

Інститут енергетики та систем керування

Освітня програма (спеціалізація):

Атомна енергетика

(код G4/0113)

Спеціальність:

Енерговиробництво (за спеціалізацією)

(код G4)

Галузь знань:

Інженерія, виробництво та будівництво

(код G)

Перелік дисциплін

для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр

- **Атомні електричні станції**

- **Парогенератори АЕС, ч.1, ч.2**

- **Тепломасообмін в енергетичному обладнанні атомних електричних станцій**

- **Турбіни атомних електростанцій, ч.1, ч.2**

- **Ядерна та нейтронна фізика**

Дисципліна: Атомні електричні станції

Розділ 1. Енергетика і типи атомних електростанцій

- § 1. Вступ. Енергетика України. Технічна політика НАЕК «Енергоатом»
- § 2. Енергетичні ресурси України і світу, типи електростанцій, споживання енергії
- § 3. Типи атомних електростанцій
- § 4. Види споживання енергії, графіки навантаження АЕС, техніко- економічні вимоги до АЕС

Розділ 2. Енергетичні показники атомної електростанції

- § 1. Показники теплової економічності конденсаційних АЕС і АТЕЦ
- § 2. Визначення витрати ядерного палива
- § 3. Показники загальної економічності

Розділ 3. Регенеративний підігрів живильної води

§ 1. Основи регенеративного підігріву живильної води, витратні та енергетичні баланси регенеративних схем

- § 2. Оптимізація параметрів відборів
- § 3. Схеми включення і конструктивне виконання підігрівників

Розділ 4. Деаераційно-живильні установки

- § 1. Конструктивне забезпечення і параметри термічної деаерації
- § 2. Деаераторні баки і схеми установки деаераторів
- § 3. Тепловий і матеріальний баланси деаераторів змішуючого типу
- § 4. Живильні установки
- § 5. Бездеаераторні схеми АЕС

Розділ 5. Коденсаційні установки

- § 1. Призначення і схема конденсатора та конденсаційної установки
- § 2. Процеси в конденсаторі та його техніко-економічні показники
- § 3. Повітрявидаляючі пристрої конденсаторів

Розділ 6. Технічне водопостачання АЕС

- § 1. Призначення та функціонування системи технічного водопостачання АЕС
- § 2. Охолодження конденсаторів турбін
- § 3. Прямоточна та оборотна системи водопостачання
- § 4. Основні типи охолоджувальних пристроїв оборотних систем водопостачання
- § 5. Визначення загальної витрати води в системі технічного водопостачання

Розділ 7. Відпуск тепла на опалення

§ 1. Використання тепла для побутових потреб системи тепlopостачання. Регулювання витрат тепла з гарячою водою

§ 2. Випарні і теплофікаційні установки. Конструкції випарних та теплофікаційних установок. Мережеві підігрівачі. Пікові підігрівачі

- § 3. Схеми тепlopостачання
- § 4. Схеми включення випарних установок

Розділ 8. Складання та методика розрахунку принципової теплової схеми атомної паротурбінної електростанції

- § 1. Зміст, основи складання принципової схеми АЕС
- § 2. Методика розрахунку принципової теплової схеми АЕС
- § 3. Розгорнута теплова схема АЕС

Розділ 9. Парогенераторні та турбінні установки АЕС

§ 1. Призначення і схема парогенератора

§ 2. Процеси в парогенераторі та його техніко-економічні показники

§ 3. Особливості та конструктивні схеми турбін на насиченій парі

§ 4. Схеми включення проміжних пароперегрівників. Турбінні установки на радіоактивній парі

Розділ 10. Реакторні установки та їх водний режим

- § 1. Призначення і схема реактора, процеси, що в ньому відбуваються
- § 2. Водний режим пешого контуру АЕС

Розділ 11. Редукційні установки, трубопроводи і арматура АЕС

- § 1. Основні дані про трубопроводи АЕС, надійність, опори, ізоляція
- § 2. Арматура трубопроводів

