


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності « 101 Екологія»

протокол №1 від «14» вересня 2023 року  
Голова групи  Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного ф-ту

 Чугай А.В.  
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни  
« ФІЗИКА»

101 Екологія

(шифр та назва спеціальності)

«Організація еколого-туристичної діяльності»

(назва освітньої програми)

бакалавр		заочна
(рівень вищої освіти)		(форма навчання)
II, III	12/360	іспит
(рік навчання)	(кількість кредитів ЄКТС/годин)	(форма контролю)

Фізики та технологій захисту навколишнього середовища

(кафедра)

Одеса, 2023

Автори: Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д-р фіз.-мат. наук, професор;

Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, канд. фіз.-мат. наук.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища від «14» серпня 2023 року, протокол № 1.

Викладачі: лекції Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д-р фіз.-мат. наук, професор;

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Практичні і лабораторні заняття - Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, канд. фіз.-мат. наук.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

## 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>K18.</b> Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.
Результат навчання	<b>P181.</b> Базові знання та розуміння основ фізики в: класичній механіці, коливаннях та хвилях, оптиці та спектроскопії, термодинаміці, електромагнетизмі, квантовій фізиці, обсягом необхідним для роботи в традиційних сферах застосування;
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
Наступні дисципліни	Техноекологія
Кількість годин	лекції – 4год., з них: 2-ий р. н. – 2год.; 3-ій р. н. – 2 год. лабораторні заняття – 8год., з них: 2-ий р. н.– 4год.; 3-ій р. н.–4 год. Консультації - 16год., з них: 2-ий р. н.– 8год.; 3-ій р. н.–8 год. самостійна робота студентів–332 год., з них: 2-ий р. н.– 166год.; 3-ій р.н.– 166 год.

## II рік навчання

### 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 2.1. Лекційні модулі

Теоретичний матеріал з дисципліни «Фізика» надає студентам заочної форми навчання можливість отримати в дистанційному режимі необхідний матеріал задля опанування означеного навчального курсу. У нижченаведеній таблиці представлена інформація щодо змісту лекційних модулів навчальної дисципліни.

#### Лекційний модуль №1 (2-ий рік навчання)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин		
		аудиторні	СРС	
ЗМ-Л1	<b>Механіка</b>	2	2	
	<b>Тема 1. Кінематика матеріальної точки.</b> Системи відліку. Траєкторія, переміщення, шлях. Швидкість і прискорення. Закон руху. Рух уздовж криволінійної траєкторії: нормальне та тангенціальне прискорення.			2
	<b>Тема 2. Кінематика твердого тіла.</b> 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.			2
	<b>Тема 3. Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.</b> 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, момент імпульсу. Рівняння руху твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу. Гіроскоп.			6
	<b>Тема 4. Робота і енергія.</b> Робота. Кінетична енергія. Потенціальні поля, потенціальна енергія. Закон збереження і перетворення енергії в механіці.			4
	<b>Тема 5. 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.			4
<b>Тема 6. Механіка рідин та газів.</b> Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Ідеальна рідина. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Ламінарна та турбулентна течії. Число	4			

	<p>Рейнольдса. Обтікання тіл.</p> <p><b>Тема 7. Елементи релятивістської механіки.</b>  Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца. Інтервал.  Елементи релятивістської динаміки. Релятивістський імпульс. Взаємозв'язок маси і енергії.</p>		4
	<b>Модульна тестова контрольна робота №1</b>		5
ЗМ-Л2	<p><b>Молекулярна фізика та термодинаміка</b></p> <p><b>Тема 1. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.</b>  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.  Середнє число зіткнень і довжина вільного пробігу молекул. Явища переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя).</p> <p><b>Тема 2. Перший закон термодинаміки.</b>  Внутрішня енергія. Теплота і робота. Перший закон термодинаміки, його застосування до ізопроеесів.  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>  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.</p> <p><b>Тема 4. Агрегатні стани речовини. Фазові переходи.</b>  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.</p>		6
			5
			5
			3
	<b>Модульна тестова контрольна робота №2</b>		5
ЗМ-Л3	<p><b>Електростатика. Електродинаміка</b></p> <p><b>Тема 1. Електростатика</b>  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.</p>		10

	<b>Тема 2. Постійний електричний струм.</b> 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.		6
	<b>Модульна тестова контрольна робота №3</b>		5
	<b>Іспит</b>		20
	<b>Разом</b>	2	96

**Настановна лекція** – 2 аудиторні години (за розкладом настановної сесії).  
**Викладач:** Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н, професор

На настановній лекції студентам доводяться загальний огляд та особливості вивчення навчальної дисципліни, огляд програми навчальної дисципліни, в т.ч. графік її вивчення, перелік базових знань та вмінь (компетентності), огляд завдань на самостійну роботу, графік та форми їх контролю, форми спілкування з викладачем під час самостійного вивчення дисципліни, графік отримання завдань, відомості про систему доступу до навчально-методичних матеріалів, у тому числі через репозитарій електронної навчально-методичної та наукової літератури та систему дистанційного навчання університету тощо.

**Консультації:** Викладач: Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н, професор (e-mail: physics@odeku.edu.ua). Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: четвер з 16:10. Аудиторія 315 (НЛК №2).

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

## 2.2. Практичний модуль №1 (2-ий рік навчання)

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. <i>Кінематика матеріальної точки.</i> Швидкість, середня та миттєва швидкість, прискорення. Швидкість, прискорення для випадків поступального та обертального рухів.		4
	Тема 2. <i>Динаміка матеріальної точки, системи точок і твердого тіла.</i> Момент інерції, сили, імпульсу. Основний закон динаміки для системи матеріальних точок при поступальному та обертальному русі.		6
	Тема 3. <i>Закони збереження імпульсу та енергії.</i>		4
	Тема 4. <i>Механіка рідин та газів.</i>		2
	Тема 5. <i>Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.</i> Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газу. Рівняння стану ідеального газу. Розподіл молекул за величиною швидкості та енергії. Процеси теплопровідності, дифузії, в'язкості.		6

	Тема 6. <i>Перший та другий закони термодинаміки.</i> Внутрішня енергія. Робота газу, теплоємність. Перший закон термодинаміки (застосування до ізопроцесів). Другий закон термодинаміки та к.к.д теплових машин. Ентропія.		6
	Тема 7. <i>Електростатика.</i> Напруженість електричного поля. Поле диполя. Принцип суперпозиції полів. Застосування теореми Остроградського – Гауса при розрахунках електростатичних полів. Потенціал. Електроємність конденсаторів.		6
	Тема 8. <i>Постійний електричний струм.</i> Емпіричні закони постійного електричного струму.		6
	Разом:		<b>40</b>

**Консультації:** Викладач: Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н. (e-mail: spivaka@ukr.net). Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: четвер з 17:10. Аудиторія 315 (НЛК №2).

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

### Лабораторний модуль №1 (2-ий рік навчання)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Лаб1	<b>Лабораторний модуль №1. Лабораторні роботи.</b>		
	Лабораторна робота 1. "Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника".	4	6
	Лабораторна робота 2. "Визначення моменту інерції тіл методом трифілярного підвісу".		6
	Лабораторна робота 3. "Визначення в'язкості рідини за методом Стокса".		6
	Лабораторна робота 4. "Визначення коефіцієнту Пуассона методом Клема-Дезорма".		6
	Лабораторна робота 5. "Визначення опору провідника за методом зрівноваженого моста".		6
	Разом:	4	30

Лабораторні заняття проводяться у фізичних лабораторіях з «Механіки», «Молекулярної фізики і термодинаміки» та «Електрики» на лабораторному обладнанні, опис якого наведений у відповідних методичних вказівках до лабораторних робіт.

**Консультації:** Викладач: Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н. (e-mail: spivaka@ukr.net). Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього

середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: вівторок з 16:10. Аудиторія 302 (НЛК №2).

### 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи (2-ий рік навчання)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л1	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	26 5	вересень-листопад 2-й рік навчання
ЗМ-Л2	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	19 5	грудень-лютий 2-й рік навчання
ЗМ-Л3	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	16 5	березень - травень 2-й рік навчання
ЗМ-П1	Вивчення певних тем практичних модулів Розв'язання задач (обов'язковий)	40	вересень-травень 2-й рік навчання
ЗМ-Лаб1	Підготовка до лабораторних занять Захист робіт – (обов'язковий)	30	травень 2-й рік навчання
	Підготовка до іспиту	20	заліково-екзаменаційна сесія
	Разом:	166	

### Організація поточного та підсумкового контролю знань

Методика поточного та підсумкового контролю знань регламентує організацію контролю рівня знань, вмінь та навичок, набутих студентами при вивченні розділів дисциплін, які вивчаються в ОДЕКУ згідно з навчальним планом та робочою програмою.

Освітній процес за заочною формою навчання складається з:

- настановної лекції;
- консультаційної сесії, під час якої викладач може планувати будь-які види навчальної роботи, які дозволяють студентам якісніше опанувати матеріал навчальної дисципліни та підвищити рівень своєї практичної підготовки з цієї дисципліни. Неучасть студента у консультаційних сесіях не позначається на оцінюванні його навчальних досягнень виконання навчального плану;



- другої частини заліково-екзаменаційної сесії, під час якої виконуються лабораторні роботи (за потреби) та здійснюються семестрові контролюючі заходи;
- самостійної роботи студента з опанування теоретичним та практичним матеріалом і виконання інших завдань на самостійну роботу згідно з програмою навчальної дисципліни протягом навчального семестру або року.

Самостійна робота студента з дисципліни контролюється викладачем з використанням системи е-навчання, впровадженій в університеті.

Фактична сума балів, яку отримує студент за кожний модуль складається із підсумків виконання запланованих контрольних заходів, враховуючи своєчасність виконання студентом графіку навчального процесу.

Заплановано обов'язкове проведення 3-х модульних контрольних робіт з теоретичної частини.

Загальна максимальна кількість балів з дисципліни «Фізика», яку студент може отримати за II рік навчання за теоретичну та практичну частини, складає **100 балів**.

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

Модульні контрольні роботи МКР-1, МКР-2 та МКР-3 виконуються по завершенню опрацювання відповідного матеріалу лекційних модулів.

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-Л1- 17балів, 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.***

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань, що полягають у розв'язуванні задач з тем практичних занять.

Максимальна оцінка за виконання модуля - **25 балів**.

### ***2.3.3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Лаб1***

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання лабораторних робіт. Формою контролю лабораторного модулю ЗМ-Лаб1 є перевірка матеріалів виконаної лабораторної роботи. Заняття проводяться у лабораторіях кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища з «Механіки», «Молекулярної фізики і термодинаміки» та «Електрики» на лабораторному обладнанні, опис якого наведений у відповідних методичних вказівках до лабораторних робіт, а також у інструкціях до виконання лабораторних робіт на сайті кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища у курсі ФІЗИКА-1 [2].

Результати кожної лабораторної роботи підлягають захисту згідно діючих правил і норм. Максимальна оцінка за виконання кожної теми – 5 балів. Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-Лаб1 - **25 балів**.

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

Підсумковий контроль (ПК) 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 контролю у вигляді іспиту (екзамену);
- семибальна шкала оцінювання ECTS – використовується за кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

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 силабусі навчальної дисципліни) з окремої навчальної дисципліни. 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.

Студент вважається допущеним до ПК 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: 25 балів у сумі за змістовні модулі ЗМ-П1 та ЗМ-Лаб1. В іншому випадку студент не допускається до іспиту.

Кожен студент, який на день іспиту має допуск до ПК 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 виводиться як середньоарифметичне за підсумками поточного контролю (з теоретичної та практичної частин) та оцінкою за іспит.

Шкала переходу від оцінок за національною системою до системи ЄКТАС наведена у таблиці:

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт за системою ECTS та системою університету

За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення	За системою університету (у відсотках)
A	5 (відмінно)	відмінне виконання лише з	90 - 100

		незначною кількістю помилок	
B	4 (добре)	вище середнього рівня з кількома помилками	82 - 89
C	4 (добре)	в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 - 81
D	3 (задовільно)	непогано, але зі значною кількістю помилок	64 - 73
E	3 (задовільно)	виконання задовольняє мінімальним критеріям	60 - 63
FХ	2 (незадовільно)	з можливістю перескласти	35 - 59
F	2 (незадовільно)	з обов'язковим повторним курсом навчання	1 - 34

### 3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

#### 3.1. Модуль ЗМ-Л1 «Механіка»

##### 3.1.1. Повчання

##### **Тема 1. 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]

**Тема 2. 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 3. 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 4. 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 5. 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 Коріоліса), що діють у системах відліку, які обертаються; відміна між умовами їх виникнення.; вплив сили Коріоліса на рух повітряних та водних потоків.

*Література* [1, 12, 3, 4, 9]

#### **Тема 6. 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 7. 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]

### *3.1.2. Питання для самоперевірки*

Теми 1,2.

- 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?
- 12.\* За яким правилом визначається напрям вектора кутової швидкості матеріальної точки, що рухається по колу? Як його значення зв'язане з лінійною швидкістю?
- 13.\* Як направлений вектор кутового прискорення у випадку обертання тіла відносно нерухомої осі: а) прискореного; б) уповільненого?

Тема 3.

- 1.\* Яка система відліку називається інерціальною? Чому система відліку, яка пов'язана з Землею, строго кажучи, є неінерціальною?
- 2.\* Що таке сила? У чому полягає принцип незалежності дії сил?
- 3.\* Дайте означення імпульсу тіла.
- 4.\* Який закон є основним законом динаміки поступального руху тіла? Якого вигляду він набуває у випадку руху тіл постійної маси?
5. Чому перший закон Ньютона формулюють як самостійний, а не як наслідок з другого закону?
- 6.\* Чому дорівнює сума всіх внутрішніх сил системи згідно III закону Ньютона?
- 7.\* Чим визначається рух системи матеріальних точок? рух окремої матеріальної точки, що належить до системи матеріальних точок?
- 8.\* Що таке замкнена (ізольована) система?
9. Що називають центром мас системи матеріальних точок? Як рухається центр мас замкненої системи?

- 10.\* У чому полягає закон збереження імпульсу? Яка властивість простору обумовлює його справедливість?
11. Закон збереження якої величини використовується при реактивному русі? Рівняння Мещерського та формула Ціолковського.
- 12.\* Яка фізична сутність тертя? У чому відміна сухого тертя від рідкого? Які види зовнішнього (сухого) тертя Ви знаєте? Від чого залежить сила тертя?
- 13.\* Сформулюйте закон Гука? Коли він є справедливим?
14. Дайте пояснення діаграми напружень. Що таке межа пропорційності, пружності і міцності?
- 15.\* Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння. Для яких тіл він виконується?
- 16.\* Що таке сила тяжіння? вага тіла? У чому відміна ваги тіла від сили тяжіння? Чому важке тіло не падає швидше за легке?
- 17.\* Яка величина характеризує інертні властивості тіла при обертальному русі? Від чого залежить її значення?
- 18.\* Що називається моментом сили відносно нерухомої точки (полюсу)? відносно нерухомої осі? Як визначається напрям моменту сили?
- 19.\* Що таке момент імпульсу матеріальної точки? твердого тіла? Як визначається напрям вектора моменту імпульсу?
- 20.\* Який вигляд має основний закон динаміки обертального руху твердого тіла?
- 21.\* У чому полягає закон збереження моменту імпульсу? У яких системах він виконується? Наведіть приклади.
22. Порівняйте основні закони динаміки поступального і обертального руху та установіть аналогію між величинами, що входять у рівняння законів.

#### Тема 4.

- 1.\* 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?
- 2.\* Кінетична енергія механічної системи, її властивості. Формули кінетичної енергії поступального та обертального руху тіла.
- 3.\* Що таке консервативні сили? Що відрізняє консервативні сили від дисипативних сил?
- 4.\* Дайте означення потенціальної енергії тіла (системи). Що необхідно указати для надання однозначності потенціальної енергії?
- 5.\* За яких умов зберігається повна механічна енергія системи тіл?

