

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ,
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО КУРСУ «ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»**

**для студентов специальности 7.090505
всех форм обучения**

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета
Протокол № X от XX. XX .07.

Харьков НТУ «ХПИ» 2007

Программа, методические указания, контрольные задания по курсу «Основы ядерной физики» для студентов специальности 7.090505 «Котлы и реакторы» всех форм обучения / Сост.: Тютюник Л. И. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. - 24 с.

Составители: Л. И. Тютюник

Рецензент Н.Н. Пилипенко

Кафедра парогенераторостроения

В наше время основным источником энергии в мире служат органические виды топлива, запасы которых - по оценкам специалистов будут израсходованы к концу XXI века, если не замещать их другими. Нетрадиционные источники электроэнергии (солнечная, геотермальная, использование биомассы и др.) в обозримом будущем не смогут существенно повлиять на баланс мощности и энергии. Предельно ясно, что органические виды топлива, возможно, заменить только ядерным, Только ядерная энергетика освоена в промышленных масштабах. Мир не сможет обходиться без ядерной энергетике.

В общем энергетическом балансе стран мира ядерная энергетика обеспечивает около 18 % годовой выработки электроэнергии. Ведущее положение в этой отрасли занимает Франция, где на АЭС вырабатывается порядка 80 % электроэнергии страны.

Основу ядерно-энергетического парка стран мира составляют энергоблоки с водяными реакторами (*PWR* и *BWR* — 87,6 %). На долю энергоблоков с тяжеловодными (*PHWR*) и газографитовыми реакторами (*GCR*) приходится примерно по 6 %; меньше 1 % составляют энергоблоки с реакторами на быстрых нейтронах (*FBR*) и с высокотемпературными газовыми реакторами (*HTBR*).

Ядерный реактор имеет огромную радиоактивность, что представляет серьезную опасность для человека и окружающей среды. Поэтому проблема обеспечения безопасной эксплуатации АЭС приобрела первостепенное значение как в государственном, так и в мировом масштабе.

Знание физических процессов, протекающих в ядерном реакторе, умение ими управлять является основой безопасности ядерной энергоустановки.

В первом разделе приведены краткие сведения из атомной физики и квантовой механики, необходимые для понимания последующего содержания. В остальных темах раздела описаны закономерности строения атомного ядра и радиоактивности, взаимодействие с веществом и регистрация ядерного излучения, методы ускорения заряженных частиц, ядерные реакции и свойства космических лучей. Отдельная часть раздела посвящена физике нейтронов. В нем рассмотрены источники и свойства нейтронов, детектирование нейтронов, ядерные реакции под действием нейтронов, ценные ядерные реакции и т. д.

Во втором разделе приведены сведения об устройстве, физике и работе ядерных реакторов, об экономике атомной энергетике.

Физика изучает природные явления двумя методами: теоретическим и экспериментальным, поэтому ее подразделяют на теоретическую и экспериментальную. Теоретическая физика, используя математический аппарат и результаты экспериментов, дает физическую картину природных явлений. Эта взаимосвязь теоретической к экспериментальной физики и отражена в материалах лекций. В лекциях используется несложный математический аппарат. Однако для выводов ряда физических законов, занимающих несколько страниц текста, применены элементы высшей математики (дифференцирование и интегрирование).

ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛАМ КУРСА

Целью курса является – изучение студентами основ ядерной физики, которые являются базой для изучения курса «Физика реакторов».

Для закрепления лекционного материала проводятся практические занятия, где студенты осваивают методику расчета.

Для контроля качества обучения студентов проводятся модульные контрольные работы, и комплексные контрольные работы.

Для самостоятельной работы студентам из общего объема лекционного материала было выделено некоторые контрольные вопросы для самопроверки.

Номер варианта контрольного задания совпадает с порядковым номером студента в журнале.

Для лучшего усвоения отдельных разделов курса в целом используются технические средства: ПЭВМ, плакаты.

