

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретичної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан _____
факультету

_____ /Лазур В.Ю./

« ____ » _____ 2021 року

Участь у конкурсі «Освітніх грантів»
квітень-жовтень 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ.
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНОЇ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ**

Рівень вищої освіти	Другий (магістр)
Галузь знань	10 природничі науки
Спеціальність	104. Фізика та астрономія
Освітня програма	Фізика ядра та фізика високих енергій
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	Українська

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки: 5 (1 – ий у магістратурі)	
Загальна кількість годин – 90	90	
Кількість модулів – 4	Семестр: 10 (1)	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 2 Форма підсумкового контролю: залік	Лекції:	
	32	-
	Практичні (семінарські):	
	20	
Форма підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	28	-
	Самостійна робота:	
	10	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія. Фізичні основи сучасної медичної діагностики» - Вивчення фізичних основ сучасної медичної діагностики. Ознайомлення із застосуванням явища радіоактивності та інших фізичних явищ у медицині; засвоєння основних понять комп'ютерної томографії, магнітно-резонансної томографії, рентгенологічних досліджень, ультразвукового сканування та інших видів сучасної медичної діагностики.

Завдання навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія. Фізичні основи сучасної медичної діагностики» - засвоєння фізичних основ сучасної медичної діагностики. Оволодіння методами розрахунку фізичних величин дози опромінення, флюенсу, коефіцієнтів поглинання гамма-випромінювання; ознайомлення із шкалою Хаунсфільда. Завданням курсу також є оволодіння сучасними навиками і технікою планування і здійснення експериментів, ознайомлення із історією рентгенівської, комп'ютерної і МРТ – томографії і способами продукування радіонуклідів-емітерів позитронів для позитронно-емісійної діагностики.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- розуміння фізичних основи сучасної медичної діагностики, які базуються на високоточному поглинанні гамма- і рентгенівських променів тканинами організму; резонансним поглинанням радіочастотних хвиль у сильному магнітному полі (явище Зеємана); β^- та β^+ розпадом радіонуклідів;

- оволодіння методами визначення впливу іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти та контролю за інтенсивністю альфа-, бета-, гамма-випромінювання;

- оволодіння методами контролю радіоактивних забруднень і методами захисту від них та базовими поняттями з охорони праці у цій галузі.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія. Фізичні основи сучасної медичної діагностики», далі просто «Комп'ютерна томографія», або КТ є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Шифр НД за ОП

Загальна та неорганічна та фізична хімія
Атомна фізика
Оптика
Фізика високих енергій, спектрометрія
Фізика твердого тіла
Екологія
Охорона праці у галузі

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерна томографія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знання фізичних основ сучасної медичної діагностики, основних законів і явищ, на яких базується робота томографів, сканерів, рентген-апаратів, наприклад, законів поглинання основних видів випромінювання тканинами організму, тощо. Знання основних етапів розвитку комп'ютерної томографії, різних поколінь томографів. Поняття про програмне забезпечення КТ та МРТ томографів. Знання історії відкриття інтернету.	ПРН 1
Уміння розраховувати дозу, активність радіонуклідів, коефіцієнт поглинання. Уміння оцінювати похибки визначення тих, чи інших фізичних величин. Уміння калібрувати спектрометри і проводити на них необхідні дослідження. Оволодіння основними мережевими базами даних.	ПРН 2
Навички роботи із небезпечними (радіоактивними) речовинами, уміння створювати ефективний захист від дії іонізуючого випромінювання	ПРН 3

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання фізичних основ сучасної медичної діагностики, основних законів і явищ, наприклад, законів поглинання основних видів випромінювання тканинами організму, явища Зеємана, явища надпровідності, закону радіоактивного розпаду. Знання основних етапів розвитку комп'ютерної томографії, різних поколінь томографів. Мати поняття про програмне забезпечення КТ та МРТ томографів. Знання історії відкриття інтернету.	ПРН 1
Уміння розраховувати дозу, активність радіонуклідів, коефіцієнт поглинання. Уміння оцінювати похибки визначення тих, чи інших фізичних величин. Уміння калібрувати спектрометри і проводити на них необхідні дослідження. Оволодіння основними базами даних. Уміння визначати продукти радіолізу води, знання біохімічних процесів організму.	ПРН 2
Навички роботи із небезпечними (радіоактивними) речовинами, уміння створювати ефективний захист від дії іонізуючого випромінювання	ПРН 3

