

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика ядра і елементарних частинок

Освітня програма **Середня освіта (Фізика)**

Спеціальність **014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)**

Спеціалізація **014.08 Середня освіта (Фізика)**

Галузь знань **01 Освіта/Педагогіка**

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 3 від “19” жовтня 2020 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Фізика ядра і елементарних частинок
Рівень вищої освіти	Перший рівень освіти
Викладач (-і)	Возняк Орест Михайлович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	Orest.voznyak@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Загальний курс фізики займає центральне місце в підготовці фізиків за університетською програмою. Розділ “Фізика ядра і елементарних частинок” включає основні відомості про атомне ядро, знайомить з історією відкриттів, виникнення теорій, ідей та понять. Розглядаються також основні уявлення про фізику елементарних частинок.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета: Подати основні відомості про найважливіші факти і поняття, закони і принципи ядерної фізики. Відповідно до стану розробки відповідних теорій і математичних можливостей аудиторії виклад матеріалу слід проводити на основі якісного аналізу відомих закономірностей.</p> <p>Цілі: Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв’язку конкретних задач.</p>	
4. Компетентності	
<p>ПК. Здатність розв’язувати задачі різного рівня складності та практичні проблеми в галузі фізики, освіти і педагогіки, в цілому, та дидактики фізики, зокрема, при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів фізики та педагогіки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p>ЗК.3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>ЗК.6. Знання та розуміння предметної області і розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК.8. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК.9. Прагнення до збереження навколишнього середовища та застосування енергозберігаючих технологій.</p> <p>ЗК.10. Здатність до аналізу та синтезу.</p> <p>ФК.1. Здатність використовувати закони й принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p>ФК.2. Здатність будувати відповідні моделі природних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи.</p> <p>ФК.3. Здатність професійно орієнтуватися в сучасних проблемах фізики і новітніх фізичних методах досліджень і наукових технологій.</p> <p>ФК.4. Здатність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.</p> <p>ФК.5. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати розв’язки навчально-методичних та наукових проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо в їх більш та менш важливих аспектах</p> <p>ФК.7. Здатність користуватися вивченими принципами методики для пояснення конкретних фізичних явищ; складати навчальні та календарно-тематичні плани, проводити навчальні заняття з фізики та астрономії у середній школі</p> <p>ФК.8. Здатність вільно володіти розділами фізики, необхідними для розв’язання науково-інноваційних задач і використовувати результати наукових досліджень та педагогічних досягнень в інноваційній та інноваційно-педагогічній діяльності.</p>	
5. Результати навчання	
<p>ПРН.1. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв’язки в системі наук, етапи розвитку.</p>	

ПРН.2. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.

ПРН.3. Володіє методикою проведення сучасного фізичного експерименту, застосовує всі його види в освітньому процесі з фізики.

ПРН.4. Знає, розуміє і демонструє здатність реалізовувати теоретичні й методичні засади навчання фізики для виконання освітньої програми в базовій середній школі.

ПРН.5. Розв'язує задачі різних рівнів складності курсів фізики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням.

ПРН.6. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.

ПРН.10. Знає і розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.

ПРН.11. Володіє знаннями з основ безпеки життєдіяльності, безпечного використання обладнання кабінету фізики.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			30 год.		
семінарські заняття / практичні / лабораторні			30 год./20 год.		
самостійна робота			100 год.		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/в ибірковий		
VI	Середня освіта (Фізика)	3	Нормативний		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Лекції.					
Тема 1. <u>Вступ.</u> Основні етапи розвитку фізики ядра і елементарних частинок. Масштаби явищ мікросвіту.	лекція	[1-3, 1-6]	2	2	за розкладом
Тема 2. <u>Загальні властивості атомних ядер.</u> Дослід Резерфорда по розсіюванню α -частинок. Ядро як система взаємодіючих протонів та нейтронів. Заряд ядра. Масове число і маса ядра. Ізобари. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра. Магічні числа. Стабільні і радіоактивні ядра. Спін, магнітний момент ядра. Ядерний магнетон. Статичні мультипольні моменти ядра. Електричний квадрупольний момент ядра. Квантово-механічний опис ядерних станів. Парність хвильової функції. Властивості симетрії хвильових функцій	лекція	[1-3, 1-6]	4	6	за розкладом