Введение

Студент должен знать:

1. Развитие ядерной энергетики.
2. Краткая история развития ядерной физики.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий, на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [1], [5], [6]

Вопросы для самопроверки:

1. Предыстория атомного ядра
2. Развитие ядерной физики за период с 1896-1918 г.г.
3. Развитие техники ядерного исследования в области ускорителей.
4. Построение и запуск первого реактора.
5. Структура и внутренние связи ядерной физики.

1. Строение атома и элементарные частицы

Студент должен знать:

1. Атомная природа вещества и электричества.

2. Атомная масса.
3. Число Авогадро.
4. Число атомов в единице объема.
5. Размеры атомов.
6. Число Лошмидта.
7. Атомное электричество.
8. Атом Томсона.
9. Важнейшие константы.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3], [4].

Вопросы для самопроверки:

1. Относительная атомная (молекулярная) масса.
2. Плотность молекул.
3. Атомная единица массы.
4. Число Лошмидта.
5. Число Авогадро.

2. Физические свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер

Студент должен знать:

1. Состав ядра.
2. Заряд ядра.
3. Размер ядра.
4. Моменты ядер.
5. Масса ядра и энергия связи.
6. Ядерные силы.
7. Модели ядра. Полуэмпирическая формула Вайцеккера для энергии связи.
8. Свойства нейтрона.
9. Уровня ядра.
10. Понятие составного ядра.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3], [4], [5], [6],.

Вопросы для самопроверки:

1. Изотоны, изобары, изотоны.
2. Спин и магнитный момент ядра.
3. Дефект массы.
4. Нуклид, нуклон.
5. Капельная модель ядра.
6. Модель ядерные оболочек.
7. Закон Мозли.
8. Электрический квадрупольный момент.
9. Полуэмпирическая формула масс.
10. Обоснование модели оболочек.

3. Ядерные превращения

Студент должен знать:

1. Радиоактивность.
2. Альфа-распад.
3. Бета-распад.
4. Гамма-излучение ядер.
5. Ядерные реакции.
6. Деление тяжелых ядер.
7. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия.
8. Применение радиоактивных изотопов.
9. Радиоактивные семейства.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3], [4].

Вопросы для самопроверки:

1. Общая характеристика радиоактивности.

2. Период полураспада.
3. Радиоактивные семейства.
4. Закон радиоактивного распада.
5. Активность радиоизотопа.
6. Туннельный эффект.
7. Альфа-распад. Условие распада.
8. Бета-распад. Условие распада. Типы β -распада.
9. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия.
10. Применение радиоактивных изотопов.
11. Гамма излучение ядер.
12. Механизм составного ядра. Определение.
13. Деление тяжелых ядер. Возможность деления.

4. Взаимодействие ядерного излучения с веществом

Студент должен знать:

1. Поток и интенсивность ядерного излучения.
2. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.
3. Пробег тяжелых заряженных частиц в веществе.
4. Взаимодействие β -частиц с веществом.
5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
6. Дозы излучения.
7. Расчет дозы излучения от точечного источника.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3], [4].

Вопросы для самопроверки:

1. Плотность частиц.
2. Закон ослабления излучения в веществе.
3. Полный линейный коэффициент ослабления.
4. Фотоэффект.
5. Комптон-эффект.
6. Образование пар.
7. Ослабление расстоянием. Фактор накопления.
8. Тяжелые заряженные частицы.
9. Осколки деления.
10. Электроны.

11. Гамма-кванты.
12. Нейтроны.
13. Формула Брейта-Вигнера.
14. Параметры резонансов. Допплер-эффект.

5. Измерение ядерных излучений

Студент должен знать:

1. Ионизационные методы измерения излучения.
2. Вольт-амперная характеристика газового разряда.
3. Ионизационная камера.
4. Пропорциональный счетчик.
5. Счетчик Гейгера-Мюллера.
6. Сцинтиляционные счетчики.
7. Полупроводниковые детекторы.
8. Методы регистрации ядерных излучений.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Диффузия ионов.
2. Ток насыщения.
3. Коэффициент газового усиления.
4. Устройство цилиндрического счетчика.
5. Мертвое время счетчика.
6. Время восстановления.
7. Виды счетчика Гейгера.
8. Фосфор. Конверсионная эффективность.
9. Счетчики Черенкова.
10. Следовые камеры.
11. Фотопластинки.

