

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра експериментальної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика – атомна і ядерна
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10 природничі науки

(шифр, назва галузі)

спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

(шифр, назва спеціальності)

Освітня програма «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»

вид дисципліни нормативна (обов'язкова)

факультет радофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

«25» 06 2021 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Дубовик Володимир Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол від «22» червня 2021 року № 5

Завідувач кафедри експериментальної фізики

(підпис)

Володимир ПОЙДА

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (освітньо-професійної) програми (керівником проєктної групи) «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»
(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (освітньо-професійної) програми (керівник проєктної групи)

(підпис)

Олександр БУТРИМ

(прізвище та ім'я)

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від «25» 06 2021 року № 7.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

(підпис)

Олександр БУТРИМ

(прізвище та ім'я)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізика – атомна і ядерна» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи» бакалавр (назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня) Спеціальність 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 **Метою** викладання навчальної дисципліни є: сприяти розвитку фізичного мислення студентів, опануванню ними сучасної фізичної картини світу і відображенню її у фізичних теоріях атома та ядра з використанням відповідного математичного апарату, формуванню наукового світогляду і тим самим створенню фундаменту для подальшого вивчення спеціальних дисциплін.

1.2 Основними **завданнями** вивчення дисципліни є: закласти на достатньому рівні фундамент уявлень про сучасний теоретичний апарат, методи аналізу та опису фізичних процесів і атомних та ядерних явищ; спрямувати розвиток здібностей до зіставлення теорії і досліду, інтерпретації їх із філософської точки зору.

1.3 Кількість кредитів – 4.

1.4 Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Вид кінцевого контролю: підсумковий семестровий контроль(залік)	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
5-й	
Лекції	
32 год.	
Лабораторні заняття	
28	
Практичні заняття	
12 год.	
Самостійна робота	
48 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

1. **Знати:** теоретичні аспекти фізики атома та ядра, науковий інструмент для оволодіння фактами дослідів, методи спостереження, засоби вимірювання й обробки експериментальних даних, фізичні принципи методів наукових досліджень явищ і об'єктів природи, основи техніки експерименту.

2. **Вміти:** користуватися адекватним математичним апаратом, зіставляти результати теорії й досліду, інтерпретувати їх із філософської точки зору; мати узагальнені уявлення про

методологію науки, критерії істинності й науковості нового знання, філософські проблеми фізики, з яких складається фізична картина світу.

3. Здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Фізика атома.

1.1. Короткий історичний нарис розвитку сучасних уявлень про будову атома. Порядок величини відстаней та енергій для атомно-молекулярних і ядерних процесів. Спектроскопія мас. Обмеженість сфери застосування уявлень класичної механіки. Специфіка законів мікросвіту. Квантові уявлення. Принцип відповідності.

1.2. Гіпотеза квантів. Випромінювання й поглинання світла атомом. Термодинамічна теорія рівноважного (чорного) випромінювання, його характеристики; зв'язки між ними. Закон Кірхгофа. Абсолютно чорне тіло. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джинса. Ультрафіолетова катастрофа. Гіпотеза Планка. Формула Планка. Стала Планка. Випромінювання спонтанне і вимушене. Світлові кванти (фотони).. Енергія й імпульс фотона. Фотоефект зовнішній і внутрішній. Дослід Йоффе і Добронравова. Короткохвильова межа суцільного рентгенівського спектра. Ефект Комптона. Зворотний ефект Комптона.

1.3. Теорія атома водню за Бором – Зоммерфельдом. Атом у фізиці. Визначення мас атомів. Класичний радіус електрона. Статична модель атома за Томсоном. Розсіювання альфа-частинок ядрами, досліди Резерфорда. Ефективний переріз розсіювання. Планетарна модель атома. Неможливість існування стійкого атома у класичній фізиці. Квантування енергій атомів, молекул і енергії випромінювання. Енергетична структура атома. Досліди Франка і Герца. Постулати Бора. Теорія Бора-Зоммерфельда атома водню, кругові й еліптичні орбіти. Спектральні серії атома водню. Серіальні формули. Стала Рідберга. Спектральні терми. Комбінаційний принцип Рітца. Врахування маси ядра. Труднощі теорії Бора.

