

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності

протокол № 1 від «15» серпня 2023 року  
Голова групи Шекк П.В.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного ф-ту  
Чугай А.В.

(назва факультету, прізвище, ініціали)

**СИЛЛАБУС**  
навчальної дисципліни  
« ФІЗИКА »

207 Водні біоресурси та аквакультура  
(шифр та назва спеціальності)

«Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»  
(назва освітньої програми)

бакалавр	заочна
(рівень вищої освіти)	(форма навчання)
I	іспит
(рік навчання)	(форма контролю)
(семестр навчання)	(кількість кредитів ЄКТС/годин)
фізики та технологій захисту навколишнього середовища	
(кафедра)	

Одеса, 2023 р.

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

Співак А.Я., старший викладач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н.

(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: лекційні модулі – Кудашкіна Л.С., доцент кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н, доцент лабораторні заняття – Сідлецька Л.М., старший викладач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища

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

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності
Герасимов О.І., Андріанова І.С.	07.09.2021 , прот.№2	03.11.2022

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Забезпечення засвоєння студентами у достатньо повному об'ємі фундаментальних законів сучасної фізики, 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.
Компетентність	K14 Здатність досліджувати біохімічні, гідробіологічні, гідрохімічні, генетичні та інші зміни об'єктів водних біоресурсів та аквакультури і середовища їх існування K21 Здатність сприймати нові знання в галузі водних біоресурсів та аквакультури та інтегрувати їх з наявними.
Результат навчання	P08 Використовувати знання і розуміння біотопів водойм, життєвих форм гідробіонтів, впливу факторів на водні організми, їх життєдіяльність, популяції гідробіонтів та гідробіоценози, гідроекосистем, гідробіології морів, океанів, континентальних водойм під час вирощування об'єктів водних біоресурсів та аквакультури. P14 Знати та розуміти сучасні водні біоресурси та аквакультуру (фізіологію та біохімію гідробіонтів, рибальство, аквакультуру природних та штучних водойм, марикультуру, акліматизацію гідробіонтів) на рівні відповідно до сучасного стану розвитку водних біоресурсів та аквакультури. P15 Розуміти зв'язки водних біоресурсів та аквакультури із зоологією, хімією, біологією, фізикою, механікою, електронікою та іншими науками.
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	немає
Попередні дисципліни	немає
Наступні дисципліни	немає
Кількість годин	Лекції (настановна) – 2 год., лабораторні заняття – 8 год., консультації – 8 год., самостійна робота студентів – 162 год.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційний модуль.

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<p style="text-align: center;"><b>Механіка</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Молекулярна фізика та термодинаміка</b></p> <p><b>Тема 1. Кінематика та динаміка матеріальної точки та твердого тіла.</b>            Основні поняття класичної механіки – матеріальна точка, тверде тіло, суцільне середовище. Системи відліку. Середня та миттєва швидкість. Прискорення,. Нерівномірний рух точки уздовж довільної траєкторії. Розклад руху твердого тіла на складові: поступальний та обертальний. Зв'язок між лінійними та кутовими змінними.</p>	0,5	5
	<p><b>Тема2. Закони збереження.</b>            Імпульс та момент імпульсу точки і системи матеріальних точок. Сили в механіці. Рівняння руху. Центр мас.            2.1. Момент сили, момент імпульсу відносно полюсу та осі. Момент інерції. Теорема Штейнера. Рівняння руху твердого тіла.            2.2. Ізольовані системи. Закони збереження імпульсу та моменту імпульсу. Робота сил. Потенціальні сили. Потенціальна і кінетична енергія. Закон збереження і перетворення енергії в механіці. Закони збереження при зіткненні тіл. Реактивний рух. Рівняння Мещерського.  <b>Тема3. Інерціальні і неінерціальні системи відліку. Сили інерції.</b>            Сили інерції. Неінерціальні системи відліку, які рухаються поступально та обертально. Рівняння руху та закони збереження в неінерціальних системах відліку.  <b>Тема 4 Механіка рідин та газів.</b>            Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Елементи гідродинаміки. Закон Бернуллі. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса. Обтікання тіл.  <b>Тема 5. Елементи спеціальної теорії відносності.</b>  <b>Тема 6. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів</b>            1.1. Термодинамічні параметри. Рівняння стану. Ізопроеци в ідеальному газі. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Середня кінетична енергія молекул. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Розподіл Больцмана, барометрична формула.            1.2 Середнє число зіткнень і довжина вільного пробігу молекул. Явища переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя).  <b>Тема 7. Перший закон термодинаміки.</b>            Внутрішня енергія. Теплота і робота. Перший закон термодинаміки, його застосування до ізопроеци.            Число ступенів свободи молекул. Закон розподілу</p>	0,5	15

	<p>енергії за ступенями свободи. Теплоємність газу. Адіабатичний процес. Робота ідеального газу в різних ізопроцесах.</p> <p><b>Тема 8. 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 9. 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 рідини. Насичений пар. Молекулярна будова твердих тіл.          Поняття фази, фазових переходів першого та другого роду. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.</p>		15
	<b>Модульна тестова контрольна робота №1</b>		5
ЗМ-ЛІ2	<p><b>Електростатика. Електродинаміка та магнетизм</b>  <b>Коливання та хвилі</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> <p><b>Тема 2. Постійний електричний струм.</b>          2.1 Електричний струм, густина струму. Закон Ома. Опір провідників. Електрорушійна сила. Робота і потужність струму. Закон Джоуля-Ленца.          2.2 Електричний струм у вакуумі, газовий розряд. Поняття про плазму.</p> <p><b>Тема 3. Електромагнетизм.</b>          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 в речовині. Класифікація речовин за магнітними властивостями. Феромагнетики.          Електромагнітна індукція. Закон Фарадея. Рівняння</p>	0,5	25

	<p>Максвелла для електромагнітного поля.</p> <p><b>Тема 4. Коливання і хвилі.</b></p> <p>2.1 Власні 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>		
	<b>Модульна тестова контрольна робота №2</b>		<b>5</b>
ЗМ-ЛЗ	<p><b>Оптика. Елементи квантової механіки.</b></p> <p><b>Фізика атомного ядра</b></p> <p><b>Тема 1. 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 ґратці, формула Вульфа-Брегга.</p> <p><b>Тема 2. Взаємодія світла з речовиною.</b></p> <p>Відбиття, заломлення світла. Дисперсія світла. Поляризація світла. Закон Малюса, закон Брюстера, подвійне променезаломлення. Розсіяння та поглинання світла.</p> <p><b>Тема 3. Корпускулярні властивості електромагнітного випромінювання.</b></p> <p>Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа, Віна, Стефана-Больцмана. Гіпотеза Планка. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна для фотоелектричного ефекту. Ефект Комптона.</p> <p><b>Тема 4. Хвильові властивості речовини.</b></p> <p>Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвилі де Бройля. Хвильова функція, ймовірнісна інтерпретація квантових явищ. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шрединґера. Принцип суперпозиції.</p> <p><b>Тема 5. Будова атомів і молекул.</b></p> <p>Моделі будови атома. Теорія атома гідрогену по Бору. Квантово-механічний опис гідрогеноподібного атома. Квантування енергії, моменту імпульсу і проєкції моменту імпульсу. Спін електрона. Багатоелектронні атоми, принцип Паулі. Будова електронних оболонок і властивості елементів періодичної системи Менделєєва.</p> <p><b>Тема 6. Фізика атомного ядра.</b></p> <p>Будова і властивості атомного ядра. Склад ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Природа ядерних сил.</p> <p>Радіоактивне випромінювання та його види. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення.</p> <p>Ядерні реакції. Ланцюгові реакції ядер. Реакції термоядерного синтезу. Ядерна енергетика.</p> <p>Елементарні частинки, їх класифікація. Фундаментальні взаємодії. Космічне випромінювання.</p>	0,5	25

	<b>Модульна тестова контрольна робота №3</b>		<b>5</b>
	<b>Іспит</b>		<b>20</b>
	<b>Разом</b>	<b>2</b>	<b>120</b>

**Консультації:** Викладач: Кудашкіна Лариса Сергіївна ([kuda2003@ukr.net](mailto:kuda2003@ukr.net))

Дні тижня: згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: вівторок з 16.05. Аудиторія 301 (НЛК №2)

## 2.1. Практичний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	<b>Практичний модуль №1. Лабораторні роботи.</b>		
	<b>«Механіка»</b>		
	Лабораторна робота 1. "Визначення похибок вимірювань. Обчислення похибок на прикладі визначення густини матеріалу тіла".	2	6
	Лабораторна робота 2. "Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника".	1	4
	<b>«Молекулярна фізика»</b>		
	Лабораторна робота 3. "Визначення в'язкості рідини за методом Стокса".	1	6
	<b>«Електромагнетизм»</b>		
	Лабораторна робота 4. "Дослідження магнітних властивостей феромагнетика".	1,5	8
<b>«Оптика»</b>			
Лабораторна робота 5 "Визначення коефіцієнту заломлення скла за допомогою мікроскопу".	0,5	6	
Лабораторна робота 6 "Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки"	0,5	4	
Лабораторна робота 7. "Визначення сталої Стефана-Больцмана".	1,5	8	
	Разом:	8	42

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

**Перелік лабораторій:** Лабораторія фізики кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ.

1. Лабораторії – ауд.303, ауд.302 (навчально-лабораторний корпус 2).

Перелік лабораторного обладнання:

Обладнання – фізичні прилади лабораторії фізики кафедри фізики кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища.

**Консультації:** Сайт фізики кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ. URL: <http://dpt12s.odeku.edu.ua/> Викладач: Сідлецька Л.М. (milapolonskaa@ukr.net), згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: четвер з 16.10 (ауд.302(2)).

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

## 2.2. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л0	Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	5 5	
ЗМ-Л1	Самостійне вивчення матеріалу “Сили в механіці” з теми 1. Самостійне вивчення матеріалу п.9.2. теми 9. Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	25 5	
ЗМ-Л2	Самостійне вивчення матеріалу п.2.2. теми 2. Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	25 5	
ЗМ-Л3	Виконання модульної тестової контрольної роботи (обов'язковий)	25 5	
ЗМ-П1	Підготовка (оформлення) матеріалів лабораторної роботи (обов'язковий).	42	
	Підготовка до іспиту (обов'язковий)	20	
	Разом:	162	

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

**Консультації:** Викладач: Кудашкіна Лариса Сергіївна (e-mail: [kuda2003@ukr.net](mailto:kuda2003@ukr.net))

Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ. URL: [www.dpt12s.odeku.edu.ua](http://www.dpt12s.odeku.edu.ua).

