул рідини порівняно з рухом у газах та твердих тілах; відміну властивостей поверхневого шару рідини та причини і наслідки цього.

*Література* [1, 12, 3, 5, 9]

#### *3.3.2. Питання для самоперевірки*

1. Що розуміють під термодинамічною системою?
- 2.\* Що таке термодинамічні параметри системи? Які основні термодинамічні параметри Вам відомі? Що таке рівняння стану термодинамічної системи?
3. Які припущення лежать в основі моделі ідеального газу?
- 4.\* Ізопроееси; їх зображення; закони, які описують поведінку ідеального газу в ізопроеесах.
- 5.\* Рівняння стану ідеального газу (рівняння Клапейрона – Менделєєва). Закон Дальтона. Закон Авогадро.
- 6.\* Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, його зміст.
7. У чому полягає молекулярно-кінетичне тлумачення тиску газу? Термодинамічної температури?
- 8.\* Середня квадратична швидкість газових молекул, середня кінетична енергія поступального руху молекул газу. У чому полягає зміст теореми Больцмана про рівнорозподіл енергії за ступенями свободи?
9. Розподіл Максвелла молекул за швидкостями. Який фізичний зміст функції розподілу молекул за швидкостями?
- 10.\* Як визначається найбільш імовірна, середня, та середня квадратична швидкості молекул?
- 11.\* Барометрична формула. Яку залежність надає барометрична формула? Які припущення використовуються при її виведенні?

12. Розподіл Больцмана (розподіл частинок у потенціальному полі).
13. Що таке довжина вільного пробігу молекул? Як і від чого залежить середня довжина вільного пробігу молекул?
- 14.\* Які необоротні процеси переносу виникають в нерівноважних системах? У чому сутність явищ переносу і за яких умов вони виникають? Запишіть рівняння дифузії; в'язкості; теплопровідності.
- 15.\* Що таке внутрішня енергія термодинамічної системи? Теплота і робота як способи зміни внутрішньої енергії.
- 16.\* Внутрішня енергія ідеального газу. Як вона залежить від кількості ступенів свободи молекул газу та температури?
- 17.\* Перший закон термодинаміки, його рівняння.
18. Який вигляд приймає рівняння першого закону термодинаміки у застосуванні до різних ізопроесів?
- 19.\* Визначення понять: теплоємність тіла; питома та молярна теплоємності.
20. Від чого залежить теплоємність ідеального газу. Яка з теплоємностей –  $C_v$  чи  $C_p$  – є більшою і чому?
- 21.\* Що таке адіабатний процес? Рівняння адіабати ідеального газу.
- 22.\* Як змінюється температура газу при адіабатному розширенні газу? стисканні? Чому адіабата є крутішою за ізотерму?
23. Політропні процеси. Рівняння політропи; показник політропи; теплоємність.
- 24.\* Робота ідеального газу у різних ізопроесах.
- 25.\* Що називають коловим процесом (циклом)? Які процеси називають оборотними? необоротними?
- 26.\* З яких елементів складається будь-який тепловий двигун? За яким принципом він працює? Чому дорівнює ККД теплової машини?
27. Принцип дії холодильної машини. Холодильний коефіцієнт.
- 28.\* Другий закон термодинаміки. Його формулювання для теплових та холодильних машин.
- 29.\* Що таке цикл Карно? Чому дорівнює ККД циклу Карно?
30. Теорема Карно та нерівність Клаузіуса.
- 31.\* Як вводять поняття ентропії в термодинаміці? Які властивості вона має? Як поводить себе ентропія у замкненій системі при протіканні оборотних та необоротних процесів? Як може змінюватися ентропія відкритої системи?
- 32.\* Зв'язок ентропії з імовірністю стану системи та фізичний зміст ентропії. Теорема Нернста і наслідки з неї.
32. У чому полягає відміна реального газу від ідеального? Як це урахується у рівнянні Ван-дер-Ваальса? Порівняйте ізотерми Ван-дер-Ваальса та експериментальні ізотерми. У чому відміна між ними? Що таке критична температура та критичний стан?
33. Чим відрізняється внутрішня енергія реального газу від ідеального?
- 34.\* Як відрізняється рух молекул (атомів) у речовині та структура речовини у різних агрегатних станах?
- 35.\* Які властивості відрізняють поверхневий шар у рідині? Що таке поверхневий натяг? У чому полягає явище змочування? Незмочування?
- 41.\* Фазові перетворення. Потрійна точка. Діаграма станів. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса.

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).



### 3.4. Модуль ЗМ-ЛЗ «Електростатика. Електродинаміка»

#### 3.4.1. Повчання

##### **Тема 1. Електростатика**

Електростатичне поле. Взаємодія електричних зарядів, закон Кулона. Напруженість поля, силові лінії, потік вектора напруженості. Теорема Гауса. Поле точкового заряду, площини і кулі. Потенціал поля.

Класифікація речовини за електричними властивостями. Провідники і діелектрики в електричному полі. Електрична ємність. Конденсатори. Енергія поля.

При вивченні теми звернути увагу на поняття електричного поля як носія взаємодії зарядів. Знати закон Кулона, вміти записати його у векторній форм; засвоїти поняття вектора напруженості поля; принципу суперпозиції полів; потоку вектора напруженості. знати теорему Гауса.

Усвідомити поняття потенціальності та потенціалу електростатичного поля, проаналізувати питання щодо неоднозначності потенціалу та його нормування. Звернути увагу на зв'язок між потенціалом та напруженістю електростатичного поля.

Розуміти особливості поведінки діелектриків та провідників у електричному полі. Засвоїти основні характеристики діелектриків, як то поляризованість, діелектрична сприйнятливість та діелектрична проникність середовища.

Усвідомити відсутність електростатичного поля всередині провідника як наслідок умови рівноваги вільних зарядів у провіднику, та використання цієї особливості для електростатичного захисту. Оволодіти поняттями електроємності провідника та конденсатору. До обчислення енергії електростатичного поля підійти через обчислення енергії взаємодії двох точкових зарядів, системи зарядів, відокремленого провідника та конденсатора. В електростатиці поле невідривне від зарядів, що його породжують, в електродинаміці показано, що енергію має електричне поле, яке існує незалежно від зарядів.

*Література* [1, 12, 3, 6, 10]

##### **Тема 2. Постійний електричний струм.**

Електричний струм, густина струму. Закон Ома. Опір провідників. Електрорушійна сила. Робота і потужність струму. Закон Джоуля-Ленца.

Електричний струм у вакуумі, газовий розряд. Поняття про плазму.

При вивченні теми необхідно ознайомитися з основними характеристиками електричного струму, а також з умовами, необхідними для виникнення та існування електричного струму. Слід звернути увагу на принципову відміну між різницею потенціалів, електрорушійною силою та напругою. Необхідно чітко знати закони Ома та Джоуля-Ленца, вміти записати їх у диференціальній формі.

При самостійному вивченні питання про електричний струм у вакуумі звернути увагу на поняття роботи виходу з металу, емісійні явища та їх застосування. При розгляді питання про струм у газі (газовий розряд) усвідомити відміну між самостійним і несамостійним газовим розрядом; розглянути процеси, які призводять до виникнення носіїв струму у газі; типи газових розрядів (тліючий, іскровий, дуговий, коронний) та їх особливості. Засвоїти поняття плазми.