Розділ 12. Дезактивуючі установки АЕС

- § 1. Основні дані про дезактивуючі установки АЕС
- § 2. Принцип роботи, основні показники

Розділ 13. Генеральний план та компоновка головного корпусу АЕС

- § 1. Компоновка головного корпусу АЕС із водяним теплоносієм
- § 2. Генеральний план АЕС

Література

1. Топольницький М.В. Атомні електричні станції. – Львів Видавництво Львівської політехніки 2003. – 552с.
2. Кіров В.С. Теплові схеми турбоустановок АЕС та їх розрахунок: навч. Посібник. Одеса, 2002. – 200 с.
3. Теплова енергетика - нові виклики часу / за заг. ред. П. Омеляновського, Й. Мисака; - Л: Українські технології, 2009. – 658 с.
4. Сфімов О.В., Пилипенко М.М., Потаніна Т.В., Каверцев В.Л., Єсипенко Т.О., Гаркуша Т.А. Схеми, процеси, матеріали, конструкції і моделі реакторних і парогенераторних установок енергоблоків АЕС і газо-паротурбінних установок ТЕС / за ред. О.В. Сфімова – Харків: ТОВ «В справі». – 2023 –560 с
5. Теплові схеми теплоенергетичних установок електростанцій / Основи проектування й аналіз/: навч. посібник. І.Г. Шелепов, А.А. Палагін, В.К. Зруба. – К.: НМК ВО, 1992. – 232 с.

Дисципліна: Парогенератори АЕС, ч.1, ч.2

Розділ 1. Основні схеми виробництва пари на АЕС. Загальна інформація про парогенератори АЕС

- § 1. Основні схеми виробництва пари на АЕС
- § 2. Загальна інформація про парогенератори АЕС. Основні вимоги до парогенеруючих установок АЕС. Призначення теплотехнічного обладнання АЕС. Загальні характеристики і типи ПГ АЕС

Розділ 2. Теплоносії АЕС

- § 1. Вимоги до теплоносіїв АЕС. Газоподібні теплоносії
- § 2. Рідинні теплоносії. Органічні теплоносії

Розділ 3. Вибір параметрів парогенераторів АЕС

- § 1. Вибір параметрів схеми для АЕС з водним теплоносієм
- § 2. Вибір параметрів схеми для АЕС з газовим теплоносієм
- § 3. Вибір параметрів схеми для АЕС з натрієвим теплоносієм

Розділ 4. Конструкційні схеми парогенераторів АЕС

- § 1. Термодинамічний цикл паротурбінної установки і тепла діаграма парогенератора. Визначення окремих елементів парогенеруючої установки з теплової діаграми. Параметри парогенераторів, які обігріваються водою під тиском
- § 2. Основні конструкційні схеми ПГ, які обігріваються водою під тиском. Основні принципи вибору оптимальної конструкційної схеми
- § 3. Особливості конструкційних схем ПГ, які обігріваються рідкометалевими теплоносіями, основні якості цих теплоносіїв, конструкційні схеми з різними формами поверхонь теплообміну. Основні компонуючі варіанти теплотехнічного обладнання та принципи вибору конструкційної схеми
- § 4. Параметри ПГ, які обігріваються газом, конструктивні форми та схеми поверхонь теплообміну. Особливості вибору конструкційних схем. Інтегральні схеми парогенеруючих установок