для тотожних частинок. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.					
<p>Тема 3. <u>Радіоактивність.</u> Природна і штучна радіоактивність. Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду. α-частинка. Спектри α-частинок. Залежність періоду α-розпаду від енергії α-частинок. Елементи теорії α-розпаду. Тунельний ефект. Визначення розміру ядра за даними α-розпаду. β-частинка. Види β-розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальне доведення існування нейтрино. Елементи теорії β-розпаду. Поняття про слабкі взаємодії. Дозволені та заборонені β-переходи. Незбереження парності в β-розпаді. Проблема маси нейтрино. γ-випромінювання ядер. Електричні і магнітні переходи. Правила відбору за моментом і парністю для γ-переходів. Ймовірність переходів для різноманітних мультиполів. Ядерна ізомерія. Внутрішня конверсія. Ефект Мессбауера і його застосування в фізиці і техніці.</p>	лекція	[I-3, 1-6]	2	6	за розкладом
<p>Тема 4. <u>Ядерні реакції.</u> Експериментальні методи вивчення ядерних реакцій. Фізичні принципи роботи прискорювачів. Детектори ядерних частинок. Період реакцій. Канали ядерних реакцій. Закони збереження в ядерних реакціях. Зв'язок між перерізом прямих та обернених реакцій. Механізми ядерних реакцій. Модель складаного ядра. Резонансні ядерні реакції. Формула Брайта-Вігнера.</p>	лекція	[I-3, 1-6]	2	4	за розкладом

Прямі ядерні реакції. Використання прямих реакцій. Використання прямих ядерних реакцій для визначення квантових характеристик ядерних станів. Особливості реакцій під дією γ -квантів, електронів, нейтронів, легких іонів, багатозарядних іонів. Трансуранові елементи.					
Тема 5. <u>Поділ і синтез атомних ядер.</u> Основні експериментальні дані про поділ. Поділ ізотопів урану під впливом нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Ядерні реактори. Ядерна енергетика. Синтез легких ядер. Ядерні реакції в зорях. Проблема керованого термоядерного синтезу.	лекція	[I-3, 1-6]	4	4	за розкладом
Тема 6. <u>Моделі атомних ядер.</u> Потенціал усередненого ядерного поля. Фізичне обґрунтування оболонкової структури ядра. Сильна спін-орбітальна взаємодія. Одно частинкові стани в усередненому ядерному потенціалі. Пояснення спінів і парність станів ядер в моделі оболонок. Залишкова взаємодія. Поняття про багаточастинкові моделі оболонок. Колективні властивості ядер. Деформовані ядра. Стан руху нуклонів в деформованому ядрі. Зв'язок одночастинкових і колективних рухів.	лекція	[I-3, 1-6]	2	4	за розкладом
Тема 7. <u>Нуклон-нуклонні взаємодії.</u> Дейтрон-зв'язаний стан в n-p системі. Основні характеристики дейтрона. Магнітний та квадрупольний моменти дейтрона. Хвильова функція дейтрона. Тензорний характер ядерних сил. Розсіювання нейтронів на протонах. Спінова	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом

залежність ядерних сил. Особливості розсіювання тотожних частинок. Зарядова незалежність ядерних сил. Ізотопічний спіні. Узагальнений принцип Паулі. Обмінний характер ядерних сил. Властивість насичення ядерних сил.					
Тема 8. <u>Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.</u> Втрати енергії на іонізацію і збудження атомів. Випромінювання Вавілова-Черенкова. Пробіг заряджених частинок. Взаємодія нейтронів з речовиною. Сповільнення нейтронів. Теплові і резонансні нейтрони. Дифузія теплових нейтронів. Проходження γ -випромінювання через речовину. Залежність ефективних перерізів основних механізмів взаємодії γ -квантів від їх енергії і від властивостей речовини.	лекція	[I-3, 1-6]	2	4	за розкладом
Тема 9. <u>Експериментальні методи в фізиці високих енергій.</u> Поняття про сучасні методи одержання пучків високих енергій. Нагромаджувачі частинок. Зустрічні пучки. Елементи релятивістської кінематики. Спостереження процесів породження і розпаду частинок. Методи спостереження короткоживучих частинок.	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом
Тема 10. <u>Загальні властивості спостережуваних елементарних частинок.</u> Лептони, адрони, калібрувальні бозони. Діаграми Фейнмана. Закони збереження, що регулюють перетворення частинок. Класифікація взаємодій.	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом
Тема 11. <u>Електромагнітні взаємодії.</u> Елементи квантової електродинаміки. Основні квантово електродинамічні процеси.	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом

Електромагнітні процеси при участі адронів.					
Тема 12. <u>Сильні взаємодії і структура адронів.</u> Кварки і глюони. Їх основні характеристики. Прояв кварк-глюонової структури адронів в процесах глибоко непружного розсіювання лептонів. Кваркова структура мезонів і баріонів. Нова квантова характеристика кварків і глюонів – колір. Асимптотична свобода і конфайнмент. Основні процеси з участю адронів.	лекція	[I-3, 1-6]	2	4	за розкладом
Тема 13. <u>Слабкі взаємодії.</u> Універсальність слабкої взаємодії. Носії слабкої взаємодії – проміжні бозони. Поняття про польову теорію слабких взаємодій моделі Вайнберга-Салама. Основні типи перетворень елементарних частинок, що викликаються слабкою взаємодією. Деякі принципові питання теорії елементарних частинок. Дискретні симетрії С, Р, Т і СРТ-теорема. Ізотопічна і кольорова симетрія. Калібрувальна інваріантність як принцип побудови польових теорій елементарних частинок. Проблема побудови єдиної теорії слабких електромагнітних частинок і сильних взаємодій.	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом
Тема 14. <u>Космічні промені.</u> Космічне первинне випромінювання. Проходження космічного випромінювання через атмосферу. Варіації космічних променів. Радіаційні пояси землі. Гіпотези проходження космічних променів. Можливі механізми прискорення частинок космічного випромінювання.	лекція	[I-3, 1-6]	2	2	за розкладом

Практичні роботи. Тема, питання.					за розкладом
Тема 1. Основні характеристики ядер: радіус, маса, енергія зв'язку, спіні, магнітний момент ядер.	практичне	[I-2, 7-9]	4	6	за розкладом
Тема 2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. α -, β -, γ - випромінювання. Статистика реєстрації частинок.	практичне	[I-2, 7-9]	4	6	за розкладом
Тема 3. Взаємодія випромінювання з речовиною.	практичне	[I-2, 7-9]	2	4	за розкладом
Тема 4. Дозиметрія випромінювань.	практичне	[I-2, 7-9]	4	4	за розкладом
Тема 5. Ядерні реакції. Закони збереження в ядерних реакціях. Перерізи і виходи реакцій.	практичне	[I-2, 7-9]	4	4	за розкладом
Тема 6. Взаємодія нейтронів з ядрами. Проходження нейтронів, сповільнення нейтронів.	практичне	[I-2, 7-9]	4	4	за розкладом
Тема 7. Фізичні основи ядерної енергетики. Поділ ядер. Термоядерні реакції.	практичне	[I-2, 7-9]	2	4	за розкладом
Тема 8. Елементарні частинки. Закони збереження при взаємодії елементарних частинок.	практичне	[I-2, 7-9]	2	4	за розкладом
Тема 9. Складані моделі елементарних частинок.	практичне	[I-2, 7-9]	4	4	за розкладом
Теми лабораторних робіт					за розкладом
1. Вступне заняття.	лабораторна	[I-1, 10-11]	2		за розкладом
2. Вивчення мертвого часу самогаснучого газового лічильника	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
3. Вимірювання поглинання гама-променів у свинці, латуні і алюмінію.	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
4. Визначення верхньої межі β -спектра та визначення активності β - джерела абсолютним методом.	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
5. Визначення енергії гамма-квантів за допомогою сцинтиляційного спектрометра.	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
6. Виявлення слабкої радіоактивності в речовинах, що оточують людину і визначення періоду піврозпаду	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом

довгоживучогоізотопа.					
7.Дослідження розсіювання α -частинок в речовині (моделювання досліду Резерфорда на ЕОМ).	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
8.Математична обробка результатів вимірювань.	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
9. Моделювання на ЕОМ проходження нейтронів через речовину	лабораторна	[I-1, 10-11]	2	1.5	за розкладом
Підсумкове заняття	Відпрацюван ня лабораторних робіт		2		за розкладом