*Література* [1, 12, 3, 6, 10]

### 3.4.2. Питання для самоперевірки

- 1.\* Які властивості має електричний заряд?
- 2.\* Закон Кулона. Взаємодію яких зарядів він описує?
- 3.\* Що називають напруженістю електричного поля? В яких одиницях вимірюється?
- 4.\* Чому дорівнює напруженість поля точкового заряду? Як направлений вектор напруженості цього поля, якщо заряд позитивний; негативний?
- 5.\* В чому полягає принцип суперпозиції? Як знайти напруженість поля системи точкових зарядів?
- 6.\* Що таке лінії напруженості (силові лінії) електричного поля? Які особливості силових ліній електростатичного поля відображають його потенціальний характер? Як обирають густину ліній?
- 7.\* Яке поле називають однорідним. Який вигляд мають силові лінії однорідного поля?
- 8.\* Що називають потоком вектора напруженості? Запишіть математичний вираз та сформулюйте теорему Гауса для потоку вектора напруженості. Які властивості електростатичного поля точкового заряду відображає теорема Гауса?
- 9.\* За якою формулою можна обчислити напруженість поля нескінченної рівномірно зарядженої площини? рівномірно зарядженої сферичної поверхні?
10. Яка теорема відображає потенціальний характер електростатичного поля? Сформулюйте її і запишіть математичний вираз.
11. Заряд переміщують в електростатичному полі по замкненій траєкторії. Чому дорівнює загальна робота сил електростатичного поля?
- 12.\* Що називають а) потенціалом електростатичного поля? б) різницею потенціалів? Чи залежить величина а) потенціалу; б) різниці потенціалів від вибору початку відліку (нульового рівня)?
13. Чому дорівнює потенціал поля точкового заряду?
14. Сформулюйте принцип суперпозиції для потенціалу? Що легше – обчислити за принципом суперпозиції напруженість поля чи потенціал?
- 15.\* Як за різницею потенціалів обчислити роботу сил електростатичного поля?
16. Як пов'язані напруженість та потенціал електростатичного поля у загальному випадку? У випадку однорідного поля?
- 17.\* Чому дорівнює напруженість електричного поля всередині зарядженого провідника? Чим пояснюється відсутність поля усередині провідника у разі рівноважного розподілу зарядів у ньому? Яким чином це використовують на практиці?
- 18.\* Що таке явище електростатичної індукції? Чому дорівнює напруженість електричного поля всередині усередині нейтрального провідника, що поміщений у зовнішнє електричне поле?
19. Що таке електроємність провідника? Від чого вона залежить? У яких одиницях вимірюється? Запишіть формулу електроємності сфери.
- 20.\* Що таке конденсатор? Від чого залежить електроємність конденсаторів? У чому перевага використання конденсаторів для накопичення заряду та енергії перед провідниками?
- 21.\* Чому дорівнює електроємність плоского конденсатора?
- 22.\* При якому з'єднанні конденсаторів у батарею – паралельному чи послідовному їх сумарна ємність зменшується? збільшується?
23. Яка з величин заряд чи напруга зберігаються при зміні електроємності конденсатора, який від'єднали від джерела напруги? Не від'єднували від джерела напруги?
24. Що таке диполь? Як поведуть себе диполі у електричному полі?

25. Які типи діелектриків вам відомі? Як поведуть себе молекули неполярних та полярних діелектриків у зовнішньому полі? Які властивості відрізняють сегнетоелектрики від інших типів діелектриків?
- 26.\* У чому полягає поляризація діелектрика? Поясніть причини ослаблення електричного поля в діелектрику порівняно з вакуумом.
- 27.\* Дайте означення поляризованості діелектрика  $\vec{P}$ ; відносної діелектричної проникності  $\epsilon$ .
28. Як і для чого вводять вектор електричного зміщення  $\vec{D}$ ? Поле яких зарядів описують вектори  $\vec{E}$  і  $\vec{D}$ ?
29. Як і чому поведуть себе лінії напруженості та лінії вектора електричного зміщення на границі двох діелектриків? Чому змінюється кількість ліній напруженості електричного поля на границі двох діелектриків?
- 30.\* Як змінюється енергія двох різнойменних точкових зарядів при їх наближенні один до одного? Однойменних точкових зарядів? Чи може бути стійкою система нерухомих електричних зарядів?
- 31.\* Чому дорівнює енергія зарядженого провідника? енергія зарядженого конденсатора?
32. Що таке і чому дорівнює питома густина енергії електричного поля?
- 33.\* Постійний струм. Сила струму, густина струму. Електрорушійна сила й напруга.
- 34.\* Опір провідників. Залежність опору від температури. Явище надпровідності.
- 35.\* Закон Ома для однорідної і неоднорідної ділянок кола в інтегральній і диференціальній формах.
- 36.\* Закон Ома для замкненого кола. Правила Кірхгофа.
- 37.\* Закон Джоуля - Ленца в інтегральній і диференціальній формах.
38. Робота виходу електрона. Термоелектронна емісія; її закономірності. Струм у вакуумі.
39. Самостійний і несамостійний газовий розряд, вольт-амперна характеристика. Які процеси призводять до утворення носіїв струму у газі? Які типи газового розряду розглядають та в чому їх характерні особливості?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### 3.5. Модуль ЗМ-П1 «Розв'язування задач за темами лекційних модулів ЗМ-Л0 – ЗМ-Л3»

#### 3.5.1. Повчання

Тема 1. **Кінематика матеріальної точки.** Швидкість, середня та миттєва швидкість, прискорення. Швидкість, прискорення для випадків поступального та обертального рухів.

При розв'язуванні задач, які пов'язані із вивченням руху тіл, необхідно: 1) вибрати систему відліку; 2) зв'язати з нею систему координат; 3) записати кінематичні рівняння відповідно до умови задачі (у загальному випадку у векторній формі), а потім спроектувати ці рівняння на координатні осі.

Якщо рух складний, тобто тіло водночас бере участь у декількох типах рухів, то розв'язання задачі здійснюється шляхом розгляду окремих рухів так, ніби вони відбуваються незалежно один від одного. При цьому переміщення, швидкість, прискорення тіла знаходяться як векторна сума відповідних характеристик окремих видів руху.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [4] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. с.20-31.

## Тема 2. *Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.* Момент інерції, сили, імпульсу.

Основний закон динаміки для системи матеріальних точок при поступальному та обертальному русі.

При використанні законів Ньютона особливу увагу слід звернути на аналіз сил, що діють на тіло. Основне рівняння руху записують на основі другого закону Ньютона спочатку у векторній формі, а потім, обираючи зручним способом (в залежності від умови задачі) систему координат, – у проекціях на координатні осі. Отриману систему рівнянь доповнюють, у разі необхідності, кінематичними рівняннями та конкретними виразами сил (наприклад, сили тертя або пружності).

При розв'язуванні задач про рух системи матеріальних точок, слід, перш за все, усі сили, що діють на систему, кваліфікувати як внутрішні або зовнішні. Сума внутрішніх сил дорівнює нулю, і прискорення центру мас системи надає тільки рівнодійна зовнішніх сил. Це прискорення визначається теоремою про рух центра мас.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [4] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. с.58-70; с.72-76; с.128-140.

## Тема 3. *Закони збереження імпульсу та енергії.*

Закони збереження у механіці є фундаментальними законами природи, які відображують основні властивості простору і часу. Ці закони можуть бути отримані шляхом інтегрування динамічних рівнянь, тому їх називають першими інтегралами руху. Використання законів збереження дозволяє спростити отримання інформації про кінцевий стан системи за початковими характеристиками стану без розгляду фізичних процесів, які відбуваються між ними.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [4] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. с.102-106; с.107-116.

## Тема 4. *Механіка рідин та газів.*

Задачі з гідростатики використовуються з використанням закону Паскаля; закону Архимеда; формули гідростатичного тиску. При розгляді стаціонарного потоку рідини використання рівняння Бернуллі для двох перерізів потоку дозволяє визначити швидкість або тиск рідини в будь-якому з них за значеннями інших параметрів.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [4] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. с.77-81.

Тема 5. *Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.* Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газу. Рівняння стану ідеального газу. Розподіл молекул за величиною швидкості та енергії. Процеси теплопровідності, дифузії, в'язкості.

Закони ідеального газу можна використовувати у випадку газів при умовах, які не дуже відрізняються від нормальних ( $t=0^{\circ}\text{C}$ ,  $p=1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ), а також до розріджених газів.

При розв'язуванні задач на знаходження термодинамічних параметрів при зміні стану газу у багатьох випадках графічне зображення процесів дозволяє значно спростити розв'язок, проаналізувати залежність між чисельними параметрами різних станів газу.

При цьому слід пам'ятати, що можливим є графічне зображення тільки рівноважних (квазістатичних) процесів.

У кінетичній теорії, яка є статистичною теорією, використовуються різні типи середніх швидкостей молекул. Середню квадратичну швидкість  $V_{\text{кв}}$  використовують у тих випадках, коли необхідно розрахувати фізичну величину, яка є пропорційною квадрату швидкості молекул (тиск газу, кінетичну енергію поступального руху молекул).

Середня арифметична швидкість  $\langle v \rangle$  використовується для визначення середніх значень фізичних величин, до формул яких швидкість входить у першій степені (середній імпульс молекул, середня кількість зіткнень в одиницю часу, середня довжина вільного пробігу молекул).

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [5] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІ. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навч. посібник. Одеса: «Екологія», 2013. с.24-33; с.46-54; с.63-71.

**Тема 6. Перший та другий закони термодинаміки.** Внутрішня енергія. Робота газу, теплоємність. Перший закон термодинаміки (застосування до ізопроцесів). Другий закон термодинаміки та к.к.д теплових машин. Ентропія.

