

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 3 від «02» 11 2021 року
Голова групи Г Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного факультету
Ч Чугай А. В.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС
навчальної дисципліни

«Окремі розділи фізики-1,2»
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища
(назва освітньої програми)

магістр
(рівень освіти)

заочна
(форма навчання)

1
(рік навчання)

(семестр навчання)

6/180
(кількість кредитів ЄКТС/годин)

іспит
(форма контролю)

кафедра загальної та теоретичної фізики
(кафедра)

Одеса, 2021 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Формування у студентів системи знань та навичок зі спеціальних розділів статистичної фізики на шляху дослідження складних динамічних систем різної природи, таких, зокрема, як задачі переносу радіонуклідів у різних середовищах, клімату, морфогенезу та багато інших. Надати основні уявлення про сучасні методи статистичної фізики та методи їх використання в задачах опису стану та кінетики процесів які відбуваються у навколишньому середовищі.
Компетентність	ЗК01. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; СК02. Здатність використовувати науково-обґрунтовані методи обробки результатів досліджень в галузі технологій захисту навколишнього середовища.
Результат навчання	ПР01. Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру. ПР13. Використовувати у практичній діяльності знання вітчизняного та міжнародного природоохоронного законодавства.
Базові знання	основні положення, співвідношення та рівняння квантової механіки; з метою розуміння принципів, на яких базується створення та використання сучасних наноматеріалів; характеристики ядер та їх електронних оболонок, на специфічних особливостях яких базуються методи магнітного резонансу; теоретичні основи ЯМР та ЕПР і принципи дії спектрометрів ЯМР; особливості взаємодії з речовиною нейтронів різних енергій та фізичні основи нейтронографії.
Базові вміння	Використовувати знання квантової механіки, атомної та ядерної фізики для оцінки характеристик ядерних випромінювань; за значеннями енергії нейтронів прогнозувати можливі канали їх взаємодії з речовиною та наслідки взаємодії
Базові навички	опрацьовувати професійну літературу та аналізувати можливість використання інформації про нові досягнення в області матеріалознавства та методах досліджень в професійній діяльності.
Пов'язані силлабуси	Окремі розділи фізики-3
Попередні дисципліни	немає
Наступні дисципліни	Технології захисту навколишнього середовища
Кількість годин	лекції: 2 год. консультації: 8 практичні заняття: немає лабораторні заняття: немає самостійна робота студентів: 170 год.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Елементи теорії відносності та квантової механіки Тема 1. Маса та енергія. Поняття маси у сучасній фізиці. Гравітаційна та інші види фундаментальних взаємодій. Тема 2. Хвильові властивості частинок. Хвильова функція. Співвідношення невизначеностей. Рівняння Шредінгера. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Тунельний ефект. Квантовий гармонічний осцилятор. Квантова теорія атома гідрогену. Спін електрона. Багатоелектронні атоми.	1	15
			15
	Модульна тестова контрольна робота №1		5
ЗМ-Л2	Деякі сучасні методи досліджень структури і динаміки молекул Тема 1. Багатоелектронні атоми. Властивості збуджених атомів і молекул у газоподібному стані: ексимерні молекули. Кластери, фулерени та нанотрубки. Тема 2. Ядерний магнітний резонанс – основи теорії та ЯМР - спектрометри. Тема 3. Електронний парамагнітний резонанс.		15
			15
			15
	Модульна тестова контрольна робота №2		5
ЗМ-Л3	Фізика нейтронів Тема 1. Класифікація нейтронів за енергіями. Традиційні джерела та сучасні генератори нейтронів. Монохроматизація нейтронів. Тема 2. Методи реєстрації нейтронів. Нейтронографія. Нейтронна спектрометрія конденсованих середовищ.	1	15
			15
	Модульна тестова контрольна робота №3		5
	Підготовка до іспиту		20
	Разом		140

Настановне заняття – 2 аудиторні години (за розкладом настановної сесії).
 Викладач: Герасимов О.І.

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

Консультації – 8 годин:Викладач: Герасимов Олег Іванович (gerasymovoleg@gmail.com)

Дні тижня: понеділок з 16.05

Аудиторія 301 (НЛК №2)

2.2. Практичний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Практичний модуль №1. Розв'язування задач за темами лекційного модулю ЗМ-Л1.		
	Тема 1. Елементи релятивістської динаміки: маса, енергія, імпульс релятивістських частинок.		5
	Тема 2. Хвильові властивості частинок. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів у одновимірному випадку. Атом гідрогену.		5
	Тема 3. Рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі.		5
ЗМ-П2	Практичний модуль №2. Розв'язування задач за темами лекційних модулів ЗМ-Л2, ЗМ-Л3		7
	Тема 1. Магнітні моменти ядер. Ядерний магнітний резонанс.		
	Тема 2. Нейтрони. Взаємодія нейтронів різних енергій з речовиною		8
	Разом:		30

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).

Під час самостійної роботи студент має можливість спілкування з викладачем університету, який викладає цю навчальну дисципліну, за допомогою засобів електронного (e-mail: gerasymovoleg@gmail.com) і мобільного зв'язку та/або у системі Е-навчання (<http://dpt12s.odku.edu.ua/course/view.php?id=10>).

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

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л1	Підготовка до лекційних занять Виконання модульної тестової контрольної роботи МКР-1 (обов'язковий)	35	Листопад-грудень
ЗМ-Л2	Підготовка до лекційних занять Виконання модульної тестової контрольної роботи МКР-2 (обов'язковий)	50	Грудень-січень
ЗМ-Л3	Підготовка до лекційних занять Виконання модульної тестової контрольної роботи МКР-3 (обов'язковий)	35	Січень-лютий
ЗМ-П1	Підготовка до практичних занять Розв'язування задач (обов'язковий).	15	Лютий-березень
ЗМ-П2	Підготовка до практичних занять Розв'язування задач (обов'язковий).	15	Березень
	Підготовка до іспиту (обов'язковий)	20	заліково-екзаменаційна сесія
	Разом:	170	

2.4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для лекційних модулів (ЗМ-Л1, ЗМ-Л2, ЗМ-Л3).

Методи контролю:

виконання модульних контрольних робіт.

Оцінювання: модульні контрольні роботи проводяться у тестовому форматі за допомогою системи е-навчання. Контрольні роботи складається з 10 тестових питань кожна, які охоплюють всі теми даних модулів навчальної дисципліни.

Максимальна оцінка за виконання модульних тестових контрольних робіт дорівнює:

ЗМ-Л1 (МКР-1) – 20 балів,

ЗМ-Л2 (МКР-2) – 20 балів,

ЗМ-Л3 (МКР-3) – 20 балів.

Разом – **60 балів**.

2.5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для практичних модулів (ЗМ-П1, ЗМ-П2) та самостійної роботи студента.

Методи контролю:

розв'язування задач протягом семестру контролюється викладачем за графіком, наведеним у табл. 2.3, з використанням системи е-навчання, впровадженої в університеті.

Оцінювання: кількість балів за виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання.

Максимальна оцінка за виконання роботи з розв'язування задач дорівнює **20 балів** за кожний практичний модуль. Разом – **40 балів**.