1.4. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Гіпотеза Луї де Бройля. Хвилі де Бройля. Експериментальні підтвердження гіпотези де Бройля. Дифракція електронів, нейтронів, атомів і молекул. Досліди Девіссона і Джермера, Томсона і Тартаковського. Властивості хвиль де Бройля, їх групова і фазова швидкості. Поняття квантового стану і його характеристики за допомогою хвильової функції. Ймовірсна (статистична) інтерпретація хвильової функції. Відмінність квантовомеханічного і класичного опису руху частинки. Суперпозиція плоских хвиль. Хвильовий пакет. Співвідношення невизначеності Гейзенберга. Фізичний зміст співвідношень невизначеності.

1.5. Основи квантової фізики. Рівняння Шредінгера стаціонарне й нестаціонарне. Умови, що накладаються на його розв'язання. Умови нормування хвильової функції. Принцип суперпозиції. Оператори у квантовій механіці. Рівняння для власних значень і власних функцій. Середні значення фізичних величин. Оператори фізичних величин. Комутуючі і некомутовуючі оператори. Складання моментів, векторна модель. Розв'язок рівняння Шредінгера для частинки в одномірній прямокутній потенціальній ямі. Гармонічний осцилятор. Квантування енергії й орбітального моменту імпульсу; фізичний зміст квантових чисел. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр (тунельний ефект). Спін. Оператор спіну. Повний момент імпульсу. Орбітальний і спіновий магнітні

моменти. Експериментальні докази існування спіну (дослід Штерна і Герлаха). Спін - орбітальна взаємодія. Симетричні й антисиметричні хвильові функції. Квантові статистики (Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака). Принцип Паулі.

1.6. Багатоелектронні атоми. Уявлення про електронну конфігурацію. Максимальна кількість електронів, що мають дані значення квантових чисел (різні випадки). Електронні оболонки. Властивості повністю заповнених оболонок. Заповнення електронних оболонок з урахуванням принципу Паулі. Векторне додавання моментів імпульсу і типи зв'язку. Зв'язок Рассела-Саундерса (LS) та j-j-зв'язок. Атомні терми (символіка). Правила Хунда. Загальна характеристика рівнів енергії і спектрів багатоелектронних атомів. Пояснення періодичного закону Д.І.Менделєєва. Рентгенівські й рентгеноелектронні характеристичні спектри і їх природа. Закон Мозлі.

1.7. Атоми у зовнішніх полях. Магнітні властивості атомів. Гіромагнітне відношення для орбітального руху електрона. Аномальність гіромагнітного відношення для спіну електрона. Магнетон Бора. Енергія атома у магнітному полі. Нормальний ефект Зеемана. Правило відбору. Визначення понять сильного і слабого магнітних полів. Розрив зв'язку між орбітальним і спіновим моментами у сильному полі. Ефект Пашена-Бака. Явище електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) і ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Ефект Штарка.

1.8. Молекули. Двохатомні молекули. Полярний і гомеополарний зв'язок атомів у молекулах. Молекула водню. Види рухів у молекулі. Криві потенціальної енергії. Електронні, коливальні й обертальні рівні енергії двохатомних молекул. Молекулярні спектри. Правила відбору.

1.9. Квантові властивості твердих тіл. Формування зон. Збуджені електронні стани кристалу і поняття про екситони. Коливальні стани кристалу і поняття про фонони. Теорія теплоємності за Ейнштейном і Дебаєм. Заповнення енергетичних зон. Зонні моделі металів, напівпровідників, діелектриків. Провідність твердих тіл. Власна і домішкова провідності. Діамагнетизм і парамагнетизм атомів. Природа ферромагнетизму.

Розділ 2. Фізика ядра й елементарних частинок.