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Комп'ютерна томографія» є: реферат, усна відповідь, виступ на семінарі, проведення відкритих лабораторних занять одним із студентів, контрольні та самостійні роботи, короткі тестові завдання а також творчі завдання.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: опитування, тести, реферат, презентація аудиторна контрольна робота, аудиторне тестування, проведення семінару, наукової дискусії,

Форма модульного контролю: тести, модульні контрольні роботи, реферати.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4		1	100
Предмет і структура курсу. Історія КТ. Види КТ.	Елементи ядерної фізики в сучасній мед.діагностиці	Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.	Комп'ютерні мережі. Локальні мережі. Топологія КМ.	Повтор пройденого матеріалу		

T1, T2, T3, T4, T5 – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота		Сума
T5	T6	T7	T7	T8	T9				
Дослідження характеристик фотонного випромінювання.	Реєстрація ІВ. Іонізаційна камера, сцинтилляційні, напівпровідникові детектори	Формування та оцінка доз опромінення живих організмів радіонуклідами.	Принципи побудови зображення в КТ. Основні поняття воксель, проекція, матриця	Програмні засоби ПЕОМ. Операційні системи. Системні і несистемні утіліти	Математичні аспекти КТ. Фурє-аналіз, дискретне перетворення Фурє.	Повторення пройденого матеріалу	1	Реферат 1	100

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T10	T11	T12		1	100
Поняття про ізотопи хімічних елементів. Радіоактивні та стабільні ізотопи. Реакції ізотопного обміну.	Особливості радіоактивного бета-розпаду.	Основи поняття і принципи цифрової обробки зображень	Повторення пройденого матеріалу		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T13	T14	T15	T16		1	100
Основи методу МРТ-томографії. Відмінність між КТ і МРТ томографіями.	Використання явища магнетизму у медицині. Фізичні явища на яких базується принципи дії МРТ – томографа.	Перспективи застосування речовин з магнітними властивостями у медицині.	Спектри ЯМР. Механізми релаксації. Речовинні контрасти у МРТ томографії	Комп'ютерне моделювання фізичних та біологічних процесів. Повторення пройденого матеріалу		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	1	10	1	10
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	1	10	2	5
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	1	1-5	1	1-5
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	15	1	15
Презентація				
Реферат	1	10	1	10
Есе	-	-	-	-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 3		Модуль 4	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	1	10	1	10
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	5	1	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	-	-	-	-
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	15	1	20
Презентація				
Реферат	1	10	1	10
Есе	-	-	-	-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

1. Правильність відповідей на запитання

Критерії оцінювання курсової роботи (проекту) (або реферату)

1. Повнота висвітлення обраної теми
2. Використання великої кількості літературних джерел
3. Оригінальність, творчий підхід.
4. Існування власної думки про описану проблему

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

1. Правильність відповідей на запитання
2. Вільне володіння засвоєним матеріалом
3. Ознайомлення із сучасними проблемами людства, які покликана вирішувати «комп'ютерна томографія» та сучасна медична діагностика в цілому.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1. Комп'ютерні технології в медицині

Тема 1. Предмет і структура курсу. Історія КТ. Види КТ. Трансмійсна КТ в рентгенівській діагностиці. Покоління КТ. ЯМР-томографія. Ультразвук. Емісійна томографія: однофотонно-емісійна КТ, позитронно-емісійна КТ.

Тема 2. Електронні засоби ПЕОМ. Системний блок, материнська плата, пам'ять: оперативна, постійна, зовнішня. Контролери і драйвери зовнішніх пристроїв. Основні параметри центрального процесора, відеокарти і монітора. Інші зовнішні пристрої: клавіатура, мишка; жорсткий диск (вінчестер), магніто-оптика; принтери: матричні, струменеві, лазерні, основні параметри принтерів; мережеві плати, модем, сканер, цифрові фотоапарати.

Тема 3. Програмні засоби ПЕОМ. Операційні системи. Системні і несистемні утиліти. Види інтерфейсу користувач – комп'ютер. Електронні таблиці. Текстові редактори. Бази даних. Пакети для роботи з графікою.

Тема 4. Комп'ютерні мережі. Локальні мережі. Топологія КМ. Електронне устаткування, кабелі. Міжнародна мережа Інтернет та її послуги.