2.6. Методика проведення та оцінювання підсумкового заходу з дисципліни

Формою підсумкового семестрового контролюючого заходу з навчальної дисципліни «Окремі розділи фізики-1,2» є **іспит**.

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 трьох або чотирьох запропонованих у запитанні. Тестові питання формуються по всьому переліку сформованих у навчальній дисципліні знань, а їх загальна кількість складає 20 завдань. Оцінка успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі кількісної оцінки (бал успішності) та максимально складає **100 балів** (еквівалентна 100% правильних відповідей). Перехід від кількісної оцінки до якісної оцінки здійснюється за 4-х бальною системою відповідно до наступної шкали - за правильну відповідь:

- на 18-20 тестів, це 90-100 балів (90-100%) – «відмінно»;
- на 15-17 тестів, це 75-85 балів (74-89%) – «добре»;
- на 12-14 тестів, це 70-60 балів (60-73%) – «задовільно»;
- на менш ніж 12 тестів, це менше 60 балів (< 60%) – «незадовільно».

Інтегральна оцінка поточного контролю знань та вмінь студентів із навчальної дисципліни «Окремі розділи фізики-1,2» заочної форми навчання складається з оцінок обов'язкових контролюючих заходів теоретичного матеріалу та практичних завдань (ЗМ-Л, ЗМ-П) вказаних в табл. 2.3 (Самостійна робота студента та контрольні заходи) і будуть підставою для допуску до семестрового контролюючого заходу – іспит.

Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю - іспит, якщо він виконав усі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни «Окремі розділи фізики-1,2» і набрав за модульною

системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни: **20 балів** у сумі за змістовні модулі ЗМ-П1 та ЗМ-П2.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1. Модуль ЗМ-Л1 « Елементи теорії відносності та квантової механіки».

3.1.1. Повчання

Тема 1. Маса та енергія. Поняття маси у сучасній фізиці. Гравітаційна та інші види фундаментальних взаємодій.

При вивченні законів релятивістської динаміки звернути увагу на закон взаємозв'язку маси і енергії, який особливо проявляється в ядерній фізиці та фізиці елементарних частинок, де процеси супроводжуються великими змінами енергії порівняно з енергією спокою частинок. Слід також приділити особливу увагу законам збереження енергії та імпульсу у релятивістській механіці. Рівність $E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^2}$ установлює взаємозв'язок маси, енергії та імпульсу релятивістської частинки. Якщо в класичній фізиці закони збереження енергії та імпульсу, які є наслідком однорідності простору і часу, формулюються як незалежні закони, в релятивістській механіці розглядається єдиний закон збереження енергії – імпульсу, який відображає нерозривність простору – часу.

Література [1, 6, 2].

Тема 2. Хвильові властивості частинок. Хвильова функція. Співвідношення невизначеностей. Рівняння Шредінгера. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Тунельний ефект. Квантова теорія атома гідрогену. Спін електрона. Багатоелектронні атоми.

При вивченні теми необхідно засвоїти ідею та формулу де Бройля щодо хвильових властивостей мікрочастинок: розрізнити обчислення довжини хвилі, що відповідає мікрочастинці, у класичному та релятивістському випадках; уміти пояснити зміст хвильової функції. Зверніть увагу на те, що фізичний зміст густини ймовірності має не сама хвильова функція, а квадрат її модуля, а також на умови, які накладаються на хвильову функцію внаслідок зазначеного фізичного змісту, включаючи умову нормування. Урозуміти, що невизначеності координати, імпульсу і т. ін. не є наслідком похибок вимірювальних приладів, які можуть бути подолані удосконаленням техніки вимірювання, а пов'язані з хвильовими властивостями мікрочастинок.

Рівняння Шредінгера є основним рівнянням нерелятивістської квантової механіки. Зверніть увагу на рівняння Шредінгера для стаціонарних станів, яке є справедливим при русі частинки у стаціонарному силовому полі, що справедливо для багатьох фізичних явищ, які відбуваються у мікромірі. Слід урозуміти, що з структури цього диференціального рівняння, яке у якості параметру включає повну енергію мікрочастинки, та умов регулярності хвильових функцій (скінченність, однозначність, неперервність функції та її першої похідної) при обмеженні руху частинки, тобто накладанні граничних умов на хвильову функцію, впливає дискретність її енергетичного спектру.

Особливу увагу зверніть на квантування енергії, моменту імпульсу і проекції моменту імпульсу електрона в атомі та квантові числа, їх фізичний зміст і допустимі значення; спін електрона; зміст принципу заборони Паулі.

Розгляд тунельного ефекту (проходження частинки крізь потенціальний бар'єр), аналогу якого немає у класичній механіці, допоможе уявити можливість явища α -розпаду.

При вивченні питання про застосування квантової теорії до багатоелектронних атомів необхідно звернути увагу на способи розрахунку повного моменту імпульсу \vec{J} електронів атома в залежності від відносної величини різних взаємодій між електронами: у випадку нормального зв'язку (зв'язку Рассела-Саундерса) та (j,j) - зв'язку; поняття терму та його мультіплетності; спосіб запису станів атома, які відповідають певній електронній конфігурації.

Література [2, 6, 4, 5]

3.1.2. Питання для самоперевірки

- 1*. Які величини є інваріантними (не залежать від вибору інерціальної системи відліку) в спеціальній теорії відносності?
- 2*. За якою умовою основне рівняння динаміки зберігає свою форму в спеціальній теорії відносності?
- 3*. Запишіть вирази для імпульсу та енергії релятивістської частинки. Як знайти її кінетичну енергію?
- 4*. Який закон є узагальненням законів збереження маси та енергії у спеціальній теорії відносності? Запишіть його рівняння.
- 5*. Запишіть загальне рівняння Шредінгера та рівняння Шредінгера для стаціонарних станів.
- 6*. Що називають власними значеннями енергії та власними функціями?
- 7*. Яким чином граничні умови в задачі про мікрочастинку в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченними стінками впливають на значення її енергії?
8. Отримайте власні значення енергії та власні функції для мікрочастинки в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченними стінками.
- 9*. Чому дорівнює енергія гармонічного осцилятора? Що таке енергія нульових коливань?
10. Поясніть, наслідком якого співвідношення є існування енергії нульових коливань.
11. Чи може частинка знаходитися на дні потенціальної ями? Чи визначається це формою потенціальної ями?
- 12*. Чи може частинка знаходитися в точках простору, де потенціальна енергія більша за її повну енергію а) згідно уявлень класичної механіки? квантової механіки?
- 13*. Як називають ефект проходження частинки крізь потенціальний бар'єр?
14. Який фізичний зміст має поняття коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру? Від чого залежить його значення?
15. Чому дорівнює потенціальна енергія взаємодії електрона з ядром в атомі? Запишіть стаціонарне рівняння Шредінгера для атома гідрогену. Квантування яких параметрів електрону в атомі витікає з цього рівняння?
- 16*. Що визначають головне, орбітальне і магнітне квантові числа? Які значення вони приймають?
- 17*. Що таке «правило відбору»? Яким переходам електронів в атомі гідрогену відповідають спектральні лінії серії Лаймана, серії Бальмера?
- 18*. Що таке спін мікрочастинки? Що характеризує спінове та магнітне спінове квантове число?
- 19*. Назвіть квантові числа, необхідні для повного опису стану електрона в атомі.
20. У чому полягає принцип тотожності квантових частинок?
- 21*. Які частинки називають ферміонами, бозонами? Яким властивостям симетрії задовольняють хвильові функції, які описують ці частинки?
- 22*. Сформулюйте принцип заборони Паулі.
- 23*. Що таке електронний шар, електронний підшар (оболонка) у багато електронному атомі? Як уявлення про їх будову дозволяють пояснити періодичність властивостей хімічних елементів?
24. За яким правилом додаються орбітальні і спінові моменти електронів зовнішнього електронного шару при нормальному зв'язку (зв'язку Рассела-Саундерса)?