2.1. Вступ до фізики ядра та елементарних частинок. Основні етапи розвитку уявлень про атомне ядро й елементарні частинки. Відкриття природної радіоактивності урану, полонію і радію. Відкриття і дослідження альфа, бета і гама радіоактивності. Виникнення теорії радіоактивного розпаду як перетворення елементів. Відкриття атомного ядра. Перша штучна ядерна реакція (перетворення азоту на кисень). Відкриття протону. Перші моделі будови атомних ядер і їх неспроможність. Відкриття

нейтрону. Виникнення протонно-нейтронної моделі будови ядра. Перші досліди зі штучного розщеплення атомного ядра (розщеплення ядра літію у Кембриджі і у Харкові). Відкриття штучної радіоактивності і поділу атомних ядер. Розвиток уявлень про елементарні частинки: від квантів світла до кольорових кварків.

2.2. Моделі атомних ядер. Протонно-нейтронний склад атомних ядер. Властивості протона і нейтрона. Електромагнітна будова протона і нейтрона. Заряд ядра. Масове число і маса ядра. Ізотопи, ізобари й ізомери. Енергія зв'язку атомних ядер. Стабільні і нестабільні ядра. Розміри ядер. Ядерні моделі. Спіни і магнітні моменти ядер.

2.3. Ядерні сили та їх властивості. Радіус дії й інтенсивність ядерних сил. Залежність від спіну і нецентральність. Властивість насичення ядерних сил. Обмінний характер. Зарядова незалежність і ізотопічна інваріантність ядерних сил. Модель прямокутної потенціальної ями.

2.4. Природна радіоактивність. Радіус дії й інтенсивність ядерних сил. Залежність від спіну і нецентральність. Властивість насичення ядерних сил. Обмінний характер. Зарядова незалежність і ізотопічна інваріантність ядерних сил. Модель прямокутної потенціальної ями.

2.5. Ядерні реакції. Класифікація і приклади ядерних реакцій. Закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу і парності в ядерних реакціях. Прискорювачі заряджених частинок. Взаємодія частинок і випромінювання з речовиною: іонізаційне гальмування заряджених частинок, радіаційне гальмування електронів, випромінювання Черенкова, атомний фотоефект, комптоновське розсіювання фотонів, утворення електронно-позитронних пар. Відкриття нейтрона. Взаємодія нейтронів з ядрами. Теорія сповільнення. Складене ядро. Переріз ядерної реакції. Відкриття штучної радіоактивності. Трансуранові елементи. Прикладне використання радіоактивності у біології і медицині, у науці і техніці.

2.6. Поділ і синтез атомних ядер. Поділ важких ядер. Ланцюгові ядерні реакції. Ядерні реактори на теплових нейтронах. Уран-графітові і водо-водяні реактори. Недоліки уран-графітових реакторів. Чорнобильська аварія, її причини і наслідки. Дозиметрія гама-випромінювання, потоків заряджених частинок і нейтронів. Захист від іонізуючих випромінювань. Термоядерні реакції. Синтез гелію з водню як джерело енергії зірок. Протон-протонний і вуглецево-азотний цикли. Перспективи здійснення термоядерних реакцій у земних умовах.

2.7. Елементарні частинки та космічні промені. Пі-мезони. їх спін, парність і розпади. Ізотопічний спін пі-мезонів. Баріонні резонанси. Дивні частинки. Гіперони і К-мезони. Перші створені моделі елементарних частинок. Векторні мезони. Передбачення і

відкриття омега-гіперону. Кварки. Кваркова структура мезонів і баріонів. Перетворення елементарних частинок. Збереження ізотопічного спіну і дивності. Приклади утворення частинок та їх розпади, викликані сильною взаємодією. Універсальність слабкої взаємодії. Нейтрино й антинейтрино. Сонячні нейтрино. Досліди, що підтверджують існування нейтрино й антинейтрино. Мюони і тау-лептоли. Типи нейтрино (електронне, мюонне і тау-лептонне). Енергетичний спектр і склад первинного космічного випромінювання. Проходження космічних променів крізь атмосферу. Радіаційні пояси Землі. Походження космічних променів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		о	л	п	лаб.	інд.
1	2	2	0,75	1,75		3
Розділ 1. Фізика атома						
Разом за розділом 1		16	6	14		24
Розділ 2. Фізика ядра й елементарних частинок						
Разом за розділом 2		16	0,75	14		24
Усього годин		32	12	28		48