6. Ускорители заряженных частиц

Студент должен знать:

1. Назначение ускорителя.

2. Линейные ускорители.
3. Циклотрон. Фазотрон.
4. Ускорители электронов.
5. Синхрофазотрон.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Электрический генератор Ван де Граафа.
2. Линейный резонансный ускоритель.
3. Микротрон.
4. Бетатрон.

7. Ядерные реакции

Студент должен знать:

1. Общее определение. Уравнение ядерной реакции.
2. Законы сохранения энергии и импульса в ядерных реакциях.
3. Составное ядро.
4. Эффективное поперечное сечение. Выход ядерной реакции.
5. Ядерные реакции под действием заряженных частиц. Ядерный фотоэффект.
6. Ядерные реакции при высоких энергиях.
7. Термоядерные реакции.
8. Трансурановые элементы.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Энергия реакции (тепловой эффект).
2. Экзоэнергетическая (экзотермическая) реакция.

3. Эндоэнергитическая (эндотеритическая) реакция.
4. Эффективное поперечное сечение реакции.
5. Реакция под действием протонов.
6. Реакция под действием дейтронов.
7. Ядерный фотоэффект.
8. Управляемый термоядерный синтез. Физика управляемого термоядерного синтеза.
9. Магнитное удержание.
10. Инерционное удержание.

8. Физика нейтронов

Студент должен знать:

1. Свойства нейтронов.
2. Источники нейтронов.
3. Нейтронные спектрометры.
4. Регистрация нейтронов.
5. Ядерные реакции под действием нейтронов.
6. Общий закон ослабления потока нейтронов. Макроскопическое сечение.
7. Диффузия нейтронов.
8. Замедление нейтронов.
9. Тепловые нейтроны.
10. Деление ядер.
11. Цепная ядерная реакция.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [3], [4].

Вопросы для самопроверки:

1. Реакция (α , n).
2. Фотонейтронные источники.
3. Ускорители заряженных частиц.
4. Расщепление ядер нейтронами.
5. Неупругое рассеяние и радиационный захват.
6. Деление тяжелых ядер.
7. Протоны отдачи.
8. радиоактивные индикаторы.

9. Кадмиевое отношение.
10. Упругое рассеяние.
11. Неупругое рассеяние.
12. Реакция $(n,2n)$.
13. Метод пропускания.
14. Средняя длина пробега.
15. Средний косинус угла рассеяния.
16. Плотность реакции.
17. Коэффициент диффузии.
18. Параметр замедления.
19. Энергетический спектр замедляющихся нейтронов.
20. Длина замедления.
21. Температура нейтронов.
22. Длина миграции.
23. Теория деления.
24. Нейтроны деления.
25. Энергия деления.

9. Ядерный реактор. Взаимодействие нейтронов различных энергий с ядрами

Студент должен знать:

1. Ядерный реактор.
2. Быстрые нейтроны.
3. Резонансные нейтроны.
4. Тепловые нейтроны.
5. Систематика взаимодействий нейтронов с ядрами.
6. Цепная реакция.
7. Коэффициент размножения в бесконечной среде.
8. Число нейтронов на акт поглощения.
9. Коэффициент теплового использования.
10. Вероятность избежать резонансного захвата.
11. Коэффициент размножения на быстрых нейтронах.
12. Оптимальные параметры размножающихся сред.
13. Критическое состояние реактора.
14. Отражатель нейтронов.
15. Некритический реактор.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [4], [6].