#### Тема 5.

- 1.\* З якою метою і яким способом в неінерціальних системах відліку вводять сили інерції? Чи виконуються закони збереження імпульсу, енергії у неінерціальних системах?
- 2.\* У якому випадку на тіло в неінерціальній системі відліку діє а) тільки відцентрова сила інерції? б) і відцентрова сила інерції, і сила Коріоліса?
- 3.\* Чому дорівнює величина та який напрям має відцентрова сила інерції?
- 4.\* Чому дорівнює величина та за яким правилом визначається напрям сили Коріоліса. Чи може ця сила змінити кінетичну енергію тіла?

#### Тема 6.

- 1.\* У чому полягає закон нерозривності течії?
- 2.\* На основі якого закону збереження виводиться рівняння Бернуллі? Поясніть зміст кожного члену цього рівняння.
- 3.\* Яку умову надає число Рейнольдса? Охарактеризуйте течію за умовою, коли число Рейнольдса а) є меншим; б) перевищує критичне значення.

#### Тема 7.

- 1.\* Які величини є інваріантними (не залежать від вибору інерціальної системи відліку) в спеціальній теорії відносності?
- 2.\* За якою умовою основне рівняння динаміки зберігає свою форму в спеціальній теорії відносності?

3.\* 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).

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

### 3.2.1. Повчання

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

Термодинамічні параметри. Рівняння стану. Ізопроцеси 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, 5, 9]

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

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

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]

#### *3.2.2. Питання для самоперевірки*

Тема 1.

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 Максвела 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.

#### Тема 2.

- 1.\* Що таке внутрішня енергія термодинамічної системи? Теплота і робота як способи зміни внутрішньої енергії.
- 2.\* Внутрішня енергія ідеального газу. Як вона залежить від кількості ступенів свободи молекул газу та температури?
- 3.\* Перший закон термодинаміки, його рівняння.
4. Який вигляд приймає рівняння першого закону термодинаміки у застосуванні до різних ізопроцесів?
- 5.\* Визначення понять: теплоємність тіла; питома та молярна теплоємності.
6. Від чого залежить теплоємність ідеального газу. Яка з теплоємностей –  $C_v$  чи  $C_p$  – є більшою і чому?
- 7.\* Що таке адіабатний процес? Рівняння адіабати ідеального газу.
- 8.\* Як змінюється температура газу при адіабатному розширенні газу? стисканні? Чому адіабата є крутішою за ізотерму?
19. Політропні процеси. Рівняння політропи; показник політропи; теплоємність.
- 10.\* Робота ідеального газу у різних ізопроцесах.

#### Тема 3.

- 1.\* Що називають коловим процесом (циклом)? Які процеси називають оборотними? необоротними?
- 2.\* З яких елементів складається будь-який тепловий двигун? За яким принципом він працює? Чому дорівнює ККД теплової машини?
3. Принцип дії холодильної машини. Холодильний коефіцієнт.
- 4.\* Другий закон термодинаміки. Його формулювання для теплових та холодильних машин.
- 5.\* Що таке цикл Карно? Чому дорівнює ККД циклу Карно?
6. Теореми Карно та нерівність Клаузіуса.
- 7.\* 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?
- 8.\* Зв'язок ентропії з імовірністю стану системи та фізичний зміст ентропії. Теорема Нернста і наслідки з неї.

#### Тема 4.

1. У чому полягає відміна реального газу від ідеального? Як це ураховується 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?
2. Чим відрізняється внутрішня енергія реального газу від ідеального?
- 3.\* Як відрізняється рух молекул (атомів) у речовині та структура речовини у різних агрегатних станах?
- 4.\* Які властивості відрізняють поверхневий шар у рідині? Що таке поверхневий натяг? У чому полягає явище змочування? Незмочування?
- 5.\* Фазові перетворення. Потрійна точка. Діаграма станів. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса.

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

### **3.3. Модуль ЗМ-ЛЗ «Електростатика. Електродинаміка»**

#### *3.3.1. 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 несамоістиним 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.

### 3.3.2. Питання для самоперевірки

#### Тема 1.

- 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 відображують 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 відображує теорема Гауса?
- 9.\* За якою формулою можна обчислити напруженість поля нескінченної рівномірно зарядженої площини? рівномірно зарядженої сферичної поверхні?
10. Яка теорема відображує 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.\* У чому полягає явище електростатичної індукції? Чому дорівнює напруженість електричного поля всередині нейтрального провідника, який 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? Одноіменних 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?

Тема 2.

- 1.\* Постійний струм. Сила струму, густина струму. Електрорушійна сила й напруга.
- 2.\* Опір провідників. Залежність опору від температури. Явище надпровідності.
- 3.\* Закон Ома для однорідної і неоднорідної ділянок кола в інтегральній і диференціальній формах.
- 4.\* Закон Ома для замкненого кола. Правила Кірхгофа.
- 5.\* Закон Джоуля - Ленца в інтегральній і диференціальній формах.
6. Робота виходу електрона. Термоелектронна емісія; її закономірності. Струм у вакуумі.
7. 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).

### **3.4. Модуль ЗМ-П1 «Розв'язування задач за темами лекційних модулів ЗМ-Л1 – ЗМ-Л3»**

#### *3.4.1. 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 Архімеда; 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 розрізнити 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]

### *3.4.2. 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.

### **3.5. Модуль ЗМ-Лаб1 «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 фізики та технологій захисту навколишнього середовища у курсі ФІЗИКА-1 [2].

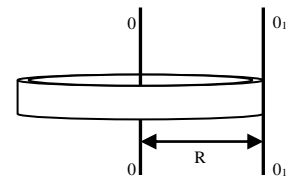


## 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ (ІІІ семестр)

### 4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1

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. Рівнозмінний прямолінійний рух точки – це рух, при якому точка за однакові проміжки часу ...  
*Література* [1, с.17; 12, с.12]
8. Одиниця вимірювання прискорення, виражена через основні одиниці міжнародної системи одиниць СІ, має розмірність ...  
*Література* [1, с.9]
9. Рівноприскорений прямолінійний рух без початкової швидкості описує рівняння  
*Література* [1, с.16; 12, с.11]
10. Напрямок та величина тангенціального прискорення  $\vec{a}_\tau$  визначаються формулою ...  
*Література* [1, с.16; 12, с.10]
11. 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  $\vec{a}_\tau = \text{const}$ , а нормальна складова прискорення  $\vec{a}_n = 0$  є ...  
*Література* [1, с.17; 12, с.11]
13. Кількість ступенів свободи абсолютно твердого тіла дорівнює ...  
*Література* [1, с.19]
14. Кутова швидкість руху матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.18; 12, с.12]
15. У випадку рівносповільненого обертального руху матеріальної точки відносно нерухомої осі вектор кутового прискорення  $\vec{\epsilon}$  спрямований ...  
*Література* [1, с.18; 12, с.13]
16. 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]
17. Інерціальні системи відліку завжди рухаються відносно одна одної ...  
*Література* [1, с.46]
18. Мірою інертних властивостей при поступальному русі тіла є його ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.15]
- 19 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; 2, с.16]

20. Імпульс тіла  $\vec{p}$  визначається за формулою ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.16]
21. Диференціальною формою запису другого закону Ньютона є формула ...  
*Література* [1, с.46; 12, с.16]
22. Сума внутрішніх сил замкненої системи дорівнює ...  
*Література* [1, с.47; 2, с.19]
23. Характер руху системи матеріальних точок визначається дією рівнодійної ...  
*Література* [1, с.47; 12, с.20]
24. Одиниця вимірювання сили, виражена через основні одиниці системи СІ має розмірність ...  
*Література* [12, с.16]
25. Два тіла однакової маси рухаються рівномірно перше – по горизонтальній поверхні; друге – по похилій площині, яка утворює з горизонтом кут  $\alpha=60^\circ$ . Коефіцієнт тертя  $\mu$  в обох випадках однаковий. Сили тертя, що діють на тіла задовольняють співвідношенню:  
*Література* [1, с.52. 53; 12, с.18 ]
26. Що відбудеться з відносною деформацією розтягу  $\Delta l/l$  згідно закону Гука при заміні сталюго дроту дротом того самого перерізу, але удвічі більшої довжини за незмінним навантаженням?  
*Література* [1, с.50; 12, с.44]
27. 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]
28. Сила не виконує роботи, якщо кут між векторами сили і переміщення дорівнює ...  
*Література* [1, с.76; 2, с. 24]
29. За теоремою про кінетичну енергію зміна кінетичної енергії системи тіл дорівнює роботі ... сил, що діють на систему.  
*Література* [1, с.76]
30. Механічна робота консервативної сили залежить тільки від ...  
*Література* [1, с.76; 12, с.25]
31. Закон збереження механічної енергії виконується тільки для систем, які задовольняють наступним умовам: ...  
*Література* [1, с.77; 12, с.28]
32. 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]
33. Момент інерції матеріальної точки відносно осі дорівнює ...  
*Література* [1, с.99; 12, с.54]
34. Відношення моменту інерції тонкого кільця радіуса  $R$  відносно осі  $O_1O_1$  (див. рис.) до його моменту інерції відносно осі  $O_0O_0$  дорівнює  
*Література* [1, с.100; 12, с.35]
35. Мірою кількості руху тіла при обертальному русі є його ...  
*Література* [1, с.101; 12, с.38]
36. Згідно основному закону динаміки обертального руху тіла, зміна його моменту імпульсу визначається дією ...  
*Література* [1, с.101; 12, с.39]
37. 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]



38. 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]
39. З одного рівня  $h$  похилої площини скочуються без ковзання обруч, циліндр і куля. Більший час на проходження шляху витратить  
*Література* [1, с.109]
40. Щоб пасажир у ліфті знаходився у стані невагомості, ліфт повинен рухатися ...  
*Література* [1, с.122; 12, с.53 ]
41. Сила Коріоліса, що діє на тіло у неінерціальній системі відліку, що обертається, змінює ...  
*Література* [1, с.122; 12, с.54]
42. 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]
43. Вплив відцентрової сили інерції на величину прискорення вільного падіння зі зменшенням широти місця спостереження призводить до ...  
*Література* [1, с.122,125]
44. 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]
45. Переріз струменя рідини, що б'є зі шлангу вверх, із відстанню від отвору ...  
*Література* [1, с.133; 2,с.58]
46. Кусок льоду плаває у воді, яка налита у посудину. Якщо лід повністю розтане, рівень води в посудині ...  
*Література* [1 с.133; 2 с.58]
47. Градієнт швидкості рідини, що тече по трубі, спрямований ...  
*Література* [2 с.62]
48. Атмосферний тиск дорівнює 100кПа. Тиск у воді більший за атмосферний у 6 разів на глибині ...  
*Література* [1, с.131; 12, с.57]
49. Рівняння Бернуллі. можна отримати на підставі закону ...  
*Література* [1 с.134; 2 с.59]
50. Інваріантними величинами по відношенню до перетворень Лоренца є ...  
*Література* [12, с.69, 75 ]
51. 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]
52. Маса поля, що випромінює антена радіопередавача потужністю  $P=1$  кВт за годину дорівнює ...  
*Література* [12, с.78]

## 4.2 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 гази 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 ( $He$ ,  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$ ) 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 адіабатному поширенні газу його внутрішня енергія ...

*Література* [1, с.216; 12, с.108]

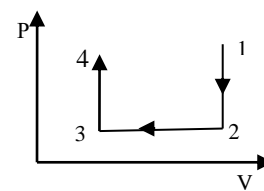
22. Робота газу дорівнює нулю під час процесу

*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]

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

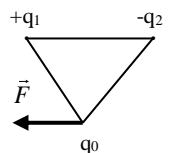
1. Як зміниться сила взаємодії двох точкових зарядів при зменшенні величини кожного з них у 3 рази?

*Література* [1, с.283; 12, с.149]

2. На рисунку зображена сила, яка діє на заряд  $q_0$  з боку електричного

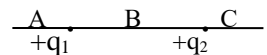
поля, утвореного зарядами  $q_1$  і  $q_2$ . Визначити знак заряду  $q_0$ .

*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]



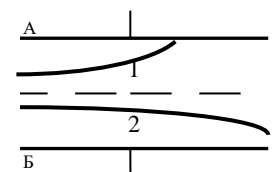
4. Силовою характеристикою електричного поля є його ...

*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 площа 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 еквіпотенціальної 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]

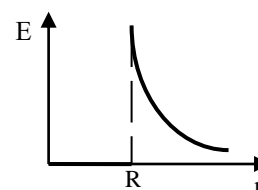
25. Що відбувається з потенціальною енергією взаємодії двох однойменних точкових зарядів, що віддаляються один до одного?

*Література* [1, с.297; 12, с.177]

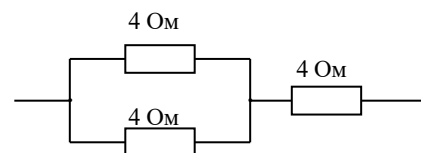
26. Як рухаються один відносно другого різнойменні точкові заряди, якщо потенціальна енергія їх взаємодії збільшується у процесі руху?

*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.Електричний струм – це...  
*Література* [1, с.343; 12, с.180]
- 30.У загальному випадку означення поняття величини струму надає формула:  
*Література* [1, с.343; 12, с.180]
31. Означенню поняття „електрорушійна сила джерела струму” відповідає формула:  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
32. Одиницею вимірювання напруги у Міжнародній системі одиниць є ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
33. Однорідною називають ділянку кола, на якій діють тільки сили ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.183,186]
34. Напруга на неоднорідній ділянці кола визначається роботою сил ...  
*Література* [1, с.345; 12, с.182]
35. Законом Ома у диференціальній формі для однорідної ділянки кола є вираз:  
*Література* [1, с.346; 12, с.184]
36. Опір провідника залежить від ...  
*Література* [1, с.346; 12, с.183]
37. Загальний опір зображеної на рисунку ділянки кола дорівнює ...  
*Література* [1, с.347,348]
38. При паралельному з’єднанні декількох окремих опорів загальна провідність ділянки кола ...  
*Література* [1, с.348]
39. Закон Ома для повного кола має вигляд :  
*Література* [1, с.347; 12, с.186]
40. Закон Джоуля – Ленца в інтегральній формі надає формула:  
*Література* [1, с.348; 12, с.185]
41. Питома потужність струму – це ...  
*Література* [1, с.348; 12, с.185]
42. 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]
43. Термоелектронна емісія – це ...  
*Література* [12, с.195]



#### 4.4 Тестові завдання до екзаменаційної роботи (2-й р.н.)

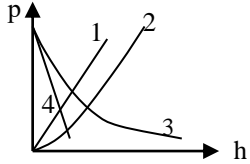
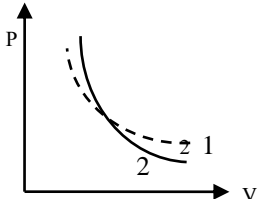
№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1	Моделі, які використовуються в механіці при опису руху тіл – це	[1]с.13 [12]с.6
2	Довжина лінії, яку описує матеріальна точка в процесі свого руху, має назву ...	[1]с.14 [12]с.8;[3]с.9
3.	Вектор, що є різницею радіус - векторів, проведених з початку координат до початкового та кінцевого положення матеріальної точки має назву ...	[1]с.14 [12]с.8 [3]с.10
4.	М'яч з висоти 2 м був підкинутий вертикально догори ще на 3 м та	[1]с.14