Розділ 5. Конструкції парогенераторів АЕС

- § 1. Класифікація ПГ. Конструкції ПГ з водяним теплоносієм. ПГ першої АЕС (економайзер, пароперегрівач).
- § 2. ПГ першої АЕС (випарник). Горизонтальний ПГ США
- § 3. Вертикальний ПГ США (насичена пара). ПГ 1-го блоку Білоярської АЕС
- § 4. ПГ Нововоронежської АЕС (1,2,3,4 блоки). Багатосекційний ПГ. ПГ АЕС з ВВЕР-1000. Перспективні ПГ з водяним теплоносієм. Конструкції ПГ з рідкометалевим теплоносієм. Теплообмінники і ПГ Халамської АЕС. Теплообмінник АЕС «Енріко Фермі». ПГ АЕС «Енріко Фермі». Секційний ПГ АЕС «Феникс». Теплообмінники і ПГ Шевченківської АЕС (БН-350). Теплообмінники і ПГ Білоярської АЕС (БН-600). Конструкція ПГ з газовим теплоносієм. ПГ АЕС „КолдерХолл". ПГ з

інтегральною компоновкою обладнання 1-го контуру АЕС. Конструкція ПГ з теплоносієм He.
Конструкція ПГ АЕС «А-1».

Розділ 6. Основи конструювання і розрахунків парогенераторів АЕС

§ 1. Вимоги до парогенераторів АЕС. Поняття про конструктивну схему парогенератора АЕС і принципи вибору конструктивної схеми ПГ АЕС. Особливості конструктивних схем ПГ з різними теплоносіями

§ 2. Види і завдання розрахунків парогенераторів АЕС. Основні рівняння теплового розрахунку ПГ АЕС. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі і середнього температурного напору. Основні положення конструктивного розрахунку ПГ АЕС

§ 3. Вибір матеріалу для виготовлення ПГ АЕС. Основні положення розрахунку на міцність ПГ АЕС. Основні положення гідродинамічного розрахунку ПГ АЕС. Оптимізація при проектуванні ПГ АЕС

Розділ 7. Загальна характеристика процесів, що протікають в ПГ

§ 1. Гідродинаміка і теплообмін. Фізико-хімічні процеси. Вплив процесів, що протікають в ПГ на надійність і економічність основного устаткування АЕС

Розділ 8. Теплообмін в ПГ

§ 1. Теплообмін під час руху однофазних середовищ. Теплообмін під час конденсації

§ 2. Теплообмін під час кипіння води. Променевий теплообмін в ПГ, що обігріваються газовими теплоносіями

Розділ 9. Гідродинамічні процеси в ПГ

§ 1. Опори руху однофазного потоку в поверхнях теплообміну. Основні закономірності гідродинаміки двофазного потоку. Основні закономірності безнапірного руху пароводяної суміші

Розділ 10. Теплові і гідродинамічні умови роботи поверхонь теплообміну

§ 1. Температурний режим поверхонь теплообміну. Теплова розгортка в поверхнях теплообміну

§ 2. Теплові і гідродинамічні умови роботи поверхонь теплообміну з однофазним середовищем

§ 3. Теплові і гідродинамічні умови роботи випарних поверхонь теплообміну з примусовим рухом робочого тіла

§ 4. Випарні поверхні з природною циркуляцією

Розділ 11. Закономірності переходу домішок води в пару

§ 1. Вимоги до чистоти пари. Перехід домішок з води в пар. Розчинність речовин в парі. Механічне винесення домішок з насиченою порою. Методи отримання чистої пари

Розділ 12. Водний режим ПГ АЕС

§ 1. Корозія поверхонь теплообміну з боку робочого тіла. Відкладення домішок води. Живильна вода ПГ

§ 2. Водний режим прямоточних ПГ. Водний режим ПГ з багатократною циркуляцією. Водний режим ПГ АЕС з ВВЕР

Розділ 13. Розрахунок водного режиму і пристроїв сепарації

§ 1. Розрахунок водного режиму. Проектування і розрахунок пристроїв сепарації і промивальних пристроїв