Дні тижня: згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: вівторок з 16.05. Аудиторія 301 (НЛК №2)

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

**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 вмій (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 – 8 годин:**

Викладач: Кудашкіна Лариса Сергіївна (e-mail: [kuda2003@ukr.net](mailto:kuda2003@ukr.net))

Сайт кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ. URL: <http://dpt12s.odeku.edu.ua/>.

Дні тижня: згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри: вівторок з 16.05. Аудиторія 301 (НЛК №2)

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

Якщо результати опанування навчальної дисципліни протягом самостійної роботи студентом є незадовільними, викладач рекомендує такому студенту взяти участь у консультаційній 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. В цих сесіях беруть участь студенти, які не мають можливості самостійно опанувати завданнями на



самостійну роботу або мають бажання виконати практичну частину самостійної роботи під керівництвом викладача.

В Zoom форматі (з попереднім узгодженням часу зустрічі викладача зі студентами): <https://us05web.zoom.us/j/3137444960?pwd=a2ljOFV6c0ExYzREcEhsaUhvRVhDUT09>.

Під час самостійної роботи студент має можливість спілкування з викладачем університету, який викладає цю навчальну дисципліну, за допомогою засобів електронного (e-mail: [kuda2003@ukr.net](mailto:kuda2003@ukr.net)). і мобільного зв'язку та/або у системі Е-навчання (<http://dpt12s.odeku.edu.ua/>).

Неучасть студента у консультаційних сесіях не позначається на оцінюванні його навчальних досягнень виконання навчального плану.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ**

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 можуть проводитися консультації тощо;
- 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.

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

## **Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-Л0, ЗМ-Л1, ЗМ-Л2**

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

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

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

ЗМ-Л0 - 20 балів, ЗМ-Л1 - 20 балів, ЗМ-Л2 - 20 балів, ЗМ-Л3 - 20 балів

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати з лекційної частини, складає 80 балів.

### **1.Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-Л0.**

Модульна контрольна робота МКР0 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

### **2. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-Л1.**

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної

дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

### **3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л2.**

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

### **4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л3.**

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

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

Формою контролю практичного модулю ЗМ-П1 є перевірка оформлення матеріалів виконаної лабораторної роботи. Всього за практичні (лабораторні) заняття студент може отримати **20 балів**.

Лабораторні заняття проводяться у лабораторіях фізики кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища. Прилади та лабораторне обладнання вказується у методичних вказівках кафедри до кожної конкретної роботи.

### **6. Методика проведення та оцінювання іспиту**

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем є іспит.

*Для денної форми навчання* допуск до іспиту за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 20 балів за практичну частину дисципліни (для іспиту).

Суми балів, які отримав студент за всіма змістовними модулями навчальної дисципліни, формують інтегральну оцінку поточного контролю студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску студента до іспиту. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до іспиту.

Загальна кількість балів підсумкового контролю складає **100 балів**.

Підсумковий семестровий контроль передбачає дві форми оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни:

- кількісна оцінка (бал успішності);
- якісна оцінка.

### **Методика визначення загальної екзаменаційної оцінки.**

*Для денної форми навчання* студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується іспитом, складає письмовий іспит за затвердженим розкладом та процедурою, яка виписана у пп. 2.7–2.10 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, причому загальний бал успішності з дисципліни є усередненим між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою, одержаною студентом на іспиті; якщо ж кількісна оцінка, одержана студентом на іспиті, менше 50% від максимально можливої, то загальний бал успішності дорівнює балу успішності на іспиті.

Екзаменаційний білет містить 25 тестових завдань. Максимальна оцінка за правильні відповіді на всі питання складає 100 балів.

Бали успішності (у відсотках), які студент отримав за підсумками іспитів переносяться до графі 4 заліково-екзаменаційній відомості.

Згідно з п 1.3 «Положення про критерії оцінки знань студентів в ОДЕКУ» процедура проведення іспиту, максимальна кількість балів за кожне питання та по білету в цілому, доводиться до відома студентів на початку семестру.

Накопичена підсумкова оцінка засвоєння студентом заочної форми навчання навчальної дисципліни розраховується для дисциплін, що закінчуються іспитом, як:

$$ПО = 0,5ОПК + 0,5(ОЗЕ + ОМ).$$

де:

ОПК – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходу підсумкового контролю;

ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період.

Одержана накопичена підсумкова оцінка виставляється викладачем у заліково-екзаменаційну відомість встановленого зразка.

Заходи семестрового контролю (заліки або екзамени) можуть проводитися з використанням системи е-навчання; у цьому разі перелік цих заліків та екзаменів визначається наказом по університету. Підсумковий контроль (іспит) з дисципліни проводиться в період заліково-екзаменаційної сесії і складається з тестових завдань закритого типу, які потребують від студента вибору правильних відповідей з чотирьох запропонованих у запитанні.

Якщо студент отримав на іспиті незадовільну оцінку, або не мав допуску до іспиту, він після ліквідації своєї заборгованості проходить тестування на комісії по тестах на базові знання та вміння.

Оцінка за іспит є середньоарифметичною з оцінок у відсотках за кожне питання.

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 незначною кількістю помилок	90 - 100
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
FX	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-Л0. Нульовий модуль з механіки.

##### 3.1.1. Повчання

#### Тема 1. Кінематика матеріальної точки та твердого тіла.

Основні поняття класичної механіки – матеріальна точка, тверде тіло, суцільне середовище. Системи відліку. Середня та миттєва швидкість. Прискорення. Нерівномірний рух точки уздовж довільної траєкторії. Розклад руху твердого тіла на складові: поступальний та обертальний. Зв'язок між лінійними та кутовими змінними.

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, зв'язок між лінійними та кутовими характеристиками руху. Закон руху при прямолінійному рівномірному та рівнозмінному русі. Складові прискорення при криволінійному русі, їх фізичний зміст.

Усвідомити можливість представлення руху твердого тіла як сукупності поступального та обертального руху та використання лінійних та кутових змінних для опису цих видів руху.

Література [1, 2, 3, 4, 9]

##### 3.1.2. Питання для самоперевірки

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

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

## 3.2. Модуль ЗМ-Л1 «Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка»

### 3.2.1. Повчання

#### **Тема 1. Динаміка матеріальної точки, системи матеріальних точок.**

Імпульс та момент імпульсу точки і системи матеріальних точок. Сили в механіці. Рівняння руху. Центр мас.

При вивченні теми звернути увагу на такі питання: закони Ньютона; принцип незалежності дії сил; рівняння руху матеріальної точки та системи матеріальних точок. Слід усвідомити, що на рух окремого тіла впливають усі сили (як зовнішні, так і внутрішні), що діють на нього, в той час, як рух системи тіл (матеріальних точок) визначається дією тільки зовнішніх сил. З останнього випливає закон збереження імпульсу замкненої системи.

При самостійному вивченні питання про сили в механіці 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, 2, 3, 4, 9]

#### **Тема 2. Динаміка твердого тіла. Закони збереження.**

2.1. Момент сили, момент імпульсу відносно полюсу та осі. Момент інерції. Теорема Штейнера. Рівняння руху твердого тіла.

2.2. Ізольовані системи. Закони збереження імпульсу та моменту імпульсу. Робота сил. Потенціальні сили. Потенціальна і кінетична енергія. Закон збереження і перетворення енергії в механіці. Закони збереження при зіткненні тіл. Реактивний рух. Рівняння Мещерського.

При вивченні закону динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла зверніть увагу на 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. Засвоєнню матеріалу може сприяти усвідомлення аналогії між кінематичними та динамічними характеристиками, які використовуються для опису поступального та обертального рухів тіла.

При вивченні питань п.2.2 приділіть увагу питанням: 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, 2, 3, 4, 9]

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

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

При вивченні теми усвідомити, з якою метою та яким способом вводять сили інерції у неінерціальних системах відліку; який вигляд має рівняння руху тіла в неінерціальній системі відліку. Розглянути сили інерції (відцентрова сила та сила Коріоліса), що діють у системах відліку, які обертаються; відміну між умовами їх виникнення; вплив сили Коріоліса на рух повітряних та водних потоків.

*Література* [1, 2, 3, 4, 9]

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

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

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

*Література* [1, 2, 3, 4, 9]

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

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

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

*Література* [1, 2, 3, 4, 9]

### **Тема 6. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів**

1.1. 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.

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

При вивченні п.1.1 теми 6 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 (п.1.2) на явища переносу, які лежать в основі великої кількості природних та технологічних процесів.

*Література* [1, 2, 3, 5, 9]

### **Тема 7. Перший закон термодинаміки.**

Внутрішня енергія. Теплота і робота. Перший закон термодинаміки, його застосування до ізопроцесів.

Число ступенів свободи молекул. Закон розподілу енергії за ступенями свободи. Теплоємність газу. Адіабатний 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, 2, 3, 5, 9]

### **Тема 8. 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 уяснити 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.

