

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

Кафедра загальної та теоретичної фізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Проректор з навчально-методичної
роботи

_____ В.М.Хохлов

“ _____ ” _____ 2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ДОДАТКОВІ ГЛАВИ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ»

Спеціальність „Технології захисту навколишнього середовища”.

Факультет аспірантської та магістерської підготовки

2018 - 2019 навчальний рік

Робоча програма дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики” для вищих навчальних закладів. Спеціальність: «Технології захисту навколишнього середовища», 2018 р., 18 с.

Укладач: І.С. Андріанова, канд.. ф.-м. наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри загальної та теоретичної фізики.

Протокол № ___ від « ___ » _____ 2018 року.

Завідувач кафедри _____ (О.І. Герасимов)

«Узгоджено»

Декан МАП

_____ Боровська Г.О.

Глосарій

1. ВЛМ – вивчення певних тем лекційного модуля
2. З – залік
3. ЗКР – залікова контрольна робота
4. ЗМЛ – заліковий модуль лекційний
5. І - іспит
6. ІЗ – індивідуальне завдання
7. КР – контрольна робота
8. КСП – компетенції спеціалізовано-професійні
9. ПДЗ – виконання типового домашнього завдання
10. ПЗКР – підготовка до залікової контрольної роботи
11. ПЛЗ – підготовка до лекційних занять
12. ПМКР – підготовка до модульної контрольної роботи
13. ПРФ – підготовка реферату
14. ПУОП – підготовка до усного опитування під час практичних занять
15. РФ - реферат
16. УО – усне опитування
17. УОП – усне опитування під час практичних занять

2. Опис навчальної дисципліни «Додаткові глави сучасної фізики»

Найменування показників	Спеціальність, рівень вищої освіти, галузь знань	Характеристики навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Кількість кредитів ECTS: 6	18-Виробництво та технології	Обов'язкова			
Змістовних модулів: 5 Лекційних: 3 Практичних: 2	Спеціальність: 183. "Технології захисту навколишнього середовища".	Рік підготовки			
		1			
		Семестр			
Індивідуальні завдання: немає,	Рівень вищої освіти "Магістр "	Лекційні заняття			
		15	30		
		Практичні та семінарські заняття			
		15	15		
		Лабораторні заняття			
		немає			
		Самостійна робота(у т.ч. індивідуальна)			
		30	75		
Загальна кількість годин: 180		Форма підсумкового контролю			
		3	I		
Співвідношення годин(%),	аудиторні заняття самостійна індивідуальна робота	42			
		58			

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Додаткові глави сучасної фізики» є обов'язковою, професійно орієнтованою для спеціальності 183 „Технології захисту навколишнього середовища”.

Метою викладення дисципліни є ознайомлення студентів з досягненнями науки, зокрема фізики декількох останніх десятиріч, без яких був би неможливий технічний прогрес, що спостерігається. В умовах стрімкого зросту наукової інформації та інтеграції різних розділів природознавства, саме фізика, яка вивчає найбільш загальні властивості матеріального світу, залишається одним з фундаментів, на якому можуть формуватися новітні технології захисту довкілля.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Додаткові глави сучасної фізики” є :

- ознайомлення студентів з основними на досягненнях квантової фізики, атомної та ядерної фізики деякими сучасними методами дослідження структури конденсованої речовини та аналізу речовини на молекулярному рівні;
- вивчення теоретичних основ зазначених методів.

Дисципліна базується на фахових нормативних дисциплінах таких, як “Вища математика” та окремих розділах загальної та теоретичної фізики. Отриманні знання та вміння є необхідною базою формування сучасного наукового світогляду та засвоєння сучасних методів досліджень, як способу контролю технологічних процесів та стану речовини, які можуть знадобитися студентам - магістрантам у наступній професійній діяльності.