МОДУЛЬ 2. Фізичні основи комп'ютерної томографії

Тема 5. Дослідження характеристик фотонного випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання. Гамма-випромінювання. Енергія, кутовий розподіл, закон поглинання фотонного випромінювання. Фізичні принципи комп'ютерної томографії.

Тема 6. Взаємодія фотонного (рентгенівського) гамма-випромінювання з речовиною. Рентгенівське випромінювання. Джерела РВ. Рентгенівська трубка. Спектр випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною, фотоефект, комптонівське розсіяння.

Тема 7. Реєстрація РВ. Іонізаційна камера, сцинтиляційні детектори, пропорційні детектори, напівпровідникові детектори.

Тема 8. Принципи побудови зображення в КТ. Основні поняття – воксель, проекція, матриця, вікно зображення, ширина вікна, рівень вікна. Набір даних. Реконструкція зображення. Характеристики якості. Просторова роздільна здатність, РЗ по густині, масштабний множник КТ. Артефакти зображення. Маніпуляції зображеннями.

Тема 9. Математичні аспекти КТ. Фурє-аналіз, дискретне перетворення Фурє. Фільтрація зображень.

МОДУЛЬ 3. Застосування радіоактивних ізотопів у медицині.

Радіо-фармацевтичні препарати

Тема 10. Поняття про ізотопи хімічних елементів. Радіоактивні та стабільні ізотопи. Реакції ізотопного обміну. Поняття про хімічні сполуки, які використовуються, як основа напівпровідникових та сцинтиляційних спектрометрів. Контрасти у медичній діагностиці.

Тема 11. Особливості радіоактивного бета-розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Явище позитронного випромінювання – основа позитронно-емісійної томографії.

Тема 12. Основні поняття і принципи цифрової обробки зображень. Психофізичні властивості зору. Фотометрія і колориметрія. Представлення зображень в цифровій формі. Дискретна лінійна обробка зображень. Методи покращення зображень. Системи розпізнавання образів.

МОДУЛЬ 4. Магнітно-резонансна томографія

Тема 13. Основи методу МРТ-томографії. Відмінність між КТ і МРТ томографами.

Тема 14. Використання явища магнетизму у медицині. Фізичні явища на яких базується принципи дії МРТ – томографа. Перспективи застосування речовин з магнітними властивостями у медицині.

Тема 15. Спектри ЯМР. Механізми релаксації. ЯМР-томографія. Речовини-контрасти у МРТ томографії. Принципи побудови зображення. Біомедичний вплив ЯМР.

Тема 16. Комп'ютерне моделювання фізичних та біологічних процесів. Пакети програм Elcata та Elsepa.

6.1. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1. Предмет «Комп'ютерна томографія. Фізичні основи сучасної медичної діагностики».

Виникнення **комп'ютерної томографії**. Елементи ядерної фізики в **комп'ютерній томографії**. Закон радіоактивного розпаду. Активність. Одиниці активності. Типи радіоактивності (α -, β -, γ -випромінювання, e -захоплення і т.д.). Поділ ядер. Синтез ядер. Штучна радіоактивність.

Визначення терміну **іонізуюче випромінювання (ІВ)**. Джерела іонізуючого випромінювання. Природний та антропогенний радіаційний фон. Поняття про ефективний поперечний переріз взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною. Розрахунок кількості актів взаємодій в речовині. Характеристика процесів, що відбуваються при проходженні іонізуючого випромінювання (α - частинок, протонів, електронів, позитронів, γ -квантів, нейтронів та іонів) через речовину. Поняття треку та структура треку в речовині. **Польові та**

дозиметричні характеристики поля іонізуючого випромінювання. Поняття поля іонізуючого випромінювання. Польові характеристики поля іонізуючого випромінювання. Флюенс, потік, густина потоку. Дозиметричні характеристики поля іонізуючого випромінювання. Експозиційна доза. Поглинена доза. Еквівалентна доза. Лінійна передача енергії (ЛПЕ-втрати).

МОДУЛЬ 2. Фізичні основи комп'ютерної томографії

Дослідження характеристик фотонного випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання. Гамма-випромінювання. Енергія, кутовий розподіл, закон поглинання фотонного випромінювання. Фізичні принципи комп'ютерної томографії.