Розділ 14. Конструкційні матеріали і розрахунок деталей ПГ на міцність

§ 1. Вибір матеріалу. Розрахунок деталей ПГ на міцність

Література

1. Сфімов О.В., Пилипенко М. М., Потаніна Т. В. та ін. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі – Харків : ТОВ «В справі», 2017. – 420 с.
2. Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Steam Generators. - IAEA VIENNA, 2011
3. Кузнецова М.Я. Парогенератори АЕС, частина 1: Конспект лекцій / М.Я. Кузнецова – Львів 2017. – 136 с. (реєстраційний номер 7469 від 14.06.2017р.)
4. Кузнецова М.Я. Парогенератори АЕС, частина 2: Конспект лекцій для студентів Інституту енергетики та систем керування / М.Я.Кузнецова – Львів 2019. – 156 с. (реєстраційний номер 8819 від 27.06.2019 р.)
5. Чулкін О.О., Галацан М.П. Теплообмінне обладнання АЕС. Парогенератори АЕС. Конспект лекцій для студентів спеціальності 143 “Атомна енергетика”. - Одеса: ОНПУ, 2019. - 87 с.

6. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Парогенератори АЕС” для студентів денної форми навчання спеціальності 143 “Атомна енергетика” / Укл.: М.Я. Кузнецова. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 60 с.

Дисципліна: Тепломасообмін в енергетичному обладнанні атомних електричних станцій

Розділ 1. Основні положення

§ 1. Основні види передачі теплоти

§ 2. Основні поняття та визначення

Розділ 2. Теплопровідність

§ 1. Температурне поле. Градієнт температури, тепловий потік. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності

§ 2. Диференційне рівняння теплопровідності, умови однозначності

§ 3. Теплопровідність за стаціонарного режиму і граничних умов першого роду.

Теплопровідність через одношарову та багатшарову плоску стінку. Теплопровідність через одношарову та багатшарову циліндричну стінку. Теплопровідність кульової стінки. Теплопровідність тіл неправильної форми. Теплопровідність плоскої стінки за наявності внутрішніх джерел теплоти. Теплопровідність циліндричних та кульових стінок за наявності внутрішніх джерел теплоти.

Розділ 3. Процеси теплопередачі

§ 1. Теплопередача, коефіцієнт теплопередачі. Складний теплообмін

§ 2. Теплопередача через стінки за граничних умов третього роду і стаціонарного режиму.

Теплопередача через плоскі стінки. Теплопередача через циліндричні стінки. Теплопередача через кульову стінку. Теплопередача через ребристі стінки

§ 3. Інтенсифікація процесів теплопередачі. Теплова ізоляція. Критичний діаметр циліндричної стінки

Розділ 4. Нестаціонарна теплопровідність

§ 1. Основні положення. Аналітичний розв'язок диференційного рівняння теплопровідності за нестаціонарного режиму для плоскої стінки, циліндра нескінченної довжини, кулі. Залежність розповсюдження теплоти від форми і розмірів тіла

§ 2. Наближені методи вирішення завдань нестаціонарної теплопровідності. Регулярні теплові режими

Розділ 5. Конвективний теплообмін

§ 1. Загальні поняття і основи теорії конвективного теплообміну

§ 2. Диференціальне рівняння конвективного теплообміну. Основи теорії подібності.

Приведення диференціальних рівнянь конвективного теплообміну і умов однозначності до безрозмірного вигляду

§ 3. Рівняння подібності. Середня температура. Визначальна температура. Еквівалентний діаметр. Закон Ньютона-Ріхмана

§ 4. Тепловіддача у випадку руху рідини в каналах. Тепловіддача за ламінарного та турбулентного режимів

§ 5. Тепловіддача за вимушеного поперечного омивання труби і пучка труб. Тепловіддача за поперечного омивання одиначної труби. Тепловіддача за поперечного омивання пучків труб

§ 6. Тепловіддача за зміни агрегатного стану речовини. Теплообмін під час кипіння. Теплообмін під час конденсації пари

Розділ 6. Променистий теплообмін

§ 1. Загальні положення. Основні закони теплового випромінювання

§ 2. Теплообмін випромінюванням між тілами. Випромінювання пари і газів. Використання екранів для захисту від випромінювання