Перелік базових знань та вмінь

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати:

- сучасні уявлення про масу релятивістських частинок та її визначення через енергію та імпульс частинки;
- 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, та теоретичні основи ЯМР (ядерний магнітний резонанс) та ЕПР (електронний парамагнітний резонанс) і принципи дії спектрометрів ЯМР.
- особливості взаємодії з речовиною нейтронів різних енергій та фізичні основи нейтронографії.

уміти:

- використовувати знання квантової механіки, атомної та ядерної фізики для оцінки характеристик ядерних випромінювань;

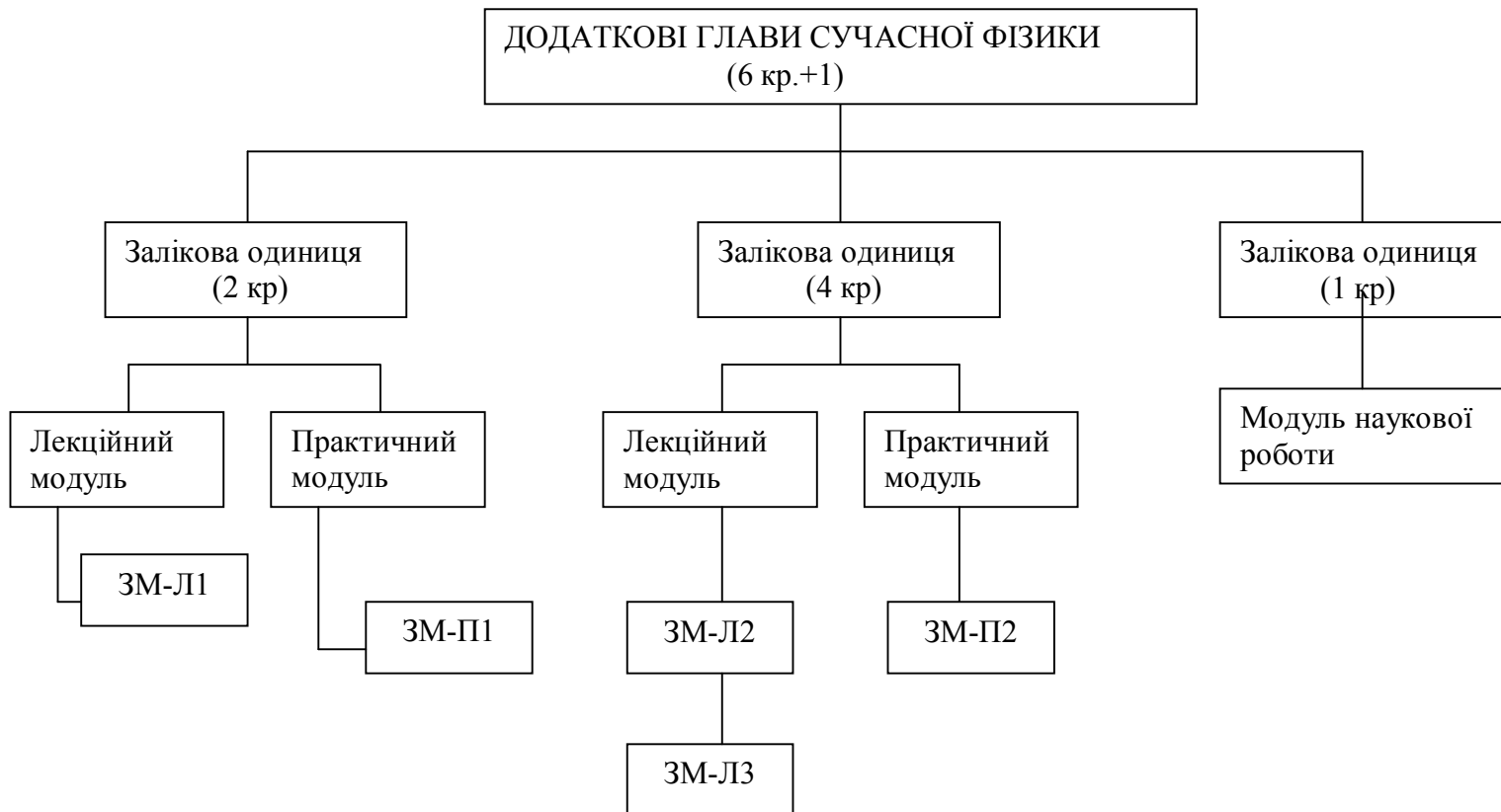
- за значеннями енергії нейтронів прогнозувати можливі канали їх взаємодії з речовиною та наслідки взаємодії;
- опрацьовувати професійну літературу та, на базі отриманих знань, аналізувати можливість використання інформації про нові досягнення в області матеріалознавства та методах досліджень в професійній діяльності.