*Література* [1, 2, 3, 5, 9]

### **Тема 9. 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 рідини. 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. Уяснити 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, 2, 3, 5, 9]

#### *3.2.2. Питання для самоперевірки*

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

13. Закон збереження якої величини використовується при реактивному русі?
- 14.\* Яка фізична сутність тертя? У чому відміна сухого тертя від рідкого? Від чого залежить сила тертя?
- 15.\* Сформулюйте закон Гука? Коли він є справедливим?
- 16.\* Сформулюйте закон всесвітнього тяжіння. Для яких тіл він виконується?
- 17.\* Що таке сила тяжіння? вага тіла? У чому відміна ваги тіла від сили тяжіння?
- 18.\* Яка величина характеризує інертні властивості тіла при обертальному русі? Від чого залежить її значення?
- 19.\* Що називається моментом сили відносно нерухомої точки (полюсу)? відносно нерухомої осі? Як визначається напрям моменту сили?
- 20.\* Що таке момент імпульсу матеріальної точки? твердого тіла? Як визначається напрям вектора моменту імпульсу?
- 21.\* Який вигляд має основний закон динаміки обертального руху твердого тіла?
- 22.\* У чому полягає закон збереження моменту імпульсу? У яких системах він виконується? Наведіть приклади.
23. Порівняйте основні закони динаміки поступального і обертального руху та установіть аналогію між величинами, що входять у рівняння законів.
- 24.\* 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?
- 25.\* Кінетична енергія механічної системи, її властивості. Формули кінетичної енергії поступального та обертального руху тіла.
26. Що таке консервативні сили? Що відрізняє консервативні сили від дисипативних сил?
- 27.\* Дайте означення потенціальної енергії тіла (системи). Що необхідно указати для надання однозначності потенціальній енергії?
- 28.\* За яких умов зберігається повна механічна енергія системи тіл?
29. З якою метою і яким способом в неінерціальних системах відліку вводять сили інерції? Чи виконуються закони збереження імпульсу, енергії у неінерціальних системах?
30. У якому випадку на тіло в неінерціальній системі відліку діє а) тільки відцентрова сила інерції? б) і відцентрова сила інерції, і сила Коріоліса?
- 31.\* Чому дорівнює величина та який напрям має відцентрова сила інерції?
- 32.\* Чому дорівнює величина та за яким правилом визначається напрям сили Коріоліса. Чи може ця сила змінити кінетичну енергію тіла?
- 33.\* У чому полягає закон нерозривності течії?
- 34.\* На основі якого закону збереження виводиться рівняння Бернуллі? Поясніть зміст кожного члену цього рівняння.
- 35.\* Яку умову надає число Рейнольдса? Охарактеризуйте течію за умовою, коли число Рейнольдса а) є меншим; б) перевищує критичне значення.
36. Які величини є інваріантними (не залежать від вибору інерціальної системи відліку) в спеціальній теорії відносності?
37. За якою умовою основне рівняння динаміки зберігає свою форму в спеціальній теорії відносності?
38. Який закон є узагальненням законів збереження маси та енергії у спеціальній теорії відносності? Запишіть його рівняння.
39. Що розуміють під термодинамічною системою?
- 40.\* Що таке термодинамічні параметри системи? Які основні термодинамічні параметри Вам відомі? Що таке рівняння стану термодинамічної системи?
41. Які припущення лежать в основі моделі ідеального газу?
- 42.\* Ізопроееси; їх зображення; закони, які описують поведінку ідеального газу в ізопроеесах.
- 43.\* Рівняння стану ідеального газу (рівняння Клапейрона – Менделєєва). Закон Дальтона. Закон Авогадро.
- 44.\* Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, його зміст.



- 45.\* У чому полягає молекулярно-кінетичне тлумачення тиску газу? Термодинамічної температури?
46. Середня квадратична швидкість газових молекул, середня кінетична енергія поступального руху молекул газу. У чому полягає зміст теореми Больцмана про рівнорозподіл енергії за ступенями свободи?
47. Розподіл Максвелла молекул за швидкостями. Який фізичний зміст функції розподілу молекул за швидкостями?
48. Як визначається найбільш імовірна, середня, та середня квадратична швидкості молекул?
49. Барометрична формула. Яку залежність надає барометрична формула? Які припущення використовуються при її виведенні?
50. Розподіл Больцмана (розподіл частинок у потенціальному полі).
51. Що таке довжина вільного пробігу молекул? Як і від чого залежить середня довжина вільного пробігу молекул?
- 52.\* 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.
- 53.\* Що таке внутрішня енергія термодинамічної системи? Тепло і робота як способи зміни внутрішньої енергії.
54. Внутрішня енергія ідеального газу. Як вона залежить від кількості ступенів свободи молекул газу та температури?
- 55.\* Перший закон термодинаміки, його рівняння.
56. Який вигляд приймає рівняння першого закону термодинаміки у застосуванні до різних ізопроцесів?
- 57.\* Визначення понять: теплоємність тіла; питома та молярна теплоємності.
58. Від чого залежить теплоємність ідеального газу. Яка з теплоємностей –  $C_v$  чи  $C_p$  – є більшою і чому?
- 59.\* Що таке адіабатний процес? Рівняння адіабати ідеального газу.
- 60.\* Як змінюється температура газу при адіабатному розширенні газу? стисканні? Чому адіабата є крутішою за ізотерму?
61. Політропні процеси. Рівняння політропи; показник політропи; теплоємність.
- 62.\* Робота ідеального газу у різних ізопроцесах.
- 63.\* Що називають коловим процесом (циклом)? Які процеси називають оборотними? необоротними?
- 64.\* З яких елементів складається будь-який тепловий двигун? За яким принципом він працює? Чому дорівнює ККД теплової машини?
65. Принцип дії холодильної машини. Холодильний коефіцієнт.
- 66.\* Другий закон термодинаміки. Його формулювання для теплових та холодильних машин.
67. Що таке цикл Карно? \* Чому дорівнює ККД циклу Карно?
68. Теореми Карно та нерівність Клаузіуса.
- 69.\* 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?
- 70.\* Зв'язок ентропії з імовірністю стану системи та фізичний зміст ентропії. Теорема Нернста і наслідки з неї.
71. У чому полягає відміна реального газу від ідеального? Як це урахується у рівнянні Ван-дер-Ваальса? Порівняйте ізотерми Ван-дер-Ваальса та експериментальні ізотерми. У чому відміна між ними? Що таке критична температура та критичний стан?
72. Чим відрізняється внутрішня енергія реального газу від ідеального?
- 73.\* Як відрізняється рух молекул (атомів) у речовині та структура речовини у різних агрегатних станах?

74.\* Які властивості відрізняють поверхневий шар у рідині? Що таке поверхневий натяг? У чому полягає явище змочування? Незмочування?

75.\* Фазові перетворення. Потрійна точка. Діаграма станів. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса.

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

### 3.3. Модуль ЗМ-Л2 «Електростатика. Електродинаміка та магнетизм Коливання та хвилі»

#### 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, 2, 3, 6, 10]

#### Тема 2. Постійний електричний струм.

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

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

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

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

*Література* [1, 2, 3, 6, 10]

### **Тема 3. Електромагнетизм.**

Стационарне 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 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

*Література* [1, 2, 3, 6, 10]

### **Тема 4. Коливання і хвилі.**

2.1 Власні гармонічні коливання (механічні, електромагнітні) та їх характеристики. Додавання коливань. Згасаючі коливання при наявності тертя та омичного опору. Вимушені коливання. Резонанс.

2.2 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, 2, 3, 6, 10]

#### *3.3.2. Питання для самоперевірки*

- 1.\* Які властивості має електричний заряд?
- 2.\* Закон Кулона. Взаємодію яких зарядів він описує?
- 3.\* Що називають напруженістю електричного поля? В яких одиницях вимірюється?
- 4.\* Чому дорівнює напруженість поля точкового заряду? Як направлений вектор напруженості цього поля, якщо заряд позитивний; негативний?
- 5.\* В чому полягає принцип суперпозиції? Як знайти напруженість поля системи точкових зарядів?

- 6.\* Що таке лінії напруженості (силові лінії) електричного поля? Які особливості силових ліній електростатичного поля 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.\* Що таке явище електростатичної індукції? Чому дорівнює напруженість електричного поля всередині усередині нейтрального провідника, що поміщений у зовнішнє електричне поле?
19. Що таке електроємність провідника? Від чого вона залежить? У яких одиницях вимірюється? Запишіть формулу електроємності сфери.
- 20.\* Що таке конденсатор? Від чого залежить електроємність конденсаторів? У чому перевага використання конденсаторів для накопичення заряду та енергії перед провідниками?
- 21.\* Чому дорівнює електроємність плоского конденсатора?
22. При якому з'єднанні конденсаторів у батарею – паралельному чи послідовному їх сумарна ємність зменшується? збільшується?
23. Яка з величин заряд чи напруга зберігаються при зміні електроємності конденсатора, який від'єднали від джерела напруги? Не від'єднували від джерела напруги?
24. Що таке диполь? Як поведуть себе диполі у електричному полі?
25. Які типи діелектриків вам відомі? Як поведуть себе молекули неполярних та полярних діелектриків у зовнішньому полі? Які властивості відрізняють сегнетоелектрики від інших типів діелектриків?
- 26.\* У чому полягає поляризація діелектрика? Поясніть причини ослаблення електричного поля в діелектрику порівняно з вакуумом.
- 27.\* Дайте означення поляризованості діелектрика  $\vec{P}$ ; відносної діелектричної проникності  $\epsilon$ .
29. Як і чому поведуть себе лінії напруженості та лінії вектора електричного зміщення на границі двох діелектриків? Чому змінюється кількість ліній напруженості електричного поля на границі двох діелектриків?
- 30.\* Як змінюється енергія двох різнойменних точкових зарядів при їх наближенні один до одного? Однойменних точкових зарядів? Чи може бути стійкою система нерухомих електричних зарядів?

- 31.\* Чому дорівнює енергія зарядженого провідника? енергія зарядженого конденсатора ?
32. Що таке і чому дорівнює питома густина енергії електричного поля?
- 33.\* Постійний струм. Сила струму, густина струму. Електрорушійна сила й напруга.
- 34.\* Опір провідників. Залежність опору від температури. Явище надпровідності.
- 35.\* Закон Ома для однорідної і неоднорідної ділянок кола в інтегральній і диференціальній формах.
- 36.\* Закон Ома для замкненого кола. Правила Кірхгофа.
- 37.\* Закон Джоуля - Ленца в інтегральній і диференціальній формах.
38. Робота виходу електрона. Термоелектронна емісія; її закономірності. Струм у вакуумі.
39. Самостійний і несамостійний газовий розряд, вольт-амперна характеристика. Які процеси призводять до утворення носіїв струму у газі? Які типи газового розряду розглядають та в чому їх характерні особливості?
- 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 повздовжні 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).

## 3.4. Модуль ЗМ-ЛЗ. «Оптика. Елементи квантової механіки. Фізика атомного ядра»

### 3.4.1. Повчання

#### Тема 1. Інтерференція і дифракція світла.

Когерентні хвилі. Оптична різниця ходу. Інтерференція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френеля. Дифракція на щілині і дифракційної ґратці. Дифракційний спектр. Дифракція на кристалічній ґратці, 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 ґратці.