При розв'язуванні задач даної теми, перш за все необхідно уявляти, в яким способом термодинамічна система обмінюється енергією з зовнішніми тілами. В залежності від цього, вона може бути замкненою, адіабатично замкненою, замкненою у механічному відношенні і незамкненою (відкритою). Відповідно рівняння першого закону термодинаміки приймає різний вигляд.

Задачі стосовно II закону термодинаміки по даній темі можна умовно поділити на дві групи: 1) задачі на розрахунок ККД теплових машин (термодинамічних циклів), зокрема циклу Карно; 2) задачі на розрахунок теплоти  $Q$  або зміни ентропії  $\Delta S$  в процесах. В останньому випадку використовуються найважливіші властивості ентропії: ентропія є функцією стану; ентропія є адитивною величиною, тобто ентропія складної системи дорівнює сумі ентропії її частин.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [5] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІ. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навч. посібник. Одеса: «Екологія», 2013. с.79-94; с.110-117.

**Тема 7. Електростатика.** Напруженість електричного поля. Поле диполя. Принцип суперпозиції полів. Застосування теореми Остроградського – Гауса при розрахунках електростатичних полів. Потенціал. Електроємність конденсаторів.

При розв'язуванні задач на визначення напруженості або потенціалу поля, утвореного системою зарядів слід розрізняти випадки:

- а) поля, утвореного одним або кількома зарядами. У такому разі користуються формулами напруженості та потенціалу поля точкового заряду та принципом суперпозиції електричних полів, який для напруженості електричного поля носить векторний характер
- б) поле утворене зарядами, що безперервно розподілені вздовж площині, або циліндричній чи сферичній поверхні. Тоді розрахунок виконується із використанням формул, які отримані за допомогою теореми Гауса.
- в) в інших випадках для визначення напруженості поля заряду, який безперервно розподілений вздовж лінії, по поверхні або об'єму, напруженість або потенціал поля знаходиться інтегруванням напруженості поля елемента заряду  $dq$ .

У випадку заряджених тіл (точкового заряду, площини, сфери і т. ін.) занурених в однорідний нескінчений діелектрик формули, отримані для опису напруженості і

потенціалу утворених цими тілами електростатичних полів у вакуумі, залишаються справедливими при внесенні в їх знаменник множника  $\epsilon$ .

При розгляді задач, зв'язаних зі зміною параметрів конденсатору необхідно звертати увагу, за яких умов відбувається зміна параметрів:

а) при попередньому від'єднанні конденсатора від джерела напруги незмінним залишається заряд на його обкладинках, а змінюється напруга на ньому;

б) якщо конденсатор не від'єднують від джерела напруги, змінюється заряд конденсатору, а напруга зберігає своє значення.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [6] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІІ. Електрика і магнетизм. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2014. с.25-57.

## Тема 8. *Постійний електричний струм.* Емпіричні закони постійного електричного струму.

Для обчислення струму і густини струму, а також розрахунку опорів однорідних провідників застосовують закон Ома в інтегральній або диференціальній формі. Інтегральну форму закону Ома зручно використовувати при розрахунках струмів у провідниках.

Для обчислення струмів та опорів у необмежених провідних середовищах (наприклад, у випадку заземлення електродів) використовують диференціальну форму закону Ома. Притому, напруженість електричного поля при наявності постійного струму та однорідності середовища можна обчислювати методами електростатики, оскільки вона співпадає з напруженістю електростатичного поля при тій самій напрузі (різниці потенціалів) у непровідному середовищі.

Для розрахунків, пов'язаних з розгалуженим колом, зручно це коло умовно поділити на декілька замкнених нерозгалужених контурів і використати правила Кірхгофа.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [6] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІІ. Електрика і магнетизм. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2014. с.77-92.

*Література* [1, 12, 4, 5, 6]

### 3.5.2. Питання для самоперевірки

- 1.\* Означення кінематичних характеристик руху: шлях; переміщення; миттєва та середня швидкість; миттєве та середнє прискорення; нормальна та тангенціальна складові прискорення; кутова швидкість; кутове прискорення.
- 2.\* Зв'язок між лінійними та кутовими характеристиками руху.
- 3.\* Закони руху у випадку рівномірного і рівнозмінного прямолінійного та обертального руху матеріальної точки.
- 4.\* Дайте означення імпульсу тіла.
- 5.\* Основний закон динаміки поступального руху тіла (ІІ закон Ньютона).
- 6.\* Сили в механіці (сила тяжіння, закон всесвітнього тяжіння, сила тертя сила пружності (закон Гука).
- 7.\* Момент інерції матеріальної точки та симетричних тіл різної форми. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
- 8.\* Момент сили, момент імпульсу матеріальної точки та твердого тіла.
- 9.\* Основний закон динаміки обертального руху твердого тіла.
- 10.\* Робота сили; кінетична енергія, потенціальна енергія тіла у гравітаційному полі, пружно деформованого тіла.
- 11.\* Закон збереження повної механічної енергії системи тіл.
- 12.\* Закони збереження імпульсу; моменту імпульсу.
- 13.\* Закон нерозривності течії. Рівняння Бернуллі.

- 14.\* Ламінарний та турбулентний режим течії. Число Рейнольдса
- 15.\* Основні термодинамічні параметри та ізопроееси. Рівняння та діаграми ізопроеесів.
- 16.\* Рівняння стану ідеального газу (рівняння Клапейрона – Менделєєва). Закон Дальтона. Закон Авогадро.
- 17.\* Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії . Середня квадратична, середня та найбільш імовірна швидкість газових молекул, середня кінетична енергія руху молекул ідеального газу.
- 18.\* Зміст та рівняння дифузії; в'язкості; теплопровідності.
- 19.\* Внутрішня енергія ідеального газу. Як вона залежить від кількості ступенів свободи молекул газу та температури?
- 20.\* Перший закон термодинаміки, його рівняння у застосуванні до різних ізопроеесів.
- 21.\* Визначення понять: теплоємність тіла; питома та молярна теплоємності. Теплоємність ідеального газу  $C_v$  та  $C_p$
- 22.\* Що таке адіабатний процес? Рівняння адіабати ідеального газу.
- 23.\* Робота ідеального газу у різних ізопроеесах.
- 24.\* Принцип дії теплової машини, її ККД . ККД циклу Карно.
- 25.\* Зміна ентропії у різних проеесах.
- 26.\* Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Як знайти напруженість поля системи точкових зарядів?
- 27.\* Потенціал та різниця потенціалів електростатичного поля. Робота сил електростатичного поля.
- 28.\* Напруженість та потенціал поля точкового заряду; рівномірно зарядженої площини; двох паралельних нескінчених рівномірно заряджених площин; рівномірно зарядженої сферичної поверхні.
- 29.\* Причини ослаблення електричного поля в діелектрику порівняно з вакуумом; відносна діелектрична проникність  $\epsilon$ .
- 30.\* Що таке електроємність провідника; конденсатора? Одиниці вимірювання. Електроємність при паралельному та послідовному з'єднанні конденсаторів у батарею.
- 31.\* Постійний струм. Сила струму, густина струму. Електрорушійна сила й напруга.
- 32.\* Опір провідників. Залежність опору від температури. Явище надпровідності.
- 33.\* Закон Ома для однорідної і неоднорідної ділянок кола в інтегральній і диференціальній формах.
- 34.\* Закон Ома для замкненого кола. Правила Кірхгофа.
- 35.\* Закон Джоуля - Ленца в інтегральній і диференціальній формах.

## **3.6. Модуль ЗМ-Лаб «Лабораторні роботи»**

### *3.6.1. Повчання*

Повний опис лабораторних робіт (перелік приборів та приладів; теоретичний вступ; методика виконання роботи, послідовність розрахунків та обчислення похибки вимірювань наведені у відповідних методичних вказівках до виконання лабораторної роботи. Там же приведені питання до самоконтролю студентів при підготовці до лабораторної роботи.

Інструкції до виконання лабораторних робіт можна знайти на сайті кафедри загальної та теоретичної фізики у курсі ФІЗИКА-1,2 [2].