Компетенції:

К15 - Знання фізичних принципів та законів теоретичного описання властивостей систем із складною морфологією, застосовуючи їх до розв'язання задач захисту навколишнього середовища

4. Схема навчальної дисципліни

(дисципліна містить навчальний курс загальним обсягом 180 годин)



5. ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНИХ МОДУЛІВ

Залікова одиниця1

Змістовні модулі	Назва змістовного модуля	Назва теми	Кіл-сть аудиторних годин	Кіл-сть годин СРС	Форми завдань на СРС	Форми поточного контролю СРС
1	2	3	4	5	6	7
ЗМ-Л1	Елементи теорії відносності та квантової механіки	1. Маса та енергія. Поняття маси у сучасній фізиці. Гравітаційна та інші види фундаментальних взаємодій.	8	10	ПЛЗ	УО
		2. Хвильові властивості частинок. Хвильова функція. Співвідношення невизначеностей. Рівняння Шредінгера. Квантова теорія атома гідрогену.	7			
		ЗКР		5	ПЗКР	ЗКР
		Разом:	15	15		

Залікова одиниця2

Змістовні модулі	Назва змістовного модуля	Назва теми	Кіл-сть аудиторних годин	Кіл-сть годин СРС	Форми завдань на СРС	Форми поточного контролю СРС
1	2	3	4	5	6	7

ЗМ-Л2	Деякі сучасні методи досліджень структури і динаміки молекул.	1. Спін електрона. Багатоелектронні атоми. Властивості збуджених атомів і молекул у газоподібному стані: ексимерні молекули. Кластери, фулерени та нанотрубки .	5	15	ПЛЗ	УО
		1. Ядерний магнітний резонанс – основи теорії та ЯМР - спектрометри	5			
		2. Електронний парамагнітний резонанс.	5			
				5	ПМКР-1	МКР-1
ЗМ-Л3	Фізика нейтронів	1. Класифікація нейтронів за енергіями. Традиційні джерела та сучасні генератори нейтронів. Розсіяння повільних нейтронів окремим ядром та системою ядер.	9	15	ПЛЗ	УО
		2. Методи реєстрації нейтронів. Нейтронографія. Нейтронна спектрометрія конденсованих середовищ.	6			
				5	ПМКР-2	КР-2
		Разом:	30	30		

Знання, якими повинен оволодіти студент після вивчення модулів

ЗМ-Л1. Поняття маси у сучасній теорії відносності, її вираження через енергію та імпульс частинок. Види фундаментальних взаємодій. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Принцип невизначеностей. Хвильова функція, її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера, залежне від часу, та для стаціонарних станів. Оператори. Рівняння Шредінгера для атома гідрогену. Квантові числа. Спін електрона. Принцип Паулі. Багатоелектронні атоми: будова електронних оболонок. Властивості збуджених атомів і молекул.

ЗМ-Л2. Магнітні моменти нуклонів та ядер. Спін-спінова взаємодія. Основи теорії ядерного магнітного резонансу, його умови. Ядерна індукція. Спектрометри ядерного магнітного резонансу: типи та принцип дії. Переваги методу ЯМР. Електронний парамагнітний резонанс, його суть та деякі особливості застосування.

