

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО

Кафедра фізики та математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної
роботи _____ О. А. Кузнецова
_____ 2022 р.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА
(ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК ТА ЯДРА)

Освітній ступінь Бакалавр

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

спеціальність 014 Середня освіта

спеціалізація 014.08 Фізика

Освітня програма: Середня освіта: фізика, математика

Програму розроблено та внесено: Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Дінжос Роман Володимирович, завідувач кафедри фізики та математики, доктор технічних наук, професор

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики та математики

Протокол від «__» _____ 2022 року № __

Завідувач кафедри фізики та математики _____ (Дінжос Р. В.)

Програму погоджено навчально-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «__» _____ 2022 року № __

Голова навчально-методичної комісії _____ (_____)

Програму погоджено навчально-методичною комісією університету

Протокол від «__» _____ 2022 року № __

Голова навчально-методичної комісії університету _____ (Кузнецова О. А.)

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Загальна фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» складена Дінжосом Р. В. відповідно до освітньо-професійної програми підготовки ступеня бакалавра спеціальності “014.08 Середня освіта (Фізика)”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є властивості матеріального світу на ядерному рівні, різноманітні фізичні явища, закони взаємодії і руху елементарних частинок та хвиль, а також процеси і механізми що їх контролюють.

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення курсу «Загальна фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» здійснюється у тісному зв'язку з іншими навчальними дисциплінами. Для засвоєння матеріалу навчальної програми необхідно мати знання з елементарної фізики, математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Загальна фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» є оволодіння студентами основними фундаментальними уявленнями про характеристики стабільних ядер, експериментальні методи досліджень ядер та ядерних сил, про моделі атомних ядер, про природні та штучні перетворення ядер, про використання ядерних реакцій у енергетиці, про космічне випромінювання та характеристики елементарних частинок.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Загальна фізика (Фізика елементарних частинок та ядра)» є: формування активного методу мислення при розгляді явищ мікросвіту. Одержання навичок застосування фундаментальних знань до розв'язку конкретних практичних та інженерних задач. Формування навичок експериментальної роботи з фізичними приладами для вимірів радіоактивності, дослідження ядерних реакцій та космічного випромінювання. Ознайомлення студентів з нерозривним зв'язком фізики з технікою та іншими науками. Дати студентам початкові відомості про фізичні процеси, на яких ґрунтується дія ядерних реакторів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент оволодіває такими компетентностями:

I. Загальнопредметні:

- міцні та ґрунтовні знання з навчальної дисципліни;
- уміння застосовувати здобуті знання у практичній діяльності;
- володіння технікою проведення наукового експерименту;
- уміння та навички здійснення основних мислительних операцій (аналізувати, систематизувати, узагальнювати тощо);
- уміння розв'язувати розрахункові та ситуаційні задачі;
- навички самостійної навчальної діяльності, самовдосконалення, рефлексії;
- уміння працювати в парі, колективі тощо.

II. Фахові:

- Експериментальне дослідження властивостей фізичної системи; явищ і процесів у фізичній системі
- Вміти формулювати основні властивості атомних ядер.
- Вміти проводити вимірювання фізичних величин у ядерній фізиці.

- Вміти охарактеризувати основні властивості ядерних сил.
- Вміти формулювати основні закономірності і теоретичні уявлення про механізми α -, β -, γ -розпаду.
- Вміти описати моделі атомних ядер.
- Вміти розрізняти ядерні реакції за їх класифікацією, механізми протікання ядерних реакцій.
- Вміти характеризувати реакцію поділу атомних ядер та її практичне використання.
- Вміти застосовувати основні положення та систематику фізики елементарних частинок.
- Вимірювання фізичної величини, яка характеризує фізичну систему, явище або процес у фізичній системі
- Вміти застосовувати основні закони ядерної фізики до розв'язку задач.
- Вміти аналізувати ядерні процеси із застосуванням вивчених закономірностей.
- Вміти пояснити роль фундаментальних закономірностей, наприклад, законів збереження, правил відбору, принципів заборони в ядерних процесах і процесах з участю елементарних частинок.
- Вміти розв'язувати основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок, переходити від одних одиниць вимірювання до інших.
- Вміти відібрати матеріал що може бути використаний при вивченні фізики в середній школі, та використаний у практичних цілях.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин/6 кредитів ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Кредит 1. ВЛАСТИВОСТІ СТАБІЛЬНИХ ЯДЕР.

1. Вступ. Предмет і задачі курсу. Основні етапи розвитку фізики ядра і елементарних частинок. Значення і роль фізики атомного ядра в науково - технічному прогресі. Масштаби явищ мікросвіту. Одиниці енергії і маси мікрочастинок.

2. Основні характеристики стабільних ядер. Дослід Резерфорда по розсіянню альфа-частинок. Ядро як система взаємодіючих протонів і нейтронів. Заряд ядра, масове число і маса ядра. Ізотопи. Ізобари. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра. Магічні числа. Стабільні і радіоактивні ядра. Квантові характеристики ядер. Спін і магнітний момент ядра. Ядерний магнетон. Електричний квадрупольний момент ядра. Квантово-механічний опис ядерних станів. Парність хвильової функції. Властивості симетрії хвильових функцій для тотожних частинок. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.