Вопросы для самопроверки:

1. Цепная реакция.
2. Коэффициент размножения в бесконечной среде.
3. Ядерный реактор.
4. Критические параметры.
5. Развитие цепной реакции деления во времени.
6. Делящиеся материалы.
7. Естественный уран.
8. Гомогенный и гетерогенный реактор.
9. Нейтронный цикл.
10. Доля делений.
11. Число нейтронов на акт поглощения.
12. Гомогенная среда.
13. Гетерогенная среда.
14. Распределения нейтронов по элементарной ячейке.
15. Резонансный интеграл.
16. Гетерогенный резонансный интеграл.
17. Блок эффект.
18. Тесные решетки.
19. Уравнение диффузии.
20. Гомогенный реактор без отражателя.
21. Минимальный критический объем.
22. Возраст и длина диффузии нейтронов в размножающейся среде.
23. Влияние отражателя.
24. Экономия активной зоны.
25. Нейтроны распределения в реакторе с отражателем.
26. Материалы отражателей.
27. Выравнивание нейтронного потока.
28. Некритический реактор.
29. Формула Брейта-Вигнера.

**10. Физические основы ядерных реакторов.
Процесс деления ядер**

Студент должен знать:

1. Виды взаимодействия нейтронов с ядром.
2. Эффективные сечения.
3. Механизм деления.
4. Делящиеся и воспроизводящие нуклиды.
5. Стадии процесса деления.

6. Энергия деления. Остаточное энерговыделение.
7. Осколки деления.
8. Мгновенные нейтроны деления.
9. Продукты деления.
10. Запоздывающие нейтроны.
11. Ядерное топливо.
12. Ядерный реактор.
13. Коэффициент размножения реактора на тепловых нейтронах.
14. Критические размеры реактора.
15. Баланс нейтронов в ядерном реакторе.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [5], [6].

Вопросы для самопроверки:

1. Физический смысл эффективного сечения ядра.
2. Ядерное (микроскопическое) сечение реакции.
3. Делящиеся и воспроизводящие некклиды
4. Цепочка распада.
5. Запоздывающие нейтроны.
6. Критический размер реактора.
7. Баланс нейтронов в ядерном реакторе.
8. Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ).
9. Продукты деления.
10. Ядерное топливо.

11. Ядерная энергетика

Студент должен знать:

1. Введение в ядерную энергетiku.
2. Цепная ядерная реакция деления.
3. Классификация реакторов.

Методические указания:

Материалы этой темы являются необходимым комплексом определений и понятий на базе которых преподаются другие темы. Поэтому студент должен усвоить эти понятия и определения.

Литература: [2].

Вопросы для самопроверки:

1. Физическая характеристика ядра.
2. Нуклоны.
3. Нейтрино.
4. Период полураспада.
5. Политика в отношении ядерной энергетики.
6. Деление реакторов по показателям (по назначению, по нейтронно-физическим характеристикам, по применяемым материалам, по конструктивным особенностям).

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
По курсу: «ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»

Методические указания

К выполнению задания и решению задач следует приступать только после изучения данного раздела курса. Только целенаправленное решение задач принесет пользу и поможет закреплению знаний. Перед выполнением контрольной работы рекомендуется ознакомиться с алгоритмом решения аналогичных задач по учебной литературе.

Номер варианта контрольной работы совпадает с порядковым номером студента в журнале.

Контрольное задание состоит из теоретической и практической частей.

Теоретическая часть

Студенты должны дать письменные ответы на вопросы, номера которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Номера вопросов к контрольной работе

№ варианта	№ темы	№ вопроса
1	Введение	1,2,3
	Тема 1	1,2,3
	Тема 2	1,2,3
2	Тема3	1,2,3
	Тема 4	1,2,3
	Тема 5	1,2,3