ЗМ-Л3. Класифікація нейтронів за енергіями та характер взаємодії з речовиною. Традиційні та сучасні джерела нейтронів. Розсіювання повільних нейтронів на окремому зв'язаному ядрі, системі легких та важких ядер: переріз розсіювання. Методи монохроматизації нейтронів. Нейтронографія.

Наявне навчально-методичне забезпечення змістовних модулів

ЗМ-Л1 – ЗМ-Л3:

Основна

1. Булавін Л.А., Тартаковський В.К., Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005 – 439с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. – в 2ч. – М., 1980.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М., 1980.
4. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика. – М.: КомКнига, 2005. – 512с.
5. www.library-odeku.16mb.com

Додаткова

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Х., 1978.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.3 – Київ: Техніка, 1999.
3. Ахієзер О.І., Березной Ю.А. Теорія ядра. – К., 1995.
4. Бейзер А. Основные представления современной физики. – М.: Атомиздат, 1973, 548 с.
5. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. – М.: Мир, 1981. – 448с.
6. Мэрион Дж.Б. Физика и физический мир. – М.: Мир, 1975, 423 с.

6. ПРАКТИЧНИЙ МОДУЛЬ

Змістовні модулі	Форма занять	Назва теми	Кіл-сть аудиторних годин	Кіл-сть годин СРС	Форми завдань на СРС	Форми поточного контролю СРС
1		2	3	4	5	6
ЗМ-П1 (1сем)	Практичне заняття	1. Елементи релятивістської динаміки: маса, енергія, імпульс релятивістських частинок.	5	5	ПУОП ПДЗ-1	УОП
		2. Хвильові властивості частинок. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів у одновимірному випадку. Атом гідрогену.	5	5	ПУОП ПДЗ-2	УОП
		1. Багатоелектронні атоми. Будова електронних оболонок. Правило Хунда. L-S та j-j взаємодія.	5	5	ПУОП	УОП
	Разом		15	15		
		Магнітні моменти ядер. Ядерний магнітний резонанс.	5	5	ПУОП	УОП
ЗМ-П2 (2сем)	Практичне заняття	1. Нейтрони. Взаємодія нейтронів різних енергій з речовиною	5	5	ПУОП ПДЗ-3	УОП ДЗ-3
		2. Розсіювання нейтронів. Нейтронографія.	5	5	ПУОП	УОП
		Разом:	15	15		

Вміння, якими повинен оволодіти студент після вивчення модуля

ЗМ-П1

- оцінювати величини невизначеностей координати та імпульсу елементарної частинки в залежності від параметрів її руху;
- записати та пояснити закономірності електронних конфігурацій атомів;
- на основі тунельного ефекту пояснити закономірності α -розпаду ядер;
- пояснити наявність чи відсутність у ядра магнітного моменту;
- на основі отриманої з наукових джерел інформації про досягнення в галузі матеріалознавства та методах дослідження структури та стану речовини аналізувати можливість їх використання з метою поліпшення захисту навколишнього середовища.

ЗМ-П2

- за значеннями енергії нейтронів визначати довжину хвилі де Бройля та співвідносити отримані значення з довжинами хвиль оптичного діапазону;
- записувати ядерні реакції, продуктами яких є нейтрони та робити оцінку їх енергії;
- за значеннями енергії прогнозувати можливі канали взаємодії з речовиною та її наслідки.

Наявне навчально-методичне забезпечення змістовного модуля

ЗМ-П1- ЗМ-П2.