## 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ (II семестр)

### 4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЮ

1. Матеріальною точкою вважають тіло ...  
*Література* [1, с.13; 12, с.6]
2. Система відліку включає у себе ...  
*Література* [1, с.14; 12, с.7]
3. Траєкторія руху матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.14; 12, с.8]
4. Переміщення матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.14; 12, с.8]
5. Величини шляху та переміщення точки співпадають у випадку ...  
*Література* [1, с.14; 12, с.8]
6. Швидкість (миттєва) матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.15; 12, с.9]
7. Наведені графіки описують прямолінійний рух. Прямолінійному рівномірному руху відповідає графік ...  
*Література* [1, с.17; 12, с.9]
8. Матеріальна точка рухалася вздовж кола радіуса 5 м. від точки А до точки В, які лежать на протилежних кінцях діаметру, протягом 10 с. Величина середнього значення модуля швидкості  $\langle v \rangle$  порівняно з модулем середньої швидкості  $\langle \bar{v} \rangle$  точки є  
*Література* [1, с.15; 12, с.9]
9. Рівнозмінний прямолінійний рух точки – це рух, при якому точка за однакові проміжки часу ...  
*Література* [1, с.17; 12, с.12]
10. Одиниця вимірювання прискорення, виражена через основні одиниці міжнародної системи одиниць SI, має розмірність ...  
*Література* [1, с.9]
11. Рівноприскорений прямолінійний рух без початкової швидкості описує рівняння  
*Література* [1, с.16; 12, с.11]
12. Напрямок та величина тангенціального прискорення  $\bar{a}_\tau$  визначаються формулою ...  
*Література* [1, с.16; 12, с.10]
13. На рисунку зображені траєкторії матеріальних точок та вектори їх швидкості у два моменти часу. Тангенціальне прискорення точки ( $a_\tau < 0$ ) у випадку ...  
*Література* [1, с.16; 12, с.10]
14. Кут між векторами швидкості та прискорення для матеріальної точки, яка рухається рівномірно вздовж кола, складає ...  
*Література* [1, с.16; 12, с.10-11]
15. Рух матеріальної точки, тангенціальна складова прискорення якої  $\bar{a}_\tau = \text{const}$ , а нормальна складова прискорення  $\bar{a}_n = 0$  є ...  
*Література* [1, с.17; 12, с.11]

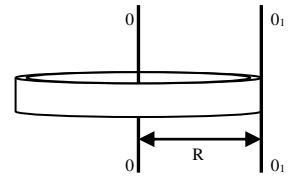
### 4.2 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛІ

1. Кількість ступенів свободи абсолютно твердого тіла дорівнює ...  
*Література* [1, с.19]



2. Кутова швидкість руху матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.18; 12, с.12]
3. У випадку рівносповільненого обертального руху матеріальної точки відносно нерухомої осі вектор кутового прискорення  $\vec{\epsilon}$  спрямований ...  
*Література* [1, с.18; 12, с.13]
4. Хвилинна стрілка у 2 рази більша за годинникову. Модулі швидкості кінців годинникової та хвилинної стрілок відрізняються у ... рази  
*Література* [1, с.19; 12, с.13]
5. Інерціальні системи відліку завжди рухаються відносно одна одної ...  
*Література* [1, с.46]
6. Мірою інертних властивостей при поступальному русі тіла є його ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.15]
7. Три тіла однакової маси під дією сил рухаються з різними прискореннями так, що  $a_1 > a_2 > a_3$ . Найбільша сила діє на ...  
*Література* [1, с.46; 12, с.16]
8. Імпульс тіла  $\vec{p}$  визначається за формулою ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.16]
9. Диференціальною формою запису другого закону Ньютона є формула ...  
*Література* [1, с.46; 12, с.16]
10. Сума внутрішніх сил замкненої системи дорівнює ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.19]
11. Характер руху системи матеріальних точок визначається дією рівнодійної ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.20]
12. Одиниця вимірювання сили, виражена через основні одиниці системи СІ має розмірність ...  
*Література* [12, с.16]
13. Два тіла однакової маси рухаються рівномірно перше – по горизонтальній поверхні; друге – по похилій площині, яка утворює з горизонтом кут  $\alpha=60^0$ . Коефіцієнт тертя  $\mu$  в обох випадках однаковий. Сили тертя, що діють на тіла задовольняють співвідношенню:  
*Література* [1, с.52. 53; 12, с.18 ]
14. Що відбудеться з відносною деформацією розтягу  $\Delta l/l$  згідно закону Гука при заміні сталюого дроту дротом того самого перерізу, але удвічі більшої довжини за незмінним навантаженням?  
*Література* [1, с.50; 12, с.44]
15. Сила земного тяжіння є у 9 разів меншою, ніж у поверхні Землі, на відстані від поверхні Землі, яка дорівнює (R – радіус Землі) ...  
*Література* [1, с.48]
16. Сила не виконує роботи, якщо кут між векторами сили і переміщення дорівнює ...  
*Література* [1, с.76; 12, с. 24]
17. За теоремою про кінетичну енергію зміна кінетичної енергії системи тіл дорівнює роботі ... сил, що діють на систему.  
*Література* [1, с.76]
18. Механічна робота консервативної сили залежить тільки від ...  
*Література* [1, с.76; 12, с.25]
19. Закон збереження механічної енергії виконується тільки для систем, які задовольняють наступним умовам: ...  
*Література* [1, с.77; 12, с.28]
20. Кулька маси  $m$ , що рухалася із швидкістю  $\vec{v}$  зіткнулася з нерухомою кулькою такої самої маси. Удар – абсолютно пружний прямий, центральний. швидкість другої кульки після зіткнення дорівнюватиме ...  
*Література* [1, с.78; 12, с.32]

21. Момент інерції матеріальної точки відносно осі дорівнює ...  
Література [1, с.99; 12, с.54]
22. Відношення моменту інерції тонкого кільця радіуса  $R$  відносно осі  $O_1O_1$  (див. рис.) до його моменту інерції відносно осі  $O_2O_2$  дорівнює  
Література [1, с.100; 12, с.35]
23. Мірою кількості руху тіла при обертальному русі є його ...  
Література [1, с.101; 12, с.38]
24. Згідно основному закону динаміки обертального руху тіла, зміна його моменту імпульсу визначається дією ...  
Література [1, с.101; 12, с.39]
25. Нитку, яка утримує маленьку кульку, що обертається, починають намотувати на стрижень, зменшуючи радіус обертання кульки. Момент зовнішніх сил дорівнює нулю. Швидкість обертання кульки при цьому ...  
Література [1, с.101; 102; 12, с.40]
26. Повна енергія суцільного циліндру, що котиться по горизонтальній поверхні, дорівнює  $12Дж$ . Кінетична енергія обертального руху циліндру при цьому дорівнює ...  
Література [1, с.102; 109; 12, с.36]
27. З одного рівня  $h$  похилої площини скочуються без ковзання обруч, циліндр і куля. Більший час на проходження шляху витратить  
Література [1, с.109]
28. Щоб пасажир у ліфті знаходився у стані невагомості, ліфт повинен рухатися ...  
Література [1, с.122; 12, с.53]
29. Сила Коріоліса, що діє на тіло у неінерціальній системі відліку, що обертається, змінює ...  
Література [1, с.122; 12, с.54]
30. Сила Коріоліса, що діє на потік води у річці, що тече у південній півкулі вздовж меридіану, спрямована ...  
Література [1, с.122; 12, с.54,55]
31. Вплив відцентрової сили інерції на величину прискорення вільного падіння зі зменшенням широти місця спостереження призводить до ...  
Література [1, с.122,125]
32. Рідина тече трубою змінного перерізу. При цьому  $d_1 = 2d_2$  ( $d$  – діаметр труби). Як і у скільки разів відрізняється швидкість течії  $v_1$  порівняно із швидкістю  $v_2$ ?  
Література [1, с.133; 12, с.58]
33. Переріз струменя рідини, що б'є зі шлангу вверх, із відстанню від отвору ...  
Література [1, с.133; 12, с.58]
34. Кусок льоду плаває у воді, яка налита у посудину. Якщо лід повністю розтане, рівень води в посудині ...  
Література [1 с.133; 12 с.58]
35. Градієнт швидкості рідини, що тече по трубі, спрямований ...  
Література [12 с.62]
36. Атмосферний тиск дорівнює  $100кПа$ . Тиск у воді більший за атмосферний у 6 разів на глибині ...  
Література [1, с.131; 12, с.57]
37. Рівняння Бернуллі можна отримати на підставі закону ...  
Література [1 с.134; 12 с.59]
38. Інваріантними величинами по відношенню до перетворень Лоренца є ...  
Література [12, с.69, 75]
39. Два фотони рухаються назустріч один одному у вакуумі зі швидкістю  $c$  кожний ( $c$  – швидкість світла у вакуумі). Відносна швидкість наближення частинок складає ...  
Література [12, с.69, 75]



40. Маса поля, що випромінює антена радіопередавача потужністю  $P=1$  кВт за годину дорівнює ...

*Література* [12, с.78]

### 4.3 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2

1. Поняття «ідеальний газ» означає, що газ задовольняє наступним вимогам:

*Література* [1, с.153; 12, с.82]

2. При ізохорному процесі у газі незмінною залишається величина ...