	впав на землю. Шлях та величина переміщення м'яча складають відповідно:	[12]с.8
5.	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
6.	Кульку підкинули вертикально вгору. Який графік відповідає залежності швидкості кульки від часу, якщо знехтувати опором повітря?	[1]с.17
7.	Як визначається та який напрям має вектор миттєвої швидкості $\vec{v}$ ?	[1]с.15 [12]с.8 [3]с.10
8.	Вектор, що характеризує швидкість зміни модулю швидкості руху матеріальної точки (тіла) має назву ...	[1]с.16 [12]с.10 [3]с.12
9.	У випадку якого руху матеріальної точки нормальна складова прискорення має мінімальне (нульове) значення?	[1]с.17 [12]с.11 [3]с.12
10.	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
11.	Які характеристики матеріальної точки не змінюється при рівномірному русі по колу?	[1]с.18 [12]с.13
12.	Тіло, кинуте під кутом до горизонту. Яка з кінематичних характеристик руху тіла зберігає своє значення в процесі руху?	[1]с.26
13.	Кутове прискорення руху матеріальної точки, яка обертається навколо нерухомої осі, це ...	[1]с.18 [12]с.13 [3]с.15
14.	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
15.	Кількість ступенів свободи абсолютно твердого тіла при плоскому русі дорівнює ...	[1]с.19,20 [3]с.15,16
16.	При поступальному русі векторною мірою кількості руху тіла є його...	[1]с.47 [12]с.16 [3]с.17
17.	За другим законом Ньютона зміна імпульсу тіла $\Delta \vec{p}$ дорівнює ...	[1]с.46 [12]с.16 [3]с.17
18.	Які сили не треба урахувати при запису рівняння руху системи матеріальних точок?	[1]с.47 [12]с.19,20 [3]с.21
19.	Рівняння руху тіла змінної маси може бути записано у вигляді:	[1]с.75 [12]с.21 [3]с.33
20.	Якою є система відліку, що зв'язана з центром мас замкненої системи тіл?	[1]с.48 [12]с.21
21.	Що відбудеться з абсолютною деформацією розтягу $\Delta l$ відносною згідно закону Гука при заміні сталюого дроту дротом того самого перерізу, але удвічі більшої довжини за незмінним навантаженням?	[1]с.50 [12]с.44
22.	У поверхні Землі на тіло діє сила тяжіння, яка дорівнює 72 Н. На	[1]с.49

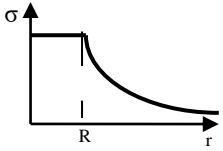
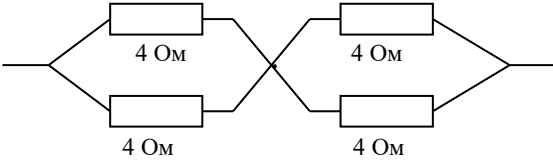


	відстані $2R$ від поверхні Землі ( $R$ – радіус Землі) на тіло буде діяти сила, яка дорівнює ...	[12]с.48,49 [3]с.19
23.	Що відбувається з силою тертя, яка діє на тіло, що знаходиться на похилій площині, зі зменшенням кута нахилу площини?	[1]с.53 [12]с.18
24.	У замкненій системі повна робота сил тертя, що діють між тілами завжди є ...	[1]с.77 [12]с.28 [3]с.25
25.	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
26.	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
27.	У випадку якого руху тіла сила тяжіння не виконує роботу?	[1]с.76 [12]с.23 [3]с.25
28.	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
29.	Умови, за яких зберігається повна механічна енергія системи, це ...	[1]с.77 [12]с.28 [3]с.29
30.	Роботою яких сил обумовлена зміна повної механічної енергії замкненої системи?	[1]с.77 [12]с.29
31.	Яка величина є мірою інертних властивостей тіла при обертальному русі тіла?	[1]с.99 [12]с.34
32.	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
33.	Моментом сили відносно осі називають ...	[1]с.100 [12]с.37
34.	Закон динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла відносно нерухомої осі може бути записаний у вигляді:	[1]с.101 [12]с.39 [3]с. 22
35.	Момент імпульсу абсолютно твердого тіла відносно осі дорівнює ...	[1]с.101 [12]с.39 [3]с.25
36.	До циліндру, кулі та кільця, які мають однакові маси і радіуси, прикладені однакові моменти сил. Яке з тіл рухається з більшим прискоренням?	[1]с.101 [12]с.35,39 [3]с.22,23
37.	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
38.	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
39.	Як і з яким прискоренням повинен рухатися ліфт, щоб вага пасажира у ліфті зменшилась удвічі?	[1]с.122 [12]с.53

40.	Якою є залежність відцентрової сили інерції від відстані до осі обертання системи відліку?	[1]с.122 [12]с.53 [3]с.37
41.	За якої умови та в якій системі відліку діє на тіло сила Коріоліса?	[1]с.122 [12]с.42 [3]с.38
42.	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
43.	Гідростатичний тиск рідини визначається за формулою	[1]с.131 [12]с.57
44.	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
45.	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
46.	Який характер має течія рідини у трубі при значенні числа Рейнольдса нижче критичного?	[1]с.134 [12]с.63
47.	Постулати, які лежать в основі теорії відносності – це ...	[12]с.69 [3]с.39
48.	За яким припущенням зберігає у релятивістській динаміці свою форму основний закон динаміки?	[12]с.77 [3]с.44
49.	Одиницею вимірювання температури у Міжнародній системі одиниць, є ...	[1]с.155 [12]с.82
50.	При ізобарному процесі у газі незмінною залишається величина...	[1]с.157 [12]с.83 [3]с.50
51.	Рівняння Менделєєва – Клапейрона виражає формула:	[1]с.158 [12]с.86 [3]с.50
52.	В однакових посудинах при однакових температурах знаходяться однакові маси водню $H_2$ , кисню $O_2$ , азоту $N_2$ та водяної пари $H_2O$ . (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). В посудині з яким із газів тиск буде найбільшим?	[1]с.158 [12]с.86 [3]с.50
53.	Температура ідеального газу є мірою ...	[1]с.176 [12]с.88 [3]с.52
54.	З наведених газів ( $He$ , $N_2$ , $H_2O$ , $O_2$ ) більше значення внутрішньої енергії при однаковій температурі має моль ... (Гази вважати ідеальними.)	[1]с.176 [12]с.100,101 [3]с.52,53
55.	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
56.	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

57.	Яка з наведених на рисунку кривих правильно відображує залежність атмосферного тиску від висоти над рівнем моря (барометричну формулу)?		[1]с.180 [12]с.91 [3]с.64
58.	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
59.	У явищі в'язкості здійснюється перенесення ...		[12]с.96 [3]с.68
60.	Рівнянням якого процесу переносу є закон Фур'є?		[1]с.197 [12]с.95 [3]с.67
61.	Дифузія в газах відбувається швидше при підвищенні температури речовини, внаслідок того, що ...		[1]с.196 [12]с.95
62.	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
63.	Який вигляд має рівняння I-го закону термодинаміки у випадку ізохорного процесу?		[1]с.210,213 [12]с.105 [3]с.57
64.	Як змінюється внутрішня енергія ідеального газу в процесі його ізобарного розширення?		[1]с.212 [12]с.106
65.	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
66.	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
67.	У якому з процесів відбувається найбільш повне перетворення отриманої газом теплоти в роботу?		[1]с.210,212 [12]с.107
68.	Теплоємність тіла - це кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання його на ...		[1]с.211 [3]с.53
69.	З наведених газів (He, N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> ) найбільшу молярну теплоємність C <sub>V</sub> має ...		[1]с.211,177 [12]с.104 [3]с.54
70.	Молярні теплоємності кисню і водню однакові: $C_V = \frac{5}{2}R$ . Питома теплоємність кисню порівняно з питомою теплоємністю водню є ...		[1]с.211 [12]с.103
71.	Під час адіабатного стискання газу його температура ...		[1]с.216 [12]с.108 [3]с.58
72.	Рівняння адіабати у змінних (p, V) має вигляд:		[1]с.214 [12]с.108 [3]с.56
73.	На рисунку зображений хід двох кривих. Ізотермі відповідає крива ...		[1]с.214 [12]с.109 [3]с.57

74.	Згідно другого закону термодинаміки неможливий коловий процес, єдиним кінцевим результатом якого є ...	[1]с.240 [12]с.114 [3]с.74
75.	Що відбувається з к.к.д. теплової машини при зниженні температури холодильника?	[1]с.242 [12]с.117 [3]с.74
76.	Мірою неупорядкованості системи молекул є її ...	[1]с.240 [12]с.113
77.	При протіканні оборотного процесу у замкненій системі ентропія системи ...	[1]с.240 [12]с.114
78.	Рівняння стану реального газу носить назву ...	[1]с.255 [12]с.121
79.	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
80.	Величину додаткового тиску, викликаного кривизною поверхні рідини надає формула ...	[1]с.266 [12]с.132
81.	Характерною ознакою фазового переходу першого роду є наявність ...	[1]с.261 [12]с.144
82.	Крива фазової рівноваги „тверде тіло – рідина ” закінчується ...	[1]с. 261 [12]с.146
83.	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
84.	Означенням поняття “вектор напруженості електричного поля “ є формула:	[1]с.284 [12]с.150 [3]с.85
85.	Для якої характеристики поля точкового заряду є характерною обернено пропорційна залежність від квадрату відстані?	[1]с.284 [12]с.150 [3]с.85
86.	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
87.	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
88.	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
89.	Енергетичною характеристикою електростатичного поля є його ...	[1]с.288 [12]с.160 [3]с.91
90.	Потенціал електростатичного поля в Міжнародній системі одиниць вимірюється у ...	[12]с.161 [3]с.91
91.	Поляризація, яка виникає в діелектриках з полярними молекулами має назву ...	[12]с.164 [3]с.96
92.	Напруженість поля тієї самої системи зарядів у вакуумі порівняно з напруженістю поля у діелектрику завжди є ...	[1]с.294 [12]с.166

93.	Відносна діелектрична проникність діелектрика дорівнює відношенню ...	[1]с.294 [12]с.167
94.	При внесенні провідника у зовнішнє електричне поле спостерігається явище...	[1]с.295 [12]с.173
95.	Напруженість поля усередині зарядженого провідника при рівновазі наданого йому заряду дорівнює ...	[1]с.295 [12]с.171
96.	Для якої системи зарядів наведений графік відображує залежність потенціалу електричного поля від відстані?	[1]с.290 [12]с.164
		
97.	Означення поняття „ємність конденсатора ” надає формула	[1]с.295 [12]с.178 [3]с.94
98.	При паралельному з'єднанні конденсаторів їх сумарна ємність:	[1]с.296 [12]с.176
99.	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
100.	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.
101.	Векторною характеристикою струму є ...	[1]с.343 [12]с.181 [3]с. 98
102.	З наведених умов: А) $d\varphi = \text{Const}$ ; Б) $\vec{j} = \text{Const}$ ; В) $\epsilon \cdot \rho \cdot c \neq 0$ ; 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 струму?	[1]с.345 [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

## III рік навчання

### 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 2.1. Лекційні модулі

##### Лекційний модуль №2 (3-ій рік навчання)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л4	<b>Електромагнетизм. Коливання і хвилі</b>	2	
	<p><b>Тема 1. Електромагнетизм.</b></p> <p>1.1 Стаціонарне магнітне поле. Індукція магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції. Магнітне поле прямого та колового струму. Взаємодія струмів (закон Ампера). Дія електричного і магнітного поля на рухомий заряд, сила Лоренца. Магнітне поле Землі.</p> <p>1.2 Магнітне поле в речовині. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Феромагнетики.</p> <p>1.3 Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля.</p> <p><b>Тема 2. Коливання і хвилі.</b></p> <p>2.1 Вільні гармонічні коливання (механічні, електромагнітні) та їх характеристики. Додавання коливань. Згасаючі коливання при наявності тертя та омичного опору. Вимушені коливання. Резонанс.</p> <p>2.2 Поняття та характеристики хвилі. Класифікація хвиль. Рівняння хвилі. Поширення хвиль. Ефект Доплера. Електромагнітні хвилі. Енергія хвилі. Вектор Умова-Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль.</p>		12
	<b>Модульна тестова контрольна робота №4</b>		<b>5</b>
ЗМ-Л5	<b>Оптика.</b>		
	<p><b>Тема 1. Елементи геометричної оптики.</b></p> <p>Закони геометричної оптики. Явище повного внутрішнього відбивання.</p> <p><b>Тема 2. Інтерференція і дифракція світла.</b></p> <p>Когерентні хвилі. Оптична різниця ходу. Інтерференція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френеля. Дифракція на щілині і дифракційної ґратці. Дифракційний спектр. Дифракція на кристалічній решітці, формула Вульфа-Брегга.</p> <p><b>Тема 3. Взаємодія світла з речовиною.</b></p> <p>Дисперсія світла. Поляризація світла. Закон Малюса, закон Брюстера, подвійне променезаломлення. Розсіяння та поглинання світла.</p> <p><b>Тема 4. Корпускулярні властивості електромагнітного випромінювання.</b></p> <p>Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна, Стефана-Больцмана. Гіпотеза Планка. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна для фотоэффекту. Ефект Комптона.</p>	2	6
		5	
		6	
	<b>Модульна тестова контрольна робота №5</b>		<b>5</b>

ЗМ-Л6	<p><b>Елементи квантової механіки. Фізика твердого тіла.</b></p> <p><b>Фізика атомного ядра</b></p> <p><b>Тема 1. Хвильові властивості речовини.</b> Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвилі де Бройля. Хвильова функція, ймовірнісна інтерпретація квантових явищ. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції.</p> <p><b>Тема 2. Будова атомів і молекул.</b> Моделі будови атома. Теорія атома гідрогену по Бору. Квантово-механічний опис гідрогеноподібного атома. Квантування енергії, моменту імпульсу і проєкції моменту імпульсу. Спін електрона. Симетрія хвильової функції. Бозони і ферміони. Поняття про розподіл Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака. Принцип Паулі. Багатоелектронні атоми. Будова електронних оболонок і властивості елементів періодичної системи Менделєєва.</p> <p><b>Тема 3. Фізика твердого тіла.</b> Поняття про зонну теорію (зони Бріллюена). Збуджені стани: екситони, фонони. Метали, напівпровідники, діелектрики. Термоелектронні та контактні явища. Люмінесценція. Лазер.</p> <p><b>Тема 4. Фізика атомного ядра.</b> 7.1 Будова і властивості атомного ядра. Склад ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Природа ядерних сил. Моделі атомного ядра. 7.2 Радіоактивне випромінювання та його види. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення. 7.3 Ядерні реакції. Реакції поділу важких ядер. Ланцюгові реакція ядер. Реакції термоядерного синтезу. Ядерна енергетика. 7.4 Елементарні частинки, їх класифікація. Фундаментальні взаємодії. Космічне випромінювання.</p>			8
				6
				4
				8
	<b>Модульна тестова контрольна робота №6</b>			<b>5</b>
	<b>Іспит</b>			<b>20</b>
	<b>Разом</b>	<b>2</b>		<b>100</b>

**Настановна лекція** – 2 аудиторні години (за розкладом настановної сесії).

**Викладач:** Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н, професор

На настановній лекції студентам доводяться загальний огляд та особливості вивчення навчальної дисципліни, огляд програми навчальної дисципліни, в т.ч. графік її вивчення, перелік базових знань та вмінь (компетентності), огляд завдань на самостійну роботу, графік та форми їх контролю, форми спілкування з викладачем під час самостійного вивчення дисципліни, графік отримання завдань, відомості про систему доступу до навчально-методичних матеріалів, у тому числі через репозитарій електронної навчально-методичної та наукової літератури та систему дистанційного навчання університету тощо.

**Консультації:** Викладач: Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н, професор (e-mail: physics@odeku.edu.ua). Сайт кафедри фізики та технологій захисту



навколишнього середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: п'ятниця з 16:10. Аудиторія 315 (НЛК №2).