Основна

1. Булавін Л.А., Тартаковський В.К., Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005 – 439с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. – в 2ч. – М., 1980.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М., 1980.
4. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика. – М.: КомКнига, 2005. – 512с.
5. www.library-odeku.16mb.com

Додаткова

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Х., 1978.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.3 – Київ: Техніка, 1999.
3. Ахієзер О.І., Бережной Ю.А. Теорія ядра. – К., 1995.
4. Иродов И.Э. Сборник задач по атомной и ядерной физике. – М., 1971.
5. Бейзер А. Основные представления современной физики. – М.: Атомиздат, 1973, 548 с.
6. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. – М.: Мир, 1981. – 448с.
7. Мэрион Дж.Б. Физика и физический мир. – М.: Мир, 1975, 423 с.

7. Програма модуля наукової роботи

Вид наукової роботи	Приблизні теми робіт	Форма контролю. Звітність	Кількість кредитів
Реферування	1. Гравітаційна взаємодія. Гравітаційні хвилі, експериментальне спостереження.	Доповідь на науковому студентському семінарі. Доповідь на студентській конференції ОДЕКУ. Публікування тез доповіді. Стаття у періодичному виданні.	0,33кр
Теоретичні дослідження	2. Сильна взаємодія: властивості та її теорія (квантова хромодинаміка).		0,5кр.
Експеримент	3. Технологічні та квантові границі чутливості вимірів.		0,5кр.
	4. Екзотичні атоми. Експериментальне отримання та дослідження (метод лазерної спектроскопії).		0,5кр.
	5. Ридберговські атоми та їх особливості. Надчутливі детектори на їх основі.		1кр.
	6. Ексімерні лазери: принцип дії та перспективи використання.		
	7. Газові кластери, перспективи застосування.		
	8. Ендоцентральні фулерени як новий клас наноструктур.		
	9. Одношарові та багат шарові вуглецеві нанотрубки, властивості та перспективи використання.		
	10. Інтроекспериментальна ЯМР.		

Перелік можливих видів наукової роботи, що пропонується студентам денної форми навчання згідно з Положенням про врахування науково-дослідної роботи студента у кредитно-модульній системі організації навчального процесу в ОДЕКУ:

- участь у студентському науковому гуртку «Фізика докільця»;
- доповідь на студентській науковій конференції;
- доповідь на Українській науковій конференції та публікація тез доповіді сумісно з викладачами кафедри;
- доповідь на Міжнародній науковій конференції та публікація тез доповіді сумісно з викладачами кафедри;
- публікація наукової статті сумісно з викладачами кафедри.

8. Організація самостійної роботи студентів.

Змістовні модулі	Денна форма			
	Завдання на СРС	Кількість годин СРС	Форми поточного контролю СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
1	2	3	4	5
				I сем.
ЗМ-Л1	ПЛЗ	10	УО	2-15
ЗМ-П1	ПУОП	15		
	ПЗКР	5		
Разом		30		
				II сем
ЗМ-Л2	ПЛЗ ПМКР	15 5	УО КР-1	2-10 11-14
ЗМ-Л3	ПЛЗ ПМКР	15 5	УО	2-15
ЗМ-П2	ПУОП	15	УОП	2-15
Підготовка до іспиту		20		
Разом:		75	X	

9. Організація поточного та підсумкового контролю знань.

Контроль поточних знань виконується на базі модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем у першому семестрі є залік, у другому – іспит.

У дисципліні “Додаткові глави сучасної фізики” використовуються у I семестрі

- 1 змістовний модуль з теоретичної частини,
- 1 модуль з практичної частини,

у II семестрі

- 2 змістовних модуля з теоретичної частини,
- 1 модуль з практичної частини,

У якості форми поточного контролю лекційних модулів дисципліни використовується - у I семестрі – усне опитування, практичного модулю дисципліни – усне опитування під час практичних занять, - у II семестрі – усне

опитування та проведення 2-х модульних контрольних робіт, практичного модулю дисципліни – усне опитування під час практичних занять.

Критерії оцінки

I семестр

Максимальна сума балів з ЗМ-Л1 – 60 балів

Максимальна сума балів з ЗМ-П1 – 40 балів

Загальна кількість балів складає **100 балів**.