Розділ 7. Теплообмінні апарати

§ 1. Загальні положення. Класифікація теплообмінних апаратів

§ 2. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Визначення середнього температурного напору. Визначення кінцевих температур теплоносіїв

§ 3. Основи теплового розрахунку регенеративних та змішуючих теплообмінних апаратів

Розділ 8. Масообмін

§ 1. Основні закономірності. Основні закони перенесення теплоти і маси речовини в тілах. Молекулярна дифузія. Закон Фіка. Стефанівський потік

§ 2. Аналогія процесів теплообміну і масообміну. Числа подібності. Сумісний процес тепло- і масоперенесення. Конвективний масообмін. Випаровування з поверхні

Література

1. Мисак Й.С. Основи тепломасообміну: Навч. посібник / Й.С. Мисак, І.М. Озарків, М.Я. Кузнецова, І.А. Соколовський, В.М. Кузьма. – Львів: НВФ «Українські технології», 2016. – 200 с.
2. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.
3. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): Навчальний посібник для вузів. 2-ге видання. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2004. – 144 с.
4. Будник А.Ф. Тепломасоперенос у процесах і матеріалах дизайну матеріалів: Навч. посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 158 с.
5. Константинов С.М. Теплообмін. – Київ: Політехніка і прес, 2005. – 305 с.
6. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В. та ін. Теплотехніка. – Київ: Либідь, 2005. – 360 с.
7. Василенко С.М., Українець А.І., Олішевський В.В. Основи тепломасообміну: Підручник / За ред. акад. УААН І.С. Гулого. – К.: НУХТ, 2004. – 250 с.
8. Луцик Р.В. Теплообмін. – К.: КНУТД, 2004. – 126 с.

Дисципліна: Турбіни атомних електростанцій, ч.1, ч.2

Розділ 1. Принцип дії та класифікація парових турбін АЕС

§ 1. Сучасний стан та розвиток парових турбін АЕС

§ 2. Турбіна, як основний двигун сучасної АЕС. Принципи дії турбіни (на прикладі одноступеневої)

§ 3. Класифікація парових турбін АЕС. Класифікація умовних позначень парових турбін

Розділ 2. Теплові цикли паротурбінних установок АЕС

§ 1. Принципові теплові схеми паротурбінних установок атомних електростанцій

§ 2. Проміжний перегрів пари на АЕС

§ 3. Регенеративний підігрів живильної води

Розділ 3. Тепловий процес ступеня турбіни

§ 1. Основні рівняння теорії парових турбін

§ 2. Перетворення енергії в турбінному ступені

§ 3. Зусилля, що діють на робочі лопатки. Потужність ступеня. Питома робота пари

§ 4. Відносний лопатковий ККД ступеня, його залежність від відношення швидкостей

§ 5. Додаткові втрати енергії в ступені. Процес розширення пари з урахуванням додаткових втрат. Внутрішній відносний ККД одноступеневої турбіни

§ 6. Порядок розрахунку ступеня швидкості, трикутники швидкостей та ККД

§ 7. Змінний режим роботи турбінного ступеня. Розширення робочого тіла в косому зрізі решітки

§ 8. Вплив початкових і кінцевих параметрів пари на економічність роботи турбоустановки АЕС

§ 9. Потужності та ККД турбоустановки АЕС

Розділ 4. Багатоступеневі парові турбіни АЕС

§ 1. Робочий процес багатоступеневих парових турбін. Коефіцієнт повернення теплоти

§ 2. Внутрішні та зовнішні втрати в паровій турбіні. Внутрішній відносний ККД проміжного ступеня турбіни

§ 3. Осьові зусилля в паровій турбіні

§ 4. Вплив вологи на роботу турбіни АЕС та її економічність. Переваги та недоліки багатоступеневих турбін