25. Які значення може приймати квантове число L , яке відповідає повному орбітальному моменту імпульсу атома?
26. Які значення приймає квантове число S , яке відповідає повному спіновому моменту, при парному та непарному числі електронів в атомі?
- 27*. Що називають термом? Чим відрізняються стани, що належать до одного терму?
- 28*. Чим визначається кратність виродження g електронного стану атома?

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

3.2. Модуль ЗМ-Л2 «Деякі сучасні методи досліджень структури і динаміки молекул»

3.2.1. Повчання

Тема 1. Багатоелектронні атоми. Властивості збуджених атомів і молекул у газоподібному стані: ексимерні молекули. Кластери, фулерени та нанотрубки.

При вивченні теми зверніть увагу не тільки на теоретичну сторону розглянутих питань, а саме: радіаційний і безрадіаційний способи розпаду глибоких вакансій у багатоелектронному атомі; утворення каскадного вибуху внаслідок безрадіаційних розпадів та існуючі підходи до опису дерева розпаду; пояснення утворенню ексимерних молекул, газових та твердотільних кластерів, а й на практичні аспекти – підсилення шкідливих наслідків дії іонізуючих випромінювань на речовину та біологічні об'єкти внаслідок процесів, які пов'язані з каскадним вибухом атомів при багаторазовій іонізації; використання ексимерних молекул; створення та властивості нового класу з'єднань – фулеренів (кластерів, які утворюються у процесі конденсації пересиченої пари вуглецю), а також властивості і можливості, які надає використання таких алотропних форм вуглецю як вуглецеві нанотрубки, графен, оксид графену.

Література [7, 5]

Тема 2. Ядерний магнітний резонанс – основи теорії та ЯМР - спектрометри.

Методи магнітного резонансу займають особливе місце серед сучасних методів дослідження молекулярної будови речовини завдяки високій інформативності та універсальності спектрометрів магнітного резонансу при їх використанні на практиці. При вивченні теми зверніть увагу на сутність явища ЯМР, умови виникнення резонансного поглинання електромагнітної енергії, обумовленого магнетизмом ядер. Розгляньте, у чому полягає явище хімічного зсуву; що таке спин-спінова взаємодія; як впливають ці явища на спектри ЯМР високого розділення та яку інформацію про будову та динаміку молекул можна отримати завдяки цьому впливу; яку роль віграють процеси спин-решіткової та спин-спінової релаксації для отримання стійкої картини на осцилографі при спостереженні ЯМР.

При розгляді блок-схеми спектрометра зверніть увагу на призначення основних вузлів спектрометра, розгляньте у чому полягає різниця між стаціонарними та імпульсними спектрометрами у способі знаходження умов резонансу; використання дослідницьких методів ЯМР у фізиці, хімії, молекулярній біології та перспективи приладів ЯМР в області клінічної медицини і для вирішення екологічних проблем (завдяки можливості супроводження контролем технологічних процесів у виробництві).

Література [7,8]

Тема 3. Електронний парамагнітний резонанс.

Вивчення цієї теми тісно пов'язано з попереднім матеріалом. Зверніть увагу на необхідні умови спостереження ЕПР в певній речовині, тобто список різних класів речовини і умов, у яких повинен спостерігатися ЕПР; найбільш характерні типи магнітних взаємодій,

які визначають вид спектрів ЕПР, а також деякі загальні правила та прийоми ідентифікації спектрів рідкої фази.

Література [7, 8,9]

3.2.2. Питання для самоперевірки

- 1*. У чому зміст так званого каскадного вибуху атома з утворенням багатозарядного іону?
2. Чому це явище більш ймовірне для важких атомів, ніж для легких?
- 3*. Які молекули називають ексимерними? У чому причина утворення таких молекул атомами благородних газів?
4. Ексимерні лазери. У чому полягає їхня перевага?
- 5*. Які утворення з молекул і атомів мають назву кластерів? На які типи їх поділяють?
- 6*. Укажіть основні області практичного використання кластерів.
- 7*. Що таке фулерени? Чим цікаві їх властивості?
- 8*. Що таке вуглецеві нанотрубки? На які властивості нанотрубок впливає їх хиральність?
- 9*. Укажіть області можливого застосування вуглецевих нанотрубок та приладів на їх основі.
- 10*. Що таке графен? Які області застосування знаходить графен та його оксид завдяки їх властивостям?
- 11*. Чому явища ЯМР і ЕПР є основою потужного методу дослідження будови речовини і її властивостей?
- 12*. Які параметри спектрів ЯМР високого розділення є джерелом інформації про будову молекул?
13. Яка теорія руху магнітного диполя в магнітному полі пояснює явище ЯМР?
14. Який час в теорії ЯМР прийнято називати часом спін-решіткової релаксації? Що він характеризує?
15. Чим обумовлено ширення ліній ЯМР- спектрів? Як це пов'язано з спін-спіновою взаємодією?
- 16*. Яким чином реалізують умови резонансу в стаціонарних та імпульсних спектрометрах ЯМР?
- 17*. У чому полягає необхідна умова спостереження явища ЕПР?
18. Чим обумовлена надтонка структура спектрів ЕПР?

* - питання для самоперевірки базових результатів навчання – знань, умінь, навичок).

3.3. Модуль ЗМ-ЛЗ «Фізика нейтронів»

3.3.1. Повчання

Тема 1. Класифікація нейтронів за енергіями. Традиційні джерела та сучасні генератори нейтронів. Монохроматизація нейтронів.

Нейтрони є значним інструментом дослідження в різних областях науки та техніки завдяки великій ефективності у здійсненні ядерних реакцій, особливостям взаємодії з речовиною. Характер взаємодії з речовиною для нейтронів суттєво залежить від їх енергії. Отже, при вивченні теми перш за все слід розглянути класифікацію нейтронів за енергіями, відповідні швидкості, довжини хвиль де Бройля та характерні певні типи реакцій (у тому числі – радіаційний захват, пружне та непружне розсіювання, реакції з утворенням протонів, α -частинок, реакції поділу і т. ін.), які притаманні нейтронам різних енергій та їх переріз.