II семестр

Максимальна сума балів з ЗМ-Л2 - Л3 – 60 балів

Максимальна сума балів з ЗМ-П2 – 40 балів

Загальна кількість балів складає **100 балів**.

Пропуски: **мінус 1 бал** за кожний пропуск заняття (2 години).

При проведенні міжсесійного контролю студент вважається атестованим, якщо він набрав не менше 50% від максимально можливої суми балів за модулями, які завершені на момент атестації.

Ознайомлення студентів з організацією модульної системи контролю, з їх правами та обов'язками при реалізації цієї системи здійснюється на перших заняттях семестру.

У першому семестрі студенти, які вивчають дисципліну, згідно навчального плану, складають залік.

Для денної форми навчання питання про допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за теоретичну та практичну частину (для заліку). В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до заліку.

Якщо дисципліна закінчується заліком, то студент пише залікову контрольну роботу, а інтегральна оцінка (В) по дисципліні розраховується за формулою

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними модулями;

ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку

(«зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню для отримання позитивної оцінки, та не менше 50% від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу.

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

Критерії оцінювання залікових контрольних робіт за системою ECTS та системою університету

Таблиця 9.1

За шкалою ECTS	За національною системою		Визначення	За системою університету (у відсотках)
	для іспиту	для заліку		
A	5 (відмінно)	зараховано	відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 - 100
B	4 (добре)	зараховано	вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89,9
C	4 (добре)	зараховано	в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81,9
D	3 (задовільно)	зараховано	непогано, але зі значною кількістю помилок	64 – 73,9
E	3 (задовільно)	зараховано	виконання задовольняє мінімальним критеріям	60 – 63,9
FX	2 (незадовільно)	не зараховано	з можливістю перескласти	35 – 59,9
F	2 (незадовільно)	не зараховано	З обов'язковим повторним курсом навчання	1 – 34,9

У другому семестрі студенти згідно навчального плану, складають іспит.

Екзаменаційний білет у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційних та практичних модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

Основою при визначенні критерію оцінювання знань є наступні положення:

Шкала переходу від оцінок за національною системою до системи ЄКТАС наведена у таблиці 9.1.

Якщо студент мав заборгованість, він після ліквідації своєї заборгованості проходить тестування на комісії по тестах на базові знання та вміння.

Пропуски: **мінус 1 бал** за кожний пропуск заняття (2 години)

Для отримання задовільної оцінки при проведенні контрольних заходів студенту чи студентці достатньо показати своє володіння базовими знаннями і вміннями. Для того, щоби отримати оцінку "добре" або "відмінно" студентам потрібно відповісти на додаткові питання. Тому згідно з положенням про модульну систему питання базового компоненту в контрольній роботі відповідають 60% від об'єму завдання.

Базові знання	Вміння
<p>ЗМЛ-1. Поняття маси у сучасній теорії відносності, її вираження через енергію та імпульс частинок. Види фундаментальних взаємодій. Принцип невизначеностей. Хвильова функція, її фізичний зміст. Рівняння Шредингера, для стаціонарних станів. Квантові числа. Спін електрона. Принцип Паулі. Електронні конфігурації атомів.</p> <p>ЗМЛ-2. Магнітні моменти нуклонів та ядер. Спін-спінова взаємодія. Поняття про ядерний магнітний резонанс та його умови. Переваги методу ЯМР. Суть явища електронного парамагнітного резонансу. Застосування методів ЯМР і ЕПР.</p> <p>ЗМЛ-3. Джерела нейтронів. Класифікація за енергіями та залежність від енергії характеру взаємодії нейтронів з речовиною. Метод нейтрографії та його застосування.</p>	<p>ЗМ-П1. Оцінювати величини невизначеностей координати та імпульсу елементарної частинки. записати та пояснити закономірності електронних конфігурацій атомів; пояснити наявність чи відсутність у ядра магнітного моменту;</p> <p>ЗМ-П2. За значеннями енергії нейтронів визначати довжину хвилі де Бройля та співвіднести отримані значення з довжинами хвиль оптичного діапазону. За значеннями енергії прогнозувати можливі канали взаємодії з речовиною та її наслідки.</p>

Суми балів з навчальної дисципліни, які отримав студент за всіма змістовними модулями семестру, формують інтегральну оцінку поточного контролю студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску студента до іспиту.