4. Теми семінарських та практичних занять. Розділ 1 «Фізика атома»

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теплове випромінювання. Завдання 5.262-5.274	1
2	Рентгенівське випромінювання. Завдання 5.288-5.291	1
3	Фотоэффект. Завдання 5.292-5.295	1
4	Ефект Комптона. Завдання 5.302-5.308	1
5	Розсіювання частинок. Атом Бора – Резерфорда. Завдання 6.1-6.12, 6.19-6.28, 6.33-6.41.	1
		1
6	Рівняння Шредінгера. Завдання 6.65,6.79-6.90; 6.96-6.100	1
7	Багатоелектронні атоми. Спектри. Завдання 6.105-6.115, 6.122-6.127, 6.165-6.168.	1
8	Молекули. Завдання 6.177-6.183	1
	Разом	8

Теми семінарських та практичних занять. Розділ 2 «Фізика ядра й елементарних частинок»

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Радіоактивний розпад. Завдання 6.239-6.246	1
2	Молекули і кристали. Завдання 6.177-6.183	1
3	Ядерні реакції. Завдання 6.274-6.284	1

4	Елементарні частинки. Завдання 6.316-6.326	1
	Разом	4

Збірники задач

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике.-М.: Наука.-1988. - 416с.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. -2004.-416с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.

5. Самостійна робота

Самостійне опрацювання навчальної літератури за рекомендованим переліком літератури. Самостійне вивчення рекомендованих тем згідно плану. Кількість годин – 4 . Самостійне розв’язання задач – 30 год. Форма контролю – перевірка конспектів.

Розділ 1. «Фізика атома»

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теплове випромінювання. Завдання 5.277-5.280, 5.283-5.285	3
2	Рентгенівське випромінювання. Завдання 5.299-5.300	3
3	Фотоефект. Завдання 5.296-5.298	3
4	Ефект Комптона. Завдання 5.309-5.311	3
5	Розсіювання частинок. Атом Бора – Резерфорда. Завдання 6.43-6.48	3
6	Розсіювання частинок. Атом Бора – Резерфорда (продовження).	3
7	Хвильові особливості частинок. Завдання 6.76-6.78	3
8	Рівняння Шредінгера. Завдання 6.91-6.95; 6.101-6.104	3
9	Рівняння Шредінгера. Завдання 6.116-6.120, 6.128-6.131, 6.154-6.159	3
10	Молекули. Завдання 6.186-6.192	3
	Разом	30

Розділ 2. «Фізика ядра й елементарних частинок»

Самостійне опрацювання навчальної літератури за рекомендованим переліком літератури. Самостійне вивчення рекомендованих тем згідно плану. Кількість годин – 2 . Самостійне розв’язання задач – 12 год. Форма контролю – перевірка конспектів.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Радіоактивний розпад. Завдання 6.247-6.250	2
2	Радіоактивний розпад. Завдання 6.261-6.265	2
3	Ядерні реакції. Завдання 6.285-6.290	2
4	Ядерні реакції. Завдання 6.301-6.310	2
5	Елементарні частинки. Завдання 6.327-6.330	2
6	Елементарні частинки. Завдання 6.337-6.341	2
	Разом	12

Збірники задач

3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике.-М.: Наука.-1988. - 416с.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. -2004.-416с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.

Разом на усі види самостійної роботи студентів за семестр – 48 год.
Індивідуальні завдання – не плануються.

6. Методи контролю

Поточний контроль (письмовий рубіжний контроль № 1, письмовий рубіжний контроль № 2), семестровий підсумковий контроль – екзамен (письмовий).

7. Схема нарахування балів

Поточний рубіжний контроль, семестровий підсумковий контроль – екзамен.					Сума
Розділ 1	Розділ 2		Самостійна робота	Екзамен	
30	30			40	100

8. Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань та умінь і практичних навичок студентів фізичного факультету з навчальної дисципліни **«Загальний практикум з фізики атома, ядра і елементарних частинок»** відповідно до стобальної шкали Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS), розроблені та затверджені кафедрою експериментальної фізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

«Загальний практикум з фізики атома, ядра і елементарних частинок» відіграє важливу роль при практичній підготовці бакалаврів із фізики та астрономії на фізичному факультеті. На фізичному факультеті ця навчальна дисципліна згідно з навчальним планом є нормативною, а формою підсумкового контролю знань студентів з цієї дисципліни є залік.