*Література* [1, с.157; 12, с.83]

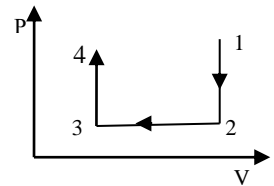
3. Адіабатний процес – процес, при якому

*Література* [1, с.157; 12, с.107]

4. Рівняння ізотерми виражає формула

*Література* [1, с.157; 12, с.83]

5. Яка точка на діаграмі зміни стану ідеального газу, що зображена на рисунку, відповідає мінімальній температурі?



*Література* [1, с.157; 12, с.83]

6. Одиницею вимірювання кількості речовини у Міжнародній системі одиниць SI, є

*Література* [1, с.158; 12, с.86]

7. Водень  $H_2$ , кисень  $O_2$ , азот  $N_2$  та водяна пара  $H_2O$  (Молярні маси відповідно дорівнюють  $2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,  $32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,  $28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль та  $18 \cdot 10^{-3}$  кг/моль) знаходяться при однаковому тиску і температурі. За цими умовами максимальну густину має

*Література* [1, с.159]

8. Основний закон молекулярно-кінетичної теорії газів (основне рівняння МКТ) виражає формула

*Література* [1, с.176; 12, с.87]

9. Кількість ступенів свободи  $i$  молекули двохатомного газу дорівнює

*Література* [1, с.177; 12, с.100]

10. На ступінь свободи поступального руху молекули припадає енергія

*Література* [1, с.177; 12, с.100]

11. Трьохатомна молекула має жорсткий зв'язок між атомами. На поступальний рух від всієї кінетичної енергії припадає частина, яка дорівнює

*Література* [1, с.177; 12, с.100]

12. Залежність середньої швидкості молекули ідеального газу від температури має вигляд:

*Література* [1, с.179; 12, с.90]

13. Молекули кисню і водню мають однакові середні квадратичні швидкості поступального руху.

Як зміняться значення швидкостей молекул кисню і водню після того, як газу перемішали?

*Література* [1, с.180; 12, с.90]

14. За яким законом змінюється атмосферний тиск із збільшенням висоти над рівнем моря?

*Література* [1, с.180; 12, с.91]

15. Атмосферне повітря – складається з декількох газів, у тому числі з кисню  $O_2$ , водяної пари  $H_2O$ , азоту  $N_2$ , вуглекислого газу  $CO_2$ . Концентрація якого з газів змінюється найшвидше зі зростанням висоти  $h$  над рівнем моря?

*Література* [1, с.180; 12, с.92]

16. У явищі дифузії здійснюється перенесення

*Література* [1, с.194; 12, с.95]

17. Коефіцієнт в'язкості газів при зростанні температури ...

*Література* [1, с.197; 12, с.96]

18. До внутрішньої енергії ідеального газу входить

*Література* [1, с.212; 12, с.100]

19. З наведених газів (He, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>) найменшу молярну теплоємність  $C_V$  має  
Література [1, с.211,177; 12, с.104]
20. При наданні ідеальному газу тієї самої кількості теплоти найбільше підвищення температури  $\Delta T$  досягається під час процесу  
Література [1, с. 210,112; 12, с.105]
21. При адиабатному поширенні газу його внутрішня енергія ...  
Література [1, с.216; 12, с.108]
22. Робота газу дорівнює нулю під час процесу  
Література [1, с.213; 12, с.105]
23. Газ поширюється вдвічі. Робота, яку виконує газ, найменша, якщо процес поширення є ...  
Література [1, с.213; 12, с.103]
24. Теплоємність газу в ізотермічному процесі дорівнює ...  
Література [1, с.214; 12, с.110]
25. З наведених нижче процесів необоротним є ...  
Література [1, с.239]
26. Коефіцієнт корисної дії теплової машини – це величина, яка дорівнює ...  
Література [1, с.242; 12, с.111]
27. Газ виконує цикл Карно. Абсолютна температура  $T_1$  нагрівника в 4 рази вища за абсолютну температуру  $T_2$  холодильника. ККД цього циклу дорівнює:  
Література [1, с.242; 12, с.117]
28. При підвищенні температури нагрівника ККД теплової машини  
Література [1, с.242; 12, с.117]
29. Ентропія газу залишається постійною у процесі ...  
Література [1, с.243; 12, с.111]
30. Згідно з другим законом термодинаміки у замкнених системах при протіканні в них необоротного процесу ентропія системи ...  
Література [1, с.240; 12, с.113]
31. Крива фазової рівноваги „тверде тіло – пара ” закінчується  
Література [1, с.261; 12, с.145]
32. При повному незмочуванні поверхні рідиною значення крайового кута дорівнює ...  
Література [1, с.266; 12, с.133]
33. Який процес спостерігається при ізотермічному стисканні насиченої пари?  
Література [12, с.123]
34. Який з наведених процесів ( пароутворення; кипіння; конденсація пари у рідину; плавлення) супроводжується виділенням теплоти?  
Література [1, с.266; 12, с.144]
35. Які зміни у системі є характерною ознакою фазового переходу другого роду?  
Література [1, с.262; 12, с.144]

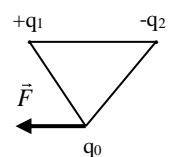
#### 4.4 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ

1. Як зміниться сила взаємодії двох точкових зарядів при зменшенні величини кожного з них у 3 рази?

Література [1, с.283; 12, с.149]

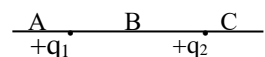
2. На рисунку зображена сила, яка діє на заряд  $q_0$  з боку електричного поля, утвореного зарядами  $q_1$  і  $q_2$ . Визначити знак заряду  $q_0$ .

Література [1, с.284; 12, с.149]



3.  $|q_1| > |q_2|$ . У яку область (А, В чи С) треба помістити заряд  $q_3 > 0$  щоб він знаходився у стані рівноваги?

Література [1, с.283; 12, с.149]



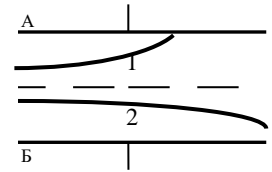
4. Силовою характеристикою електричного поля є його ...

*Література* [1, с.284; 12, с.150]

5. Напруженість електричного поля точкового заряду надає формула:

*Література* [1, с.284; 12, с.150]

6. На рисунку зображені траєкторії електрона та протона ( $m_p > m_e$ ), які влітають з однаковою швидкістю у простір між пластинами плоского конденсатора. Позитивний заряд має пластина ...



*Література* [1, с.283; 12, с.149]

7. Напруженість електричного поля в Міжнародній системі одиниць вимірюється у ...

*Література* [1, с.284; 12, с.151]

8. Декілька точкових зарядів вміщено у сферу радіусу  $R$ . Що відбудеться з потоком вектора напруженості через сферу, якщо її радіус збільшити удвічі?

*Література* [1, с.286; 12, с.155]

9. Напруженість поля нескінченної рівномірно зарядженої площини надає формула:

*Література* [1, с.287; 12, с.156]

10. Робота по переміщенню заряду в електростатичному полі залежить від

*Література* [1, с.288; 12, с.160]

11. Нескінченна площина заряджена з густиною заряду  $+\sigma$ . При віддаленні від неї потенціал електричного поля ...

*Література* [1, с. 289; 12, с.162]

12. Два позитивних та два негативних заряди однакової величини  $q$  розташовані у вершинах квадрату зі стороною  $a$ . Потенціал поля у центрі квадрата дорівнює ...

*Література* [1, с.288; 12, с.57]

13. Для якої характеристики поля точкового заряду є характерною обернено пропорційна залежність від відстані?

*Література* [1, с.288; 12, с.160]

14. Робота по переміщенню заряду вздовж екіпотенціальної поверхні дорівнює ...

*Література* [1, с.289; 12, с.162]

15. Який взаємний напрямок мають вектори напруженості та градієнту потенціалу електростатичного поля?

*Література* [1, с.288; 12, с.162]

16. Електричний диполь – це сукупність двох точкових зарядів, які ...

*Література* [1, с.291 ; 12, с.152]

17. Означенням вектора поляризованості  $\vec{P}$  діелектрика є формула:

*Література* [1, с.293; 12, с.165]

18. Як впливає поляризація, що виникає в діелектриках, на величину напруженості зовнішнього поля?

*Література* [1, с.293; 12, с.166]

19. Лінії напруженості поля зарядженого провідника при рівновазі наданого йому заряду завжди спрямовані ...