Згідно з «Інструкцією про порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів» методика формування екзаменаційних білетів враховує характер та кількість питань у екзаменаційному білеті, який формується з від 20 до 40 тестових завдань.

Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю (іспиту), якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується іспитом, складає письмовий іспит за затвердженим розкладом, 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.

Перелік тем змістовних модулів, що виносяться на іспит.

1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Формула де Бройля.
2. Співвідношення невизначеностей для координати й імпульсу; енергії та часу життя.
3. Хвильова функція квантової частинки, статистична інтерпретація хвиль де Бройля.
4. Загальне рівняння Шредінгера.
5. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Квантування енергії.
6. Квантово-механічна задача про гармонічний осцилятор.
7. Одномірні прямокутні потенціальні ями..
8. Потенціальний бар'єр. Тунельний ефект та закономірності α -розпаду ядер.
9. Атом водню у квантовій механіці. Квантові числа; їх фізичний зміст; правила відбору.
10. Спін електрона. Спінове квантове число.

Перелік тем змістовних модулів, що виносяться на іспит.

1-й модуль

1. Система двох взаємодіючих частинок.
2. Тонка структура спектральних ліній гідрогену та лужних металів.
3. Нормальний та аномальний ефект Зеемана.
4. Принцип тотожності квантових частинок. Ферміони й бозони.
5. Принцип Паулі. Розподіл електронів у атомі по станам.
6. Багатоелектронні атоми. Будова електронних оболонок.
7. Правило Хунда. L-S та j-j взаємодія.
8. Властивості збуджених атомів і молекул у газоподібному стані
9. Ексіммерні молекули.
10. Кластери, фулерени та нанотрубки. Особливості структури та перспективи застосування.
11. Ядерний магнітний резонанс: природа та основи теорії.
12. Спектроскопія ЯМП високого розділу. Головні переваги.
13. Ядерна індукція.
14. Спектрометри ядерного магнітного резонансу.
15. Електронний парамагнітний резонанс.

2-й модуль

1. Нейтрон. Характеристики нейтрона.
2. Традиційні джерела та сучасні генератори нейтронів.
3. Класифікація нейтронів за енергіями
4. Розсіяння повільних нейтронів на окремому зв'язаному ядрі.
5. Когерентне та некогерентне розсіяння повільних нейтронів на ядрах.
6. Розсіяння повільних нейтронів системою важких ядер.
7. Монохроматизація нейтронів.
8. Методи реєстрації нейтронів.
9. Основи нейтронографії.

10. Нейтронна спектрометрія конденсованих середовищ.
11. Нейтронний активаційний аналіз.
12. Процеси взаємодії повільних нейтронів з кристалами.

Література

Основна

1. Булавін Л.А., Тартаковський В.К., Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005–439с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. – в 2ч. – М., 1980.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М., 1980.
4. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика. – М.: КомКнига, 2005. – 512с.
5. www.library-odeku.16mb.com

Додаткова

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Х., 1978.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.3 – Київ: Техніка, 1999.
3. Ахієзер О.І., Березной Ю.А. Теорія ядра. – К., 1995.
4. Иродов И.Э. Сборник задач по атомной и ядерной физике. – М., 1971.
5. Бейзер А. Основные представления современной физики. – М.: Атомиздат, 1973, 548 с.
6. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса.– М.: Мир, 1981. – 448с.
7. Мэрион Дж.Б. Физика и физический мир. – М.: Мир, 1975, 423 с.