Для того, щоб одержати залік із лабораторних занять з фізики атома, ядра і елементарних частинок студенти впродовж семестру повинні регулярно відвідувати лабораторні заняття, самостійно виконати всі лабораторні роботи, які визначені в їх

індивідуальних навчальних планах, оформити звіти з лабораторних робіт і вчасно захистити їх.

При оцінюванні навчальних досягнень студентів викладачі, які проводять лабораторні заняття, повинні встановити загальний рівень оволодіння студентами основами теоретичних знань тих розділів відповідної навчальної дисципліни, за якими здійснювався навчальний експеримент. Знання студентами теоретичних положень встановлюється і оцінюється на лабораторному занятті або в процесі допуску до виконання лабораторної роботи, або під час захисту студентом звіту з виконаної лабораторної роботи шляхом проведення усного або письмового опитування або, за необхідності, безпосередньо на заліковому занятті.

Загальний рівень набуття студентами конкретних практичних умінь і навичок викладачі, які проводять лабораторні заняття, повинні встановити у ході виконання студентами лабораторних робіт і, зокрема, при проведенні ними окремих спостережень, навчальних експериментів або інших видів досліджень, які використовуються на фізичному практикумі.

При оцінюванні результатів виконання всіх лабораторних робіт обов'язковим є облік рівня дотримання студентами правил техніки безпеки і пожежної безпеки, передбачених інструкцією з охорони праці при виконанні робіт в навчальній лабораторії кафедри експериментальної фізики.

Критерії оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань та набуття умінь і практичних навичок при проходженні студентами лабораторних занять «Загальний практикум з фізики атома, ядра і елементарних частинок»!

Зараховано, 90-100 балів .

Теоретична підготовка - студент має глибокі, міцні і систематичні теоретичні знання з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі, і може самостійно вивести основні формули, що використовуються в лабораторній роботі. Він може вільно наводити як словесне, так і математичне формулювання основних положень теорії, дає вичерпні відповіді на всі питання для самоконтролю і правильно виконує всі тести до лабораторних робіт. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань і логікою, а його знання носять достатньо узагальнюючий характер. Студент може самостійно застосовувати теоретичні знання в стандартних ситуаціях, його відповіді лаконічні, логічні і чіткі, а розуміння фізичної суті теоретичного матеріалу є повним.

Практичні уміння і навички - студент згідно з інструкціями за певним алгоритмом самостійно виконує поставлені в лабораторній роботі завдання, проявляючи при цьому творчий підхід. Усі дії студента в лабораторії відрізняються раціональністю. Студент добре орієнтується в приладах і обладнанні, що використовуються для виконання лабораторної роботи. Він здатний самостійно провести вимірювання, виконати всі необхідні розрахунки, визначити абсолютну і відносну похибки, а також проаналізувати достовірність одержаних результатів. Студент бездоганно оформлює звіти з лабораторних робіт, дотримуючись всіх існуючих вимог.

Зараховано, 70-89 балів.

Теоретична підготовка - студент має добрі теоретичні знання з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі і може самостійно вивести основні формули, що використовуються в лабораторній роботі, але інколи робить при цьому кілька несуттєвих помилок. Він може наводити як словесне, так і математичне формулювання основних положень теорії, дає достатньо аргументовані відповіді на всі питання для самоконтролю і правильно виконує тести до лабораторних робіт. Студент може самостійно застосовувати теоретичні знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння фізичної суті теоретичного матеріалу не завжди є повним.