*Література* [1, с.295; 12, с.172]

20. Напруженість поля усередині провідника, який поміщений в електричне поле, дорівнює

*Література* [1, с.295; 12, с.171]

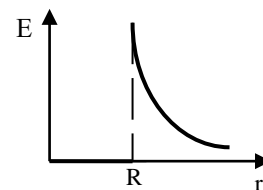
21. Для якої системи зарядів наведений графік відображує залежність напруженості електричного поля від відстані?

*Література* [1, с.287; 12, с.157]

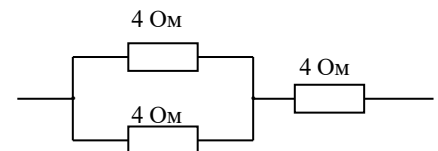
22. Означення поняття „електроємність провідника” надає формула:

*Література* [1, с.295; 12, с.174]

23. Електроємність плоского конденсатора надає формула:



- Література* [1, с.295; 12, с.175]
24. При послідовному з'єднанні конденсаторів їх сумарна ємність:  
*Література* [1, с.296; 12, с.177]
25. Що відбувається з потенціальною енергією взаємодії двох однойменних точкових зарядів, що віддаляються один до одного?  
*Література* [1, с.297; 12, с.177]
26. Як рухаються один відносно другого різнойменні точкові заряди, якщо потенціальна енергія їх взаємодії збільшується у процесі руху?  
*Література* [1, с.297; 12, с.177]
27. Плоский конденсатор підключено до джерела напруги. Відстань між пластинами зменшили удвічі. При цьому енергія електричного поля конденсатора ...  
*Література* [1, с.297,300; 12, с.178]
28. Визначенням поняття “густина енергії електричного поля” є формула:  
*Література* [1, с.297; 12, с.178]
29. Два конденсатори, що мають однакові геометричні параметри, заповнені різними діелектриками з діелектричною проникністю  $\epsilon_1$  і  $\epsilon_2$  та з'єднані паралельно. Однаковою у цих конденсаторів є ...  
*Література* [1, с.296; 12, с.176]
30. Електричний струм – це ...  
*Література* [1, с.343; 12, с.180]
31. У загальному випадку означення поняття величини струму надає формула:  
*Література* [1, с.343; 12, с.180]
32. Означенню поняття „електрорушійна сила джерела струму” відповідає формула:  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
33. Одиницею вимірювання напруги у Міжнародній системі одиниць є ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
34. Однорідною називають ділянку кола, на якій діють тільки сили ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.183,186]
35. Напряга на неоднорідній ділянці кола визначається роботою сил ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
36. Законом Ома у диференціальній формі для однорідної ділянки кола є вираз:  
*Література* [1, с.346; 12, с.184]
37. Опір провідника залежить від ...  
*Література* [1, с.346; 12, с.183]
38. Загальний опір зображеної на рисунку ділянки кола дорівнює ...  
*Література* [1, с.347,348]
39. При паралельному з'єднанні декількох окремих опорів загальна провідність ділянки кола ...  
*Література* [1, с.348]
40. Закон Ома для повного кола має вигляд :  
*Література* [1, с.347; 12, с.186]
41. Закон Джоуля – Ленца в інтегральній формі надає формула:  
*Література* [1, с.348; 12, с.185]
42. Питома потужність струму – це ...  
*Література* [1, с.348; 12, с.185]
43. Електрична плитка має дві спіралі однакового опору. При якому включенні спіралей час, необхідний для нагрівання води у чайнику до температури кипіння, буде мінімальним?  
*Література* [1, с.348; 12, с.185]
44. Термоелектронна емісія – це ...  
*Література* [12, с.195]



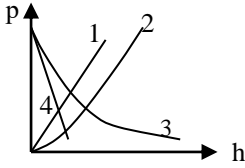
#### 4.5 Тестові завдання до екзаменаційної роботи (II семестр)

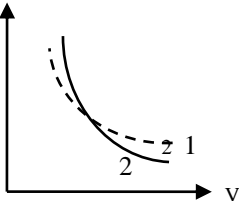
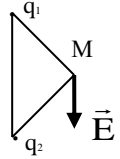
№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1	Моделі, які використовуються в механіці при опису руху тіл – це	[1]с.13 [12]с.6
2	Довжина лінії, яку описує матеріальна точка в процесі свого руху, має назву ...	[1]с.14 [12]с.8 [3]с.9
3.	Вектор, що є різницею радіус - векторів, проведених з початку координат до початкового та кінцевого положення матеріальної точки має назву ...	[1]с.14 [12]с.8 [3]с.10
3.	М'яч з висоти 2 м був підкинутий вертикально догори ще на 3 м та впав на землю. Шлях та величина переміщення м'яча складають відповідно:	[1]с.14 [12]с.8
4.	У випадку якого руху матеріальної точки співпадають величини середнього значення модуля швидкості $\langle v \rangle$ та модуля середньої швидкості $ \langle \vec{v} \rangle $ точки?	[1]с.15 [12]с.9
5.	Кульку підкинули вертикально вгору. Який графік відповідає залежності швидкості кульки від часу, якщо знехтувати опором повітря?	[1]с.17
6.	Як визначається та який напрям має вектор миттєвої швидкості $\vec{v}$ ?	[1]с.15 [12]с.8 [3] 10
7.	Вектор, що характеризує швидкість зміни модулю швидкості руху матеріальної точки (тіла) має назву ...	[1]с.16 [12]с.10 [3]с.12
8.	У випадку якого руху матеріальної точки нормальна складова прискорення має мінімальне (нульове) значення?	[1]с.17 [12]с.11 [3]с.12
9.	Рух матеріальної точки, тангенціальна складова прискорення якої $\vec{a}_\tau = 0$ , а нормальна складова прискорення $ \vec{a}_n  = \text{const}$ , $\epsilon$ :	[1]с.16 [12]с.12 [3]с.
10.	Які характеристики матеріальної точки не змінюється при рівномірному русі по колу?	[1]с.18 [12]с.13 [3]с.
11.	Тіло, кинуте під кутом до горизонту. Яка з кінематичних характеристик руху тіла зберігає своє значення в процесі руху?	[1]с.26
12.	Кутове прискорення руху матеріальної точки, яка обертається навколо нерухомої осі, це ...	[1]с.18 [12]с.13 [3]с.15
13.	Дві точки лежать на одному радіусі колеса, яке обертається навколо центра 0 з постійною швидкістю, на різній відстані від центру. Які кінематичні характеристики руху є рівними для цих точок?	[1]с.18 [12]с.12,13 [3]с. 13
14.	Кількість ступенів свободи абсолютно твердого тіла при плоскому русі дорівнює ...	[1]с.19,20 [3]с.15,16

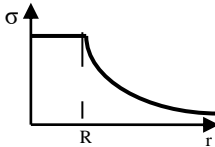
15.	При поступальному русі векторною мірою кількості руху тіла є його...	[1]с.47 [12]с.16 [3]с.17
16.	За другим законом Ньютона зміна імпульсу тіла $\Delta \vec{p}$ дорівнює ...	[1]с.46 [12]с.16 [3]с.17
17.	Які сили не треба ураховувати при запису рівняння руху системи матеріальних точок?	[1]с.47 [12]с.19,20 [3]с.21
18.	Рівняння руху тіла змінної маси може бути записано у вигляді:	[1]с.75 [12]с.21 [3]с.33
19.	Якою є система відліку, що зв'язана з центром мас замкненої системи тіл?	[1]с.48 [12]с.21
20.	Що відбудеться з абсолютною деформацією розтягу $\Delta l$ відносно згідно закону Гука при заміні сталюго дроту дротом того самого перерізу, але удвічі більшої довжини за незмінним навантаженням?	[1]с.50 [12]с.44
21.	У поверхні Землі на тіло діє сила тяжіння, яка дорівнює 72 Н. На відстані $2R$ від поверхні Землі ( $R$ – радіус Землі) на тіло буде діяти сила, яка дорівнює ...	[1]с.49 [12]с.48,49 [3]с.19
22.	Що відбувається з силою тертя, яка діє на тіло, що знаходиться на похилій площині, зі зменшенням кута нахилу площини?	[1]с.53 [12]с.18
23.	У замкненій системі повна робота сил тертя, що діють між тілами завжди є ...	[1]с.77 [12]с.28 [3]с.25
24.	Кулька маси $m$ , що рухалася із швидкістю $\vec{v}$ зіткнулася з нерухомою кулькою такої самої маси. Удар – абсолютно непружний прямий, центральний. Швидкість кожної з кульок після зіткнення дорівнюватиме ...	[1]с.78 [12]с.33
25.	Відбувається прямий центральний абсолютно пружний удар кулі маси $m_1$ , що рухається із швидкістю $\vec{v}$ , із нерухомою кулею маси $m_2$ . Швидкість першої кулі після удару дорівнюватиме $-\vec{v}$ , якщо співвідношення між масами кульок має вигляд ...	[1]с.78 [12]с.32 [3]с.30
26.	У випадку якого руху тіла сила тяжіння не виконує роботу?	[1]с.76 [12]с.23 [3]с.25
27.	В консервативній механічній системі тіло після переміщення вернулось в початкове положення. Робота консервативних сил, що діють на тіло дорівнює ...	[1]с.76 [12]с.25 [3]с.27
28.	Умови, за яких зберігається повна механічна енергія системи, це ...	[1]с.77 [12]с.28 [3]с.29
29.	Роботою яких сил обумовлена зміна повної механічної енергії замкненої системи?	[1]с.77 [12]с.29
30.	Яка величина є мірою інертних властивостей тіла при обертальному русі тіла?	[1]с.99 [12]с.34
31.	Як зміниться момент інерції матеріальної точки при збільшенні її відстані до осі обертання у 2 рази?	[1]с.99 [12]с.34 [3]с.22
32.	Моментом сили відносно осі називають ...	[1]с.100 [12]с.37