Кредит 2. МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР.

3. Нуклон-нуклонні взаємодії. Методи вивчення ядерних сил. Ефективний переріз взаємодії нуклонів, потенціальна енергія взаємодії. Дейтрон – зв'язаний стан протона і нейтрона. Основні характеристики дейтрона. Тензорний характер ядерних сил. Магнітний квадрупольний моменти дейтрона. Обмінний характер ядерних сил.

Мезонна теорія. Оцінка маси π -мезона. Властивість насичення ядерних сил. Розсіяння нейтронів на протонах. Залежність ядерних сил від орієнтації спінів нуклонів. Зарядова незалежність ядерних сил.

4. **Моделі атомних ядер.** Фізичне обґрунтування оболонкової структури ядра. Потенціал усередненого ядерного поля. Сильна спін-орбітальна взаємодія. Одночастинкові стани в усередненому ядерному потенціалі. Пояснення спінів і парностей станів ядер в моделі оболонок. Поняття про багато частинкову модель оболонок. Колективні властивості ядер. Обертальні і коливальні стани ядер. Деформовані ядра.

Кредит 3. ПРИРОДНА І ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ.

5. **Альфа-розпад.** Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Спектри альфа-частинок. Залежність періоду альфа-розпаду від енергії альфа-частинок. Елементи теорії альфа розпаду. Тунельний ефект. Визначення розмірів ядер за даними альфа-розпаду.

6. **Бета-розпад.** Види бета-розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальне доведення існування нейтрино. Елементи теорії бета-розпаду. Поняття про слабкі взаємодії. Проблема маси нейтрино.

Кредит 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ.

7. **Гамма - розпад.** Електричні і магнітні переходи, Правила відбору по парності та моменту для гамма-переходів. Ймовірності переходів для різних мультиполей. Ядерна ізомерія. Внутрішня конверсія. Ефект Мессбауера та його застосування у фізиці.

8. **Експериментальні методи ядерної фізики.** Детектори ядерного випромінювання. Фізичні принципи роботи циклічних прискорювачів - бетатрон, циклотрон мікротрон. Принцип автофазування та його використання для прискорення релятивістських частинок (протонів, електронів). Сучасні методи одержання пучків високих енергій. Зустрічні пучки.

Кредит 5. ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ.

9. **Ядерні реакції. Перерізи реакцій.** Канали ядерних реакцій. Закони збереження. Модель складеного ядра. Резонансні ядерні реакції. Формула Брейта-Вігнера. Прямі ядерні реакції. Визначення квантових характеристик ядерних станів. Реакції під дією гамма-квантів, нейтронів та іонів. Особливості реакцій під дією гамма-квантів, електронів, і багатозарядних іонів. Трансуранові елементи.

10. **Поділ атомних ядер. Синтез легких ядер.** Поділ атомних ядер. Основні експериментальні дані про поділ ядер. Елементарна теорія поділу. Параметр ділення. Спонтанний поділ. Ділення ізотопів урану під дією нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Особливості побудови окремих типів реакторів. Функціональна схема атомної електростанції. Ядерні реакції на зірках. Проблеми керованого термоядерного синтезу. Критерій Лоусона. Квазістаціонарні та імпульсні системи реалізації керованого термоядерного синтезу.

3. Рекомендована література

Базова

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.2. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 376 с.
- 3.
4. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: Высшая школа, 1991. – 271 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная физика. – т.5, ч.1 – М.: Высшая школа, 1985. – 419 с.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Ядерная физика. – т.5, ч.2 – М.: Высшая школа, 1987. – 417 с.
7. Кучерук І.М., Душенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463 с.
8. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики. – К.: Вища школа, 1982, ч.2. – 279 с.
9. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики, книга 2. – К.: Либідь, 2001. – 422 с.
10. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. – М.: Просвещение, 1981.
11. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: Основа, 1991. – 479 с.
12. Чолпан П.П. Основи фізики. – К.: Вища школа, 1995. – 488 с.
13. Ракобольская И.В. Ядерная физика. – М.: МГУ, 1982. – 412 с.
14. Вихман Э. Берклевский курс физики. Квантовая физика. – Беркли: Калифорнийский университет, 2000. – 391 с.

Допоміжна

15. Душенко В.П. Фізичний практикум. ч.2. – К.: Вища школа, 1981. – 642 с.
16. Енохович А.С. Справочник по физике. – М.: Просвещение, 1978. – 415 с.
17. Біленко І.І. Фізичний словник. – К.: Вища школа, 1979. – 336 с.
18. Ширков Д.В. Маленькая энциклопедия. Физика микромира. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 528 с.

Збірники задач

1. Иродов И.Е. Сборник задач по общей физики. – М.: Наука, 1988. – 447 с.
2. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: Высшая школа, 1991. – 175 с.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985.
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.
5. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Наука, 1982.

4. **Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.**

5. **Засоби діагностики успішності навчання:** поточне усне опитування, поточні письмові самостійні роботи, модульні контрольні роботи, тестові технології, підсумкова комплексна контрольна робота.