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p>Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі.</p> <p>Критерії оцінювання знань студентів зі всіх видів робіт на протязі семестру наведені в таблиці 1 а відомістю, в яку виставляються оцінки рубіжного контролю знань, є таблиця 2. Перший модуль здається, як і перші контрольні роботи виконуються після вивчення перших тем програми. Другий модуль здається і другі контрольні роботи виконуються після вивчення решти тем програми.</p>
Вимоги до письмової роботи	Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо.
Семінарські заняття	При оцінці роботи студента на практичному/семінарському занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтовувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В протилежному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений».

8. Політика курсу

Розділ “Фізика атомного ядра і елементарних частинок” є підсумковим розділом загального курсу фізики. При його вивченні використовуються знання одержані при вивченні курсів математики, математичних методів фізики та окремих розділів теоретичної фізики. Враховано також, що при вивченні таких розділів теоретичної фізики як електродинаміка і квантова механіка досягнення ядерної фізики та фізики елементарних частинок використовуються для ілюстрації квантово-механічних закономірностей та електромагнітних процесів. Тому на ці моменти у цьому курсі звернута особлива увага.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення слід формулювати в коректній формі. Неприпустимими є підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо).

Вимоги викладача. Кожен викладач ставить студентам систему вимог та правил поведінки студентів на заняттях, доводить до їх відома методичні рекомендації щодо виконання контрольних робіт, тестових завдань. Все це гарантує високу ефективність навчального процесу і є обов'язковою для студентів.

Не допускаються пропуски лабораторних робіт. Якщо студент пропустив лабораторну роботу з поважних причин, які підтвержені документально, то він має право на її відробку з дозволу завідувача кафедри (за заявою).

9. Рекомендована література

Інформаційні ресурси

1. Фреїк Д.М., Возняк О.М., Салій Я.П. Фізичний практикум. Ядерна фізика. Електронна версія.
2. Возняк О.М. та ін. Курс загальної фізики. Атомна і ядерна фізика. Практикум розв'язування задач. Електронна версія.
3. Ніцук Ю.А. Ядерна фізика. Одеса. 2008.
http://phys.onu.edu.ua/pub/files/student/3course/2term/yader_physic.pdf.

Основна література

1. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. Учеб. пособие. - М.: Наука, 1980.
2. Ракобольская М.В. Ядерная физика. - М.: МГУ, 1981.
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Учеб. Пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1983. Т. 1-2.
4. Фраунфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика. - М.: Мир. 1979.
5. Вихман Э. Квантовая физика. - М.: Наука, 1988.
6. Готтфрид К., Вайскопф В. Концепции физики элементарных частиц. - М.: Мир, 1988.
7. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. - М.: Энергоатомиздат, 1976.
8. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М., Наука, 1979.
9. Сборник задач по общему курсу физики. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. (В.Л. Гинзбург, Л.Н. Левин, М.С. Рабинович, Д.В. Сивухин). Под редакцией Д.В. Сивухина. - М.: Наука, 1981.
10. Сборник лабораторных работ по ядерной физике. Под редакцией К.Н. Мухина. - М.: Атомиздат, 1979.
11. Лабораторные занятия по физике. Под редакцией Гольдина Л.Л. - М.: Наука, 1983.

Додаткова література

12. Шпольський Т.В. Атомная физика. Учеб. пособие в 2-х т. - М.: Наука, 1982.
13. Альперін М.М., Манокін Л.О. Теоретична фізика. Фізика ядер та елементарних частинок. - К: Вища школа, 1979.
14. Ахісзер А.І., Рекало. Фізика елементарних частинок. К., Наукова думка, 1980.
15. Окунь Л.Б. Фізика елементарних частинок. - М.: Наука, 1988.
16. Фізика мікромира. Маленька енциклопедія. - М.: Советская энциклопедия, 1980.
17. Фізичний практикум проф. В.П. Дущенко. Головне видавництво об'єднання "Вища школа", Київ, 1984.
18. Булавін Л.А., Тартаковский В.К. Ядерна фізика. К. Знання, 2005.
19. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М. Просвещение, 1984.