При розгляді способів одержання нейтронів зверніть увагу на інтенсивність та енергетичний спектр – характеристики, за якими традиційні джерела нейтронів різного типу (природні джерела; джерела, в яких для отримання нейтронів в результаті ядерних

реакцій використовуються заряджені частинки із прискорювачів; ядерні реактори), як правило, значно відрізняються один від одного. Сучасні джерела нейтронів, які називають генераторами нейтронів, базуються головним чином на екзоенергетичних ядерних реакціях взаємодії дейтерію з тритієм або дейтерію з дейтерієм, які використовуються і в традиційних способах отримання нейтронів. Але їх відокремлюють серед джерел нейтронів внаслідок складної специфічної конструктивної особливості. Слід мати уявлення про принцип дії та комплекс приладдя, на базі якого працює нейтронний генератор; такі важливі характеристики генератора нейтронів як вихід реакції та інтенсивність нейтронів

Джерела нейтронів за звичаєм дають нейтрони суцільного спектру енергії. Виділення з пучка частинок із неперервним енергетичним спектром нейтронів з заданою енергією, що необхідно у деяких важливих дослідженнях, реалізується за допомогою різних методів, в яких використовують корпускулярні (механічний монохроматор, методи часу прольоту) та хвильові (дифракційне розсіяння нейтронів на кристалах) властивості частинок. При вивченні теми зверніть увагу на фізичну сторону монохроматизації за допомогою цих методів.

Література [4, 8,9]

Тема 2. Методи реєстрації нейтронів. Нейтронографія. Нейтронна спектрометрія конденсованих середовищ.

Найявні методи детектування нейтронів основані на реєстрації вторинних заряджених частинок, які утворюються при взаємодії нейтронів із ядрами речовини детектора. Отже, для реєстрації нейтронів можна використовувати деякі лічильники, за допомогою яких детектують заряджені частинки і γ -кванти – іонізаційні камери, пропорційні лічильники, лічильники Гейгера – Мюллера. Зверніть увагу на принцип дії наповненої газом камери, яку містить кожний з детекторів; залежність коефіцієнта підсилення газонаповненого детектора нейтронів від напруги на лічильнику, яку можна поділити на п'ять ділянок, та процеси, які відповідають кожній з цих ділянок. Слід ознайомитися з принципом дії інших приладів, які використовуються при реєстрації нейтронів: сцинтиляційних детекторів, подільних камер, порогових детекторів.

При розгляді методів дослідження кристалічної та магнітної структури упорядкованих середовищ за допомогою нейтронів, тобто методів нейтронографії, зверніть увагу на сутність явища дифракції, на якому базуються ці методи; сутність самих методів, один з яких передбачає вимірювання інтегрального перерізу пружного розсіяння нейтронів як функції від енергії падаючих нейтронів, другий – отримання нейтронограми зразка, тобто вимірювання диференціального перерізу розсіяння нейтронів.

Література [4,8,9]

3.3.2. Питання для самоперевірки

- 1*. Нейтрон. Характеристики нейтрона.
- 2*. За якими значеннями енергії нейтрони поділяють на швидкі та повільні?
- 3*. На які групи поділяють повільні нейтрони? швидкі нейтрони?
- 4*. Який діапазон енергій та довжин хвиль де Бройля відповідає кожній з цих груп?
- 5*. Які основні типи реакцій при взаємодії з речовиною характерні для нейтронів різних енергій? Який переріз їм відповідає?
- 6*. Якими параметрами характеризують джерела нейтронів?
- 7*. Які типи традиційних джерел використовують для отримання нейтронів?
8. Наведіть приклад ядерної реакції, в якій нейтрони утворюються в результаті взаємодії α -частинки з ядрами деякої речовини.
- 9*. Які прилади називають генераторами нейтронів? На яких ядерних реакціях базується їх робота?
- 10*. Що таке вихід реакції? Від чого він залежить? Як обчислюється у випадках тонкої та

товстої мішені?

11*. Для чого потрібна монохроматизація нейтронів?

12. Які властивості нейтронів використовуються при монохроматизації нейтронів механічним монохроматором? Опишіть цей метод.

13*. У чому полягає метод монохроматизації нейтронів, який отримав назву методу часу прольоту?

14*. Які властивості нейтронів використовують при монохроматизації нейтронів за допомогою їх дифракції на кристалах? Наведіть відповідні формули.

15. Чому для реєстрації нейтронів (нейтральних частинок) можна використовувати лічильники, за допомогою яких детектують заряджені частинки?

16*. Опишіть принцип дії газонаповненої камери, яка є складовою частиною газорозрядних детекторів.

17*. Які фізичні процеси відповідають кожній з ділянок графіку залежності коефіцієнта підсилення від напруги на лічильнику?

18. Яка ділянка графіку відповідає режиму роботи іонізаційної камери? пропорційних лічильників? Лічильника Гейгера-Мюллера?

19*. Що є предметом дослідження методами нейтронографії? Що є сутністю методів нейтронографії?

20. Яка енергія нейтронів має назву енергії брегівської межі?

21*. Яку залежність розуміють під нейтронограмою зразка? Яку принципову схему має установка для зняття нейтронограми?

22. В який спосіб можна отримати радіальну функцію розподілу для рідини за допомогою нейтронографічних досліджень? У чому перевага нейтронографії рідини перед аналогічними дослідженнями за допомогою рентгенівського розсіяння?

* - питання для самоперевірки базових результатів навчання – знань, умінь, навичок).

3.4. Модуль ЗМ-П1.

3.4.1. Повчання

Тема 1. Елементи релятивістської динаміки: маса, енергія, імпульс релятивістських частинок.

Зверніть увагу на практично важливий випадок взаємодії релятивістських частинок шляхом зіткнення, коли частинки до і після зіткнення рухаються вільно. При розв'язуванні подібних задач окрім рівнянь, записаних на основі законів збереження тривимірного релятивістського імпульсу і енергії, може бути використана формула, яка устанавлює взаємозв'язок маси, енергії та імпульсу релятивістської частинки.

Методичні вказівки та приклади розв'язування задач див. [5] Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики”. Одеса: ОДЕКУ, 2017р. с. 4,5 (ел. версія).

Тема 2. Хвильові властивості частинок. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів у одновимірному випадку. Атом гідрогену.

При розв'язуванні задач про хвильові властивості частинок необхідно розрізняти випадки класичних і релятивістських частинок. За допомогою співвідношень невизначеностей координати та імпульсу можна розв'язувати задачі двох типів:

а) визначення найменшого значення однієї з двох невизначеностей $\Delta x, \Delta p_x$ при заданому значенні другої. У цьому випадку у відповідному співвідношенні користуються знаком рівності;

б) визначення найменшого значення самих величин, а саме, лінійних розмірів області L , в якій знаходиться частинка або найменшого значення її імпульсу p (або зв'язаного з ним значення кінетичної енергії).

У цьому випадку вважають, що шукана величина не може бути меншою за найменшу невизначеність при її вимірюванні, тобто у якості мінімальних значень величини використовують їх мінімальну невизначеність: $L_{\min} \approx \Delta x_{\min}$, а $p_{\min} \approx \Delta p_{\min}$.

При розв'язуванні задач щодо визначення довжини хвилі, частоти або енергії поглинутих або випромінених атомами водню та воднеподібними іонами квантів енергії необхідно, перш за все, за умовою задачі визначити номери орбіт k і n (тобто квантових рівнів енергії), між якими відбувається перехід електрона. Далі розв'язок може бути проведений за узагальненою формулою Бальмера. Число k можна представити у вигляді $k = n + N$, де N – номер спектральної лінії в серії, взятий у порядку зменшення довжини хвилі. Границі кожної серії відповідає $k = \infty$.