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

## 1.2. Практичний модуль (3-ій рік навчання)

### Практичний модуль №2.

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П2	<b>Практичний модуль №2. Розв'язування задач за темами змістовних модулів ЗМ-Л4, ЗМ-Л5.</b>		
	Тема 1. <b>Електромагнетизм.</b> Магнітне поле. Магнітна індукція, напруженість магнітного поля. Силова дія магнітного поля на заряд та провідник із струмом. Дослідження руху електронів в магнітному полі. Явище електромагнітної індукції.		10
	Тема 2. <b>Коливання і хвилі.</b> Характеристики та енергія гармонічного коливання. Додавання гармонічних коливань. Коливальний контур. Резонанс у коливальному контурі.		6
	Тема 3. <b>Оптика.</b> Інтерференція світла. Дифракція світла. Закон Малюса. Теплове випромінювання: закони Віна та Стефана-Больцмана. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту.		10
	Тема 4. <b>Фізика атомного ядра.</b> Склад ядра. Енергія зв'язку. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність. Визначення коефіцієнту поглинання бета-частинок.		10
	Разом:		<b>36</b>

Консультації: Викладач: Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н. (e-mail: [spivaka@ukr.net](mailto:spivaka@ukr.net)). Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: п'ятниця з 17:10. Аудиторія 315 (НЛК №2).

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

### Практичний модуль №4 (3-ій рік навчання)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Лаб2	<b>Практичний модуль №4. Лабораторні роботи.</b>		
	Лабораторна робота 1 " Дослідження магнітних властивостей феромагнетику".	4	6
	Лабораторна робота 2. "Визначення коефіцієнту заломлення скла за допомогою мікроскопу ".		6
	Лабораторна робота 3."Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки"		6
	Лабораторна робота 4. " Оптичний пірометр. Визначення сталої Стефана-Больцмана".		6
	Лабораторна робота 5. "Визначення коефіцієнту поглинання бета-частинок".		6

	<b>Разом:</b>	<b>4</b>	<b>30</b>
--	---------------	----------	-----------

Лабораторні заняття проводяться у фізичних лабораторіях з

1. «Електрики та електромагнетизму»
2. «Оптики»
3. «Радіоекології»

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

Консультації: Викладач: Співак А.Я., ст. викл. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н. (e-mail: spivaka@ukr.net). Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ, URL: <https://dpt12s.odeku.edu.ua>. Дні тижня: вівторок з 17:10. Аудиторія 315 (НЛК №2).

### 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи (3-ій рік навчання)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л4	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	20 5	вересень-листопад 3-й рік навчання
ЗМ-Л5	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	19 5	грудень-лютий 3-й рік навчання
ЗМ-Л6	Самостійне вивчення тем теоретичної частини Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	26 5	березень - травень 3-й рік навчання
ЗМ-П2	Вивчення певних тем практичних модулів Розв'язання задач (обов'язковий)	36	вересень-травень 3-й рік навчання
ЗМ-Лаб2	Підготовка до лабораторних занять Захист робіт – (обов'язковий)	30	травень 3-й рік навчання
	Підготовка до іспиту	20	заліково-екзаменаційна сесія
	<b>Разом:</b>	<b>166</b>	

## Організація поточного та підсумкового контролю знань

Методика поточного та підсумкового контролю знань регламентує організацію контролю рівня знань, вмінь та навичок, набутих студентами при вивченні розділів дисциплін, які вивчаються в ОДЕКУ згідно з навчальним планом та робочою програмою.

Освітній процес за заочною формою навчання складається з:

- настановної лекції;
- консультаційної сесії, під час якої викладач може планувати будь-які види навчальної роботи, які дозволяють студентам якісніше опанувати матеріал навчальної дисципліни та підвищити рівень своєї практичної підготовки з цієї дисципліни. Неучасть студента у консультаційних сесіях не позначається на оцінюванні його навчальних досягнень виконання навчального плану;
- другої частини заліково-екзаменаційної сесії, під час якої виконуються лабораторні роботи (за потреби) та здійснюються семестрові контролюючі заходи;
- самостійної роботи студента з опанування теоретичним та практичним матеріалом і виконання інших завдань на самостійну роботу згідно з програмою навчальної дисципліни протягом навчального семестру або року.

Самостійна робота студента з дисципліни контролюється викладачем з використанням системи е-навчання, впровадженої в університеті.

Фактична сума балів, яку отримує студент за кожний модуль складається із підсумків виконання запланованих контрольних заходів, враховуючи своєчасність виконання студентом графіку навчального процесу.

Заплановано обов'язкове проведення 3-х модульних контрольних робіт з теоретичної частини.

Загальна максимальна кількість балів з дисципліни «Фізика», яку студент може отримати за III рік навчання за теоретичну та практичну частини, складає **100 балів**.

### ***2.3.5. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-Л4, ЗМ-Л5, ЗМ-Л6***

Модульні контрольні роботи МКР-1, МКР-2 та МКР-3 виконуються по завершенню опрацювання відповідного матеріалу лекційних модулів.

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-Л4- 17балів, ЗМ-Л5-16балів , ЗМ-Л6- 17 балів

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

### ***2.3.6. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-П2 .***

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань, що полягають у розв'язуванні задач з тем практичних занять.

Максимальна оцінка за виконання модуля - **25 балів**.

### **2.3.7. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Лаб2**

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання лабораторних робіт. Формою контролю лабораторного модулю ЗМ-Лаб2 є перевірка матеріалів виконаної лабораторної роботи. Заняття проводяться у лабораторіях кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища з «Електрики та електромагнетизму», «Оптики» та «Радіоекології» на лабораторному обладнанні, опис якого наведений у відповідних методичних вказівках до лабораторних робіт, а також у інструкціях до виконання лабораторних робіт на сайті кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища у курсі ФІЗИКА-2 [2].

Результати кожної лабораторної роботи підлягають захисту згідно діючих правил і норм. Максимальна оцінка за виконання кожної теми – 5 балів. Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-Лаб2 - **25 балів**.

### **2.3.8. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для іспиту**

Підсумковий контроль (ПК) 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 контролю у вигляді іспиту (екзамену);
- семибальна шкала оцінювання ECTS – використовується за кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

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 силабусі навчальної дисципліни) з окремої навчальної дисципліни. 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.

Студент вважається допущеним до ПК 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: 25 балів у сумі за змістовні модулі ЗМ-П2 та ЗМ-Лаб2. В іншому випадку студент не допускається до іспиту.

Кожен студент, який на день іспиту має допуск до ПК 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 виводиться як середньоарифметичне за підсумками поточного контролю (з теоретичної та практичної частин) та оцінкою за іспит.

### **3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

#### **3.6. Модуль ЗМ-Л4 «Електромагнетизм. Коливання і хвилі»**

##### *3.6.1. Повчання*

**Тема 1. Електромагнетизм.** Стаціонарне магнітне поле. Індукція магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції. Магнітне поле прямого та колового струму. Взаємодія струмів (закон Ампера). Дія електричного і магнітного поля на рухомий заряд, сила Лоренца. Магнітне поле Землі.

Магнітне поле в речовині. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Феромагнетики.

Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля.

При вивченні теми звернути увагу на те, що джерелом магнітного поля є мікро- та макроструми. Необхідно зрозуміти, що силові лінії магнітного поля замкнені, тобто магнітне поле є вихровим. Слід добре засвоїти закони Біо-Савара-Лапласа і Ампера, уміти визначати напрям вектора магнітної індукції і сили Ампера; навчитися застосовувати закон Біо-Савара-Лапласа сукупно з принципом суперпозиції для розрахунку характеристик магнітних полів. Слід звернути особливу увагу на вивчення сили Лоренца, дією якої обумовлений рух заряджених частинок у магнітних полях.

При вивченні магнітних властивостей речовини перш за все слід розібратися у причинах намагнічування різних речовин; засвоїти у чому суть природи діамagnetизму; на які групи діляться речовини за магнітними властивостями та в чому їх різниця. Особливу увагу звернути на властивості феромагнетиків, природу феромагнетизму.

При вивченні електромагнітної індукції звернути увагу на те, що є причиною виникнення індукційного струму; знати закон Фарадея та правило Ленца. Урозуміти фізичний зміст та узагальнюючий характер рівнянь Максвелла для електромагнітного поля, які виражають закони електромагнетизму

**Тема 2. Коливання і хвилі.** Вільні гармонічні коливання (механічні, електромагнітні) та їх характеристики. Додавання коливань. Згасаючі коливання при наявності тертя та омичного опору. Вимушені коливання. Резонанс.

Поняття та характеристики хвилі. Класифікація хвиль. Рівняння хвилі. Поширення хвиль. Ефект Доплера. Електромагнітні хвилі. Енергія хвилі. Вектор Умова-Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль.

При вивченні теми засвоїти фізичний зміст величин, що є характеристиками коливань та хвиль; урозуміти фактори, дія яких призводить до згасання коливань та виникнення вимушених коливань у випадку механічних коливальних систем та

коливального контуру; розрізняти диференціальні рівняння власних, вільних (згасаючих) та вимушених коливань та відповідні розв'язки (закони коливань); умови виникнення резонансу. Знати рівняння біжучої хвилі; різницю між поперечними та повздовжніми хвилями; вираз для густини потоку енергії та шкалу електромагнітних хвиль.

*Література* [1, 12, 3, 6, 10]

### 3.6.2. Питання для самоперевірки

#### Тема 1.

- 1\*. Що є причиною виникнення магнітного поля?
- 2\*. Як визначається вектор магнітного моменту кола зі струмом?
- 3\*. Які вектори є характеристиками магнітного поля? Дайте визначення вектора магнітної індукції  $\vec{B}$ . У чому відміна між векторами магнітної індукції та напруженості магнітного поля  $\vec{H}$ ? Зв'язок між ними; одиниці вимірювання.
- 4\*. Що таке силова лінія магнітної індукції? Який характер мають силові лінії магнітного поля?
- 5\*. Запишіть формулу закону Біо-Савара-Лапласа та дайте необхідні пояснення. У чому полягає принцип суперпозиції для магнітних полів?
6. Запишіть (виведіть) формули для магнітної індукції поля в центрі колового струму та поля прямого струму.
- 7\*. Що визначає закон Ампера? Запишіть формулу та сформулюйте правило для визначення напрямку сили Ампера.
8. Магнітна взаємодія рівнобіжних струмів.
- 9\*. Що називають силою Лоренца? Запишіть формулу для неї та сформулюйте правило для визначення напрямку сили Лоренца. Чи може сила Лоренца змінити величину кінетичної енергії зарядженої частинки?
10. Опишіть характер руху заряджених частинок в магнітному полі у випадках, коли:
  - а)  $\vec{v} \parallel \vec{B}$ ; б)  $\vec{v} \perp \vec{B}$ ; в) кут між векторами  $\vec{v}$  і  $\vec{B}$  є довільним гострим кутом  $\alpha$ .
11. На чому основане визначення знаку заряду частинок, які рухаються в магнітному полі? фокусування заряджених частинок в магнітному полі?
- 12\*. Сформулюйте теорему про циркуляцію вектора магнітної індукції. Чому можна стверджувати, що ця теорема відображує вихровий характер магнітного поля?
13. Як за допомогою теорему про циркуляцію вектора магнітної індукції можна розрахувати магнітне поле всередині нескінченного соленоїда? Який характер має це поле?
- 14\*. Дайте означення потоку вектора магнітної індукції. В яких одиницях він вимірюється?
- 15\*. Сформулюйте теорему Гауса для потоку вектора магнітної індукції. Поясніть її фізичний зміст.
16. Запишіть (виведіть) формули для роботи по переміщенню провідника й контуру зі струмом у магнітному полі. У чому відміна у величинах  $d\Phi$ , які входять у ці формули?
- 17\*. У чому полягає явище електромагнітної індукції? Яка його суть? Який характер має електричне поле, породжене змінним магнітним полем?
- 18\*. Сформулюйте і запишіть закон Фарадея. Правило Ленца.
- 19\*. Явища самоіндукції та взаємної індукції. Запишіть формулу для ЕРС самоіндукції, як направлена ЕРС самоіндукції?
- 20\*. Що таке індуктивність контуру? У яких одиницях вона вимірюється? Чому дорівнює індуктивність соленоїда?
21. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії магнітного поля.
- 22\*. На які групи поділяють речовини за магнітними властивостями? Як відрізняється намагніченість, магнітна сприйнятливість і магнітна проникність у діа- та парамагнетиках?

- 23\*. У чому особливості феромагнетиків? Яку природу має феромагнетизм?
- 24\*. Запишіть систему рівнянь Максвелла для електромагнітного поля в інтегральній і диференціальній формах. Поясніть фізичну суть кожного з рівнянь.

## **Тема 2.**

- 25\*. Які коливання називають гармонічними? Укажіть їхні характеристики. Запишіть закон гармонічного коливання.
- 26\*. Як змінюються швидкість, прискорення та енергія системи при гармонічному коливанні?
- 27\*. За яких умов можуть виникнути власні гармонічні коливання тіла? Який вигляд має диференціальне рівняння власних гармонічних коливань?
28. Що собою представляють пружний, фізичний і математичний маятники?
29. Які сили ураховують при запису диференціального рівняння вільних (згасаючих) коливань? вимушених коливань? Запишіть ці рівняння та їх розв'язки. Що таке коефіцієнт згасання? логарифмічний декремент згасання?
- 30\*. У чому полягає явище резонансу?
- 31\*. Від чого залежить амплітуда та фаза результуючого коливання при додаванні гармонічних коливань одного напрямку і частоти?
32. Що таке биття та які умови виникнення?
- 33\*. Якою буде траєкторія руху тіла, що приймає участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях однакової частоти в залежності від різниці фаз коливань?
- 34\*. З яких елементів складається коливальний контур? За рахунок якого явища підтримується коливальний процес?
- 35\*. Від чого залежить період та частота власних електромагнітних коливань у контурі без опору (формула Томсона)?
36. Запишіть диференціальне рівняння вимушених електромагнітних коливань і його розв'язок. За яких умов спостерігається резонанс напруг та струмів?
- 37\*. Що таке хвиля? Що називають довжиною хвилі? У яких середовищах можуть розповсюджуватися поздовжні та поперечні пружні хвилі?
- 38\*. Запишіть хвильове рівняння та рівняння плоскої біжучої хвилі, яке є його розв'язком.
- 39\*. Що таке електромагнітна хвиля, які властивості вона має? Яку характеристику електромагнітної хвилі надає вектор Умова – Пойнтінга?
- 40\*. Укажіть діапазони, на які поділяють шкалу електромагнітних хвиль в залежності від довжини хвилі (частоти).
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## **3.7. Модуль ЗМ-ЛІ5 «Оптика.»**

### *3.7.1. Повчання*

**Тема 1. Елементи геометричної оптики.** Закони геометричної оптики. Явище повного внутрішнього відбивання.

При вивченні теми звернути увагу на закони відбивання, заломлення світла на границі двох діелектриків; фізичний зміст абсолютного та відносного показника заломлення. Урозуміти зміну швидкості розповсюдження світла при переході з одного середовища в інше як причину зміни напрямку поширення фронту світової хвилі (заломлення світлового променя). Знати умови виникнення явища повного внутрішнього відбивання.

**Тема 2. Інтерференція і дифракція світла.** Когерентні хвилі. Оптична різниця ходу. Інтерференція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони

Френеля. Дифракція на щілині і дифракційної решітці. Дифракційний спектр. Дифракція на кристалічній решітці, формула Вульфа-Брегга.

При вивченні теми перш за все зверніть увагу на корпускулярно-хвильову природу світла. Явища інтерференції та дифракції легко пояснюються на основі хвильових уявлень. Для розуміння та розрахунку картини, яка утворюється при інтерференції необхідно засвоїти такі поняття, як когерентність хвиль, оптична різниця ходу; мати уявлення про поведінку електромагнітної хвилі (зміну довжини хвилі та фази коливань) на границі розділу двох середовищ; знати умови максимуму та мінімуму при інтерференції світла.

Дифракція світла по суті може розглядатися як результат інтерференції від великої кількості джерел, за які приймають окремі ділянки відкритої частини фронту хвилі (див. метод зон Френеля). Необхідно знати умови спостереження дифракції та який вигляд приймають умови максимуму і мінімуму при дифракції світла на щілині та дифракційній решітці.

**Тема 3. Взаємодія світла з речовиною.** Дисперсія світла. Поляризація світла. Закон Малюса, закон Брюстера, подвійне променезаломлення. Розсіяння та поглинання світла.