*Література* [1, 2, 3, 7, 11]

## **Тема 2. Взаємодія світла з речовиною.**

Відбиття, заломлення світла. Дисперсія світла. Поляризація світла. Закон Малюса, закон Брюстера, подвійне променезаломлення. Розсіювання та поглинання світла.

При вивченні теми звернути увагу на закони відбиття, заломлення світла на границі двох діелектриків; 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 комірочки 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, 2, 3, 7, 11]

## **Тема 3. 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, 2, 3, 7, 11]

## **Тема 4. Хвильові властивості речовини.**

Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвилі де Бройля. Хвильова функція, ймовірнісна інтерпретація квантових явищ. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінґера. 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 Шредингера 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, 2, 3, 7, 11]

### **Тема 5. 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, 2, 3, 7, 11]

### **Тема 6. Фізика атомного ядра.**

Будова і властивості атомного ядра. Склад ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Природа ядерних сил. Радіоактивне випромінювання та його види. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення. Ядерні реакції. Ланцюгові реакція 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, спін 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, 2, 3, 7, 11]

#### *3.4.2. Питання для самоперевірки*

1\*. Сформулюйте основні закони геометричної оптики. Який фізичний зміст має абсолютний та відносний показник заломлення? У чому полягає явище повного внутрішнього відбиття?

2\*. У чому полягає явище інтерференції світла? За яких умов вона може спостерігатися?

3\*. Які хвилі називають когерентними? Які умови когерентності не можуть бути виконані, якщо хвилі випромінюються двома різними джерелами?

4\*. Що таке оптична різниця ходу? Запишіть умови максимуму та мінімуму при інтерференції для різниці фаз та різниці ходу.

5. Яку властивість, пов'язану з відбиванням світла на границі двох діелектриків, необхідно урахувати при розрахунку результату інтерференції у тонких плівках?



- 6\*. У чому полягає явище дифракції? Що є необхідною умовою її спостереження?
7. Сформулюйте принцип Гюйгенса - Френеля. У чому суть методу зон Френеля?
8. Що таке дифракція Френеля? Сформулюйте умови спостереження максимуму та мінімуму інтенсивності світла на осі круглого отвору при дифракції на ньому.
9. Що таке дифракція Фраунгофера і як її можна спостерігати? Сформулюйте умови спостереження максимумів та мінімумів інтенсивності світла при дифракції на одній щілині
- 10\*. Що таке дифракційна ґратка? Яку величину називають її періодом? Сформулюйте умови спостереження максимумів та мінімумів інтенсивності світла при дифракції на дифракційній ґратці.
11. Чому дифракцію на кристалічній решітці спостерігають у рентгенівських променях? Наведіть формулу Вульфа - Брегга.
- 12\*. У чому суть явища молекулярного розсіяння світла? Закон Релея. Поясніть зміну кольору неба у різні часи доби на основі закону Релея.
- 13\*. Яке явище називають дисперсією світла? У чому відміна нормальної та аномальної дисперсії?
- 14\*. Поглинання світла. Яку залежність має інтенсивність світла від відстані, пройденої у прозорому середовищі згідно закону Бугера?
- 15\*. Яка властивість електромагнітних хвиль призводить до явища поляризації? Які типи поляризованого світла вам відомі? У чому їх відміна від природного світла?
16. Які явища використовують для отримання поляризованого світла? Що таке кут Брюстера? За яким законом його можна визначити?
17. У чому полягає явище подвійного променезаломлення? Що таке оптична вісь кристалу?
18. У чому полягає явище дихроїзму? Що таке поляроїди? Для чого їх використовують?
- 19\*. Які прилади називають поляризаторами та аналізаторами. Запишіть закон Малюса.
- 20\*. Що таке теплове випромінювання? Наведіть означення його характеристик. Яке тіло називають абсолютно чорним?
- 21\*. Сформулюйте закон Кірхгофа для теплового випромінювання; закони теплового випромінювання абсолютно чорного тіла: закон Стефана – Больцмана; закони Віна.
- 22\*. У чому полягає квантова гіпотеза Планка? Запишіть формулу для енергії кванта.
- 23\*. Що таке фотоефект? Які види фотоефекту Вам відомі? Де вони використовуються?
- 24\*. Сформулюйте закономірності зовнішнього фотоефекту. Що таке червона границя фотоефекту; від чого вона залежить?
- 25\*. Запишіть рівняння Ейнштейна для фотоефекту та поясніть закономірності фотоефекту, спираючись на теорію Ейнштейна.
- 26\*. Наведіть формули, що зв'язують характеристики фотона (енергію, імпульс, масу) з характеристиками відповідної електромагнітної хвилі (частота, довжина хвилі, швидкість світла).
27. У чому полягає ефект Комптона та як пояснюються його закономірності з точки зору квантових уявлень про природу рентгенівського випромінювання?
- 28\*. Сформулюйте ідею де Бройля та запишіть формулу де Бройля. Яку роль виграє хвильова природа частинок, яке дослідне підтвердження та використання вона знаходить?
- 29\*. У чому полягає ймовірнісний зміст хвильової функції? Укажіть її властивості та запишіть умову нормування. Які граничні умови повинні виконуватися для хвильової функції?
30. Чи можливо описати локалізовану частинку монохроматичною хвилею? Який фізичний зміст має співвідношення невизначеностей Гейзенберга для координати та імпульсу? енергії та часу життя відповідного стану?
- 31\* Запишіть загальне рівняння Шредінгера та рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Що називають власними значеннями енергії та власними функціями?

32. Чому дорівнює потенціальна енергія взаємодії електрона з ядром в атомі? Запишіть стаціонарне рівняння Шредингера для атома гідрогену. Квантування яких параметрів електрону в атомі витікає з цього рівняння?
- 33\*. Що визначають головне, орбітальне і магнітне квантові числа? Які значення вони приймають?
- 34\*. Що таке спін мікрочастинки? Що характеризує спінове та магнітне спінове квантове число?
- 35\*. Назвіть квантові числа, необхідні для повного опису стану електрона в атомі.
36. У чому полягає принцип тотожності квантових частинок? Які частинки називають ферміонами, бозонами?
- 37\*. Сформулюйте принцип заборони Паулі.
- 38\*. Що таке електронний шар, електронний підшар (оболонка) у багато електронному атомі? Як уявлення про їх будову дозволяють пояснити періодичність властивостей хімічних елементів?
- 39\*. З яких частинок складається ядро?
- 40\*. Чим визначається зарядове та масове число ядра? Що таке ізотопи, ізобари?
41. Поясніть, чим обумовлене те, що маса ядра завжди менша за суму мас нуклонів, що входять до його складу.
- 42\*. Що таке енергія зв'язку ядра? Як її обчислюють?
- 43\*. Перелічить властивості ядерних сил.
- 44\*. Що таке радіоактивність? Які види радіоактивного розпаду вам відомі?
- 45\*. Закон радіоактивного розпаду. Який фізичний зміст має стала розпаду, період напіврозпаду? Зв'язок між сталою розпаду і періодом напіврозпаду та середнім часом життя.
- 46\*. Що таке  $\alpha$ -розпад? За якою схемою він відбувається? Яким є енергетичний спектр  $\alpha$ -розпаду?
- 47\*. Які види  $\beta$ -розпаду вам відомі? Який енергетичний спектр є характерним для електронів та позитронів, які випромінюються при  $\beta$ -розпаді?
- 48\*. Що таке  $\gamma$ -промені? Який енергетичний спектр є характерним для  $\gamma$ -випромінювання?
- 49\*. Що називають ядерною реакцією? Які ядерні реакції називають екзотермічними? Ендотермічними?
- 50\*. У чому полягає ядерна реакція поділу? Що таке ланцюгова реакція поділу? За яких умов вона може бути здійснена?
- 51\*. Що таке коефіцієнт розмноження нейтронів? Які його значення відповідають критичному, підкритичному та надкритичному режиму ланцюгової ядерної реакції?
- 52\*. У чому полягає реакція синтезу легких ядер? У чому труднощі здійснення термоядерної реакції?
53. Які чотири типи фундаментальних взаємодій існують у природі? Опишіть їх властивості.
54. Наведіть класифікацію елементарних частинок.
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### 3.6. Модуль ЗМ-III «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 курсах ФІЗИКА-1 та ФІЗИКА-2 [2].

## 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

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

1. Матеріальною точкою вважають тіло ...  
*Література* [1, с.13; 2, с.6]
2. Система відліку включає у себе ...  
*Література* [1, с.14; 2, с.7 ]
3. Траєкторія руху матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.14; 2, с.8 ]
4. Переміщення матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.14; 2, с.8 ]
5. Величини шляху та переміщення точки співпадають у випадку ...  
*Література* [1, с.14; 2, с.8 ]
6. Швидкість (миттєва) матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.15; 2, с.9 ]
7. Наведені графіки описують прямолінійний рух. Прямолінійному рівномірному руху відповідає графік ...  
*Література* [1, с.17; 2, с.9 ]
8. Матеріальна точка рухалася вздовж кола радіуса 5 м. від точки А до точки В, які лежать на протилежних кінцях діаметру, протягом 10 с. Величина середнього значення модуля швидкості  $\langle v \rangle$  порівняно з модулем середньої швидкості  $\langle \bar{v} \rangle$  точки с  
*Література* [1, с.15; 2, с. 9]
9. Рівнозмінний прямолінійний рух точки – це рух, при якому точка за однакові проміжки часу ...  
*Література* [1, с.17; 2, с.12]
10. Одиниця вимірювання прискорення, виражена через основні одиниці міжнародної системи одиниць SI, має розмірність ...  
*Література* [1, с.9]
11. Рівноприскорений прямолінійний рух без початкової швидкості описує рівняння  
*Література* [1, с.16; 2, с.11]
12. Напрямок та величина тангенціального прискорення  $\bar{a}_\tau$  визначаються формулою ...  
*Література* [1, с.16; 2, с.10]
13. На рисунку зображені траєкторії матеріальних точок та вектори їх швидкості у два моменти часу. Тангенціальне прискорення точки ( $a_\tau < 0$ ) у випадку ...  
*Література* [1 с.16; 2, с.10]
14. Кут між векторами швидкості та прискорення для матеріальної точки, яка рухається рівномірно вздовж кола, складає ...  
*Література* [1, с.16; 2, с.10-11]
15. Рух матеріальної точки, тангенціальна складова прискорення якої  $\bar{a}_\tau = \text{const}$ , а нормальна складова прискорення  $\bar{a}_n = 0$  є ...  
*Література* [1, с.17; 2, с.11]
16. Кутова швидкість руху матеріальної точки – це ...  
*Література* [1, с.18; 2, с.12]
17. У випадку рівносповільненого обертального руху матеріальної точки відносно нерухомої осі вектор кутового прискорення  $\bar{\epsilon}$  спрямований ...  
*Література* [1, с.18; 2, с.13]
18. Хвилинна стрілка у 2 рази більша за годинникову. Модулі швидкості кінців годинникової та хвилиної стрілок відрізняються у ... рази  
*Література* [1, с.19; 2, с.13]