Методичні вказівки та приклади розв'язування задач див.

[5] Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики”. Одеса: ОДЕКУ, 2017р. с. 15-23 (ел. версія).

[2] Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. с. 520-534.

Тема 3. Рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі.

Слід мати на увазі, що рентгенівські спектральні серії позначають так само, як електронний шар, перехід електронів на який викликає дане випромінювання. Лінії серії записують у порядку зменшення довжин хвиль за допомогою індексів α , β , γ ,... При наближених розрахунках сталу екранування у формулі закону Мозлі вважають однаковою для всіх ліній серії.

Методичні вказівки та приклади розв'язування задач див. [5] Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики”. Одеса: ОДЕКУ, 2017р. с. 18-19,23 (ел. версія).

3.5. Модуль ЗМ-П2.

Тема 1. Магнітні моменти ядер. Ядерний магнітний резонанс.

Як відомо, резонансна частота електромагнітного поля, яке викликає переходи між сусідніми рівнями енергії є пропорційною прикладеному магнітному полю і залежить від магнітного моменту ядра. При визначенні магнітних моментів, зверніть увагу на те, що ядерні магнітні моменти мають порядок ядерного магнетона μ_y і за звичаєм їх значення

наводяться в одиницях ядерного магнетона, який дорівнює $\mu_y = \frac{e\hbar}{2m_p} \approx 5,05 \cdot 10^{-27} \frac{Дж}{Тл}$.

Знання тонкої структури ліній в спектрі ЯМР, які відповідають хімічно різним положенням однакових ядер в одній молекулі, та співвідношення їх інтенсивності дозволяє отримати інформацію про структуру молекул. Зокрема, у випадку n еквівалентних однаково екранованих ядер, спіни яких мають однаковий хімічний зсув, резонансний сигнал сусіднього ядра внаслідок спин-спінової взаємодії розщеплюється на $(2nI + 1)$ ліній різної інтенсивності. При розв'язуванні задач, пов'язаних з розшифровкою спектрів ЯМР, зверніть увагу на те, що співвідношення інтенсивностей ліній, тобто біноміальні коефіцієнти мультиплетів можуть бути визначені з використанням елементів комбінаторики.

Методичні вказівки та приклади розв'язування задач див.

[5] Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики”. Одеса: ОДЕКУ, 2017р. с. 25-28 (ел. версія).

Тема 2. Нейтрони. Взаємодія нейтронів різних енергій з речовиною.

Процеси взаємодії нейтронів з ядрами атомів речовини, а це може бути пружне і непружне розсіювання, ядерні реакції, поділ ядер, сильно залежать від енергії нейтронів. Отже, перш за все, слід чітко усвідомлювати за якою енергією нейтрон може приймати участь в тому чи іншому процесі взаємодії.

Зверніть увагу на умову, за якою може здійснюватися пружне розсіювання нейтронів та формулу, яка надає залежність втрат енергії нейтрона при пружному розсіянні (енергії, що передана ядру) від кута розсіювання та атомної маси ядра; розрахунок енергії екзотермічних ядерних реакцій за участю нейтронів.

При розв'язуванні задач, що стосуються явища брегівської дифракції нейтронів, яка використовуються у нейтронографії, необхідно розрізняти випадки класичних і релятивістських частинок. При обчисленні довжини нейтронної хвилі де Бройля в залежності від енергії нейтронів використовуються формули нерелятивістської або релятивістської динаміки.

Методичні вказівки та приклади розв'язування задач див. [5] Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики”. Одеса: ОДЕКУ, 2017р. с. 29-32 (ел. версія).

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1 (МКР-1)

- Інваріантними величинами по відношенню до перетворень Лоренца є ...
Література [1,с.191,199; 6,с.69, 75]
- Основний закон релятивістської динаміки має вигляд:
Література [1,с.201; 6,с.77]
- Згідно закону релятивістської динаміки у загальному випадку напрями векторів прискорення частинки і сили за напрямом ...
Література [1,с.201; 6,с.77]
- Взаємозв'язок маси та енергії надає формула ...
Література [1,с.204; 6,с.78]
- Маса поля, що випромінює антена радіопередавача потужністю $P=1$ кВт за годину дорівнює ...
Література [1,с.204; 6,с.78]
- Кінетична енергія релятивістської частинки може бути обчислена за формулою ...
Література [1,с.203; 6,с.78]
- Релятивістське співвідношення між енергією та імпульсом частинки надає формула ...
Література [1,с.205; 6,с.79]
- Забезпечує зв'язок нуклонів у ядрі взаємодія
Література [6,с.470,500]
- Не належить до властивостей ядерних сил
Література [6,с.470, 501]
- Нескінченний радіус взаємодії є характерним для взаємодій:

Література [6,с.501]

11. Слабка взаємодія є характерною для ...

Література [6, с.470,471]

12. Не є центральними сили ...

Література [6,с.470]

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

Література [2,с.272; 3,с.394]

14. Властивості мікрочастинки, які можна обчислити за допомогою формули де Бройля, це...

Література [2,с.272; 3,с.394]

15. Електрон, протон, нейтрон та α -частинка мають однакові довжини хвиль де Бройля. Найменшу швидкість за цією умовою має ...

Література [2,с.272; 3,с.394]

16. Електрон, протон, нейтрон та α -частинка мають однакові швидкості. Найбільша довжина хвилі де Бройля відповідає ...

Література [2,с.272; 3,с.394]

17. Співвідношення невизначеностей координати та відповідної проекції імпульсу мікрочастинки надає ...

Література [2,с.279; 3,с.396]

18. Меншу ширину у спектрі випромінювання мають спектральні лінії, які відповідають переходам з збуджених станів, час життя яких є ...

Література [2,с.281; 3,с.398]

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

Література [2,с.286; 3,с.400]

20. Ймовірнісний фізичний зміст має ...

Література [2,с.284; 3,с.400]

21. Принцип, згідно якому завдання хвильової функції у початковий момент визначає її значення у наступні моменти часу носить назву ...

Література [6,с.403]

22. Рівняння Шредінгера відносно хвильової функції для виконання принципу суперпозиції є ...

Література [2,с.284]

23. У рівнянні Шредінгера для стаціонарних станів $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}[E - U(r)]\psi = 0$ під

E розуміють ...

Література [2,с.285; 3,с.402]

24. Енергетичний спектр вільної частинки є ...

Література [6,с.404]

25. Хвильова функція **основного стану** мікрочастинки всередині нескінченно глибокої потенціальної ями може приймати нульове значення ...

Література [2,с.288; 3,с.406]

26. Мінімальна енергія гармонічного квантового осцилятора дорівнює...

Література [2, с.290; 3, с.411]

27. Енергія частинки, яка пройшла крізь потенціальний бар'єр ...