Взаємодія фотонного (рентгенівського) гамма-випромінювання з речовиною. Рентгенівське випромінювання. Джерела РВ. Рентгенівська трубка. Спектр випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною, фотоэффект, комптонівське розсіяння.

Реєстрація РВ. Іонізаційна камера, сцинтиляційні детектори, пропорційні детектори, напівпровідникові детектори.

Принципи побудови зображення в КТ. Основні поняття – воксель, проекція, матриця, вікно зображення, ширина вікна, рівень вікна. Набір даних. Реконструкція зображення. Характеристики якості. Просторова роздільна здатність, РЗ по густині, масштабний множник КТ. Артефакти зображення. Маніпуляції зображеннями. Математичні аспекти КТ. Фурє-аналіз, дискретне перетворення Фурє. Фільтрація зображень.

Розвиток уявлень про сучасний стан проблем біологічної ефективності іонізуючого випромінювання з різною передачею енергії. Треки заряджених частинок та передача енергії. Фізичний та біологічний фактори, що впливають на біологічну ефективність іонізуючого випромінювання з різною ЛПЕ та їх зв'язок з генетичними структурами і станом геному та ефективністю репараційних систем. Біофізична модель залежності радіочутливості клітин від ЛПЕ.

Формування та оцінка доз опромінення живих організмів радіонуклідами. Зовнішнє опромінення біологічних об'єктів. Характеристика умов зовнішнього опромінення радіонуклідами. Вимірювання експозиційних доз, зв'язаних з випромінюванням радіонуклідів, на денній поверхні ділянки. Дозове навантаження на біологічні об'єкти при зовнішньому опроміненні. Основні компоненти дозового навантаження від інкорпорованих радіонуклідів у живих організмах. Характеристика радіонуклідів як джерела внутрішнього опромінення. Накопичення основних радіонуклідів живими організмами та дози внутрішнього опромінення.

МОДУЛЬ 3. Застосування радіоактивних ізотопів у медицині.

Радіо-фармацевтичні препарати

Поняття про ізотопи хімічних елементів. Радіоактивні та стабільні ізотопи. Реакції ізотопного обміну. Контрасти у медичній діагностиці. Особливості радіоактивного бета-розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Явище позитронного випромінювання – основа позитронно-емісійної томографії. Основи поняття і принципи цифрової обробки зображень. Психофізичні властивості зору. Фотометрія і колориметрія. Представлення зображень в цифровій формі. Дискретна лінійна обробка зображень. Методи покращення зображень. Системи розпізнавання образів.

МОДУЛЬ 4. Магнітно-резонансна томографія

Основи методу МРТ-томографії. Відмінність між КТ і МРТ томографами. Використання явища магнетизму у медицині. Фізичні явища на яких базується принципи дії МРТ – томографа. Перспективи застосування речовин з магнітними властивостями у медицині. Спектри ЯМР. Механізми релаксації. ЯМР-томографія. Речовини-контрасти у МРТ томографії. Принципи побудови зображення. Биомедичний вплив ЯМР. Комп'ютерне моделювання фізичних та біологічних процесів

6.2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
7-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Предмет і структура курсу. Із історії виникнення КТ. Види КТ.	2					2
Тема 2. Електронні засоби ПЕОМ. Системний блок, материнська плата, пам'ять.	2		4			
Тема 3. Програмні засоби ПЕОМ. Операційні системи. Системні і несистемні утіліти.	2	4				2
Тема 4. Комп'ютерні мережі. Локальні мережі. Топологія КМ	1	4				2
Модульна контрольна робота	1					
Разом за модуль	8					
Модуль 2						
Тема 5. Дослідження характеристик фотонного випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгеновське випромінювання.	2		4			

Гамма-випромінювання. Енергія, кутовий розподіл, закон поглинання фотонного випромінювання. Фізичні принципи комп'ютерної томографії.					
Тема 6. Взаємодія фотонного (рентгєнівського) гамма-випромінювання з речовиною. Рентгєнівське випромінєння. Джерела РВ. Рентгєнівська трубка. Спектр випромінєння. Взаємодія рентгєнівського випромінєння з речовиною, фотоефект, комптонівське розсіяння.	2		4		
Тема 7. Реєстрація ІВ. Іонізаційна камера, сцинтиляційні детектори, пропорційні детектори, напівпровідникові детектори.	2		4		
Тема 8. Принципи побудови зображення в КТ. Основні поняття – воксель, проєкція, матриця, вікно зображення, ширина вікна, рівень вікна. Набір даних. Реконструкція зображення. Характеристики якості.	2	4			
Тема 9. Математичні аспекти КТ. Фурє-аналіз, дискретне перетворєння Фурє. Фільтрація зображень.	1				2
Модульна контрольна робота	1				
Разом за модуль	10				