При вивченні теми знати у чому полягає явище дисперсії та в чим відрізняється нормальна дисперсія від аномальної. Знати закон Бугера для поглинання світла у речовині та формулу Релея, яка надає залежність інтенсивності розсіювання світла від його довжини хвилі. Уміти на основі двох останніх пояснити колір прозорих та непрозорих об'єктів, блакитний та червоний колір неба у різні часи доби.

З теоретичної точки зору явище поляризації цікаво тим, що у ньому проявляється поперечний характер електромагнітних хвиль, з практичної – використанням, наприклад, для дослідження розподілу напружень у тілах, запису звуку за допомогою комірки Керра і т. ін. Необхідно розуміти чим відрізняються природне світло та різні види поляризованого світла, у чому полягає явище подвійного променезаломлення, знати закони Брюстера та Малюса.

*Література* [1, 12, 3, 7, 11]

**Тема 4. Корпускулярні властивості електромагнітного випромінювання.**

Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна, Стефана-Больцмана. Гіпотеза Планка. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Ефект Комптона.

Теплове або температурне випромінювання виграє особливу роль у фізиці: при вивченні законів теплового випромінювання виникла гіпотеза про квантову природу електромагнітного випромінювання тіл і тим самим покладено початок нової – квантової фізики. При вивченні теми необхідно урозуміти природу теплового випромінювання; знати його характеристики та закони. Знати зв'язок між хвильовими характеристиками електромагнітного випромінювання (частота, довжина хвилі, хвильовий вектор) та характеристиками фотона (енергія, імпульс, маса).

При вивченні явища фотоефекту звернути увагу на зовнішній фотоефект, його закони стосовно струму насичення, максимальної кінетичної енергії фотоелектронів та існування граничної частоти (довжини хвилі); уміти записати рівняння Ейнштейна для фотоефекту та розуміти його зміст. Знати закономірності комптонівського розсіювання та розуміти їх зв'язок з квантовими уявленнями про короткохвильове електромагнітне випромінювання.

*Література* [1, 12, 3, 7, 11]



### 3.7.2. Питання для самоперевірки

#### Тема 1

- 1\*. Сформулюйте закони відбивання та заломлення світла. Який фізичний зміст має абсолютний та відносний показник заломлення?
2. Яким чином пов'язана поведінка заломленого променя з співвідношенням швидкостей світла (абсолютними показниками заломлення) даних двох середовищ?
- 3\*. У чому полягає явище повного внутрішнього відбивання? За яких умов воно може спостерігатися?
4. З якого закону геометричної оптики витікає закон оберненості світлових променів?
5. У чому полягає закон незалежності світлових променів?

#### Тема 2

- 6\*. У чому полягає явище інтерференції світла? За яких умов вона може спостерігатися?
- 7\*. Які хвилі називають когерентними? Які умови когерентності не можуть бути виконані, якщо хвилі випромінюються двома різними джерелами?
- 8\*. Що таке оптична різниця ходу? Запишіть умови максимуму та мінімуму при інтерференції для різниці фаз та різниці ходу.
9. Яку властивість, пов'язану з відбиванням світла на границі двох діелектриків, необхідно урахувати при розрахунку результату інтерференції у тонких плівках?
- 10\*. У чому полягає явище дифракції? Що є необхідною умовою її спостереження?
- 11\*. Сформулюйте принцип Гюйгенса - Френеля. У чому суть методу зон Френеля?
12. Як на основі методу зон Френеля можна пояснити прямолінійне розповсюдження світла?
13. Що таке дифракція Френеля і коли її можна спостерігати? Сформулюйте умови спостереження максимуму та мінімуму інтенсивності світла на осі круглого отвору при дифракції на ньому.
- 14\*. Що таке дифракція Фраунгофера і як її можна спостерігати? Сформулюйте умови спостереження максимумів та мінімумів інтенсивності світла при дифракції на одній щілині
- 15\*. Що таке дифракційна решітка? Яку величину називають її періодом? Сформулюйте умови спостереження максимумів та мінімумів інтенсивності світла при дифракції на дифракційній решітці.
16. Що являє собою просторова дифракційна решітка? Чому дифракцію на кристалічній решітці спостерігають у рентгенівських променях? Наведіть формулу Вульфа - Брегга.

#### Тема 3

- 17\*. У чому суть явища молекулярного розсіяння світла? Закон Релея. Поясніть зміну кольору неба у різні часи доби на основі закону Релея.
- 18\*. Яке явище називають дисперсією світла? У чому відміна нормальної та аномальної дисперсії?
- 19\*. Поглинання світла. Яку залежність має інтенсивність світла від відстані, пройденої у прозорому середовищі згідно закону Бугера?
- 20\*. Яка властивість електромагнітних хвиль призводить до явища поляризації? Які типи поляризованого світла вам відомі? У чому їх відміна від природного світла?
21. Які явища використовують для отримання поляризованого світла? Що таке кут Брюстера? За яким законом його можна визначити?
- 22\*. У чому полягає явище подвійного променезаломлення? Що таке оптична вісь кристалу?
- 23\*. У чому полягає явище дихроїзму? Що таке поляроїди? Для чого їх використовують?
- 24\*. Які прилади називають поляризаторами та аналізаторами. Запишіть закон Малюса.

#### Тема 4

- 25\*. Що таке теплове випромінювання? Наведіть означення його характеристик. Яке тіло називають абсолютно чорним?

- 26\*. Сформулюйте закон Кірхгофа для теплового випромінювання; закони теплового випромінювання абсолютно чорного тіла: закон Стефана – Больцмана; закони Віна.
27. Що таке “ультрафіолетова катастрофа”? Звідки виникла така назва?
- 28\*. У чому полягає квантова гіпотеза Планка? Запишіть формулу для енергії кванта.
- 29\*. Що таке фотоефект? Які види фотоефекту Вам відомі? Де вони використовуються?
- 30\*. Сформулюйте закономірності зовнішнього фотоефекту. Що таке червона границя фотоефекту; від чого вона залежить?
- 31\*. Запишіть рівняння Ейнштейна для фотоефекту та поясніть закономірності фотоефекту, спираючись на теорію Ейнштейна.
- 32\*. Наведіть формули, що зв'язують характеристики фотона (енергію, імпульс, масу) з характеристиками відповідної електромагнітної хвилі (частота, довжина хвилі, швидкість світла).
33. У чому полягає ефект Комптона та як пояснюються його закономірності з точки зору квантових уявлень про природу рентгенівського випромінювання?

### 3.8. Модуль ЗМ-Л6 «Елементи квантової механіки. Фізика твердого тіла. Фізика атомного ядра»

#### 3.8.1. Повчання

**Тема 1. Хвильові властивості речовини.** Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвилі де Бройля. Хвильова функція, ймовірнісна інтерпретація квантових явищ. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції.

При вивченні теми необхідно засвоїти ідею та формулу де Бройля та досліди, які підтверджують корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії; уміти пояснити зміст хвильової функції. Запам'ятати рівняння Шредінгера для стаціонарних станів; знати математичні властивості його розв'язків; граничні умови для хвильової функції та, як наслідок з них, квантування енергії при обмеженні руху частинки.

*Література* [1, 12, 3, 7, 11]

**Тема 2. Будова атомів і молекул.** Моделі будови атома. Теорія атома гідрогену по Бору. Квантово-механічний опис гідрогеноподібного атома. Квантування енергії, моменту імпульсу і проекції моменту імпульсу. Спін електрона. Багатоелектронні атоми, принцип Паулі. Будова електронних оболонок і властивості елементів періодичної системи Менделєєва.

При вивченні теми необхідно звернути увагу на такі джерела виникнення квантової теорії як досліди Резерфорда, формула Бальмера для довжин хвиль, які випромінюються атомом гідрогену; ознайомитися з теорією Бора. Особливу увагу слід звернути на фізичні поняття - квантування енергії, моменту імпульсу і проекції моменту імпульсу, електрона в атомі та квантові числа, їх фізичний зміст і допустимі значення; спін електрона. Урозуміти зміст принципу Паулі та пояснення періодичності властивостей елементів таблиці Менделєєва на його основі.

*Література* [1, 12, 3, 7, 11]

**Тема 3. Фізика твердого тіла.** Поняття про зонну теорію (зони Бріллюена). Збуджені стани: екситони, фонони. Метали, напівпровідники, діелектрики. Термоелектронні та контактні явища. Люмінесценція. Лазер.

При вивченні теми розгляньте причини утворення енергетичних зон при утворенні кристалу; структуру та заповнення енергетичних зон провідників, напівпровідників та діелектриків; типи домішкової провідності напівпровідників. Зверніть увагу на механізм виникнення термо-ЕРС та використання цього явища. Розгляньте особливості люмінесценції, що відрізняють її від теплового випромінювання, та її види; індуковане

(вимушене) випромінювання та його використання для генерування когерентних світлових хвиль (лазери).

*Література* [12, 3, 10, 11]

**Тема 4. Фізика атомного ядра.** Будова і властивості атомного ядра. Склад ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Природа ядерних сил. Моделі атомного ядра. Радіоактивне випромінювання та його види. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення. Ядерні реакції. Реакції поділу важких ядер. Ланцюгові реакції ядер. Реакції термоядерного синтезу. Ядерна енергетика. Елементарні частинки, їх класифікація. Фундаментальні взаємодії. Космічне випромінювання.

При вивченні цієї теми особливу увагу звернути на основні характеристики атомного ядра – заряд, масове число, розміри, спин і магнітний момент, його енергію зв'язку; знати властивості ядерних сил, а також розібратися в моделях, які використовуються для опису ядер.

Слід засвоїти та урозуміти явище радіоактивності, закон радіоактивного розпаду і правила зміщення. Звернути увагу на труднощі, які виникли при поясненні закономірностей  $\beta$ -розпаду на основі закону збереження енергії.

При вивченні основних типів ядерних реакцій особливо звернути увагу на важливі для практики реакції ділення та синтезу атомних ядер. Необхідно також засвоїти типи взаємодій та класифікацію елементарних частинок.

*Література* [1, 12, 3, 7, 11]

### 3.8.2. Питання для самоперевірки

#### Тема 1

- 1\*. Сформулюйте ідею де Бройля та запишіть формулу де Бройля.
2. Яку роль грає хвильова природа частинок, яке дослідне підтвердження та використання вона знаходить?
- 3\*. У чому полягає ймовірнісний зміст хвильової функції? Укажіть її властивості та запишіть умову нормування. Які граничні умови повинні виконуватися для хвильової функції?
- 4\*. Чи можливо описати локалізовану частинку монохроматичною хвилею? Який фізичний зміст має співвідношення невизначеностей Гейзенберга для координати та імпульсу? енергії та часу життя відповідного стану?
- 5\*. Запишіть загальне рівняння Шредінгера та рівняння Шредінгера для стаціонарних станів.
- 6\*. Що називають власними значеннями енергії та власними функціями?
7. Отримайте власні значення енергії та власні функції для мікрочастинки в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченними стінками.
8. Чому дорівнює енергія гармонічного осцилятора? Що таке енергія нульових коливань?

#### Тема 2

9. Чому дорівнює потенціальна енергія взаємодії електрона з ядром в атомі? Запишіть стаціонарне рівняння Шредінгера для атома гідрогену. Квантування яких параметрів електрона в атомі витікає з цього рівняння?
- 10\*. Що визначають головне, орбітальне і магнітне квантові числа? Які значення вони приймають?
- 11\*. Що таке “правило відбору”? Яким переходам електронів в атомі гідрогену відповідають спектральні лінії серії Лаймана, серії Бальмера?
- 12\*. Що таке спин мікрочастинки? Що характеризує спінове та магнітне спінове квантове число?
- 13\*. Назвіть квантові числа, необхідні для повного опису стану електрона в атомі.

14. У чому полягає принцип тотожності квантових частинок?
- 15\*. Які частинки називають ферміонами, бозонами? Якім властивостям симетрії задовольняють хвильові функції, які описують ці частинки?
- 16\*. Сформулюйте принцип заборони Паулі.
- 17\*. Що таке електронний шар, електронний підшар (оболонка) у багато електронному атомі? Як уявлення про їх будову дозволяють пояснити періодичність властивостей хімічних елементів?

### Тема 3

- 18\*. Що є причиною утворення енергетичних зон у кристалах? За якими принципами відбувається їх заповнення електронами?
- 19\*. Що таке дозволена зона, заборонена зона, ширина забороненої зони?
- 20\*. Чим відрізняються структура та заповнення зон у провідників, діелектриків та напівпровідників?
- 21\*. Типи домішкової провідності напівпровідників. У чому їх відміна?
- 22\*. У чому причина виникнення та від чого залежить величина термоЕРС?
- 23\*. Що таке люмінесценція? Які типи люмінесценції вам відомі?
24. Яка особливість індукованого випромінювання використовується в оптичних квантових генераторах (лазерах)? Якими способами можна створити інверсне заселення енергетичних рівнів (підкачування) у лазерах?

### Тема 4

- 25\*. З яких частинок складається ядро?
- 26\*. Чим визначається зарядове та масове число ядра? Що таке ізотопи, ізобари?
27. Поясніть, чим обумовлене те, що маса ядра завжди менша за суму мас нуклонів, що входять до його складу.
- 28\*. Що таке енергія зв'язку ядра? Як її обчислюють?
- 29\*. Перелічіть властивості ядерних сил.
30. Які моделі атомних ядер вам відомі? Які властивості атомних ядер можна пояснити за допомогою цих моделей?
- 31\*. Що таке радіоактивність? Які види радіоактивного розпаду вам відомі?
- 32\*. Закон радіоактивного розпаду. Який фізичний зміст має стала розпаду, період напіврозпаду? Зв'язок між сталою розпаду і періодом напіврозпаду та середнім часом життя.
- 33\*. Що таке  $\alpha$ -розпад? За якою схемою він відбувається? Яким є енергетичний спектр  $\alpha$ -розпаду?
- 34\*. Які види  $\beta$ -розпаду вам відомі? Який енергетичний спектр є характерним для електронів та позитронів, які випромінюються при  $\beta$ -розпаді?
- 35\*. Що таке  $\gamma$ -промені? Який енергетичний спектр є характерним для  $\gamma$ -випромінювання?
- 36\*. Що називають ядерною реакцією? Які ядерні реакції називають екзотермічними? Ендотермічними?
37. Які закони збереження виконуються при ядерних реакціях?
- 38\*. У чому полягає ядерна реакція поділу? Що таке ланцюгова реакція поділу? За яких умов вона може бути здійснена?
- 39\*. Що таке коефіцієнт розмноження нейтронів? Які його значення відповідають критичному, підкритичному та надкритичному режиму ланцюгової ядерної реакції?
- 40\*. У чому полягає реакція синтезу легких ядер? У чому труднощі здійснення термоядерної реакції?
- 41\*. Які чотири типи фундаментальних взаємодій існують у природі? Опишіть їх властивості.
42. Наведіть класифікацію елементарних частинок.

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

### 3.9. Модуль ЗМ-П2 «Розв'язування задач за темами лекційних модулів ЗМ-Л4– ЗМ-Л6»

#### 3.9.1. Повчання

Тема 1. **Електромагнетизм.** Магнітне поле. Магнітна індукція, напруженість магнітного поля. Силова дія магнітного поля на заряд та провідник із струмом. Дослідження руху електронів в магнітному полі. Явище електромагнітної індукції.

Задачі з електромагнетизму на розрахунок магнітної індукції  $\vec{B}$  поля, створеного струмом довільної конфігурації, розв'язують за допомогою закону Біо-Савара-Лапласа та принципу суперпозиції магнітних полів шляхом інтегрування вздовж усього провідника.

При розв'язуванні задач на дослідження руху заряджених частинок в електричному та магнітному полі перш за все необхідно з'ясувати класичною чи релятивістською слід вважати частинку. Умови, за якими частинку вважають класичною, мають вигляд: імпульс частинки  $p \ll m_0 c$  або кінетична енергія  $T \ll m_0 c^2$ , де  $m_0$  – маса спокою частинки (наприклад, для електрона  $m_0 c^2 = 0,511 \text{ MeV}$ ).