Практичні уміння і навички - студент згідно з інструкціями за певним алгоритмом самостійно виконує поставлені в лабораторній роботі задачі і добре орієнтується в

приладах і обладнанні, що використовуються для виконання лабораторної роботи. Він володіє базовими навичками щодо виконання вимірювань і може самостійно провести вимірювання, виконати всі необхідні розрахунки, визначити абсолютну і відносну похибки, але не завжди може проаналізувати достовірність одержаного результату. При оформленні звітів із лабораторних робіт студент дотримується всіх існуючих вимог, але інколи припускається несуттєвих помилок.

Зараховано, 50-69 (задовільно)

Теоретична підготовка - студент знайомий з основними поняттями і визначеннями теоретичного матеріалу з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі, але його знання є досить поверхневими. Він може формулювати за допомогою викладача основні положення теорії, не виділяючи взаємозв'язку між ними. Студент знає умовні позначення деяких фізичних величин і їх розмірність. Він може дати правильні відповіді лише на деяку кількість питань для самоконтролю і виконати певну кількість тестів до лабораторних робіт, але при цьому припускається суттєвих помилок, які самостійно, без допомоги викладача, виправити не може.

Практичні уміння і навички - студент може самостійно виконати деякі окремі дослідження за певними інструкціями, але не він не датний самостійно сформулювати мету і осмислити повний алгоритм виконання лабораторної роботи. При проведенні вимірювань студент потребує певної кількості додаткових консультацій з викладачем чи інженером практикуму. Студент демонструє вміння виконувати основні математичні перетворення і розрахунки при опрацюванні результатів вимірювань, але часто припускається при цьому суттєвих помилок. Оформлення звітів із лабораторної роботи здійснює з суттєвими помилками.

Незараховано, 1-49 балів (незадовільно)

Студент не виконав всі ті лабораторні роботи, які були визначені його індивідуальним планом, не оформив звіти і не захистив їх. При цьому загальний рівень засвоєння теоретичних знань та набуття практичних умінь і навичок у студента є дуже низьким. Зокрема у нього дуже слабкі:

Теоретична підготовка - відповіді студента на питання для самоконтролю з тих теоретичних положень навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі, є елементарними і фрагментарними. У його відповідях при живому спілкуванні з викладачем часто відсутні логіка і самостійність. Студент не знає основних понять і визначень, які необхідні для осмисленого успішного виконання і захисту результатів лабораторної роботи.

Практичні уміння і навички - при виконанні лабораторних робіт студент ознайомлений з принципом дії окремих вимірювальних приладів, але не вміє користуватися ними. Він не може самостійно без допомоги викладача чи інженера провести необхідні вимірювання і виконати лабораторну роботу. При опрацюванні одержаних результатів вимірювань навіть найпростіші математичні операції студент здійснює з грубими помилками. При оформленні звітів із лабораторної роботи припускається багатьох грубих помилок.

З цими критеріями студенти повинні бути ознайомлені на вступному занятті перед початком виконання лабораторних робіт на кожному з практикумів кафедри експериментальної фізики.

9. Рекомендована література

«Фізика атома»

Базова література

1. Ахієзер А.І. Атомна фізика. Київ: Наукова думка, 1988, 264 с.
2. Шпольський Е.В. Атомная физика : в 2-х т. - М. : Наука, 1974, Т.1., 575 с.
3. Шпольський Е.В. Атомная физика : в 2-х т. - М. : Наука, 1974, Т.2., 447 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика М.: Наука.-1980.