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
7-й семестр						
Модуль 3						
Тема 10. Поняття про ізотопи хімічних елементів. Радіоактивні та стабільні ізотопи. Реакції ізотопного обміну. Контрасти у медичній діагностиці.	2		4			
Тема 11. Особливості радіоактивного бета-розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Явище позитронного випромінювання – основа позитронно-емісійної томографії.	2		4			
Тема 12. Основні поняття і принципи цифрової обробки зображень. Психофізичні властивості зору. Фотометрія і колориметрія. Представлення зображень в цифровій формі. Дискретна лінійна обробка зображень. Методи покращєння зображень. Системи розпізнавання образів.	1	4				
Модульна контрольна робота	1					
Разом за модуль	6					
Модуль 4						
Тема 13. Основи методу МРТ-томографії. Відмінність між КТ і МРТ томографами	2					
Тема 14. Використання явища магнетизму у медицині. Фізичні явища на яких базується принципи дії МРТ – томографа. Перспективи застосування речовин з магнітними властивостями у медицині.	2					
Тема 15. Спектри ЯМР. Механізми релаксації. ЯМР-томографія. Речовини-контрасти у МРТ томографії. Принципи побудови зображення. Біомедичний вплив ЯМР.	2	4				
Тема 16. Комп'ютерне моделювання фізичних та біологічних процесів	1					2
Модульна контрольна робота	1					
Разом за модуль	8					
Разом за семестр	90	32	20	28		10

6.3. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	ТБ (техніка безпеки при роботі у лабораторії)	4	-
2	Експериментальне визначення кутового розподілу гамма-квантів бетатрону Б-25 залежно від їх енергії	4	-
3.	Біохімічні реакції, ініційовані іонізуючим випромінюванням. Виявлення продуктів радіолізу води	4	-
4.	Визначення дози опромінення за потемнінням фотоплівки	4	-
5.	Дослідження властивостей речовин, які використовуються як контрасти у медичній діагностиці. Дослідження поглинання фотонного випромінювання сульфатом барію	4	-
6.	Спостереження гамма-випромінювання радіонуклідів	4	
7*	Експериментальне визначення швидкості утворення комплексів хелаторів з йонами цирконію	4*	
Разом		28	

6.4. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Види іонізуючого випромінювання. Історія відкриття радіоактивності.	2	-
2	Фредерік Содді. Радіохімік. Нобелівський лауреат.	2	-
3	Історія відкриття рентгенівських променів.	2	-
4	Застосування радіоізоотопів у медицині.	2	-
5	Історія розвитку КТ. Алан Кормак і Годфрі Хаунсфільд.	2	
6	Чотири покоління томографів	2	

6.5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. Природня радіоактивність. Проблема радону.
2. Історія відкриття радіоактивності
3. Позитронна-емісійна спектроскопія і ПЕТ діагностика.
4. Відкриття і особливості явища надпровідності. Використання явища надпровідності у медицині.
5. Поведінка діамагнетиків у сильному магнітному полі. Використання явища магнетизму у медицині. Лікувальний магнетизм.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби Дозиметри ДРГЗ, СРП; набір індивідуальних дозиметрів ІФКУ, денситометер, набір калібрувальних гамма-джерел ОСГИ; циклічний прискорювач електронів Бетатрон Б-25; прискорювач електронів Мікротрон М-10; лічильники Гейгера-Мюллера.

Обладнання денситометер, рН-метр «Білорусь-2003», посудини Марінеллі, мікробюретки і мікропіпетки, хімічний посуд, необхідні реактиви.