Слід пам'ятати, що сила Лоренца, яка діє на частинку з боку магнітного поля, завжди є перпендикулярною до напрямку її руху і надає частинці нормальне прискорення, тобто змінює тільки напрям швидкості, а не її величину.

В явищах магнітної індукції магнітний потік може змінюватися як при русі контуру або окремих його ділянок, так і при зміні з часом величини або напрямку магнітного поля. При визначенні ЕРС індукції, виниклої у провідному контурі, який складається з  $N$  витків, слід ураховувати, що в кожному з них виникає певна електрорушійна сила, а для усього контуру ЕРС визначається їх сумою.

**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.117-136.

Тема 2. **Коливання і хвилі.** Характеристики та енергія гармонічного коливання. Додавання гармонічних коливань. Коливальний контур. Резонанс у коливальному контурі.

При розв'язуванні задач, в яких необхідно визначити фізичні величини, які характеризують гармонічні коливання найпростіших коливальних систем (математичного, фізичного та пружного маятників) слід чітко розуміти, що період (частота) власних коливань визначається тільки параметрами системи, а амплітуда і початкова фаза залежать від того, яким способом систему вивели із стану рівноваги, тобто від початкових умов. У деяких випадках диференціальне рівняння, яке описує механічні або електромагнітні коливання, зручно отримати за допомогою закону збереження енергії.

Внаслідок однакової структури рівнянь методи розв'язання задач на електромагнітні коливання подібні до тих, що використовуються при розгляді механічних коливань. При цьому заряд  $q$  відповідає зміщенню  $x$ , омичний опір  $R$  – коефіцієнту опору середовища  $r$ , індуктивність  $L$  – масі  $m$ , ємність  $C$  – величині, оберненій коефіцієнту квазіпружної сили  $k$ .

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [7] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІV. Коливання та хвилі. Оптика. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2015. с. 24-39.

Тема 3. **Оптика.** Інтерференція світла. Дифракція світла. Закон Малюса. Теплове випромінювання: закони Віна та Стефана-Больцмана. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна для фотоелектру.

Задачі на інтерференцію світла в залежності від способу отримання когерентних хвиль можна поділити на дві групи: 1) задачі, в яких інтерференційна картина виникає внаслідок накладання двох когерентних хвиль, отриманих шляхом ділення світлової хвилі від одного джерела за допомогою деякої оптичної системи (щілини Юнга і т. ін.). Цю оптичну систему при розв'язанні задач, за звичаєм, замінюють іншою, еквівалентною, системою, вважаючи, що хвилі випромінюються двома когерентними джерелами. 2) В задачах другої групи розглядається інтерференція світла у тонких плоских або клиноподібних плівках. У цьому випадку при розрахунку оптичної різниці ходу променів, відбитих від двох поверхонь плівки, слід урахувувати можливу зміну фази хвилі при відбиванні в залежності від оптичної густини (абсолютного показника заломлення) оточуючого середовища.

У курсі загальної фізики розглядаються лише дифракційні задачі, розв'язання яких спрощується внаслідок симетрії, наприклад, дифракція від круглого отвору або диску, від вузької щілини, від дифракційної решітки. В останніх двох випадках розглядають дифракцію у паралельних променях при їх нормальному падінні на вузьку щілину або плоску прозору дифракційну решітку.

Зверніть увагу на те, що закони Стефана - Больцмана та Віна справедливі лише для абсолютно чорних тіл. Для нечорних тіл при обчисленні випромінювальної здатності необхідно урахувувати коефіцієнт випромінювання, що показує, яку долю складає випромінювальна здатність даного тіла від випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла.

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [7] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.IV. Коливання та хвилі. Оптика. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2015. с. 61-89.

Тема 4. **Фізика атомного ядра.** Склад ядра. Енергія зв'язку. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність. Визначення коефіцієнту поглинання бета-частинок.

При розв'язуванні задач на явище радіоактивності слід розрізняти випадки, коли відбувається розпад ізольованої речовини та випадок, коли розпадається дочірня речовина, яка співіснує в суміші з іншою радіоактивною речовиною (материнською), продуктом розпаду якої вона є. При певному співвідношенні періодів напіврозпаду материнської ( $T_1$ ) та дочірньої ( $T_2$ ) речовини, коли  $T_1 \gg T_2$  за деякий проміжок часу встановлюється радіоактивна рівновага між ними. Активність дочірньої речовини дорівнює кількості її ядер, утворених внаслідок розпаду ядер материнської речовини,

При розгляді ядерних реакцій закон збереження енергії необхідно записувати в релятивістській формі. При використанні закону збереження повної енергії слід пам'ятати, що ядерні реакції можуть йти як з виділенням, так і з поглинанням енергії. Отже, енергетичний вихід ядерної реакції  $Q$  може бути як додатним ( $Q > 0$ , екзотермічна реакція), так і від'ємним ( $Q < 0$ , ендотермічна реакція). У першому випадку, реакція може йти при будь-яких значеннях кінетичної енергії частинок, що вступають у реакцію. У другому випадку, тобто існує мінімальна кінетична енергія, починаючи з якої реакція стає можливою (поріг реакції).

**Методичні вказівки** та приклади розв'язування задач див. [7] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.IV. Коливання та хвилі. Оптика. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2015. с. 132-137.

*Література* [1, 12, 7, 11]

### 3.10. Модуль ЗМ-Лаб2 «Лабораторні роботи»

#### 3.10.1. Повчання

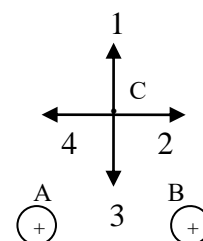
Повний опис лабораторних робіт (перелік приборів та приладів; теоретичний вступ; методика виконання роботи, послідовність розрахунків та обчислення похибки вимірювань наведені у відповідних методичних вказівках до виконання лабораторної роботи. Там же приведені питання до самоконтролю студентів при підготовці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

Інструкції до виконання лабораторних робіт можна знайти на сайті кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища у курсі ФІЗИКА-2 [2].

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

### 4.5 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л4

1. Заряджена частинка, яка рухається, утворює ...  
*Література* [1,с.374; 12, с.204]
2. Магнітне поле діє на ...  
*Література* [1,с.374; 12, с.204]
3. Магнітний момент контуру зі струмом залежить від ...  
*Література* [1,с.376; 12, с.205]
4. Напрямок магнітного моменту контуру зі струмом визначається за правилом...  
*Література* [1,с.376; 12, с.205]
5. Момент сил, що діє на рамку зі струмом у магнітному полі дорівнює нулю, якщо ..  
*Література* [1,с.379; 12, с.205]
6. Силовою характеристикою магнітного поля є ...  
*Література* [1,с. 374; 12, с.205]
7. Лінії магнітної індукції (силові лінії магнітного поля) є ...  
*Література* [1,с. 374; 12, с.205]
8. Яким чином вихровий характер магнітного поля відображується на картині силових ліній магнітного поля...  
*Література* [1,с. 374; 12, с.205]
9. Одиницею вимірювання вектора магнітної індукції у Міжнародній системі одиниць є ...  
*Література* [1,с. 374; 12, с.210]
10. Сила Ампера, що діє на елемент струму з боку магнітного поля, має максимальне значення, якщо...  
*Література* [1,с. 378; 12, с.209]
11. Напрямок сили, яка діє з боку магнітного поля на провідник зі струмом визначається за правилом...  
*Література* [1,с. 378; 12, с.209]
12. Магнітну індукцію поля елемента струму можна розрахувати за законом ...  
*Література* [1,с. 375; 12, с.207]
13. Залежність між струмом та магнітною індукцією утвореного ним магнітного поля є ...  
*Література* [1,с. 375; 12, с.207]
14. Магнітна індукція поля, створеного прямолінійним провідником нескінченної довжини зі струмом  $I$ , на відстані  $r$  від провідника визначається за формулою...  
*Література* [1,с. 376; 12, с.208]
15. На рисунку показані перерізи двох прямих нескінчених провідників зі струмами (А та В), однаковими за величиною. Напрямок вектора



- магнітної індукції у точці С магнітного поля провідників А та В при заданих напрямках струмів співпадає з напрямом вектора  
*Література* [1,с. 376; 12, с.207]
16. Формулою, яка визначає силу Лоренца є ...  
*Література* [1,с. 377; 12, с.212]
17. Сила Лоренца, яка діє на заряд в магнітному полі, змінює ...  
*Література* [1,с. 378; 12, с.212]
18. Траєкторія руху частинки в однорідному магнітному полі має форму гвинтової лінії, якщо вона влітає в магнітне поле відносно ліній магнітної індукції під кутом ...  
*Література* [1,с.378; 12, с.213]
19. Для розділення потоку заряджених частинок різного знаку в МГД-генераторах використовують...  
*Література* [1,с. 378; 12, с.212]
20. Електрон, протон та  $\alpha$ -частинка (ядро гелію) влітають з однаковою швидкістю в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Коло найменшого радіуса описує ...  
*Література* [1,с.400; 12, с.213]
21. Одиницею вимірювання якої величини є вебер(Вб)?  
*Література* [1,с.380; 12, с.220]
22. Магнітний потік, який пронизує рамку може змінюватися за рахунок  
*Література* [1,с.380; 12, с.219,220]
23. Величину електрорушійної сили індукції визначає закон ...  
*Література* [1,с.380; 12, с.224]
24. Залежність між ЕРС індукції та швидкістю зміни магнітного потоку є  
*Література* [1,с.380; 12, с.225]
25. Індуктивність соленоїда залежить від ...  
*Література* [1,с.382; 12, с.229]
26. Одиницею вимірювання індуктивності є ...  
*Література* [1,с. 382; 12, с.228]
27. Яким чином ЕРС самоіндукції, що виникає при зміні струму у контурі, впливає на швидкість цієї зміни ?  
*Література* [1,с. 382; 12, с.229]
28. Від'ємну магнітну сприйнятливість мають ...  
*Література* [1,с. 385; 12, с.241]
29. Найбільшу магнітну проникність  $\mu$  мають ...  
*Література* [1,с.386; 12, с.243]
30. Якому виду магнетиків притаманна спонтанна намагніченість?  
[1,с. 386; 12, с.245]
31. Для виготовлення постійних магнітів використовують ...  
*Література* [1,с. 386; 12, с.244]
32. Температура Кوری – це температура, при якій...  
*Література* [1,с. 386; 12, с.245]
33. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке відображує відсутність у природі магнітних зарядів, має вигляд:  
*Література* [1,с.387,388; 12, с.252]
34. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке виражає закон електромагнітної індукції, має вигляд:  
*Література* [1,с.387,388; 12, с.251]
35. Викликати пружні гармонічні коливання здатні сили:  
*Література* [1,с.424,425; 12, с.258]
36. Квазіпружною називають силу, яка задовольняє умовам...  
*Література* [1,с.424,425; 12, с.258]

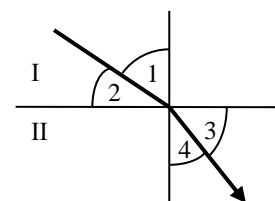


- 37.Період коливання математичного маятника залежить від...  
*Література* [1,с. 425; 12, с.261]
- 38.Як зміниться циклічна частота коливань пружного маятника при збільшенні жорсткості пружини у два рази?  
*Література* [1,с. 424; 12, с.259]
- 39.Частота коливань точки, яка здійснює гармонічні коливання з періодом  $T=2$  с дорівнює:  
*Література* [1,с.423; 12, с.256]
- 40.Закон, за яким відбуваються коливання точки має вигляд:  $x = 2 \sin 5t$  (см). Максимальне значення швидкості точки дорівнює ...  
*Література* [1,с.424; 12, с.258]
- 41.Енергія коливального руху, якщо амплітуду коливання збільшити в 2 рази, а частоту зменшити у 2 рази дорівнює:  
*Література* [1,с.424; 12, с.258]
- 42.Правильно описує вільні (згасаючі) гармонічні коливання рівняння:  
*Література* [1,с.426; 12, с.268]
- 43.Яким чином у часі змінюється амплітуда вільних (згасаючих) коливань?  
*Література* [1,с.426; 12, с.268]
44. Час релаксації – це проміжок часу за який амплітуда згасаючих коливань...  
*Література* [1,с.426; 12, с.269]
- 45.Як змінюється резонансна частота вимушених коливань, якщо при інших рівних умовах збільшити коефіцієнт загасання  $\delta$  ?  
*Література* [1,с.429; 12, с.274]
- 46.Точка приймає участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях однакової частоти, однакової амплітуди з різницею фаз  $\Delta\phi = \pm \pi/2$ . Траєкторія точки є ...  
*Література* [1,с.432; 12, с.265]
- 47.Додаються два коливання одного напрямку та періоду. Амплітуда результуючого коливання дорівнюватиме  $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$  при різниці фаз, яка дорівнює ...  
*Література* [1,с.430; 12, с.264]
48. Умовою виникнення биття є ...  
*Література* [1,с.430; 12, с.264]
49. Додаються два взаємно перпендикулярних коливання з амплітудами 3 см та 4 см і різницею фаз  $\Delta\phi = \pi$ . Максимальне відхилення від рівноваги точки, що приймає участь у коливаннях, дорівнює:  
*Література* [1,с.432; 12, с.266]
- 50.Якщо ємність конденсатора у коливальному контурі (без опору) зменшиться у два рази, а індуктивність збільшиться у два рази, його резонансна частота:  
*Література* [1,с.428; 12, с.263]
51. Як зміниться період коливань коливального контуру, у якому електроємність збільшили у чотири рази (опір не враховувати)?  
*Література* [1,с.428; 12, с.263]
52. Яка залежність існує між частотою коливань у коливальному контурі та його індуктивністю?  
*Література* [1,с.428; 12, с.263]
53. Правильно описує вимушені коливання у коливальному контурі рівняння ...  
*Література* [1,с.429; 12, с.272]
54. Умовою виникнення резонансу у коливальному контурі, опором якого можна знехтувати є ...  
*Література* [1,с.429; 12, с.275]
55. Повний опір кола змінного струму залежить від його...  
*Література* [12, с.279]
56. При розповсюдженні хвилі періодичність коливань у просторі задається...

- Література* [1,с.433; 12, с.285]
- 57.Безпосередньо не пов'язана з іншими характеристиками хвилі.  
*Література* [1,с.433; 12, с.286]
58. Пружні повздовжні хвилі можуть розповсюджуватися у ...  
*Література* [1,с.433; 12, с.285]
59. Електромагнітні хвилі є ...  
*Література* [1,с.440; 12, с.299]
60. Вектор Умова-Пойнтінга надає величину та напрям ...  
*Література* [1,с.440; 12, с.301]

#### 4.6 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л5

1. На рисунку показано світловий промінь, що переходить із середовища I у середовище II. Кутом падіння є кут ...