- Література* [2,с.293; 3, с.408]
28. Коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру залежить від ...
Література [2,с.293; 3,с.409]
29. Коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру зі збільшенням його ширини ...
Література [2,с.293; 3,с.409]
30. Коефіцієнт прозорості потенціального бар'єру зі збільшенням енергії частинки ...
Література [2,с.293; 3,с.409]
31. Квантовим числом, яке визначає енергію електрона в атомі, є ...
Література [2,с.306; 3,с.414]
32. Залежність власних значень енергії атома водню від головного квантового числа ϵ ...
Література [2, с.306; 3,с.413]
33. Момент імпульсу електрона в атомі визначає квантове число..
Література [2,с.306; 3,с.414]
34. В основному енергетичному стані атома ($n=1$) момент імпульсу орбітального руху елемента дорівнює...
Література [6,с.414; 2,с.306,307]
35. Кількість значень, які може приймати магнітне квантове число l при заданому квантовому числі n дорівнює...
Література [6,с.414; 2,с.306]
36. Характеристикою стану електрона в атомі, яка визначається магнітним квантовим числом, є ...
Література [2,с.306; 3,с.414]
37. Кількість орієнтацій у просторі, яку може мати вектор моменту імпульсу електрона в атомі, дорівнює
Література [2,с.306; 3,с.414]
38. Спінове магнітне квантове число електрона в атомі (m_s) визначає значення ...
Література [2,с.311; 3,с.418]
39. Правилom відбору (можливим переходам атома з одного стану в інший) для магнітного квантового числа m є...
Література [6, с.415]
40. Кількість електронів в атомі, які можуть мати однакові значення головного квантового числа дорівнює ...
Література [2,с.312; 3,с.420]
41. Принципу заборони Паулі підпорядковуються елементарні частинки та ядра, спин яких є
Література [2,с.312; 3, с.420]
42. Згідно з принципом Паулі максимальна кількість елементів у L- шарі ($n = 2$) дорівнює ...
Література [2, с.313; 3, с.421]
43. Зовнішній (валентний) електрон в основному стані атома літію ($z = 3$) має квантові числа ...

- Література* [6, с.422; 2, с.313]
44. Принцип тотожності мікрочастинок полягає у ...
Література [6, с.418]
45. До бозонів належать елементарні частинки, спин яких є ...
Література [6, с.419]
46. Антисиметричні хвильові функції описують системи частинок, спин яких є...
Література [6, с.419]
47. Статистиці Фермі-Дірака підлягають частинки, спин яких є ...
Література [6, с.419]
48. В багатоелектронних атомах нормальний зв'язок (зв'язок Рассела-Саундерса) здійснюється у випадку, коли ...
Література [2, с.316]
49. Квантове число L , яке відповідає повному орбітальному моменту імпульсу атома \vec{L} , набирає ...
Література [2, с.317]
50. Сукупність станів атома з певною електронною конфігурацією при заданих значеннях квантових чисел L і S , які відповідають повному орбітальному (\vec{L}) і спіновому (\vec{S}) моменту імпульсу атома, має назву ...
Література [2, с.317]
51. Короткохвильова межа гальмівного суцільного рентгенівського спектру...
Література [6, с.424; 2, с.254, 255]
52. Згідно закону Мозлі для характеристичного рентгенівського випромінювання залежність між $\sqrt{1/\lambda}$ і зарядовим числом Z носить характер ...
Література [6, с.425; 2, с.321]

4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2 (МКР-2)

1. Сильно збуджені стани з вакансіями утворюються у глибоких оболонках атомів при...
Література [7, с.268; 5, тема 3, с.1]
2. При радіаційному розпаді глибоких вакансій надлишок енергії уноситься ...
Література [7, с.269; 5, тема 3, с.1]
3. При радіаційному розпаді глибоких вакансій вакансія ...
Література [7, с.269; 5, тема 3, с.2]
4. Безрадіаційний розпад глибоких вакансій призводить до ...
Література [7, с.269; 5, тема 3, с.2]
5. Процес каскадного вибуху закінчується, коли ...
Література [7, с.271; 5, тема 3, с.2]
6. При каскадному вибуху атому зона ураження навколо первісно іонізованого атома
Література [7, с.273; 5, тема 3, с.3]
7. Каскадного вибуху не відбувається після іонізації 1s- оболонки у елементів ...
Література [7, с.273; 5, тема 3, с.3]

8. Вміст у біологічних об'єктах більш важких атомів (наприклад, заліза) ...
Література [7, с.273; 5, тема 3, с.3]
9. Атом благородного газу може утворювати ковалентний хімічний зв'язок з іншим атомом тільки у збудженому стані за рахунок ...
Література [7, с.278; 5, тема 3, с.3]
10. Ексімерна молекула розпадається за час порядку ...
Література [7, с.278; 5, тема 3, с.4]
11. Ексімерні молекули представляють собою готове активне середовище, яке може бути використано для створення ...
Література [7, с.279; 5, тема 3, с.4]
12. Асоціації, складені з певної кількості атомів або молекул, які є проміжним ланцюжком між молекулярним і конденсованим станом матерії, мають назву...
Література [7, с.280; 5, тема 3, с.5]
13. Кластери поділяються на ...
Література [7, с.280; 5, тема 3, с.5]
14. Вплив на параметри газового кластеру можливий за допомогою зміни параметрів ...
Література [7, с.281; 5, тема 3, с.5]
15. Фулерени – багатоатомні молекули вуглецю C_n , де n приймає значення
Література [7, с.284; 5, тема 3, с.6]
16. Леговані фулерени (фулериди) типу M_3C_{60} ($M = K, Rb, Cs \dots$) мають властивості ...
Література [7, с.287; 5, тема 3, с.7]
17. Вуглецеві нанотрубки закінчуються напівсферичною головкою, яку можна розглядати як...
Література [7, с.290; 5, тема 3, с.8]
18. Електронні властивості вуглецевих нанотрубок, зокрема ширина забороненої зони, визначаються її ...
Література [7, с.290; 5, тема 3, с.9]
19. Високі сорбційні властивості вуглецевих нанотрубок пов'язані з їх ...
Література [7, с.297]
20. Графен – двовимірний алотропний модифікація вуглецю, утворена шаром атомів вуглецю завтовшки в один атом, з'єднаних ...
Література [5, тема 3, с.9]
21. Спін ядра складається з ...
Література [8, с.43; 8, с.304]
22. Кількість значень, яку може приймати проекція спіну ядра на фізично виділений напрямок дорівнює ...
Література [8, с.43; 8, с.327]
23. При парному масовому числі спіни ядер можуть приймати
Література [8, с.43; 8, с.304]
24. Кількість компонент спіну ядра, які, згідно квантової механіки, можуть приймати строго фіксоване значення, дорівнює
Література [8, с.44; 8, с.305]
25. Взаємодія ядра з зовнішнім магнітним полем визначається

Література [8,с.45; 8 с.305]

26. Кутова швидкість прецесії магнітного моменту ядра в зовнішньому магнітному полі

Література [7, с.317]

27. Енергія, необхідна для переходу ядра, яке знаходиться в зовнішньому магнітному полі, з основного стану на перший збуджений рівень, дорівнює

Література [8,с.49; 8, с.307]

28. Резонансна частота, на якій може спостерігатися ЯМР, залежить від

Література [8,с.50; 8, с.307]

29. У спектрах ЯМР високого розділення основними джерелами інформації про будову і динаміку молекул є

Література [7, с.309]

30. Слабке високочастотне магнітне поле використовується в пристроях спостереження ЯМР для

Література [8,с.49; 8, с.318]

31. Зміщення сигналу в спектрі ЯМР в залежності від хімічного оточення носить назву

Література [7, с.310]

32. Екранування зовнішнього поля вторинним електронним полем, виниклим внаслідок явища діаманетизму, призводить ...