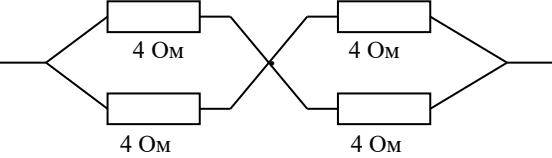


33.	Закон динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла відносно нерухомої осі може бути записаний у вигляді:	[1]с.101 [12]с.39 [3]с. 22
34.	Момент імпульсу абсолютно твердого тіла відносно осі дорівнює ...	[1]с.101 [12]с.39 [3]с.25
35.	До циліндру, кулі та кільця, які мають однакові маси и радіуси, прикладені однакові моменти сил. Яке з тіл рухається з більшим прискоренням?	[1]с.101 [12]с.35,39 [3]с.22,23
36.	Фігурист обертається навколо вертикальної осі з витягнутими в бік руками. Якщо спортсмен підійме руки вгору, момент інерції тіла зменшиться від $I_1$ до $I_2$ . Як і у скільки разів зміниться при цьому частота обертання?	[1]с.102 [12]с.40 [3]с.25
37.	З одного рівня $h$ похилої площини скочуються без ковзання обруч, циліндр і куля. Яке з тіл буде мати більшу швидкість наприкінці шляху?	[1]с.102,99 [12]с.35,36
38.	Як і з яким прискоренням повинен рухатися ліфт, щоб вага пасажера у ліфті зменшилась удвічі?	[1]с.122 [12]с.53
39.	Якою є залежність відцентрової сили інерції від відстані до осі обертання системи відліку?	[1]с.122 [12]с.53 [3]с.37
40.	За якої умови та в якій системі відліку діє на тіло сила Коріоліса?	[1]с.122 [12]с.42 [3]с.38
41.	На теплу течію в океані, що спрямована з екватору до північного полюсу діє сила Коріоліса, яка направлена на ...	[1]с.122 [12]с.42 [3]с.38
42.	Гідростатичний тиск рідини визначається за формулою	[1]с.131 [12]с.57
43.	Якщо у сполучені посудині налиті рідини з різними густинами $\rho_1$ і $\rho_2$ , причому $\rho_2 > \rho_1$ , то висоти стовпчиків рідин у посудинах зв'язані співвідношенням ...	[1]с.132
44.	Рідина тече горизонтальною трубою змінного перерізу. При цьому $d_1 = 2d_2$ ( $d$ – діаметр труби). Як і у скільки разів відрізняється статичний тиск $p_1$ порівняно з тиском $p_2$ ?	[1]с.133,134 [12]с.58
45.	Який характер має течія рідини у трубі при значенні числа Рейнольдса нижче критичного?	[1]с.134 [12]с.63
46.	Постулати, які лежать в основі теорії відносності – це ...	[12]с.69 [3]с.39
47.	За яким припущенням зберігає у релятивістській динаміці свою форму основний закон динаміки?	[12]с.77 [3]с.44
48.	Одиницею вимірювання температури у Міжнародній системі одиниць, є ...	[1]с.155 [12]с.82
49.	При ізобарному процесі у газі незмінною залишається величина...	[1]с.157 [12]с.83 [3]с.50
50.	Рівняння Менделєєва – Клапейрона виражає формула:	[1]с.158 [12]с.86 [3]с.50
51.	В однакових посудинах при однакових температурах знаходяться однакові маси водню $H_2$ , кисню $O_2$ , азоту $N_2$ та водяної пари $H_2O$ .	[1]с.158 [12]с.86

	(Молярні маси відповідно дорівнюють $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль та $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль). В посудині з яким із газів тиск буде найбільшим?	[3]с.50	
52.	Температура ідеального газу є мірою ...	[1]с.176 [12]с.88 [3]с.52	
53.	З наведених газів (He, N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> ) більше значення внутрішньої енергії при однаковій температурі має моль ... (Гази вважати ідеальними.)	[1]с.176 [12]с.100,101 [3]с.52,53	
54.	Яка доля від всієї кінетичної енергії припадає на обертальний рух двохатомної молекули з жорстким зв'язком?	[1]с.176 [12]с.100,101 [3]с.52,53	
55.	Як зміниться найбільш ймовірна швидкість молекул ідеального газу, якщо його абсолютна температура зросте у 2 рази?	[1]с.179 [12]с.89 [3]с.62	
56.	Яка з наведених на рисунку кривих правильно відображує залежність атмосферного тиску від висоти над рівнем моря (барометричну формулу)?	 <p>Графік показує залежність атмосферного тиску <math>p</math> від висоти <math>h</math>. Чотири криві позначені цифрами 1, 2, 3, 4. Крива 1 - лінійно зростає. Крива 2 - експоненціально зростає. Крива 3 - експоненціально спадає. Крива 4 - лінійно спадає.</p>	[1]с.180 [12]с.91 [3]с.64
57.	Атмосферне повітря – складається з декількох газів, у тому числі з кисню O <sub>2</sub> , водяної пари H <sub>2</sub> O, азоту N <sub>2</sub> , вуглекислого газу CO <sub>2</sub> . У молекул якого з газів середня квадратична швидкість хаотичного руху молекул при даній температурі повітря буде найменшою?	[1]с.180 [12]с.88 [3]с.64	
58.	У явищі в'язкості здійснюється перенесення ...	[12]с.96 [3]с.68	
59.	Рівнянням якого процесу переносу є закон Фур'є?	[1]с.197 [12]с.95 [3]с.67	
60.	Дифузія в газах відбувається швидше при підвищенні температури речовини, внаслідок того, що ...	[1]с.196 [12]с.95	
61.	Закінчить формулювання першого закону термодинаміки: Кількість теплоти, що передана системі, йде на зміну її внутрішньої енергії та ...	[1]с.210 [12]с.102 [3]с.49	
62.	Який вигляд має рівняння I-го закону термодинаміки у випадку ізохорного процесу?	[1]с.210,213 [12]с.105 [3]с.57	
63.	Як змінюється внутрішня енергія ідеального газу в процесі його ізобарного розширення?	[1]с.212 [2]с.106	
64.	Внутрішня енергія газу, який отримав від нагрівника 40Дж теплоти, збільшилась на 15Дж. Робота, яку виконав газ, дорівнює ...	[1]с.210 [12]с.102 [3]с.57	
65.	Газ поширюється вдвічі. Робота, яку виконує газ, найбільша, якщо процес поширення є ... (Вказівка: скористайтеся графіками різних процесів на $p$ - $V$ діаграмі, проведеними з однієї точки та відображенням роботи на них)	[1]с.213 [12]с.103 [3]с.57,58	
66.	У якому з процесів відбувається найбільш повне перетворення отриманої газом теплоти в роботу?	[1]с.210,212 [12]с.107	
67.	Теплоємність тіла - це кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання його на ...	[1]с.211 [3]с.53	
68.	З наведених газів (He, N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> ) найбільшу молярну теплоємність $C_V$ має ...	[1]с.211,177 [12]с.104	