- Література* [1,с.464; 12, с.304,305]
2. Відстань між предметом і поверхнею плоского дзеркала дорівнює 1 м. Якщо дзеркало відсунути від предмета ще на 1 м, відстань між предметом і його зображенням дорівнюватиме:  
*Література* [1,с.463; 12, с.304]
3. Як змінюється кут заломлення світла при переході світла у середовище з більшим показником заломлення?  
*Література* [1,с.463, 464; 12, с.304]
4. Що відбувається з довжиною хвилі при переході монохроматичного променя світла з повітря в прозорий діелектрик?  
*Література* [1,с.464; 12, с.285,305]
- 5.При переході монохроматичного променя світла з повітря в прозорий діелектрик швидкість розповсюдження світла...  
*Література* [1,с. 464; 12, с.305]
- 6.Монохроматичні хвилі – це хвилі ...  
*Література* [12, с.320]
- 7.Явище повного внутрішнього відбивання при падінні променя світла під кутом падіння  $i$  на границю двох прозорих діелектриків з показниками заломлення  $n_1$  та  $n_2$  спостерігається при виконанні умов:  
*Література* [1,с.464,465; 12, с.305]
- 8.Граничний кут повного внутрішнього відбивання – це кут падіння, ...  
*Література* [1,с.464,465; 12, с.305]
- 9.Укажіть правильне співвідношення між довжинами хвиль видимого світла, які відповідають червоному та фіолетовому кольору:  
*Література* [12, с.299]
- 10.При відбиванні променя світла від середовища з більшою оптичною густиною ( $n_2 > n_1$ ) фаза коливання  
*Література* [1,с.466; 12, с. 325]
- 11.Когерентні хвилі – це хвилі, які ...  
*Література* [1,с.466; 12, с.319,320]
- 12.Тонка плівка гасу на поверхні води різнокольорова, хоча гас – прозора безбарвна речовина, внаслідок явища  
*Література* [1,с.467; 12, с.325]
- 13.Який закон геометричної оптики порушується при інтерференції?  
*Література* [1,с.466,464; 12, с.304]
- 14.Що є обов'язковою умовою спостереження явища інтерференції?  
*Література* [1,с.466; 12, с.319]

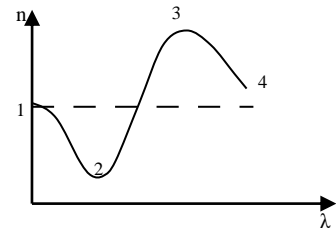
- 15.Різниця фаз коливань, що збуджують у деякій точці простору два когерентні промені, пов'язане з оптичною різницею ходу співвідношенням:  
*Література* [1,с.466; 12, с.324]
16. Оптичною різницею ходу називають величину, що визначається за формулою:  
*Література* [1,с.466; 12, с.322]
- 17.Умову мінімуму при спостереженні інтерференції двох когерентних хвиль можна записати у вигляді:  
*Література* [1,с.466; 12, с.322]
18. Дві когерентні світлові хвилі однакової амплітуди збуджують у деякій точці простору коливання світлового вектору з різницею фаз, яка дорівнює 0. Чому дорівнюватиме інтенсивність світла у цій точці?  
*Література* [1,с.466; 12, с.322]
- 19.При спостереженні інтерференційної картини від двох джерел монохроматичного світла відстань  $l$  до екрана збільшили удвічі. Як при цьому змінилася ширина інтерференційної смуги (відстані між двома сусідніми максимумами)?  
*Література* [1,с.466; 12, с.324]
- 20.Кільця Ньютона спостерігаються у відбитому світлі. У точці дотику лінзи із скляною пластинкою спостерігається темна пляма тому, що ...  
*Література* [1,с.466,467; 12, с.327]
21. Закон геометричної оптики, який порушується при дифракції, це  
*Література* [1,с.463,468; 12, с.304]
22. При проходженні світла через отвір, розміри якого порівняні з довжиною світлових хвиль, спостерігається явище ...  
*Література* [1,с.468; 12, с.332]
23. Яким оптичним явищем можна пояснити розмитість зображення мікрочастинок у мікроскопі?  
*Література* [1,с.468; 12, с.332]
- 24.Спостереження явища дифракції світла з довжиною хвилі  $\lambda$  на отворі діаметру  $d$  можливо при виконанні умови  
*Література* [3, с.141]
- 25.При спостереженні дифракції Френеля на круглому отворі у точках, розташованих на його вісі, спостерігається мінімум освітленості, якщо при розбиванні з цієї точки відкритої частини фронту хвилі на зони Френеля, в отворі укладається ...  
*Література* [12, с.335,336]
26. Хвилі, що прийшли у деяку точку простору від відповідних точок сусідніх зон Френеля мають різницю ходу  
*Література* [1,с.468; 12, с.333]
- 27.Умову максимуму при дифракції на щілині надає формула:  
*Література* [1,с.468; 12, с.338]
28. На дифракційну решітку падає нормально біле світло. У дифракційній картині, яка спостерігається, в спектрі того самого порядку смуги якого кольору є найбільш віддаленими від центру дифракційної картини?  
*Література* [1,с.469; 12, с.340]
- 29.Як співвідносяться інтенсивність  $I_1$  світла у деякій точці за екраном з отвором, що відкриває тільки центральну зону Френеля, та інтенсивність  $I$  у той же точці у відсутності екрану (відкритий фронт хвилі)?  
*Література* [12, с.335,336]
30. Умову спостереження головних максимумів при дифракції на дифракційній решітці надає формула:  
*Література* [1,с.469; 12, с.340]

31. Залежність показника заломлення світла від довжини хвилі носить назву

*Література* [12, с.347]

32. На рисунку зображена залежність показника заломлення діелектрика від довжини хвилі. Нормальній дисперсії на графіку відповідає область

*Література* [12, с.349]



33. При аномальній дисперсії світла величина показника заломлення світла у середовищі зі зростанням довжини хвилі ...

*Література* [12, с.349]

34. Згідно закону Релея найбільшого молекулярного розсіяння зазнають світлові хвилі, колір яких є ...

*Література* [12, с.342]

35. Червоний колір неба при сході та заході Сонця можна пояснити

*Література* [12, с.342]

36. За яким законом змінюється інтенсивність світла при проходженні у прозорому діелектрику в залежності від пройденого шляху?

*Література* [12, с.351]

37. Плоскополяризовані хвилі – це хвилі, у яких...

*Література* [1, с.469; 12, с.356]

38. Мінімальна інтенсивність світла, який пройшов крізь два поляризатора спостерігається, якщо кут між площинами поляризаторів дорівнює

*Література* [1, с.471; 12, с.357]

39. Поляризатор і аналізатор розташовано під кутом  $\alpha=60^\circ$  ( $\cos 60^\circ = 1/2$ ). на поляризатор падає промінь природного світла інтенсивністю  $I_0$ . Після проходження крізь систему інтенсивність дорівнюватиме:

*Література* [1, с.471; 12, с.357]

40. Яким оптичним явищем можна пояснити поглинання одного з лінійно поляризованих променів у поляроїдах?

*Література* [12, с.362]

41. Тепловим випромінюванням називають випромінювання тілами електромагнітних хвиль за рахунок енергії ...

*Література* [1, с.472; 12, с.367]

42. Пояснити, чому в пляшці з посрібленими стінками вода нагрівається повільно, а в пляшці з чорного скла – значно швидше, дає можливість закон...

*Література* [12, с.369]

43. Спектрально випромінювальна здатність абсолютно чорного тіла не залежить від

*Література* [1, с.473; 12, с.368]

44. Найнижчу температуру мають зірки, колір яких є ...

*Література* [1, с.473; 12, с.370]

45. Як зміниться довжина хвилі, що відповідає максимуму у спектрі теплового випромінювання, якщо температура тіла зростає у 2 рази?

*Література* [1, с.473; 12, с.370]

46. Згідно закону Стефана-Больцмана випромінювальна здатність абсолютно чорного тіла прямо пропорційна абсолютній температурі у ...

*Література* [1, с.473; 12, с.370]

47. Рівняння Ейнштейна для фотоэффекту записане на основі закону збереження ...

*Література* [1, с.475; 12, с.378]

48. Струм насичення при зовнішньому фотоэффекті залежить від...

*Література* [1, с.474; 12, с.377]

49. Роботи виходу електронів із літію, натрію, калію і цезію дорівнюють відповідно 2,4eВ; 2,3eВ; 2,0eВ, 1,9eВ. Частота хвилі, що відповідає „червоній межі” фотоефекта має найменше значення для

*Література* [1,с.475; 12, с.378,379]

50. Енергія фотону обчислюється за формулою:

*Література* [1,с.474; 12, с.381]

51. Маса фотону обчислюється за формулою:

*Література* [1,с.474; 12, с.381]

52. При ефекті Комптона зміна довжини хвилі  $\Delta\lambda$  буде найбільшою при куті розсіювання рентгенівських квантів, який дорівнює

*Література* [1,с.475; 12, с.382]

53. Світло з деякою об'ємною густиною енергії падає на поверхні з різними коефіцієнтами відбиття  $\rho_1$  і  $\rho_2$ , причому  $\rho_2 > \rho_1$ . Меншим є тиск світла

*Література* [1,с.474; 12, с.382]

#### 4.7 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л6

1. Довжину хвилі, яка описує хвильові властивості мікрочастинок надає формула ...

*Література* [1,с.520; 12, с.394]

2. Електрон, протон, нейтрон та  $\alpha$ -частинка мають однакові довжини хвиль де Бройля. Найменшу швидкість за цією умовою має

*Література* [1,с.520; 12, с.394]

3. Електрон, протон, нейтрон та  $\alpha$ -частинка мають однакові швидкості. Найбільша довжина хвилі де Бройля відповідає

*Література* [1,с.520; 12, с.394]

4. Співвідношення невизначеностей координати та відповідної проєкції імпульсу мікрочастинки надає ...

*Література* [1,с.520; 12, с.396]

5. Властивості хвильової функції, які впливають з її фізичного змісту - це:

*Література* [1,с.521; 12, с.399,400]

6. Ймовірнісний фізичний зміст має ...

*Література* [1,с.521; 12, с. 400]

7. Яке квантове число визначає енергію електрона в атомі?

*Література* [1,с.524; 12, с.414]

8. Момент імпульсу електрона в атомі визначає квантове число..

*Література* [1,с.524; 12, с.414]

9. Яку характеристику стану електрона в атомі визначає магнітне квантове число?

*Література* [1,с.524; 12, с.414]

10. Спінове магнітне квантове число електрона в атомі ( $m_s$ ) визначає значення

*Література* [1,с.524; 12, с.418]

11. Кількість електронів в атомі, що можуть мати однакові значення головного квантового числа дорівнює ...

*Література* [1,с.524; 12, с.420]

12. Принцип тотожності мікрочастинок полягає у ...

*Література* [12, с.418]

13. Принципу заборони Паулі підпорядковуються елементарні частинки та ядра, спин яких є

*Література* [1,с.524; 12, с.420]

14. До бозонів належать елементарні частинки, спин яких є ...

*Література* [12, с.419]

15. Тверде тіло є провідником електричного струму, якщо його валентна зона...

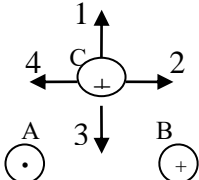
*Література* [12, с.444]

16. Кристал є діелектриком, якщо його ширина забороненої зони порядку ...

- Література* [12, с.445]
17. Провідність n- типу (електронна провідність виникає у напівпровідниках з домішкою, валентність якої ...  
*Література* [12, с.449]
18. Основними обов'язковими компонентами лазера є ...  
*Література* [12, с.430]
19. Які елементарні частинки входять до складу ядра атома?  
*Література* [1, с.537; 12, с.466]
20. Протон та нейтрон відрізняються  
*Література* [12, с.466]
21. Кількість протонів, що входить до складу ядра урану  ${}^{235}_{92}\text{U}$  дорівнює ...  
*Література* [1, с.537; 12, с.466]
22. Кількість нуклонів, що входить до складу ядра урану  ${}^{235}_{92}\text{U}$  дорівнює ...  
*Література* [1, с.537; 12, с.466]
23. Ізобарами називають атоми, ядра яких мають однакові кількості  
*Література* [12, с.467]
24. Ізотопи  ${}^{14}_7\text{N}$  та  ${}^{13}_7\text{N}$  відрізняються кількістю ...  
*Література* [12, с.467]
25. З наведених ядер  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^7_4\text{Be}$ ,  ${}^{13}_7\text{N}$ ,  ${}^6_3\text{Li}$  ізотонами є  
*Література* [12, с.467]
26. Існування найбільш стійких (магічних) ядер найбільш слушно описує  
*Література* [12, с.471]
27. Маса ядра порівняно з сумою мас протонів і нейтронів, що входять до його складу, завжди є  
*Література* [1, с.537; 12, с.467]
28. Радіоактивність – це явище ...  
*Література* [1, с.537; 12, с.471]
29. При  $\beta^+$ - розпаді ядро випромінює  
*Література* [1, с.;539]
30. Як змінюється заряд ядра при електронному бета-розпаді?  
*Література* [1, с.539; 12, с.475]
31. З яких елементарних частинок складається  $\alpha$ -частинка?  
*Література* [1, с.539; 12, с.473]
32.  $\gamma$  – випромінювання – це  
*Література* [12, с.472]
33. Частинок якого іонізуючого випромінювання не несуть електричного заряду?  
*Література* [12, с.472]
34. У магнітному полі відхиляється від напрямку поширення потік  
*Література* [1, с.539; 12, с.471,472]
35. Рівняння, яке надає закон радіоактивного розпаду, має вигляд:  
*Література* [1, с.538; 12, с.472]
36. За два періоди напіврозпаду кількість ядер радіоактивної речовини зменшується ...  
*Література* [1, с.538; 12, с.473]
37. Активність радіоактивного препарату – це ...  
*Література* [1, с.538; 12, с.473]
38. Який фізичний зміст має стала розпаду  $\lambda$ ?  
*Література* [1, с.538]
39. До ендотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять з ...  
*Література* [1, с.540; 12, с.484,485]

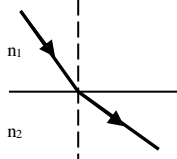
40. Найменша кінетична енергія частинок, з якої протікання реакції є енергетично живим має назву  
Література [1, с.540]
41. В будь-якій ядерній реакції виконуються закони збереження  
Література [1, с.539; 12, с.484]
42. Вибуховій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів  
Література [12, с.491]
43. При підтримці значення коефіцієнту розмноження нейтронів  $k=1$  ланцюгова реакція є  
Література [12, с.491]
44. Забезпечує зв'язок нуклонів у ядрі взаємодія  
Література [12, с.470,500]
45. Зарядова незалежність притаманна взаємодії  
Література [12, с.470,500]
46. Не належить до властивостей ядерних сил ....  
Література [12, с.470]
47. Нескінченний радіус взаємодії є характерним для взаємодій:  
Література [12, с.500]

#### 4.8 Тестові завдання до екзаменаційної роботи (3-й р.н.)

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки	
1.	Магнітне поле утворюється ...	[1]с.374 [12]с.204	
2.	Момент сил, що діє на рамку зі струмом у магнітному полі приймає максимальне значення, якщо кут між векторами $\vec{p}_m$ та $\vec{B}$ дорівнює...	[1]с.379 [12]с.205	
3.	Яка з характеристик магнітного поля не залежить від магнітних властивостей речовини, в якій створено магнітне поле?	[1]с.374 [12]с.206	
4.	Одиницею вимірювання вектора напруженості магнітного поля у Міжнародній системі одиниць є ...	[1]с.374 [3]с.109	
5.	Величина сили, що діє на провідник із струмом у магнітному полі визначається за законом ...	[1]с.378 [12]с.209 [3]с.104	
6.	Формулою, яка визначає силу Ампера є ...	[1]с.378 [12]с.209 [3]с.104	
7.	На рисунку показані перерізи трьох прямих нескінчених провідників (А, В та С), по яким течуть однакові за величиною струми. Напрямок сили, що діє на провідник С з боку магнітних полів провідників А та В при заданих напрямках струмів співпадає з напрямком вектора ...		[1]с.378 [12]с.209
8.	Закон Біо-Савара-Лапласа у скалярній формі має вигляд: ...	[1]с.375 [12]с.207 [3]с.103	
9.	Величину магнітної індукції поля колового провідника із струмом у центрі кола надає формула ...	[1]с.376 [12]с.208 [3]с.103	
10.	Магнітне поле є однорідним, якщо воно створене струмом, що	[1]с.377	