Продолжение таблицы 1

3	Тема 6	1,2,3
	Тема 7	1,2,3
	Тема 8	1,2,3
4	Тема 9	1,2,3
	Тема 10	1,2,3
	Тема 11	1,2,3
5	Тема 4	4,5,6
	Тема 8	4,5,6,7
	Введение	4,5
6	Тема 1	4,5
	Тема 5	4,5,6,7,
	Тема 9	4,5,6
7	Тема 2	4,5,6,7
	Тема 6	4
	Тема 10	4,5,6,7
8	Тема 3	4,5,6
	Тема 7	4,5,6
	Тема 11	4,5,6
9	Тема 2	8,9,10
	Тема 5	8,9,10,11
	Тема 8	8,9
10	Тема 4	7,8,9
	Тема 9	7,8
	Тема 7	7,8,9,10
11	Тема 3	7,8,9
	Тема 4	10,11,12
	Тема 10	8,9,10
12	Тема 3	10,11,12,13
	Тема 4	13,14
	Тема 9	9,10,11
13	Тема 8	10,11,12,13,14
	Тема 9	26,27,28,29
14	Тема 8	13,14,15,16,17
	Тема 9	12,13,14,15
15	Тема 8	18,19,20,21
	Тема 9	16,17,18,19,20
16	Тема 8	22,23,24,25
	Тема 9	21,22,23,24,25

*Методические указания к теоретической части
контрольного задания*

При оформлении контрольного задания необходимо полностью приводить формулировки вопросов. Ответы на поставленные вопросы должны быть исчерпывающими и сопровождаться необходимыми рисунками и схемами с обозначением всех элементов, пояснительным текстом и соответствующими формулами протекающих реакций.

Практическая часть

Студенты должны решить задачу 1 и задачу 2, номера вариантов которых приведены в таблице 2 и таблице 3.

Задача 1

Какая доля атомов радиоактивного изотопа распадается за данное время?

Исходные данные к задаче приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные

№ варианта	Радиоизотоп	Период полураспада, $T_{1/2}$	Данное время, t
1	${}_{92}\text{U}^{234}$	$2,48 \cdot 10^5$ лет	1 час
2	${}_{81}\text{Tl}^{210}$	1,32 мин	1 мин
3	${}_6\text{C}^{11}$	20,5 мин	5 мин
4	${}_{19}\text{K}^{40}$	$1,28 \cdot 10^9$ лет	1 час
5	${}_{27}\text{Co}^{60}$	5,27 лет	1 год
6	${}_{47}\text{Ag}^{108}$	2,3 мин	1 мин
7	${}_{49}\text{In}^{116}$	54,2 мин	30 мин
8	${}_{66}\text{Dy}^{166}$	80,2 часа	2 часа
9	${}_{83}\text{Bi}^{210}$	4,97 дня	1 день
10	${}_{84}\text{Po}^{210}$	138,4 дня	2 дня

Продолжение таблицы 2

11	${}_{88}\text{Ra}^{226}$	1620 лет	1 год
12	${}_{92}\text{U}^{235}$	$7,1 \cdot 10^8$ лет	10 лет
13	${}_{92}\text{U}^{238}$	$4,5 \cdot 10^9$ лет	40 лет
14	${}_{94}\text{Pu}^{239}$	$2,4 \cdot 10^4$ лет	2 года
15	${}_{83}\text{Bi}^{210}$	4,97 дня	2 дня
16	${}_{27}\text{Co}^{60}$	5,27 лет	5 лет

Методические указания к решению задачи

Используя формулу для определения периода полураспада определяем постоянную распада. Для определения доли атомов радиоизотопа которые исчезли за данное время следует воспользоваться законом радиоактивного распада.

Задача 2

Рассчитать дефект массы ΔM , который выражен в атомных единицах массы u , для данного изотопа. Определить среднюю энергию связи ϵ и охарактеризовать эту зависимость.