Розділ 5. Ущільнення парових турбін АЕС

§ 1. Типи ущільнень та їх призначення. Процес протікання пари в лабиринтових ущільненнях. Схеми трубопроводів кінцевих ущільнень

Розділ 6. Паророзподіл в парових турбінах АЕС

§ 1. Способи паророзподілу. Вибір паророзподілу

Розділ 7. Робота турбіни при змінному режимі її роботи

§ 1. Зв'язок між тиском і витратою пари в ступенях турбіни при змінному режимі її роботи. Змінний режим роботи одиничного ступеня турбіни при відхиленні параметрів від заданих. Діаграми режимів роботи турбін

Розділ 8. Регулювання парових турбін АЕС

§ 1. Задачі регулювання парових турбін АЕС. Системи регулювання турбіни. Статична характеристика та нерівномірність регулювання

§ 2. Синхронізатор та його функції

Розділ 9. Турбіни для комбінованого виробітку електричної і теплової енергії АЕС

§ 1. Турбіни з протитиском та регульованими відборами пари

Розділ 10. Конденсаційна установка парових турбін АЕС

§ 1. Призначення і схема конденсатора та конденсаційної установки. Процеси в конденсаторі та його техніко-економічні показники. Повітрявидаляючі пристрої конденсаторів

Розділ 11. Основні режимні характеристики парових турбін АЕС

§ 1. Особливості роботи паротурбінних установок АЕС. Заходи по боротьбі з ерозійним зношуванням деталей турбін. Вибір частоти обертання ротора

Розділ 12. Газотурбінні установки АЕС

§ 1. Схеми ГТУ. Теоретичні і дійсні цикли ГТУ зі згорянням палива при сталому тиску. Класифікація ГТУ. ГТУ з регенерацією

§ 2. Парогазові установки АЕС

Література

1. Турбіни ТЕС та АЕС. Конспект лекцій для студентів денної, заочної форм навчання і екстернату базового напрямку 6.050601 «Теплоенергетика». Кравець Т.Ю., Галянчук І.Р., (Реєстраційний номер: 3600 від 01.09.2011р.) - Львів, 2011. - 95с.
2. Пускові режими роботи парових турбін енергоблоків ТЕС. Мисак Й.С., Галянчук І.Р., Дворовенко В.М. НВФ «Українські технології», Львів, 2008. – 265с.
3. Зупинка парових турбін енергоблоків ТЕС. Мисак Й.С., Кравець Т.Ю., Дворовенко В.М. НВФ «Українські технології», Львів, 2011. – 194 с.
4. Тепловий розрахунок нерегульованих ступенів парової турбіни. Методичні вказівки до курсового проектування з курсу «Турбіни теплових та атомних електростанцій»./ Укл. Кравець Т.Ю., Галянчук І.Р., Ягольник С.Г., Баранович Д.С. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». 2011, -24 с.
5. Гнітько С. М., Бучинський М. Я., Попов С. В., Чернявський Ю. А. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2020. 258 с.
6. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС. Частина 1: Статор [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О. Ю. Черноусенко, Л. С. Бутовський, О. О. Грабовська, Р. І. Гудов; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2010.
7. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС. Частина 2: Ротор [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Теплоенергетика» професійного спрямування «Теплові електричні станції» / НТУУ «КПІ»; уклад. О. Ю. Черноусенко, Л. С. Бутовський, О. О. Грановська [та ін.]. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.