Література [7, с.309]

33. Спін-спінова взаємодія ядер приводить до розщеплення резонансних ліній сусіднього ядра під впливом ядра зі спіном I на

Література [7, с.312]

34. Процес спін-решіткової релаксації призводить до ...

Література [7, с.323]

35. Кількість ліній, на яку розщеплюється внаслідок спін-спінової взаємодії резонансний сигнал ядра, який є сусіднім до $n=8$ еквівалентних ядер, спін яких $I=1/2$, дорівнює ...

Література [7, с.312]

36. За способом знаходження умов резонансу розрізняють ...

Література [7, с.332]

37. В імпульсних спектрометрах зразок опромінюють коротким високочастотним імпульсом тривалістю τ з частотою ν , тобто спектром частот $\nu \pm 1/\tau$ при ...

Література [7, с.332]

38. Інформацію про просторову і електронну будову парамагнітних речовин на молекулярному рівні дозволяє отримати ...

Література [7, с.345]

39. Надтонка структура спектрів ЕПР обумовлена енергією ядерного магнітного моменту в ...

Література [7, с.347]

40. При $H_0 = 1$ Тл резонансна частота для вільного електрона порівняно з такою для ядерного резонансу протона приблизно ...

Література [7, с.345]

4.3 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ (МКР-3)

1. Магнітний момент нейтрона дорівнює ...
Література [4,с.25; 9,с.484]
2. Нейтрони є стабільними...
Література [4,с.20]
3. Нейтрони відносяться до ...
Література [4,с.19; 9,с.484]
4. Характер взаємодії нейтрона з речовиною залежить від ...
Література [4, с.285; 9,с.485]
5. Основні групи, на які поділяються нейтрони:
Література [4,с. 288; 9,с.485]
6. До теплових відносять нейтрони з енергіями ...
Література [4,с. 288; 9,с.486]
7. Обернено пропорційна залежність перерізу реакції від швидкості спостерігається для нейтронів:
Література [8,с.485; 6,с. 287]
8. Довжина хвиль де Бройля, яка має той самий порядок, що й міжатомні (міжмолекулярні) відстані в речовині є характерною для нейтронів ...
Література [4,с. 289]
9. При взаємодії з речовиною процеси пружного розсіювання виграють основну роль для нейтронів
Література [4,с. 288]
10. Найбільша частка енергії втрачається нейтроном при взаємодії з...
Література [4,с. 290; 9,с. 498]
11. При розсіюванні нейтронів на ядрах речовини найбільша кількість енергії передається ядру при кутах розсіювання
Література [8,с. 498]
12. Пружне розсіювання нейтронів здійснюється при енергіях нейтронів
Література [8,с.487]
13. Непружне розсіювання нейтронів здійснюється при енергіях нейтронів
Література [8,с.487]
14. Повний переріз розсіювання повільних нейтронів на важких молекулах, що містять атоми водню, при досягненні нейтроном енергії, достатньої для збудження наступного збудженого рівня молекули ...
Література [4,с. 230]
15. Для швидких нейтронів основну роль виграють процеси
Література [8,с.487]
16. Нейтронно-ядерною реакцією радіаційного захоплення є реакція ...
Література [8,с.487]
17. Спектри збуджених ядер дозволяють вивчати нейтрони
Література [4,с. 288]
18. Традиційні джерела нейтронів дають нейтрони, спектр енергії яких є...
Література [4,с. 305]

19. Інтенсивність генератора нейтронів – це
Література [4,с. 291]
20. В нейтронних джерелах, основаних на застосуванні радіоактивних препаратів, для отримання нейтронів використовується реакція
Література [4,с. 291]
21. В джерелах нейтронів, основаних на використанні частинок із прискорювачів, для отримання нейтронів використовується реакція
Література [4,с. 291]
22. В екзоенергетичній реакції ${}^3_1\text{H}(d, n)\text{X}$ з падаючими дейтронами, яка використовується для отримання нейтронів, під X слід розуміти ...
Література [4,с. 295]
23. Найбільш інтенсивними джерелами нейтронів є
Література [4,с. 296]
А. ядерні реактори Б. електронні прискорювачі В. природні нейтронні джерела
24. Опромінювання зразків нейтронами ядерного реактора проводиться
Література [4,с. 296]
25. В сучасних генераторах нейтронів використовуються реакції взаємодії
Література [4,с. 297]
26. До ендотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять:
Література [4,с. 290]
27. До екзотермічних ядерних реакцій відносяться реакції, що проходять:
Література [4,с. 289]
28. Число ядерних перетворень із створенням нейтронів у мішені генератора нейтронів, які припадають на одну бомбардуючу заряджену частинку називається ...
Література [4,с. 299]
29. Для монохроматизації пучка нейтронів, які використовуються в нейтронографії, використовують
Література [4,с. 305]
30. Виділення з немонохроматичного пучка нейтронів з заданими енергіями за допомогою механічного монохроматора можна здійснити, змінюючи ...
Література [4,с. 307]
31. Співвідношення Брегга-Вульфа застосовне для дифракції ...
Література [4,с. 310]
32. Використання методів монохроматизації нейтронів за допомогою дифракції на кристалах неможливе, якщо ...
Література [4,с. 311; 9,с.503]
33. На графіку залежності коефіцієнта підсилення газонаповненого лічильника нейтронів від напруги на лічильнику режиму роботи пропорційних лічильників відповідає ...
Література [4,с. 316]

34. На графіку залежності коефіцієнта підсилення газонаповненого лічильника нейтронів від напруги на лічильнику режиму роботи іонізаційної камери відповідає ділянка ...

Література [4,с. 316]

35. На графіку залежності коефіцієнта підсилення газонаповненого лічильника нейтронів від напруги на лічильнику режиму роботи пропорційних лічильників відповідає ділянка ...

Література [4,с. 316]

36. На графіку залежності коефіцієнта підсилення газонаповненого лічильника нейтронів від напруги на лічильнику режиму роботи лічильника Гейгера-Мюллера відповідає ділянка ...

Література [4,с. 317]

37. Для реєстрації нейтронів високих енергій використовують метод ...

Література [4,с. 319]

38. Метод протонів віддачі дозволяє визначити ...

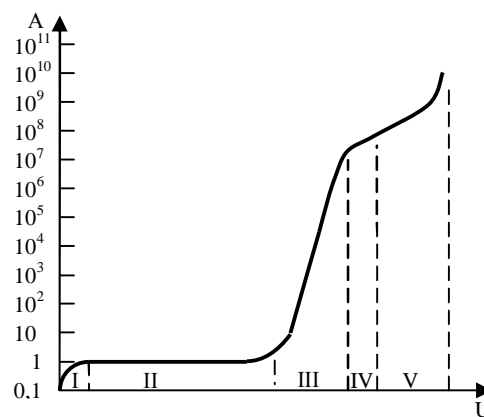
Література [4,с. 319, 320]

39. Для отримання радіальної функції розподілу $g(r)$ для рідин, що розсіюють когерентно, з перерізу розсіяння необхідно провести ...