Исходные данные к задаче 2 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные

№ варианта	Изотоп ${}_Z\text{X}^A$	Массовое число A
1	D	2
2	T	3
3	${}_2\text{He}^3$	3
4	${}_2\text{He}^4$	4
5	${}_3\text{Li}^6$	6
6	${}_3\text{Li}^7$	7

Продолжение таблицы 3

7	${}^4_4\text{Be}^9$	9
8	${}^4_4\text{B}^{10}$	10
9	${}^4_4\text{B}^{11}$	11
10	${}^6_6\text{C}^{12}$	12
11	${}^6_6\text{C}^{13}$	13
12	${}^7_7\text{N}^{14}$	14
13	${}^7_7\text{N}^{15}$	15
14	${}^8_8\text{O}^{16}$	16
15	${}^8_8\text{O}^{17}$	17
16	${}^8_8\text{O}^{18}$	18

Методические указания к решению задачи

Расчетная формула для дефекта масс становится более удобной, если заменить массы ядер на массы атомов. По известному дефекту массы довольно просто рассчитать энергию связи, т.е. энергию, необходимую для расщепления ядра на составные частицы (где дефект массы выражен в атомных единицах массы).

МОДУЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Модульная контрольная работа № 1 «Элементарные частицы и атомные ядра»

Перечень рекомендованных вопросов:

1. Предыстория атомного ядра.
2. Развитие ядерной физики за период с 1896-1918 г.г.
3. Развитие техники ядерного исследования в области ускорителей.
4. Построение и запуск первого реактора.
5. Структура и внутренние связи ядерной физики.
6. Относительная атомная (молекулярная) масса.
7. Плотность молекул.
8. Атомная единица массы.

9. Число Лошмидта.
10. Число Авогадро.
11. Изотоны, изобары, изотоны.
12. Спин и магнитный момент ядра.
13. Дефект массы.
14. Нуклид, нуклон.
15. Капельная модель ядра.
16. Модель ядерных оболочек.
17. Закон Мозли.
18. Электрический квадрупольный момент.
19. Полуэмпирическая формула масс.
20. Обоснование модели оболочек.
21. Общая характеристика радиоактивности.
22. Период полураспада.
23. Радиоактивные семейства.
24. Закон радиоактивного распада.
25. Активность радиоизотопа.
26. Туннельный эффект.
27. Альфа-распад. Условие распада.
28. Бета-распад. Условие распада. Типы β -распада.
29. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия.
30. Применение радиоактивных изотопов.
31. Гамма излучение ядер.
32. Механизм составного ядра. Определение.
33. Деление тяжелых ядер. Возможность деления.
34. Плотность частиц.
35. Закон ослабления излучения в веществе.
36. Полный линейный коэффициент ослабления.
37. Фотоэффект.
38. Комптон-эффект.
39. Образование пар.
40. Ослабление расстоянием. Фактор накопления.
41. Тяжелые заряженные частицы.
42. Осколки деления.
43. Электроны.
44. Гамма-кванты.
45. Нейтроны.
46. Формула Брейта-Вигнера.
47. Параметры резонансов. Допплер-эффект.
48. Диффузия ионов.
49. Ток насыщения.
50. Коэффициент газового усиления.
51. Устройство цилиндрического счетчика.

52. Мертвое время счетчика.
53. Время восстановления.
54. Виды счетчика Гейгера.
55. Фосфор. Конверсионная эффективность.
56. Счетчики Черенкова.
57. Следовые камеры.
58. Фотопластинки.
59. Электрический генератор Ван де Граафа.
60. Линейный резонансный ускоритель.
61. Микротрон.
62. Бетатрон.
63. Энергия реакции (тепловой эффект).
64. Экзоэнергетическая (экзотермическая) реакция.
65. Эндоэнергетическая (эндотермическая) реакция.
66. Эффективное поперечное сечение реакции.
67. Реакция под действием протонов.
68. Реакция под действием дейтронов.
69. Ядерный фотоэффект.
70. Управляемый термоядерный синтез. Физика управляемого термоядерного синтеза.
71. Магнитное удержание.
72. Инерционное удержание.

Модульная контрольная работа № 2 «Основные процессы в ЯЭУ»

Перечень рекомендованных вопросов:

1. Реакция (α , n).
2. Фотонейтронные источники.
3. Ускорители заряженных частиц.
4. Расщепление ядер нейтронами.
5. Неупругое рассеяние и радиационный захват.
6. Деление тяжелых ядер.
7. Протоны отдачи.
8. Радиоактивные индикаторы.
9. Кадмиевое отношение.
10. Упругое рассеяние.
11. Неупругое рассеяние.
12. Реакция (n,2n).
13. Метод пропускания.
14. Средняя длина пробега.
15. Средний косинус угла рассеяния.