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, ч.1, Атомная физика. М.: Наука.-1986.-416с.
6. Матвеев А.Н. Атомная физика. Учеб. пособие для физ. спец. ВУЗов.- М.: Высш. школа.- 1989.-439с.
7. Савельев И.В. Курс физики. М.: Наука, т.3.-1989-301с.
8. Белый М.У., Охрименко Б.А. Атомная физика.-1986.
9. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. М.: Высш.шк.-1991.-173 с.
- 10.Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука.-1988.-416 с.
- 11.Борн М. Атомная физика. М., 1964.
- 12.Бейзер А. Основные представления современной физики.- М., 1972.
- 13.Гарбуни М. Физика оптических явлений.- М.: Энергия, 1967, 496 с.
- 14.Вихман Е. Квантовая физика.- М.: Наука, 1974, 415 с.
- 15.Кристи Р., Пити Л. Строение вещества: введение в современную физику.- М., 1969, 595 с.
- 16.Фано У., Фано Л. Физика атомов и молекул.- М.: Наука, 1980, 653 с.
- 17.Кондратьев В.М. Структура атомов и молекул.- М.,1959, 520 с.
- 18.Вейсс Р. Физика твердого тела.- М., 1968, 456 с.
- 19.Бароне А., Патерно Дж. Эффект Джозефсона.- М.:Мир,1984, 640 с.
- 20.Квантовый эффект Холла., Под ред. Пренджа Р. и Гирвина М. - М.: Мир, 1989, 408 с.
- 21.Барсуков О.А., Ельяшевич М.А. Основы атомной физики. М. – Научный мир, 2006. – 648 с. – ISBN 5-89176-341-9.
22. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
23. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. – 8-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с. – ISBN 5-9511000-1-1.
24. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – 2-е изд., испр., - М.: Лаборатория Базовых Знаний; Физматлит, 2002. – 216 с.
25. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2002. – 272 с.
26. Матвеев А.Н. Атомная физика. – М.: Высш. шк., 1989. – 439 с.
27. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 368 с.
28. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Астрель; АСТ, 2001. – 319 с.
29. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 784 с.
30. Дубовик В.Н. Физика атома и атомных явлений. / В.Н. Дубовик, В.П. Лебедев. Физика атома и атомных явлений.– Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 250 с.

Допоміжна література

1. Рюхардт Е. Строение вещества и излучение.- М.,1962,142 с.
2. Лауе М. История физики.- М., 1963.
3. Спроул Р. Современная физика.- М., 1961, 499 с.
4. Уер М.Р., Ричардс Д.А. Физика атома.- М., 1961, 302 с.

5. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в атомную физику. М.:Наука, 1969, 303 с.
6. Глауберман А.Ю., Манакін Л.О. Фізика атома та квантова механіка.- К.: Вища школа, 1972, 291 с.
7. Шепф Х.-Г. От Кирхгофа до Планка.-1981.
8. Матвеев А.Н. Квантовая механика и строение атома. – Высш. школа, - 1965.- 355 с.

«Фізика ядра й елементарних частинок»

Базова література

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. - Харьков: Основа, 1991, 480 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, часть 2, Ядерная физика. - М.: Наука, 1989, 426 с.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. - М.: Наука, 1980, 728 с.
4. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы. - М.: Мир, 1989, 336 с.
5. Орир Дж. Физика, т.2. - М.: Мир, 1981, 622 с.
6. Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика. - М.: Мир, 1979, 736 с.
7. Ахієзер О.І., Рекало М.П. Фізика елементарних частинок. - К.: Наукова думка, 1978, 224 с.
8. Ахиезер А.І., Рекало М.П. Элементарные частицы. - М.: Наука, 1986, 256 с.
9. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. - М.: Наука, 1988, 272 с.
10. Готтфрид К., Вайскопф В. Концепции физики элементарных частиц. - М.: Мир, 1988, 240 с.
11. Кейн Г. Современная физика элементарных частиц. - М.: Мир, 1990, 358 с.
12. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий. - М.: Энергоатомиздат, 1991, 428 с.
13. Ахієзер О.І., Бережний Ю.А. Теорія ядра. Київ, Вища школа.- 1995.-256 с.
14. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. – 8-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с. – ISBN 5-9511000-1-1.
15. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
16. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
17. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Астрель; АСТ, 2001. – 319 с.
18. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 784

Допоміжна література

1. Блатт Дж., Вайскопф. Теоретическая ядерная физика. – Изд-во иностранной литературы. – Москва. – 1954. – 659 с.
2. Бор О., Моттельсон Б. Структура атомного ядра. – Изд-во «Мир», Москва. – 1971. – 457 с.
3. Ситенко А.Г., Тартаковский В.К. Лекции по теории ядра. – Москва, Атомиздат. – 1972. – 352 с.

Інформаційні ресурси

Сайт «Фізика школярам і студентам»
<http://www.physics-vargin.net/zadathi> l.html