Література [4,с. 328]

40. На виникненні у зразку, що опромінюється нейтронами, наведеної радіоактивності базується ...

Література [4,с. 361]



4.4 Тестові завдання до екзаменаційної роботи

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1.	Способами розпаду глибоких вакансій у багато електронному атомі є...	[7]с.269 [5],тема 3,с.1
2.	При радіаційному розпаді глибоких вакансій електрон ...	[7]с.269 [5],тема 3,с.1
3.	При ^{23}Zr радіаційному розпаді глибоких вакансій надлишок енергії уноситься ...	[7]с.269 [5],тема 3,с.2
4.	Процеси, які пов'язані з каскадним вибухом атомів при багаторазовій іонізації, ...	[7]с.272 [5],тема 3,с.2
5.	Підсилення шкідливих наслідків дії іонізуючих випромінювань на речовину та біологічні об'єкти при каскадному вибуху атомів пов'язано з процесами ...	[7]с.272,273 [5],тема 3,с.3
6.	Ексимерними називають молекули, утворення яких стає можливим внаслідок ...	[7]с.278 [5],тема 3,с.3
7.	У випадку, коли один з атомів ексимерної молекули є атомом благородного газу, енергія кванту відповідає області спектру...	[7]с.278 [5],тема 3,с.4

8.	Ексимерні лазери є джерелами ...	[7]с.279 [5],тема 3,с.4
9.	Газові кластери утворюються з атомів або молекул речовини у газоподібному стані шляхом ...	[7]с.281 [5],тема 3,с.5
10.	Чистий фулерен при кімнатній температурі є ...	[7]с.287 [5],тема 3,с.7
11.	Вуглецеві нанотрубки – це протяжні циліндричні структури, які складаються з одного або декількох звернутих у трубку гексагональних графітових шарів діаметром і довжиною відповідно...	[7]с.289 [5],тема 3,с.8
12.	Напруженість електричного поля в околі головки нанотрубки перевищує середню за об'ємом напруженість електричного поля зовнішнього джерела...	[7]с.297 [5],тема 3,с.9
13.	Графенові матеріали використовують у якості високоефективних сорбентів у зв'язку з ...	[5],тема 3,с.9
15.	Спіни усіх парно-парних ядер в основному стані можуть приймати ...	[8]с.43 [7] с.304
16.	При непарному масовому числі А спіни ядер можуть приймати...	[8]с.43 [7] с.304
17.	Додаткова енергія ядра з магнітним моментом $\vec{\mu}$ в магнітному полі \vec{H}_0 , направленому вздовж осі z, дорівнює...	[8]с.46 [7] с.306
18.	Ларморова частота прецесії магнітного моменту ядра в зовнішньому магнітному полі ...	[7] с.317
19.	Резонансна частота $\omega_{рез}$, на якій може спостерігатися ЯМР, дорівнює ...	[8]с.50 [7] с.307
20.	Сильне постійне магнітне поле використовується в пристроях для спостереження ЯМР для ...	[8]с.49 [7] с.317
21.	Хімічний зсув в спектрах ЯМР пов'язаний з ...	[7] с.309
22.	Вплив n еквівалентних ядер на резонансний сигнал сусіднього ядра розщеплює його на ...	[7] с.312
23.	Час намагнічення досліджуваного зразка визначається часом	[7] с.322
24.	Кількість ліній, на яку розщеплюється внаслідок спин-спінової взаємодії резонансний сигнал ядра, який є сусіднім до n=4 еквівалентних ядер, спин яких I=1/2, дорівнює ...	[7] с.312
25.	У стаціонарних спектрометрах резонанс знаходиться зміною ...	[7] с.332
26.	Необхідною умовою спостереження ЕПР у певній речовині є...	[7] с.345
27.	Спостереження спектра при ЕПР здійснюється ...	[7] с.347
28.	Наявність у нейтронів магнітного моменту указує на	[4] с.29,39
29.	Нейтрони є ...	[4]с.20
30.	Швидкими називають нейтрони в інтервалі енергій ...	[4]с.289 [8]с.486
31.	Довжина хвиль де Бройля, яка відповідає оптичній області електромагнітного спектра є характерною для нейтронів...	[4]с. 288
32.	Для повільних нейтронів з енергіями $E_n \leq 1\text{KeV}$ можливим є лише ...	[4]с. 289
33.	Найбільш ефективно поглинають або сповільнюють нейтрони речовини, які містять	[4]с.290 [8]с. 498
34.	Стрибокподібне збільшення повного перерізу розсіяння повільних нейтронів на важких молекулах, що містять атоми водню, при досягненні нейтроном енергії, достатньої для збудження наступного збудженого рівня молекули пов'язане з ...	[4]с. 230
35.	В екзоенергетичній реакції ${}^2_1\text{H}(d, n)\text{X}$ з падаючими дейтронами, яка	[4]с. 295

	використовується для отримання нейтронів, під X слід розуміти ...	
36.	Вихід реакції із створенням нейтронів у мішені генератора нейтронів залежить від	[4]с. 299
37.	Виділення із пучка частинок із неперервним енергетичним спектром нейтронів із ладанною енергією має назву ...	[4]с. 305
38.	На графіку залежності коефіцієнта підсилення газонаповненого лічильника нейтронів від напруги на лічильнику режиму роботи іонізаційної камери відповідає ...	[4]с. 316
39.	У пропорційних лічильниках і лічильниках Гейгера-Мюллера первинна іонізація виникає ..	[4]с. 314
40.	Метод протонів віддачі використовується для реєстрації ...	[4]с. 319
41.	Вивчення магнітної структури речовини за допомогою нейтронів можливе завдяки ...	[4]с. 327

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Навч. посібн. К.: Техніка, 1999. Т.3. 518с.
2. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
3. Андріанова І.С., Курятников В.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Додаткові глави сучасної фізики ». Одеса: ОДЕКУ, 2017р. 32с. (ел. версія)
4. Булавін Л.А., Тартаковський В.К. Ядерна фізика: Підручник. К.: Знання. 2005. 439с.
5. Андріанова І.С. ЕНК з дисципліни «Додаткові глави фізики»
<http://dpt12s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=10>

Додаткова література

6. Трофимова Т.И. Курс фізики. Учебн. пособие. М: Высш. шк.,2001. 542с.
7. Воронов В.К., Подоппелов А.В. Современная фізика: Учебное пособие. М.: КомКнига, 2005. 512с.
8. Широков Н.П., Юдин Ю.М. Ядерная фізика. М.: Наука, 1988. 671с.
9. Сивухин Д. В. Общий курс фізики. 3-е издание, стереотипное. М.: Физматлит, 2006. Т. V. Атомная и ядерная фізика. 784 с. [ISBN 5-9221-0645-7](https://www.isbn-international.org/number/5-9221-0645-7)

Е-курс «Окремі розділи фізики-1,2» містить лекційний матеріал, задачі та методичні вказівки для їх розв'язання. Курс доступний за посиланням:
<http://dpt12s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=10>