Програмне забезпечення Бази даних МАГАТЕ, ВОЗ.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Васильєва Г.В., Гайсак І.І. та ін. Фізичні основи сучасної медичної діагностики. Посібник для лабораторних робіт, Ужгород, «Говерла» 2021, 46 с.
2. Васильєва Г.В., Пилипченко В.А., Парлаг О.О. «Основи радіаційної фізики та дозиметрії» 2016, 68с.
3. Пилипченко В.А., Васильєва Г.В. «Основи радіохімії», 2014, 40с.
4. Hendee William R., Ritenour E. Russel, 2002. Medical Imaging Physics, 4th edition. A John Wiley & Sons inc. publication, New York, p.353. ISBN: 9780471221159
5. П.П.Чолпан Фізика. – К. «Вища школа», 2003, 567с. ISBN 966-642-112-7
6. K.H. Büchel, H.-H. Moretto, P. Woditsch, *Industrial Inorganic Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 2000.
7. A.A. Chuiko, (Ed.) *Medical Chemistry and Clinical Application of Silica*, Naukova Dumka, Kiev, 2003 (in Russian).
8. Deri, M.-A. *Zirconium-89: Radiochemistry and Ligand Development toward Improved PET Applications*. Graduate Center, City University of New York, 2015.
9. I.F.Myroniuk, H.V.Vasylyeva, V.I.Mandzyuk, N.A.Bezruka, T.V.Dmyrotca *The Kinetics of Adsorption Binding of Ba²⁺ ions by Trimethylsilylated Silica*. PCSS, vol.19, №1 (2018) p.66-73
10. Rueckel, M.et al., *Spatial resolution characterization of a X-ray micro CT system*, Volume 94, 2014, Pages 230-234, ISSN 0969-8043.
11. A.A. Chuiko (Ed.), *Chemistry of Silica Surface*, UkrINTEI, Kiev, 2001 (in Russian).
12. Zahra Karimi Mahdi Sadeghi, Naimeddin Mataji-Kojouri. [⁶⁴Cu, a powerful positron emitter for immunoimaging and theranostic: Production via nat ZnO and natZnO-NPs Applied Radiation and Isotopes. 137 \(2018\) 56-61.](#)
13. P.L. Hayes, J.N. Malin, C.T. Konek, F.M. Geiger. *Interaction of Nitrate, Barium, Strontium and Cadmium Ions with Fused Quartz/Water Interfaces Studied by Second Harmonic Generation*. J. Phys. Chem. A 112 (2008) 660-668.

14. Ivan Mironyuk et al., Adsorption of Sr(II) cations onto phosphated mesoporous titanium dioxide: Mechanism, isotherm and kinetics studies. Journal of Environmental Chemical Engineering 7 (6) (2019) 103430
<https://www.doi.org/10.1016/j.jece.2019.103430>

Допоміжна література

1. Stephen Padalino, Heather Oliver and Joel Nyquist LLE Collaborators: Vladimir Smalyuk and Nancy Rogers «DT neutron yield measurements using neutron activation of aluminum». <https://www.geneseo.edu/nuclear/aluminum-activation-results>
2. V.D. Nefedov, E.N. Tekster, M.A. Toropova. “Radiochemistry”, *Moskva.: Haigh School*, 1987. – 272c (in Russian)
3. Lederer S.M Table of Isotopes / S.M Lederer, V.S. Shirley.– John Wiley&Sons.7th edition,1978, 335p.
4. I.F.Myroniuk, T.R.Tatarchuk, H.V.Vasylyeva, I.P.Yaremiy, I.M.Mykytyn. Morphology, Phase Composition and Radiological properties of Fly Ash obtained from the Burshtyn Thermal Power Plant. PCSS, vol.19, №2 (2018) p.171-178
5. I.F.Myroniuk, H.V.Vasylyeva. Sorptional removal of strontium and yttrium ions from aqueous solutions by a TiO₂ – based sorbent. RAD conference proceeding vol.3, p.p.1-4, 2018. ISSN 2466-4626 (online)
6. I.F.Myroniuk, T.R.Tatarchuk, H.V.Vasylyeva, I.P.Yaremiy, I.M.Mykytyn. Morphology, Phase Composition and Radiological properties of Fly Ash obtained from the Burshtyn Thermal Power Plant. PCSS, vol.19, №2 (2018) p.171-178

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://www.oecd-nea.org/janis/> EXFOR / Cross sections / Zr90 / (,N)40-ZR-89 / K2293.003 Last modified: Friday, 10-Mar-2017 03:55:02 CET

Приклади типових задач

Задача 1. ^{201}Tl має сталу розпаду $9,49 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$. Знайдіть активність зразка талію, який містить 10^{10} атомів.

Задача 2. Скільки атомів ^{11}C із сталою розпаду $2,08 \text{ год}^{-1}$ треба для одержання активності $2,64 \cdot 10^4$ Бк.