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

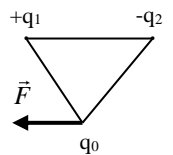
1. Інерціальні системи відліку завжди рухаються відносно одна одної ...  
*Література* [1, с.46]
2. Мірою інертних властивостей при поступальному русі тіла є його ...  
*Література* [1, с.47; 2, с.15]
3. Три тіла однакової маси під дією сил рухаються з різними прискореннями так, що  $a_1 > a_2 > a_3$ . Найбільша сила діє на ...  
*Література* [1, с.46; 2, с.16]
4. Імпульс тіла  $\vec{p}$  визначається за формулою ...  
*Література* [1, с.47; 2, с.16]
5. Диференціальною формою запису другого закону Ньютона є формула ...  
*Література* [1, с.46; 2, с.16]
6. Сума внутрішніх сил замкненої системи дорівнює ...  
*Література* [1, с.47; 2, с.19]
7. Характер руху системи матеріальних точок визначається дією рівнодійної ...  
*Література* [1, с.47; 2, с.20]
8. Одиниця вимірювання сили, виражена через основні одиниці системи СІ має розмірність ...  
*Література* [2, с.16]
9. Що відбудеться з відносною деформацією розтягу  $\Delta l/l$  згідно закону Гука при заміні сталюого дроту дротом того самого перерізу, але удвічі більшої довжини за незмінним навантаженням?  
*Література* [1, с.50; 2, с.44]
10. 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]
11. Сила не виконує роботи, якщо кут між векторами сили і переміщення дорівнює ...  
*Література* [1, с.76; 2, с. 24]
12. Механічна робота консервативної сили залежить тільки від ...  
*Література* [1, с.76; 2, с.25]
13. Закон збереження механічної енергії виконується тільки для систем, які задовольняють наступним умовам: ...  
*Література* [1, с.77; 2, с.28]
14. Момент інерції матеріальної точки відносно осі дорівнює ...  
*Література* [1, с.99; 2, с.54]
15. Мірою кількості руху тіла при обертальному русі є його ...  
*Література* [1, с.101; 2, с.38]
16. 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; 2, с.40]
17. З одного рівня  $h$  похилої площини скочуються без ковзання обруч, циліндр і куля. Більший час на проходження шляху витратить  
*Література* [1, с.109]
18. Щоб пасажир у ліфті знаходився у стані невагомості, ліфт повинен рухатися ...  
*Література* [1, с.122; 2, с.53 ]
19. Сила Коріоліса, що діє на потік води у річці, що тече у південній півкулі вздовж меридіану, спрямована ...  
*Література* [1, с.122; 2, с.54,55]

20. Вплив відцентрової сили інерції на величину прискорення вільного падіння зі зменшенням широти місця спостереження призводить до ...  
*Література* [1, с.122,125]
21. 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; 2, с.58]
22. Переріз струменя рідини, що б'є зі шлангу ввєрх, із відстанню від отвору ...  
*Література* [1, с.133; 2, с.58]
23. Градієнт швидкості рідини, що тече по трубї, спрямований ...  
*Література* [2 с.62]
24. Атмосферний тиск дорівнює 100кПа. Тиск у водї більший за атмосферний у 6 разів на глибинї ...  
*Література* [1, с.131; 2, с.57]
25. Рівняння Бернуллі. можна отримати на підставї закону ...  
*Література* [1 с.134; 2 с.59]
26. Інваріантними величинами по відношенню до перетворень Лоренца є ...  
*Література* [2, с.69, 75 ]
27. Два фотони рухаються назустріч один одному у вакуумї зі швидкістю  $c$  кожний ( $c$  – швидкість світла у вакуумї). Відносна швидкість наближення частинок складає ...  
*Література* [2, с.69, 75]
28. Поняття «їдеальний газ» означає, що газ задовольняє наступним вимогам:  
*Література* [1, с.153; 2, с.82]
29. При ізохорному процесї у газї незмінною залишається величина ...  
*Література* [1, с.157; 2, с.83]
30. Адіабатний процес – процес, при якому  
*Література* [1, с.157; 2, с.107]
31. Рівняння ізотерми виражає формула  
*Література* [1, с.157; 2, с.83]
32. Одиницею вимїрювання кількостї речовини у Міжнародній системї одиниць SI, є  
*Література* [1, с.158; 2, с.86]
33. 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 температурї. За цими умовами максимальну густину має  
*Література* [1, с.159]
34. Основний закон молекулярно-кінетичної теорїї газів (основне рівняння МКТ) виражає формула  
*Література* [1, с.176; 2, с.87]
35. На ступїнь свободи поступального руху молекули газу припадає енергія  
*Література* [1, с.177; 2, с.100]
36. Трьохатомна молекула має жорсткий зв'язок між атомами. На поступальний рух від всієї кінетичної енергїї припадає частина, яка дорівнює  
*Література* [1, с.177; 2, с.100]
37. Залежність середньої швидкості молекули їдеального газу від температури має вигляд:  
*Література* [1, с.179; 2, с.90]
38. Молекули кисню і водню мають однакові середні квадратичні швидкості поступального руху. Як зміняться значення швидкостей молекул кисню і водню після того, як гази перемїшали?  
*Література* [1, с.180; 2, с.90]
39. За яким законом змінюється атмосферний тиск із збільшенням висоти над рівнем моря?  
*Література* [1, с.180; 2, с.91]
40. У явищі дифузїї здійснюється перенесення  
*Література* [1, с.194; 2, с.95]

41. До внутрішньої енергії ідеального газу входить  
*Література* [1, с.212; 2, с.100]
42. При наданні ідеальному газу тієї самої кількості теплоти найбільше підвищення температури  $\Delta T$  досягається під час процесу  
*Література* [1, с. 210,112; 2, с.105]
43. При адиабатному поширенні газу його внутрішня енергія ...  
*Література* [1, с.216; 2, с.108]
44. Робота газу дорівнює нулю під час процесу  
*Література* [1, с.213; 2, с.105]
45. З наведених нижче процесів необоротним є ...  
*Література* [1, с.239]
46. Коефіцієнт корисної дії теплової машини – це величина, яка дорівнює ...  
*Література* [1, с.242; 2, с.111]
47. 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; 2, с.117]
48. При підвищенні температури нагрівника ККД теплової машини  
*Література* [1, с.242; 2, с.117]
49. Згідно з другим законом термодинаміки у замкнених системах при протіканні в них необоротного процесу ентропія системи ...  
*Література* [1, с.240; 2, с.113]
50. Крива фазової рівноваги „тверде тіло – пара ” закінчується  
*Література* [1, с.261; 2, с.145]
51. При повному незмочуванні поверхні рідиною значення крайового кута дорівнює ...  
*Література* [1, с.266; 2, с.133]
52. Який процес спостерігається при ізотермічному стисканні насиченої пари?  
*Література* [2, с.123]
53. Який з наведених процесів ( пароутворення; кипіння; конденсація пари у рідину; плавлення) супроводжується виділенням теплоти?  
*Література* [1, с.266; 2, с.144]

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

1. Як зміниться сила взаємодії двох точкових зарядів при зменшенні величини кожного з них у 3 рази?  
*Література* [1, с.283; 2, 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; 2, с.149]
3. Силовою характеристикою електричного поля є його ...  
*Література* [1, с.284; 2, с.150]
4. Напруженість електричного поля точкового заряду надає формула:  
*Література* [1, с.284; 2, с.150]
5. Декілька точкових зарядів вміщено у сферу радіуса  $R$ . Що відбудеться з потоком вектора напруженості через сферу, якщо її радіус збільшити удвічі?  
*Література* [1, с.286; 2, с.155]
6. Робота по переміщенню заряду в електростатичному полі залежить від  
*Література* [1, с.288; 2, с.160]
7. 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; 2, с.57]



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

*Література* [1, с.288; 2, с.162]9.

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

*Література* [1, с.291 ; 2, с.152]

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

*Література* [1,с.293; 2, с.166]

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

*Література* [1, с.295; 2, с.171]

12. Електроємність плоского конденсатора надає формула:

*Література* [1, с.295; 2, с.175]

13. При послідовному з'єднанні конденсаторів їх сумарна ємність:

*Література* [1, с.296; 2, с.177]

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

*Література* [1, с.297; 2, с.177]

15. Плоский конденсатор підключено до джерела напруги. Відстань між пластинами зменшили удвічі. При цьому енергія електричного поля конденсатора ...

*Література* [1, с.297,300; 2, с.178]

16.Електричний струм – це...

*Література* [1, с.343; 2, с.180]

17.У загальному випадку означення поняття величини струму надає формула:

*Література* [1, с.343; 2, с.180]

18. Означенню поняття „електрорушійна сила джерела струму” відповідає формула:

*Література* [1, с.345; 2, с.182]

19. Одиницею вимірювання напруги у Міжнародній системі одиниць є ...

*Література* [1, с.345; 2, с.182]

20. Однорідною називають ділянку кола, на якій діють тільки сили ...

*Література* [1, с.345; 2, с.183,186]

21. Напруга на неоднорідній ділянці кола визначається роботою сил ...

*Література* [1, с.345; 2, с.182]

22. Законом Ома у диференціальній формі для однорідної ділянки кола є вираз:

*Література* [1, с.346; 2, с.184]

23. Опір провідника залежить від ...

*Література* [1, с.346; 2, с.183]

24. Загальний опір зображеної на рисунку ділянки кола дорівнює ...