		[3]с.54
69.	Молярні теплоємності кисню і водню однакові і дорівнюють $C_V = \frac{5}{2}R$ . Питома теплоємність кисню порівняно з питомою теплоємністю водню є ...	[1]с.211 [12]с.103
70.	Під час адіабатного стискання газу його температура ...	[1]с.216 [12]с.108 [3]с.58
71.	Рівняння адіабати у змінних (p,V) має вигляд:	[1]с.214 [12]с.108 [3]с.56
72.	На рисунку зображений хід двох кривих. Ізотермі відповідає крива ...	[1]с.214 [12]с.109 [3]с.57
		
73.	Згідно другого закону термодинаміки неможливий коловий процес, єдиним кінцевим результатом якого є ...	[1]с.240 [12]с.114 [3]с.74
74.	Що відбувається з к.к.д. теплової машини при зниженні температури холодильника?	[1]с.242 [12]с.117 [3]с.74
75.	Мірою неупорядкованості системи молекул є її ...	[1]с.240 [12]с.113
76.	При протіканні оборотного процесу у замкненій системі ентропія системи ...	[1]с.240 [12]с.114
77.	Рівняння стану реального газу носить назву ...	[1]с.255 [12]с.121
78.	Речовину з газоподібного стану в рідкий за рахунок стискання без охолодження можливо перевести, якщо температура газу T порівняно з критичною температурою $T_k$ є ...	[1]с.256 [12]с.123 [3]с.70
79.	Величину додаткового тиску, викликаного кривизною поверхні рідини надає формула ...	[1]с.266 [12]с.132
80.	Характерною ознакою фазового переходу першого роду є наявність ...	[1]с.261 [12]с.144
81.	Крива фазової рівноваги „тверде тіло – рідина ” закінчується ...	[1]с. 261 [12]с.146
82.	Як необхідно змінити відстань між зарядами, щоб сила їх взаємодії не змінилася при зменшенні величини одного з зарядів у 4 рази?	[1]с.283 [12]с.149 [3]с.84
83.	Означенням поняття “вектор напруженості електричного поля “ є формула:	[1]с.284 [12]с.150 [3]с.85
84.	Для якої характеристики поля точкового заряду є характерною обернено пропорційна залежність від квадрату відстані?	[1]с.284 [12]с.150 [3]с.85
85.	Електричне поле утворене рівними за величиною точковими зарядами $q_1$ та $q_2$ . Які знаки мають заряди, якщо у точці M вектор напруженості $\vec{E}$ має напрям, указаний на рисунку?	[1]с.284 [12]с.150 [3]с.86
		

86.	Напруженість поля у просторі між двома паралельними нескінченними рівномірно зарядженими площинами з рівною за величиною та протилежною за знаком поверхневою густиною зарядів надає формула:	[1]с.287 [12]с.156
87.	Чому за теоремою Гауса дорівнює потік вектора напруженості крізь замкнену сферичну поверхню, яка охоплює $n$ диполів?	[1]с.286,291 [12]с.155 [3]с.87,88
88.	Енергетичною характеристикою електростатичного поля є його ...	[1]с.288 [12]с.160 [3]с.91
89.	Потенціал електростатичного поля в Міжнародній системі одиниць вимірюється у ...	[12]с.161 [3]с.91
90.	Поляризація, яка виникає в діелектриках з полярними молекулами має назву ...	[12]с.164 [3]с.96
91.	Напруженість поля тієї самої системи зарядів у вакуумі порівняно з напруженістю поля у діелектрику завжди є ...	[1]с.294 [12]с.166
92.	Відносна діелектрична проникність діелектрика дорівнює відношенню ...	[1]с.294 [12]с.167
93.	При внесенні провідника у зовнішнє електричне поле спостерігається явище...	[1]с.295 [12]с.173
94.	Напруженість поля усередині зарядженого провідника при рівновазі наданого йому заряду дорівнює ...	[1]с.295 [12]с.171
95.	Для якої системи зарядів наведений графік відображує залежність потенціалу електричного поля від відстані?	[1]с.290 [12]с.164
		
96.	Означення поняття „електроємність конденсатора ” надає формула	[1]с.295 [12]с.178 [3]с.94
97.	При паралельному з'єднанні конденсаторів їх сумарна ємність:	[1]с.296 [12]с.176
98.	Плоский конденсатор складається з двох круглих пластин. Як і у скільки разів зміниться його електроємність, якщо радіус пластин зменшити удвічі, а простір між пластинами заповнити діелектриком з $\epsilon = 3$ ?	[1]с.295 [12]с.175 [3]с.94
99.	Плоский конденсатор відімкнули від джерела напруги, а потім зменшили удвічі відстань між пластинами. Як змінюється при цьому енергія електричного поля конденсатора?	[1]с.297,300 [12]с.178,175 [3]с.
100.	Векторною характеристикою струму є ...	[1]с.343 [12]с.181 [3]с. 98
101.	Означення поняття „густина струму ” надає формула:	[1]с.344 [12]с.181 [3]с.98
102.	З наведених умов: А) $d\phi = \text{Const}$ ; Б) $\vec{j} = \text{Const}$ ; В) $\epsilon.p.c. \neq 0$ ; Г) $I = \text{const}$ умовами підтримки постійного струму у колі є умови	[1]с.344 [12]с.181
103.	Одиницею вимірювання електрорушійної сили джерела струму в Міжнародній системі одиниць є:	[12]с.182
104.	Роботою яких сил визначається електрорушійна сила джерела	[1]с.345

	струму?	[12]с.181	
105.	Неоднорідною називають ділянку кола, на якій діють сили . . .	[1]с.345 [12]с.186	
106.	Одиницею вимірювання питомого опору провідника у Міжнародній системі одиниць є ...	[1]с.346 [12]с.183	
107.	При послідовному з'єднанні декількох окремих опорів загальна провідність ділянки кола ...	[1]с.347 [12]с.183	
108.	Загальний опір зображеної на рисунку ділянки кола дорівнює		[1]с.347,348
109.	Який характер носить залежність опору провідника від температури?	[1]с.346 [12]с.184	
110.	Закон Ома для неоднорідної ділянки кола має вигляд:	[1]с.345 [12]с.182	
111.	Згідно закону Джоуля - Ленца у диференціальній формі питома потужність струму дорівнює ...	[1]с.348 [12]с.185	
112.	Перше правило Кірхгофа є наслідком закону збереження ...	[1]с.347 [12]с.187	
113.	Роботу струму на однорідній ділянці кола надає формула:	[1]с.348 [12]с.185	
114.	Розряд, який існує тільки під дією зовнішнього іонізатора має назву ...	[12]с.199	
115.	Блискавка є прикладом самостійного газового розряду, який є ...	[12]с.201	

## 5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
2. [Курс: Фізика 1 \(odeku.edu.ua\)](http://odeku.edu.ua) , [Курс: Фізика 2 \(odeku.edu.ua\)](http://odeku.edu.ua) : Електронний навчальний курс на сайті Дистанційної освіти кафедри Фізики та технологій захисту навколишнього середовища, ОДЕКУ.
3. Герасимов О.І., Курятников В.В., Затовська А.О., Януш Є.О., Співак А.Я. Фізика. Конспект лекцій. Одеса: ТЕС, 2004. 200с.
4. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. 150с.
5. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІ. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навч. посібник. Одеса: «Екологія», 2013. 150с.
6. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІІ. Електрика і магнетизм. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2014. 154с.
7. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІV. Коливання та хвилі. Оптика. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2015. 152с.
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua>

### Додаткова література

9. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Навч.посібн. К.: Техніка, 1999. Т.1. 536с.
- 10.Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Навч.посібн. К.: Техніка, 2001. Т.2. 452с.
- 11.Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Навч.посібн. К.: Техніка, 1999. Т.3. 518с.
- 12.Курс фізики : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. М.: ВШ, 1985. 432 с. /2001. 542с./
- 13.Сивухин Д. В. Общий курс физики. Издание 3-е, исправленное и дополненное. М.: Наука, 1989. Т. I. Механика. 576 с.
- 14.Сивухин Д. В. Общий курс физики. Издание 3-е, исправленное и дополненное. М.: Наука, 1990. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. 592 с.
- 15.Сивухин Д. В. Общий курс физики. Изд. 2-е, испр. М.: Наука, 1983. Т. III. Электричество. 687 с.
- 16.Сивухин Д. В. Общий курс физики. Издание 2-е. М.: Наука, 1985. Т. IV. Оптика. 735 с.
- 17.Сивухин Д. В. Общий курс физики. М.: Наука, 1986. Т. V. Атомная и ядерная физика. Часть 1: Атомная физика. 416 с.
- 18.Сивухин Д. В. Общий курс физики. М.: Наука, 1989. Т. V. Атомная и ядерная физика. Часть 2: Ядерная физика. 416 с.