Дисципліна: Ядерна та нейтронна фізика

Розділ 1. Предмет та методологія ядерної фізики

§ 1. Основні етапи розвитку. Дослід Резерфорда як джерело витоку поняття «ядро». Місце та роль ядерної фізики в загальній системі природничих наук. Зв'язок з іншими науками та розділами фізики

Розділ 2. Загальні властивості ядер. Класифікація ядер

§ 1. Ядро. Його складові і їх характеристики (заряд, маса, спин). Розміри ядра. Одиниця довжини в ядерній фізиці

§ 2. Символічний запис ядра. Зарядове число, масове число, число нейтронів. Ізодра – ізотони, ізотопи, Співвідношення між радіусом ядра та його масовим числом

Розділ 3. Моделі ядра

§ 1. Крапельна модель. Оболонкова модель Природа ядерних сил, їх особливості Віртуальні процеси у взаємодії у ядрі

§ 2. Мезони, їх роль у взаємодії в ядрі

§ 3. Дефект маси. Енергія зв'язку ядра. Питома енергія зв'язку

Розділ 4. Стабільні, нестабільні ядра. Радіоактивність

§ 1. Відкриття радіоактивності. Природна та штучна радіоактивності. Основні типи радіоактивного розпаду. Закон радіоактивного розпаду. Постійна радіоактивного розпаду. Час напіврозпаду. Середній час життя радіоактивного ядра. Випадок радіоактивного розпаду з утворенням нових радіоактивних ядер

§ 2. Альфа-розпад. Формальний запис ядерної реакції при такому розпаді. Залежність часу напіврозпаду від енергії зв'язку. Основні риси теорій альфа-розпаду – теорій Гамова та Горні-Кондона. Тунельна природа явища. Радіоізотопний аналіз

Розділ 5. Ядерні реакції

§ 1. Загальні закономірності ядерних реакцій. Закони збереження в ядерних реакціях

§ 2. Ланцюгова реакція. Реактори. Їх призначення

§ 3. Термоядерний синтез. Критерій Лоусона. Проблема керованих термоядерних реакцій

Розділ 6. Прискорювачі

§ 1. Типи прискорювачів (лінійні, циклічні), принципів відмінності між ними Їх призначення, технічні характеристики. Космічні промені. Первинні та вторинні космічні промені. Детектори прискорених частинок. Сучасні тенденції створення прискорювачів. LHC

Розділ 7. Нейтрон

§ 1. Відкриття нейтрона. Основні властивості. Джерела нейтронів. Нейтрон як унікальний об'єкт ядерної фізики. Взаємодія нейтронів з ядрами

Розділ 8. Фізика елементарних частинок

§ 1. Елементарні частинки. Їх класифікація. Тип статистики до кожного типу частинок., Баріонні і лептонні числа. Специфічні закони збереження в ядерних реакціях з участю елементарних частинок

§ 2. Гіпотеза античастинок і її експериментальне підтвердження. Гіпотеза кварків. Основні характеристики кварків. Кваркова структура мезонів і баріонів. Асимптотична свобода і конфайнмент

Розділ 9. Елементи астрофізики

§ 1. Сценарій еволюції зірки (гра гравітаційних сил та сил, що виникають при термоядерному синтезі). Сили, що протидіють гравітаційним силам

Розділ 10. Відкриті питання астрофізики фізики ядра і частинок

§ 1. Проблема ядерних відходів. Прогнози щодо подальших пошуків

Література

1. Ситенко О.Г., Тартаковський В.К. Теорія ядра // Київ: Либідь. – 2001. - 608с.
2. Широков С. В. Ядерні енергетичні реактори. К. 1997, с. 280.
3. Лопушанський Я.Й., Семерак М.М., Лукіянець Б.А. Ядерна фізика: Задачі – розв'язки, питання – відповіді. Львів, Вид-во Львівської політехніки. - 2023. – 198 с.
4. Козяр М.М., Лопушанський Я.Й., Семерак М.М. Радіаційна безпека: Ядерна енергія. ЛДУБЖД. - 2014. – 288 с.
5. Лопушанський Я.Й., Семерак М.М. Радіаційна безпека: Йонізуюче випромінювання. ЛДУБЖД. - 2016. – 356 с.
6. Габович О., Габович Н. Така проста ядерна фізика. К.: Мандрівець, 2003.
7. Ощинська О. Основи атомної енергетики К.: Фоліо 2021 – 192 с.