*Література* [1, с.347,348]

25. Закон Ома для повного кола має вигляд:

*Література* [1, с.347; 2, с.186]

26. Закон Джоуля – Ленца в інтегральній формі надає формула:

*Література* [1, с.348; 2, с.185]

27. Електрична плитка має дві спіралі однакового опору. При якому включенні спіралей час, необхідний для нагрівання води у чайнику до температури кипіння, буде мінімальним?

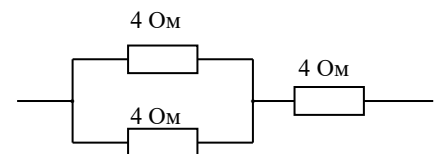
*Література* [1, с.348; 2, с.185]

28. Термоелектронна емісія – це ...

*Література* [2, с.195]

29. Заряджена частинка, яка рухається, утворює ...

*Література* [1,с.374; 2, с.204]



30. Силовою характеристикою магнітного поля є ...

*Література* [1, с. 374; 2, с. 205]

31. Лінії магнітної індукції (силові лінії магнітного поля) є ...

32. Сила Ампера, що діє на елемент струму з боку магнітного поля, має максимальне значення, якщо ...

*Література* [1, с. 378; 2, с. 209]

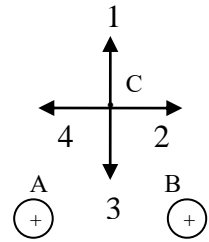
33. Магнітну індукцію поля елемента струму можна розрахувати за законом ...

*Література* [1, с. 375; 2, с. 207]

34. Магнітна індукція поля, створеного прямолінійним провідником нескінченної довжини зі струмом  $I$ , на відстані  $r$  від провідника визначається за формулою ...

*Література* [1, с. 376; 2, с. 208]

35. 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 напрямком вектора



*Література* [1, с. 376; 2, с. 207]

36. Формулою, яка визначає силу Лоренца є ...

*Література* [1, с. 377; 2, с. 212]

37. Сила Лоренца, яка діє на заряд в магнітному полі, змінює ...

*Література* [1, с. 378; 2, с. 212]

38. 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; 2, с. 213]

39. Магнітний потік, який пронизує рамку може змінюватися за рахунок

*Література* [1, с. 380; 2, с. 219, 220]

40. Величину електрорушійної сили індукції визначає закон ...

*Література* [1, с. 380; 2, с. 224]

41. Індуктивність соленоїда залежить від ...

*Література* [1, с. 382; 2, с. 229]

42. Одиницею вимірювання індуктивності є ...

*Література* [1, с. 382; 2, с. 228]

43. Яким чином ЕРС самоіндукції, що виникає при зміні струму у контурі, впливає на швидкість цієї зміни ?

*Література* [1, с. 382; 2, с. 229]

44. Від'ємну магнітну сприйнятливість мають ...

*Література* [1, с. 385; 2, с. 241]

45. Найбільшу магнітну проникність  $\mu$  мають ...

*Література* [1, с. 386; 2, с. 243]

46. Для виготовлення постійних магнітів використовують ...

*Література* [1, с. 386; 2, с. 244]

47. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке виражає закон електромагнітної індукції, має вигляд:

*Література* [1, с. 387, 388; 2, с. 251]

48. Викликати пружні гармонічні коливання здатні сили:

*Література* [1, с. 424, 425; 2, с. 258]

49. Частота коливань точки, яка здійснює гармонічні коливання з періодом  $T=2$  с дорівнює:

*Література* [1, с. 423; 2, с. 256]

50. Закон, за яким відбуваються коливання точки має вигляд:  $x = 2 \sin 5t$  (см). Максимальне значення швидкості точки дорівнює ...

*Література* [1, с. 424; 2, с. 258]



51. Час релаксації – це проміжок часу за який амплітуда згасаючих коливань...  
*Література* [1,с.426; 2, с.269]
- 52.Точка приймає участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях однакової частоти, однакової амплітуди з різницею фаз  $\Delta\varphi = \pm \pi/2$ . Траєкторія точки є ...  
*Література* [1,с.432; 2, с.265]
53. Як зміниться період коливань коливального контуру, у якому електроємність збільшили у чотири рази (опір не враховувати)?  
*Література* [1,с.428; 2, с.263]
54. Правильно описує вимушені коливання у коливальному контурі рівняння ...  
*Література* [1,с.429; 2, с.272]
55. Повний опір кола змінного струму залежить від його...  
*Література* [2, с.279]
56. При розповсюдженні хвилі періодичність коливань у просторі задається...  
*Література* [1,с.433; 2, с.285]
57. Пружні поздовжні хвилі можуть розповсюджуватися у ...  
*Література* [1,с.433; 2, с.285]
58. Електромагнітні хвилі є ...  
*Література* [1,с.440; 2, с.299]

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

1. Як змінюється кут заломлення світла при переході світла у середовище з більшим показником заломлення?  
*Література* [1,с.463, 464; 2, с.304]
2. При переході монохроматичного променя світла з повітря в прозорий діелектрик швидкість розповсюдження світла...  
*Література* [1,с. 464; 2, с.305]
- 3.Монохроматичні хвилі – це хвилі ...  
*Література* [2, с.320]
- 4.Граничний кут повного внутрішнього відбивання – це кут падіння, ...  
*Література* [1,с.464,465; 2, с.305]
- 5.Когерентні хвилі – це хвилі, які ...  
*Література* [1,с.466; 2, с.319,320]
- 6.Тонка плівка гасу на поверхні води різнокольорова, хоча гас – прозора безбарвна речовина, внаслідок явища  
*Література* [1,с.467; 2, с.325]
- 7.Який закон геометричної оптики порушується при інтерференції?  
*Література* [1,с.466,464; 2, с.304]
- 8.Що є обов'язковою умовою спостереження явища інтерференції?  
*Література* [1,с.466; 2, с.319]
9. Оптичною різницею ходу називають величину, що визначається за формулою:  
*Література* [1,с.466; 2, с.322]
- 10.Умову мінімуму при спостереженні інтерференції двох когерентних хвиль можна записати у вигляді:  
*Література* [1,с.466; 2, с.322]
11. 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; 2, с.322]
12. Закон геометричної оптики, який порушується при дифракції, це  
*Література* [1,с.463,468; 2, с.304]

13. При проходженні світла через отвір, розміри якого порівняні з довжиною світлових хвиль, спостерігається явище ...

*Література* [1,с.468; 2, с.332]

14. 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* [2, с.335,336]

15. Хвилі, що прийшли у деяку точку простору від відповідних точок сусідніх зон Френеля мають різницю ходу

*Література* [1,с.468; 2, с.333]

16. Умову максимуму при дифракції на щілині надає формула:

*Література* [1,с.468; 2, с.338]

17. 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; 2, с.340]

18. Умову спостереження головних максимумів при дифракції на дифракційній ґратці надає формула:

*Література* [1,с.469; 2, с.340]

19. Залежність показника заломлення світла від довжини хвилі носить назву

*Література* [2, с.347]

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

*Література* [2, с.349]

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

*Література* [2, с.342]

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

*Література* [2, с.342]

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

*Література* [2, с.351]

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

*Література* [1,с.469; 2, с.356]

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

*Література* [1,с.471; 2, с.357]

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

*Література* [2, с.362]

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

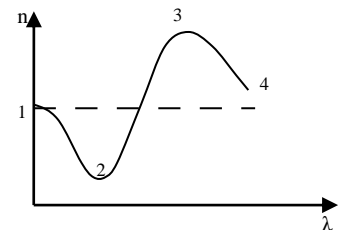
*Література* [1,с.472; 2, с.367]

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

*Література* [2, с.369]

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

*Література* [1,с.473; 2, с.370]



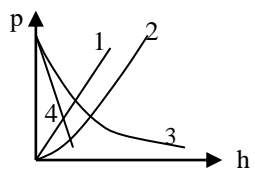
30. Згідно закону Стефана-Больцмана випромінювальна здатність абсолютно чорного тіла прямо пропорційна абсолютній температурі у ...  
*Література* [1, с.473; 2, с.370]
31. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту записане на основі закону збереження ...  
*Література* [1, с.475; 2, с.378]
32. Струм насичення при зовнішньому фотоефекті залежить від...  
*Література* [1, с.474; 2, с.377]
33. Енергія фотону обчислюється за формулою:  
*Література* [1, с.474; 2, с.381]
34. При ефекті Комптона зміна довжини хвилі  $\Delta\lambda$  буде найбільшою при куті розсіювання рентгенівських квантів, який дорівнює  
*Література* [1, с.475; 2, с.382]
35. Довжину хвилі, яка описує хвильові властивості мікрочастинок надає формула ...  
*Література* [1, с.520; 2, с.394]
36. Електрон, протон, нейтрон та  $\alpha$ -частинка мають однакові швидкості. Найбільша довжина хвилі де Бройля відповідає  
*Література* [1, с.520; 2, с.394]
37. Співвідношення невизначеностей координати та відповідної проекції імпульсу мікрочастинки надає ...  
*Література* [1, с.520; 2, с.396]
38. Властивості хвильової функції, які впливають з її фізичного змісту - це:  
*Література* [1, с.521; 2, с.399, 400]
39. Яке квантове число визначає енергію електрона в атомі?  
*Література* [1, с.524; 2, с.414]
40. Момент імпульсу електрона в атомі визначає квантове число..  
*Література* [1, с.524; 2, с.414]
41. Спінове магнітне квантове число електрона в атомі ( $m_s$ ) визначає значення  
*Література* [1, с.524; 2, с.418]
42. Кількість електронів в атомі, що можуть мати однакові значення головного квантового числа дорівнює ...  
*Література* [1, с.524; 2, с.420]
43. Принципу заборони Паулі підпорядковуються елементарні частинки та ядра, спин яких є  
*Література* [1, с.524; 2, с.420]
44. Які елементарні частинки входять до складу ядра атома?  
*Література* [1, с.537; 2, с.466]
45. Кількість протонів, що входить до складу ядра урану  ${}_{92}^{235}\text{U}$  дорівнює ...  
*Література* [1, с.537; 2, с.466]
46. Кількість нуклонів, що входить до складу ядра урану  ${}_{92}^{235}\text{U}$  дорівнює ...  
*Література* [1, с.537; 2, с.466]
47. Ізобарами називають атоми, ядра яких мають однакові кількості  
*Література* [2, с.467]
48. Ізотопи  ${}_{7}^{14}\text{N}$  та  ${}_{7}^{13}\text{N}$  відрізняються кількістю ...  
*Література* [2, с.467]
49. Маса ядра порівняно з сумою мас протонів і нейтронів, що входять до його складу, завжди є  
*Література* [1, с.537; 2, с.467]
50. Радіоактивність – це явище ...  
*Література* [1, с.537; 2, с.471]
51. Як змінюється заряд ядра при електронному бета-розпаді?  
*Література* [1, с.539; 2, с.475]
52. З яких елементарних частинок складається  $\alpha$ -частинка?