Задача 3. Деякі ядра ^{210}Bi розпадаються шляхом бета (β^-) розпаду, а частина ядер ^{210}Bi розпадається шляхом випромінювання альфа (α) частинки. Напишіть рівняння для обох випадків. Чітко вкажіть дочірні радіонукліди у обох випадках.

Задача 4. Якою буде кінетична енергія електрона, який випромінює з K-оболонки атому свинцю (Pb) внаслідок фотоефекту.

Задача 5. Користуючись лекційним матеріалом вкажіть, якого виду випромінювання немає ^{137}Cs . Поясніть чому.

Задача 6. Чому коефіцієнт якості нейтронного випромінювання завжди більший, ніж 1. Що вносить вклад у дозу опромінення при опроміненні нейтронами?

Приклади типових тестових завдань

1. Математичний вираз закону радіоактивного розпаду

$$(a) S = \vartheta_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$(б) N_D(t) = N_P^0 \times (e^{-\lambda t})$$

$$(в) N_D = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} (N_P)$$

$$(г) \omega = 2\pi\nu$$

2. Якого виду фундаментальної взаємодії немає

(а) Сильна взаємодія

(б) слабка взаємодія

(в) помірна взаємодія

(г) гравітаційна взаємодія

3. Яка траєкторія руху важкої зарядженої частинки у речовині

(а) Непрямолінійна

(б) Прямолінійна

(в) Формою подібна до еліпсу

(г) Свій варіант відповіді

4. Яке фізичне явище лежить в основі ізотопного обміну?

- (а) Осадження
- (б) адсорбція
- (в) електричний струм
- (г) дифузія

5. Яка термодинамічна характеристика зростає при проходженні ізотопного обміну?

- (а) Ентальпія
- (б) Ентропія
- (в) Енергія Гібса
- (г) Теплота адсорбції

6. Траєкторія руху легкої зарядженої частинки у речовині

- (а) Прямолінійна
- (б) Еліпсоїдна
- (в) Непрямолінійна
- (г) Колова орбіта

7. Що таке β -частинки?

- (а) Ядра атома гелію
- (б) Бозони Гігса
- (в) Високоенергетичні електрони
- (г) Гамма-кванти

8. Що таке гамма-кванти? Які характеристики у них відсутні?

- (а) Енергія і порядковий номер
- (б) Заряд e , а маса відсутня
- (в) Маса e , а заряд відсутній
- (г) Заряд і маса відсутні

9. Що таке нейтрони? Які характеристики у них відсутні?

- (а) Енергія і порядковий номер
- (б) Маса e , а заряд відсутній
- (в) Заряд і маса відсутні
- (г) Заряд e , а маса відсутня

10. У чому полягає різниця між рентгенівським і гамма-випромінюванням

- (а) У масі випромінювання
- (б) У зарядові випромінювання
- (в) У енергії випромінювання
- (г) У довжині хвилі

11. Як позначається протонне випромінювання?

${}^4_2\alpha$

β^-

1_0n

1_1p

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 2021 / 2022 н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібно підкреслити)

протокол № 9 від « 20 » червня 20 21 р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібно підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

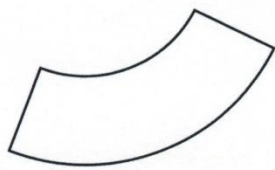
Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібно підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

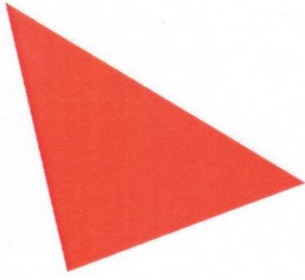
Робоча програма перезатверджена на 20 ____ / 20 ____ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібно підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

softserve



ПОДЯКА



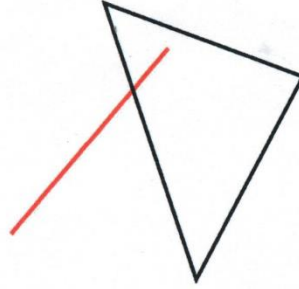
ВАСИЛЬЄВІЙ ГАННІ

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

За прагнення до інновацій та розвитку та за роботу над проектом в рамках конкурсу «ОСВІТНІ ГРАНТИ»



Chris Baker | CEO, SoftServe, Inc.



Львів, Україна
квітень-жовтень 2021