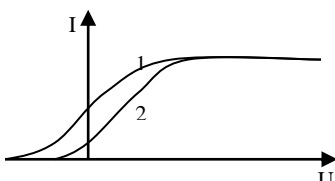
	протікає по ..	[12]с.219
11.	Напруженість магнітного поля, створеного струмом $I$ у середині соленоїда, визначається за формулою	[1]с.377 [12]с.219
12.	Якщо частинка влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції, траєкторією її руху є ...	[1]с.378 [12]с.213 [3]с.104
13.	Сила Лоренца, що діє на заряджену частинку, яка рухається в магнітному полі, дорівнює нулю, якщо	[1]с.377 [12]с.213
14.	Два електрони рухаються в однорідному магнітному полі по колу, причому радіус кола першого електрона у два рази більший за радіус другого кола ( $R_1/R_2 = 2$ ). Для швидкостей цих частинок справедливе співвідношення:	[1]с.400 [12]с.213 [3]с.104
15.	Два електрони рухаються в однорідному магнітному полі по колу, причому радіус кола першого електрона у два рази більший за радіус другого кола ( $R_1/R_2 = 2$ ). Для періодів обертання цих частинок справедливе співвідношення:	[12]с.213 [3]с.104
16.	Магнітний потік через замкнену поверхню дорівнює ...	[1]с.380 [12]с.220 [3]с.105
17.	Величина електрорушійної сили індукції залежить від ...	[1]с.380 [12]с.224
18.	Напрямок ЕРС індукції визначається за правилом ...	[1]с.380 [12]с.225
19.	За 0,5 с магнітний потік, який пронизує контур, збільшився від 1 Вб до 5 Вб. Значення ЕРС індукції, що виникає при цьому в контурі, дорівнює:	[1]с.380 [12]с.225
20.	Залежність між ЕРС самоіндукції та швидкістю зміни сили струму у контурі є	[1]с.382 [12]с.229
21.	Що відбувається з індуктивністю соленоїда при внесенні сталевого осереддя?	[1]с.382 [12]с.229
22.	Як змінюється енергія магнітного поля соленоїда при збільшенні сили струму в ньому в 3 рази?	[1]с.386 [12]с.234
23.	Незначно підсилюють зовнішнє магнітне поле ...	[1]с.386 [12]с.241
24.	Явище магнітного гістерезису спостерігається у	[1]с.386 [12]с.244
25.	Для діамагнетиків справедливі нерівності...	[1]с.386 [12]с.241
26.	Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке відображує можливість утворення магнітного поля електричним, має вигляд:	[1]с.387,388 [12]с.251
27.	Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке відображує вихровий характер електричного поля, утвореного змінним магнітним полем, має вигляд:	[1]с.387,388 [12]с.251
28.	Циклічна частота точки, яка здійснює гармонічні коливання з періодом $T=2$ с дорівнює:	[1]с.423 [12]с.256 [3]с.113
29.	Закон, за яким відбуваються коливання точки має вид: $x = 2 \sin 5t$ (см). Максимальне значення прискорення точки дорівнює:	[1]с.424 [12]с.258 [3]с.111
30.	Енергія коливального руху, якщо амплітуду коливання зменшити в 2	[1]с.424



	рази, а частоту збільшити у 4 рази:	[12]с.258 [3]с.112
31.	Правильно описує вимушені гармонічні коливання рівняння:	[1]с.427 [12]с.272 [3]с.119
32.	Якщо при інших рівних умовах зменшити коефіцієнт загасання $\delta$ , резонансна частота вимушених коливань	[1]с.429 [12]с.274
33.	Точка приймає участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях однакової частоти, однакової амплітуди з різницею фаз $\Delta\varphi = \pm \pi$ . Траєкторією точки є:	[1]с.432 [12]с.266 [3]с.116
34.	Додаються два коливання одного напрямку та періоду. Амплітуда результуючого коливання дорівнюватиме $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$ при різниці фаз ...	[1]с.430 [12]с.264 [3]с.114
35.	Як зміниться період коливань коливального контуру, у якому індуктивність зменшили у чотири рази (опір не враховувати)?	[1]с.429 [12]с.263
36.	Яка залежність існує між частотою коливань у коливальному контурі та його електроємністю?	[1]с.429 [12]с.263 [3]с.126
37.	Правильно описує власні коливання у коливальному контурі рівняння	[1]с.426 [12]с.263 [3]с.126
38.	Умовою виникнення резонансу у коливальному контурі, опором якого можна знехтувати є ...	[1]с.426,429 [12]с.274 [3]с.130
39.	Пружні поперечні хвилі можуть розповсюджуватися	[1]с.433 [12]с.285
40.	При розповсюдженні хвилі періодичність коливань у часі задається	[1]с.433 [12]с.286 [3]с.121
41.	Означення поняття «густина потоку енергії» надає формула:	[1]с.437
42.	Що визначає вектор Умова-Пойнтінга?	[1]с.440 [12]с.301
43.	У зображеному на рисунку випадку співвідношення між швидкостями світла має вигляд...	[1]с.464 [12]с.305 [3]с.133
		
44.	З якого закону випливає закон оборотності світла...	[1]с.464 [3]с.133
45.	Явище повного внутрішнього відбивання може спостерігатися тільки, якщо...	[1]с.464 [12]с.305
46.	Як змінюється кут заломлення світла при переході світла у середовище з меншим показником заломлення?	[1]с.464 [12]с.305 [3]с.133
47.	Швидкість світла у склі з абсолютним показником заломлення 1,5 дорівнює:	[1]с.464 [12]с.305 [3]с.133
48.	Укажіть правильне співвідношення між частотами хвиль видимого світла	[12]с.299 [3]с.135

49.	До явищ, в яких проявляється хвильова природа світла, належать явища	[1]с.466,468 [12]с.321,332 [3]с.134,141
50.	Принцип незалежності світлових променів (суперпозиції) порушується при явищі...	[1]с.466 [12]с.321 [3]с.133,134
51.	Забарвлення поверхні мильної плівки пояснюється явищем ...	[1]с.467 [12]с.325 [3]с.141
52.	Два джерела світла обов'язково когерентні, якщо	[1]с.467 [12]с.322
53.	Оптична різниця ходу двох променів у склі ( $n= 1,5$ ) порівняно з їх геометричною різницею ходу $\epsilon$	[1]с.467 [12]с.322 [3]с.136
54.	Умову максимуму при спостереженні інтерференції двох когерентних хвиль можна записати у вигляді:	[1]с.467 [12]с.322
55.	Дві некогерентні світлові хвилі збуджують у деякій точці простору коливання однакової амплітуди. Інтенсивність світла у точці дорівнюватиме:	[12]с.321 [3]с.136
56.	Дві когерентні світлові хвилі збуджують у деякій точці простору коливання однакової амплітуди з різницею фаз рівною $\pi$ . Інтенсивність світла у точці дорівнюватиме:	[12]с.321 [3]с.136
57.	При спостереженні інтерференційної картини від двох джерел світла відстань $d$ між ними збільшили удвічі. Як змінилася при цьому ширина інтерференційної смуги (відстані між двома сусідніми максимумами) ?	[1]с.466 [12]с.323
58.	Установка для спостереження кілець Ньютона освітлюється монохроматичним світлом. повітряний простір між лінзою і скляною пластинкою заповнили водою (показник заломлення $n=1,33$ ). Як при цьому змінилися радіуси кілець Ньютона?	[1]с.467 [12]с.327
59.	При спостереженні інтерференції від двох когерентних джерел білого світла центральний (нульовий) максимум $\epsilon$ ..	[12]с.324,325
60.	При спостереженні дифракції на круглому диску в центрі екрана завжди спостерігається...	[12]с.336 [3]с.145
61.	Якою буде інтенсивність світла у точці на осі круглого утвору, якщо при розбитті з цієї точці відкритої частини фронту хвилі на зони Френеля у отворі містяться 3 зони Френеля?	[12]с.335,336 [3]с.145
62.	Умову максимуму при дифракції на щілині надає формула ( $a$ – ширина щілини; $d$ – постійна (період) ґратки)	[1]с.468 [12]с.338 [3]с.146
63.	Що відбудеться з масштабом дифракційної картини, отриманої за допомогою дифракційної решітки, при перекритті кожної другої щілини (збільшенні періоду решітки у два рази)?	[1]с.469 [12]с.340 [3]с.147
64.	Умову спостереження головних мінімумів при дифракції на дифракційній решітці надає формула:	[1]с.469 [12]с.340
65.	На дифракційну решітку падає нормально біле світло. в дифракційній картині, яка спостерігається, ближче до центру розташовані смуги, колір яких $\epsilon$ ...	[1]с.469 [12]с.340 [3]с.147
65.	На рисунку зображена залежність показника заломлення діелектрика від довжини хвилі. Аномальній дисперсії на графіку	[12]с.349 [3]с.151

	<p>відповідає область</p>	
66.	При нормальній дисперсії світла величина показника заломлення світла у середовищі зі зростанням довжини хвилі...	[12]с.349 [3]с.151
67.	Яким оптичним явищем можна пояснити розкладання білого світла у спектр за допомогою призми...	[12]с.347,348 [3]с.151
68.	Найбільший коефіцієнт заломлення для скла має промінь...	[12]с.349 [3]с.151
69.	Для розкладання білого світла у спектр можна використати явища ...	[12]с.347,348 [3]с.151
70.	Згідно закону Бугера інтенсивність світла в залежності від шляху в речовині змінюється ...	[12]с.351 [3]с.153
71.	Блакитний колір неба пояснюється ...	[12]с.342 [3]с.154
72.	Згідно закону Релея залежність інтенсивності розсіяного світла від довжини хвилі при молекулярному розсіюванні має вигляд...	[12]с.342 [3]с.154
73.	Явище, що свідчить про поперечність світлових хвиль, має назву...	[1]с.469 [12]с.356 [3]с.148
74.	За законом Малюса максимальна інтенсивність світла, який пройшов крізь два поляризатора спостерігається, якщо кут між площинами поляризаторів дорівнює	[1]с.471 [12]с.357 [3]с.149
75.	Поляризатор і аналізатор розташовано під кутом $\alpha=45^\circ$ ( $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ). На поляризатор падає промінь природного світла інтенсивністю $I_0$ . Після проходження крізь систему інтенсивність дорівнюватиме...	[1]с.471 [12]с.357 [3]с.149
76.	Квантову природу світла підтверджують явища...	[1]с.474,475 [12]с.376,382 [3]с.158,159
77.	Абсолютне чорне тіло – тіло, спектральна поглинальна здатність якого дорівнює ...	[1]с.473 [12]с.368 [3]с.156
78.	Згідно закону Віна при збільшенні температури тіла довжина хвилі, що відповідає максимуму спектральної випромінювальної здатності...	[1]с.473 [12]с.370 [3]с.157
79.	Випромінювальна здатність $R_e$ абсолютно чорного тіла залежить від...	[1]с.473 [12]с.370 [3]с.156
80.	При зростанні температури тіла у два рази, інтегральна випромінювальна здатність теплового випромінювання збільшується у ...	[1]с.473 [12]с.370 [3]с.157
81.	Енергія кванта фіолетового світла ( $\lambda=0,35$ мкм) порівняно з енергією кванта червоного світла ( $\lambda=0,7$ мкм)...	[1]с.474 [12]с.372

		[3]с.157	
82.	Імпульс фотону обчислюється за формулою...	[1]с.474 [12]с.381	
83.	Найбільшу масу має квант світла, колір якого є ...	[1]с.474 [12]с.381	
84.	Вираз $h\nu - \frac{mv_{\max}^2}{2}$ дорівнює...	[1]с.475 [12]с.378 [3]с.158	
85.	Робота виходу електронів з вольфраму, срібла, натрію і калію дорівнює відповідно 4,5 еВ; 4,7 еВ; 2,3 еВ; 2,0 еВ. При однаковій частоті світла найбільше значення максимальної кінетичної енергії будуть мати фотоелектрони, що вилетіли з...	[1]с.475 [12]с.378 [3]с.158	
86.	Від чого залежить червона границя зовнішнього фотоефекту...	[1]с.475 [12]с.378 [3]с.159	
87.	На рисунку представлені дві вольт-амперні характеристики фотоелементу, які отримані при освітленні його світлом різної частоти. Меншій частоті хвилі відповідає графік ...		[1]с.475 [12]с.379 [3]с.158
88.	При комптонівському розсіюванні рентгенівських променів зміна довжини хвилі $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ залежить від ...	[1]с.475 [12]с.382 [3]с.159	
89.	Зміну довжини хвилі при комптонівському розсіюванні рентгенівських променів на речовині є результатом...	[1]с.475 [12]с.383	
90.	При однаковій інтенсивності світла більшого тиску з боку світла зазнає поверхня, яка є...	[1]с.474 [12]с.382	
91.	Які властивості мікрочастинки можна обчислити за допомогою формули де Бройля?	[1]с.520 [12]с.394 [3]с.163	
92.	З наведених формул формулою де Бройля для довжини хвилі мікрочастинки є...	[1]с.520 [12]с.394 [3]с.163	
93.	Електрон, протон, нейтрон та $\alpha$ -частинка мають однакові довжини хвиль де Бройля. Найбільшу швидкість за цією умовою має	[1]с.520 [12]с.394 [3]с.163	
94.	Співвідношення невизначеностей координати та відповідної проекції імпульсу мікрочастинки пов'язані з...	[12]с.396 [3]с.164	
95.	Умова нормування: хвильової функції у одновимірному випадку має вигляд...	[1]с.521 [12]с.400	
96.	Яку характеристику стану електрона в атомі визначає головне квантове число?	[1]с.524 [12]с.414 [3]с.178	
97.	Яку характеристику стану електрона в атомі визначає орбітальне квантове число?	[1]с.524 [12]с.414 [3]с.178	
98.	Проекцію моменту імпульсу електрона в атомі на фізично виділений напрям визначає квантове число...	[1]с.524 [12]с.414 [3]с.180	
99.	Власний момент імпульсу електрона визначає квантове число...	[1]с.524	

		[12]с.418 [3]с.180
100.	Кількість значень, які може приймати магнітне квантове число $m_l$ при заданому квантовому числі $l$ дорівнює...	[1]с.524 [12]с.414 [3]с.179
101.	Кількість нейтронів, що входить до складу ядра урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ дорівнює ...	[1]с.537 [12]с.467 [3]с.186
102.	Ізомерами називають атоми радіоактивних елементів, ядра яких мають однаковий...	[12]с.186
103.	З наведених ядер ${}^7_3\text{Li}$ , ${}^7_4\text{Be}$ , ${}^{13}_7\text{N}$ , ${}^6_3\text{Li}$ ізобарами є	[12]с.467 [3]с.186
104.	Ізотонами називають атоми, ядра яких мають однакові кількості	[3]с.186
105.	З наведених ядер ${}^7_3\text{Li}$ , ${}^7_4\text{Be}$ , ${}^{13}_7\text{N}$ , ${}^6_3\text{Li}$ ізотопами є	[12]с.467 [3]с.186
106.	Реакцію ділення важких ядер найбільш слушно описує модель	[12]с.470 [3]с.189
107.	При $\beta^-$ -розпаді ядро випромінює	[1]с.539 [12]с.475,476 [3]с.193
108.	У магнітному полі не відхиляється від напрямку поширення потік	[12]с.477 [3]с.191
109.	При $\alpha$ -розпаді ядро випромінює ...	[1]с.539 [12]с.471 [3]с.191
110.	Період напіврозпаду радіоактивних ядер – проміжок часу, за який кількість ядер радіоактивного елементу зменшується у	[1]с.538 [12]с.473 [3]с.191
111.	Загальну кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називають ...	[1]с.538 [12]с.473 [3]с.194
112.	Залежність кількості ядер радіоактивної речовини від часу є ...	[1]с.538 [12]с.473 [3]с.191
113.	Як зміниться активність радіоактивної речовини за два періоди напіврозпаду?	[1]с.538 [12]с.473 [3]с.194
114.	Ядерна взаємодія нуклонів в ядрі отримала назву	[12]с.500 [3]с.190
115.	До екзотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять з ...	[1]с.540 [12]с.485
116.	Згасаючій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів...	[12]с.491 .
117.	Керованій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів:	[12]с.491
118.	Яким видам взаємодій притаманна короткодія?	[12]с.500 [3]с.190
119.	Насичення є характерною особливістю взаємодії...	[12]с.470 [3]с.190

## 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.