- Література* [1,с.539; 2, с.473]
53.  $\gamma$  – випромінювання – це  
*Література* [2, с.472]
54. Рівняння, яке надає закон радіоактивного розпаду, має вигляд:  
*Література* [1,с.538; 2, с.472]
55. За два періоди напіврозпаду кількість ядер радіоактивної речовини зменшується ...  
*Література* [1,с.538; 2, с.473]
56. До ендотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять з ...  
*Література* [1,с.540; 2, с.484,485]
57. Найменша кінетична енергія частинок, з якої протікання реакції є енергетично можливим має назву  
*Література* [1,с.540]
58. Вибуховій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів  
*Література* [2, с.491]
59. При підтримці значення коефіцієнту розмноження нейтронів  $k=1$  ланцюгова реакція є  
*Література* [2, с.491]
60. Забезпечує зв'язок нуклонів у ядрі взаємодія  
*Література* [2, с.470,500]
61. Зарядова незалежність притаманна взаємодії  
*Література* [2, с.470,500]
62. Нескінченний радіус взаємодії є характерним для взаємодій:  
*Література* [2, с.500]

#### 4.5 Тестові завдання до екзаменаційної роботи

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1.	Довжина лінії, яку описує матеріальна точка в процесі свого руху, має назву ...	[1]с.14 [2]с.8 [3]с.9
2.	Вектор, що є різницею радіус - векторів, проведених з початку координат до початкового та кінцевого положення матеріальної точки має назву ...	[1]с.14 [2]с.8 [3]с.10
3.	Як визначається та який напрям має вектор миттєвої швидкості $\vec{v}$ ?	[1]с.15 [2]с.8 [3] 10
4.	У випадку якого руху матеріальної точки нормальна складова прискорення має мінімальне (нульове) значення?	[1]с.17 [2]с.11 [3]с.12
5.	Рух матеріальної точки, тангенціальна складова прискорення якої . $\vec{a}_\tau = 0$ , а нормальна складова прискорення $ \vec{a}_n  = \text{const}$ , є:	[1]с.16 [2]с.12 [3]с.
6.	Тіло, кинуте під кутом до горизонту. Яка з кінематичних характеристик руху тіла зберігає своє значення в процесі руху?	[1]с.26
7.	Кутове прискорення руху матеріальної точки, яка обертається навколо нерухомої осі, це ...	[1]с.18 [2]с.13 [3]с.15
8.	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 [2]с.12,13 [3]с. 13

9.	При поступальному русі векторною мірою кількості руху тіла є його...	[1]с.47 [2]с.16 [3]с.17
10.	За другим законом Ньютона зміна імпульсу тіла $\Delta \vec{p}$ дорівнює ...	[1]с.46 [2]с.16 [3]с.17
11.	У поверхні Землі на тіло діє сила тяжіння, яка дорівнює 72 Н. На відстані $2R$ від поверхні Землі ( $R$ – радіус Землі) на тіло буде діяти сила, яка дорівнює ...	[1]с.49 [2]с.48,49 [3]с.19
12.	Що відбувається з силою тертя, яка діє на тіло, що знаходиться на похилій площині, зі зменшенням кута нахилу площини?	[1]с.53 [2]с.18
13.	У замкненій системі повна робота сил тертя, що діють між тілами завжди є ...	[1]с.77 [2]с.28 [3]с.25
14.	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 [2]с.33
15.	У випадку якого руху тіла сила тяжіння не виконує роботу?	[1]с.76 [2]с.23 [3]с.25
16.	В консервативній механічній системі тіло після переміщення вернулось в початкове положення. Робота консервативних сил, що діють на тіло дорівнює ...	[1]с.76 [2]с.25 [3]с.27
17.	Умови, за яких зберігається повна механічна енергія системи, це ...	[1]с.77 [2]с.28 [3]с.29
18.	Яка величина є мірою інертних властивостей тіла при обертальному русі тіла?	[1]с.99 [2]с.34
19.	Як зміниться момент інерції матеріальної точки при збільшенні її відстані до осі обертання у 2 рази?	[1]с.99 [2]с.34 [3]с.22
20.	Моментом сили відносно осі називають ...	[1]с.100 [2]с.37
21.	Закон динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла відносно нерухомої осі може бути записаний у вигляді:	[1]с.101 [2]с.39 [3]с. 22
22.	Момент імпульсу абсолютно твердого тіла відносно осі дорівнює ...	[1]с.101 [2]с.39 [3]с.25
23.	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 [2]с.35,39 [3]с.22,23
24.	Якою є залежність відцентрової сили інерції від відстані до осі обертання системи відліку?	[1]с.122 [2]с.53 [3]с.37
25.	За якої умови та в якій системі відліку діє на тіло сила Коріоліса?	[1]с.122 [2]с.42 [3]с.38
26.	На теплу течію в океані, що спрямована з екватору до північного полюсу діє сила Коріоліса, яка направлена на ...	[1]с.122 [2]с.42 [3]с.38

27.	Гідростатичний тиск рідини визначається за формулою	[1]с.131 [2]с.57
28.	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 [2]с.58
29.	Який характер має течія рідини у трубі при значенні числа Рейнольдса нижче критичного?	[1]с.134 [2]с.63
30.	Постулати, які лежать в основі теорії відносності – це ...	[2]с.69 [3]с.39
31.	Одиницею вимірювання температури у Міжнародній системі одиниць, є ...	[1]с.155 [2]с.82
32.	При ізобарному процесі у газі незмінною залишається величина...	[1]с.157 [2]с.83 [3]с.50
33.	Рівняння Менделєєва – Клапейрона виражає формула:	[1]с.158 [2]с.86 [3]с.50
34.	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 [2]с.86 [3]с.50
35.	Температура ідеального газу є мірою ...	[1]с.176 [2]с.88 [3]с.52
36.	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 [2]с.100,101 [3]с.52,53
37.	Як зміниться найбільш ймовірна швидкість молекул ідеального газу, якщо його абсолютна температура зросте у 2 рази?	[1]с.179 [2]с.89 [3]с.62
38.	Яка з наведених на рисунку кривих правильно відображає залежність атмосферного тиску від висоти над рівнем моря (барометричну формулу)?	 [1]с.180 [2]с.91 [3]с.64
39.	У явищі в'язкості здійснюється перенесення ...	[2]с.96 [3]с.68
40.	Рівнянням якого процесу переносу є закон Фур'є?	[1]с.197 [2]с.95 [3]с.67
41.	Який вигляд має рівняння I-го закону термодинаміки у випадку ізохорного процесу?	[1]с.210,213 [2]с.105 [3]с.57
42.	Внутрішня енергія газу, який отримав від нагрівника 40Дж теплоти, збільшилась на 15Дж. Робота, яку виконав газ, дорівнює ...	[1]с.210 [2]с.102 [3]с.57
43.	З наведених газів ( $He$ , $N_2$ , $H_2O$ , $O_2$ ) найбільшу молярну теплоємність $C_V$ має ...	[1]с.211,177 [2]с.104 [3]с.54
44.	Під час адіабатного стискання газу його температура ...	[1]с.216

		[2]с.108 [3]с.58
45.	Рівняння адиабати у змінних $(p, V)$ має вигляд:	[1]с.214 [2]с.108 [3]с.56
46.	Згідно другого закону термодинаміки неможливий коловий процес, єдиним кінцевим результатом якого є ...	[1]с.240 [2]с.114 [3]с.74
47.	Що відбувається з к.к.д. теплової машини при зниженні температури холодильника?	[1]с.242 [2]с.117 [3]с.74
48.	Мірою неупорядкованості системи молекул є її ...	[1]с.240 [2]с.113
49.	При протіканні оборотного процесу у замкненій системі ентропія системи ...	[1]с.240 [2]с.114
50.	Рівняння стану реального газу носить назву ...	[1]с.255 [2]с.121
51.	Величину додаткового тиску, викликаного кривизною поверхні рідини надає формула ...	[1]с.266 [2]с.132
52.	Характерною ознакою фазового переходу першого роду є наявність ...	[1]с.261 [2]с.144
53.	Як необхідно змінити відстань між зарядами, щоб сила їх взаємодії не змінилася при зменшенні величини одного з зарядів у 4 рази?	[1]с.283 [2]с.149 [3]с.84
54.	Означенням поняття “вектор напруженості електричного поля” є формула:	[1]с.284 [2]с.150 [3]с.85
55.	Для якої характеристики поля точкового заряду є характерною обернено пропорційна залежність від квадрату відстані?	[1]с.284 [2]с.150 [3]с.85
56.	Електричне поле утворене рівними за величиною точковими зарядами $q_1$ та $q_2$ . Які знаки мають заряди, якщо у точці М вектор напруженості $\vec{E}$ має напрям, указаний на рисунку?	 [1]с.284 [2]с.150 [3]с.86
57.	Енергетичною характеристикою електростатичного поля є його ...	[1]с.288 [2]с.160 [3]с.91
58.	Потенціал електростатичного поля в Міжнародній системі одиниць вимірюється у ...	[2]с.161 [3]с.91
59.	Напруженість поля тієї самої системи зарядів у вакуумі порівняно з напруженістю поля у діелектрику завжди є ...	[1]с.294 [2]с.166
60.	Відносна діелектрична проникність діелектрика дорівнює відношенню ...	[1]с.294 [2]с.167
61.	При внесенні провідника у зовнішнє електричне поле спостерігається явище...	[1]с.295 [2]с.173
62.	Напруженість поля усередині зарядженого провідника при рівновазі наданого йому заряду дорівнює ...	[1]с.295 [2]с.171
63.	При паралельному з'єднанні конденсаторів їх сумарна ємність:	[1]с.296 [2]с.176
64.	Означення поняття „густина струму” надає формула:	[1]с.344