Інформаційні ресурси

1. <http://lib.pu.if.ua/> – наукова бібліотека Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
2. <http://www.nbu.gov.ua/> – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського.
<http://www.d-learn.pu.if.ua/http://www.d-learn.pu.if.ua/> – система дистанційного навчання ДВНЗ

Викладач _____

Питання для проведення теоретичного змістовного модуля

1. Заряд ядра.
2. Розміри ядра
3. Енергія зв'язку атомних ядер.
4. Спін ядер.
5. Магнітний момент ядра.
6. Квадрупольний момент ядра.
7. Властивості ядерних сил.
8. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
9. Модель ядерних оболонок.
10. Закон радіоактивного розпаду ядер.
11. α – розпад ядер.
12. β – перетворення ядер.
13. γ – випромінювання ядер.
14. Резонансне поглинання γ - випромінювання. Ефект Месбауера.
15. Реакція поділу важких ядер.
16. Класифікація елементарних частинок.
17. Унітарна симетрія адронів
18. Кваркова модель адронів.
19. Обмінний механізм фундаментальних взаємодій.

Питання для підсумкового контролю знань (екзамену)

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

20. . Заряд ядра.
21. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра..
22. α – розпад ядер. Елементарна теорія α – розпаду.
23. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2

1. Розміри ядра.
2. Краплинна модель ядра.
3. β – перетворення ядер. Основні положення теорії β –розпаду. Нейтрино і його властивості.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3

1. Спін ядер.
2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.
3. γ – випромінювання ядер. Резонансне поглинання γ - випромінювання. Ефект Месбауера.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4

1. Магнітний момент ядра.
2. Модель ядерних оболонок.

3. Класифікація елементарних частинок. Характеристики елементарних частинок.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5

1. Квадрупольний момент ядра.
2. Властивості ядерних сил.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Теорія послідовних розпадів. Правила зміщень і радіоактивні ряди.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7

1. Властивості ядерних сил.
 2. Закон радіоактивного розпаду ядер.
 3. Складані моделі елементарних частинок. Унітарна симетрія адронів.
 4. Задача.
1. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
 2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.
 3. Кваркова модель адронів. Основні характеристики кварків та їх властивості.
 4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9

1. Краплинна модель ядра.
2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Основні дозиметричні поняття та одиниці їх вимірювання.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11

1. Заряд ядра.
2. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
3. α – розпад ядер. Елементарна теорія α – розпаду.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12

1. Розміри ядра.
2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.
3. β – перетворення ядер. Основні положення теорії β –розпаду. Нейтрино і його властивості.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13

1. Спін ядер.
2. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
3. γ – випромінювання ядер. Резонансне поглинання γ - випромінювання. Ефект Месбауера.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14

1. Магнітний момент ядра.
2. Краплинна модель ядра.
3. Характеристики елементарних частинок. Класифікація елементарних частинок.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15

1. Квадрупольний момент ядра.
2. Властивості ядерних сил.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Термоядерні реакції. Критерій Лоусона.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17

1. Властивості ядерних сил.
2. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Складані моделі елементарних частинок. Унітарна симетрія адронів
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18

1. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
2. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Кваркова модель адронів. Основні характеристики кварків та їх властивості.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 19

1. Краплинна модель ядра.
2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Основні дозиметричні поняття та одиниці їх вимірювання.
4. Задача.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 20

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

Критерії контролю знань

Таблиця 1

Максимальна кількість балів	Вид роботи
7	Модуль 1-ий
7	Модуль 2-ий
5	Контрольна робота №1 (домашня)
5	Контрольна робота №2 (домашня)
7	Контрольна робота №1 (аудиторна)
7	Контрольна робота №2 (аудиторна)
3	Робота над конспектом
5	Практичні роботи (сер. оцінка)
4	Реферат
50	Екзамен
100	Σ

Відомість контролю знань Таблиця 2

№ П/П	Вид роботи	Оцінка (в балах)												
		Модуль 1-ий	Модуль 2-ий	Контр. робота № 1 (домашня)	Контр. робота № 2 (домашня)	Контр. робота № 1 (аудиторна)	Контр. робота № 2 (аудиторна)	Робота над конспектом	Практ. роботи (середня оцінка)	Реферат	Екзамен	Σ		
	ІІІ студента													

Викладач _____