		[2]с.181 [3]с.98
65.	З наведених умов: А) $d\varphi = \text{Const}$ ; Б) $\vec{j} = \text{Const}$ ; В) $\epsilon_{\text{р.с.}} \neq 0$ ; Г) $I = \text{const}$ умовами підтримки постійного струму у колі є умови	[1]с.344 [2]с.181
66.	Одиницею вимірювання електрорушійної сили джерела струму в Міжнародній системі одиниць є:	[2]с.182
67.	При послідовному з'єднанні декількох окремих опорів загальна провідність ділянки кола ...	[1]с.347 [2]с.183
68.	Який характер носить залежність опору провідника від температури?	[1]с.346 [2]с.184
69.	Перше правило Кірхгофа є наслідком закону збереження ...	[1]с.347 [2]с.187
70.	Роботу струму на однорідній ділянці кола надає формула:	[1]с.348 [2]с.185
71.	Розряд, який існує тільки під дією зовнішнього іонізатора має назву ...	[2]с.199
72.	Блискавка є прикладом самостійного газового розряду, який є ...	[2]с.201
73.	Магнітне поле утворюється ...	[1]с.374 [2]с.204
74.	Яка з характеристик магнітного поля не залежить від магнітних властивостей речовини, в якій створено магнітне поле?	[1]с.374 [2]с.206
75.	Величина сили, що діє на провідник із струмом у магнітному полі визначається за законом ...	[1]с.378 [2]с.209 [3]с.104
76.	Формулою, яка визначає силу Ампера є ...	[1]с.378 [2]с.209 [3]с.104
77.	Закон Біо-Савара-Лапласа у скалярній формі має вигляд: ...	[1]с.375 [2]с.207 [3]с.103
78.	Напруженість магнітного поля, створеного струмом $I$ у середині соленоїда, визначається за формулою	[1]с.377 [2]с.219
79.	Якщо частинка влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції, траєкторією її руху є ...	[1]с.378 [2]с.213 [3]с.104
80.	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:	[2]с.213 [3]с.104
81.	Магнітний потік через замкнену поверхню дорівнює ...	[1]с.380 [2]с.220 [3]с.105
82.	Напрямок ЕРС індукції визначається за правилом ...	[1]с.380 [2]с.225
83.	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 [2]с.225
84.	Що відбувається з індуктивністю соленоїда при внесенні сталевого осереддя?	[1]с.382 [2]с.229
85.	Явище магнітного гістерезису спостерігається у	[1]с.386 [2]с.244
86.	Рівняння Максвелла для електромагнітного поля, яке відображує	[1]с.387,388



	можливість утворення магнітного поля електричним, має вигляд:	[2]с.251
87.	Циклічна частота точки, яка здійснює гармонічні коливання з періодом $T=2$ с дорівнює:	[1]с.423 [2]с.256 [3]с.113
88.	Енергія коливального руху, якщо амплітуду коливання зменшити в 2 рази, а частоту збільшити у 4 рази:	[1]с.424 [2]с.258 [3]с.112
89.	Правильно описує вимушені гармонічні коливання рівняння:	[1]с.427 [2]с.272 [3]с.119
90.	Якщо при інших рівних умовах зменшити коефіцієнт загасання $\delta$ , резонансна частота вимушених коливань	[1]с.429 [2]с.274
91.	Яка залежність існує між частотою коливань у коливальному контурі та його електроємністю?	[1]с.429 [2]с.263 [3]с.126
92.	Умовою виникнення резонансу у коливальному контурі, опором якого можна знехтувати є ...	[1]с.426,429 [2]с.274 [3]с.130
93.	Правильно описує власні коливання у коливальному контурі рівняння	[1]с.426 [2]с.263 [3]с.126
94.	Пружні поперечні хвилі можуть розповсюджуватися	[1]с.433 [2]с.285
95.	Що визначає вектор Умова-Пойнтінга?	[1]с.440 [2]с.301
96.	До явищ, в яких проявляється хвильова природа світла, належать явища	[1]с.466,468 [2]с.321,332 [3]с.134,141
97.	Принцип незалежності світлових променів (суперпозиції) порушується при явищі...	[1]с.466 [2]с.321 [3]с.133,134
98.	Забарвлення поверхні мильної плівки пояснюється явищем ...	[1]с.467 [2]с.325 [3]с.141
99.	Умову максимуму при спостереженні інтерференції двох когерентних хвиль можна записати у вигляді:	[1]с.467 [2]с.322
100.	Дві когерентні світлові хвилі збуджують у деякій точці простору коливання однакової амплітуди з різницею фаз рівною $\pi$ . Інтенсивність світла у точці дорівнюватиме:	[2]с.321 [3]с.136
101.	При спостереженні інтерференції від двох когерентних джерел білого світла центральний (нульовий) максимум є..	[2]с.324,325
102.	Умову максимуму при дифракції на щілині надає формула ( $a$ – ширина щілини; $d$ – постійна (період) ґратки)	[1]с.468 [2]с.338 [3]с.146
103.	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 [2]с.340 [3]с.147
104.	Умову спостереження головних мінімумів при дифракції на дифракційній решітці надає формула:	[1]с.469 [2]с.340
104.	На дифракційну решітку падає нормально біле світло. в дифракційній картині, яка спостерігається, ближче до центру розташовані смуги,	[1]с.469 [2]с.340

	колір яких є ...	[3]с.147
105.	Яким оптичним явищем можна пояснити розкладання білого світла у спектр за допомогою призми...	[2]с.347,348 [3]с.151
106.	Найбільший коефіцієнт заломлення для скла має промінь...	[2]с.349 [3]с.151
107.	Для розкладання білого світла у спектр можна використати явища ...	[2]с.347,348 [3]с.151
108.	Згідно закону Бугера інтенсивність світла в залежності від шляху в речовині змінюється ...	[2]с.351 [3]с.153
109.	Блакитний колір неба пояснюється ...	[2]с.342 [3]с.154
110.	Згідно закону Релея залежність інтенсивності розсіяного світла від довжини хвилі при молекулярному розсіюванні має вигляд...	[2]с.342 [3]с.154
111.	Явище, що свідчить про поперечність світлових хвиль, має назву...	[1]с.469 [2]с.356 [3]с.148
112.	За законом Малюса максимальна інтенсивність світла, який пройшов крізь два поляризатора спостерігається, якщо кут між площинами поляризаторів дорівнює	[1]с.471 [2]с.357 [3]с.149
113.	Квантову природу світла підтверджують явища...	[1]с.474,475 [2]с.376,382 [3]с.158,159
114.	Абсолютне чорне тіло – тіло, спектральна поглинальна здатність якого дорівнює ...	[1]с.473 [2]с.368 [3]с.156
115.	Згідно закону Віна при збільшенні температури тіла довжина хвилі, що відповідає максимуму спектральної випромінювальної здатності...	[1]с.473 [2]с.370 [3]с.157
116.	При зростанні температури тіла у два рази, інтегральна випромінювальна здатність теплового випромінювання збільшується у ...	[1]с.473 [2]с.370 [3]с.157
117.	Енергія кванта фіолетового світла ( $\lambda=0,35$ мкм) порівняно з енергією кванта червоного світла ( $\lambda=0,7$ мкм)...	[1]с.474 [2]с.372 [3]с.157
111.	Вираз $h\nu - \frac{mv_{\max}^2}{2}$ дорівнює...	[1]с.475 [2]с.378 [3]с.158
119.	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 [2]с.378 [3]с.158
120.	При комптонівському розсіюванні рентгенівських променів зміна довжини хвилі $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ залежить від ...	[1]с.475 [2]с.382 [3]с.159
121.	При однаковій інтенсивності світла більшого тиску з боку світла зазнає поверхня, яка є...	[1]с.474 [2]с.382
122.	З наведених формул формулою де Бройля для довжини хвилі мікрочастинки є...	[1]с.520 [2]с.394 [3]с.163
123.	Електрон, протон, нейтрон та $\alpha$ -частинка мають однакові довжини хвиль де Бройля. Найбільшу швидкість за цією умовою має	[1]с.520 [2]с.394

		[3]с.163
124.	Співвідношення невизначеностей координати та відповідної проекції імпульсу мікрочастинки пов'язані з...	[2]с.396 [3]с.164
125.	Яку характеристику стану електрона в атомі визначає головне квантове число?	[1]с.524 [2]с.414 [3]с.178
126.	Яку характеристику стану електрона в атомі визначає орбітальне квантове число?	[1]с.524 [2]с.414 [3]с.178
127.	Проекцію моменту імпульсу електрона в атомі на фізично виділений напрям визначає квантове число...	[1]с.524 [2]с.414 [3]с.180
128.	Власний момент імпульсу електрона визначає квантове число...	[1]с.524 [2]с.418 [3]с.180
129.	Кількість нейтронів, що входить до складу ядра урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ дорівнює ...	[1]с.537 [2]с.467 [3]с.186
130.	З наведених ядер ${}^7_3\text{Li}$ , ${}^7_4\text{Be}$ , ${}^{13}_7\text{N}$ , ${}^6_3\text{Li}$ ізотопами є ...	[2]с.467 [3]с.186
131.	Реакцію ділення важких ядер найбільш слушно описує модель	[2]с.470 [3]с.189
132.	При $\beta^-$ -розпаді ядро випромінює	[1]с.539 [2]с.475,476 [3]с.193
133.	У магнітному полі не відхиляється від напрямку поширення потік	[2]с.477 [3]с.191
134.	При $\alpha$ -розпаді ядро випромінює ...	[1]с.539 [2]с.471 [3]с.191
135.	Період напіврозпаду радіоактивних ядер – проміжок часу, за який кількість ядер радіоактивного елементу зменшується у	[1]с.538 [2]с.473 [3]с.191
136.	Загальну кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називають ...	[1]с.538 [2]с.473 [3]с.194
137.	Залежність кількості ядер радіоактивної речовини від часу є ...	[1]с.538 [2]с.473 [3]с.191
138.	Ядерна взаємодія нуклонів в ядрі отримала назву	[2]с.500 [3]с.190
139.	До екзотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять з ...	[1]с.540 [2]с.485
140.	Згасаючій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів...	[2]с.491
141.	Керованій ланцюговій реакції відповідає значення коефіцієнту розмноження нейтронів:	[2]с.491
142.	Яким видам взаємодій притаманна короткодія?	[2]с.500 [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.