16. Плотность реакции.
17. Коэффициент диффузии.
18. Параметр замедления.
19. Энергетический спектр замедляющихся нейтронов.
20. Длина замедления.
21. Температура нейтронов.
22. Длина миграции.
23. Теория деления.
24. Нейтроны деления.
25. Энергия деления.
26. Цепная реакция.
27. Коэффициент размножения в бесконечной среде.
28. Ядерный реактор.
29. Критические параметры.
30. Развитие цепной реакции деления во времени.
31. Делящиеся материалы.
32. Естественный уран.
33. Гомогенный и гетерогенный реактор.
34. Нейтронный цикл.
35. Доля делений.
36. Число нейтронов на акт поглощения.
37. Гомогенная среда.
38. Гетерогенная среда.
39. Распределения нейтронов по элементарной ячейке.
40. Резонансный интеграл.
41. Гетерогенный резонансный интеграл.
42. Блок эффект.
43. Тесные решетки.
44. Уравнение диффузии.
45. Гомогенный реактор без отражателя.
46. Минимальный критический объем.
47. Возраст и длина диффузии нейтронов в размножающейся среде.
48. Влияние отражателя.
49. Экономия активной зоны.
50. Нейтроны распределения в реакторе с отражателем.
51. Материалы отражателей.
52. Выравнивание нейтронного потока.
53. Некритический реактор.
54. Формула Брейта-Вигнера.
55. Физический смысл эффективного сечения ядра.
56. Ядерное (микроскопическое) сечение реакции.
57. Делящиеся и воспроизводящие неклиды
58. Цепочка распада.

59. Запздывающие нейтроны.
60. Критический размер реактора.
61. Баланс нейтронов в ядерном реакторе.
62. Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ).
63. Продукты деления.
64. Ядерное топливо.
65. Физическая характеристика ядра.
66. Нуклоны.
67. Нейтрино.
68. Период полураспада.
69. Политика в отношении ядерной энергетики.
70. Деление реакторов по показателям (по назначению, по нейтронно-физическим характеристикам, по применяемым материалам, по конструктивным особенностям).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. А.К.Вальтер, И.И.Залюбовский. Ядерная физика. Из-во ХГУ, 1991
2. Д.Дэвинс. Энергия: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
3. В.Е. Левин Ядерная физика и ядерные реакторы. М., Атомиздат, 1966
4. А.Н.Климов. Ядерная физика и ядерные реакторы. М., Атомиздат, 1971
5. С.В.Широков. Физика ядерных реакторов. Киев, Вища школа, 1993
6. Г.Г.Бартоломей, Г.А.Бать, В.Д.Байбаков, М.С.Алтухов. Под ред. Г.А.Бать. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. М., Энергоатомиздат, 1989

Дополнительная:

1. Б.А.Дементьев. Ядерные энергетические реакторы. Уч. Пособие для ВУЗов - М: Энергоатомиздат, 1984.
2. А.П.Рудик. Физические основы ядерных реакторов. – М: Атомиздат, 1979.
3. А.Б.Гулей. Физические основы ядерной энергетики. Уч. пособие для студентов-заочников. Харьков: УИПА – 2002 .
4. П.А.Петров. Ядерные энергетические установки. М., Госэнергоиздат, 1958.
5. В.И.Владимиров. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. Изд-е 3. М.:Атомиздат 1986.
6. К.Н.Мухин. Введение в ядерную физику. М., Госатомиздат, 1963
7. Ю.Тельдеш, Ю.Лесны. Мир ищет энергию: Пер. со словац. /Пер.Аркина М.Я.; Под ред. Ю.А.Мазитова; - М.: Мир, 1981.

СОДЕРЖАНИЕ

Программа и методические указания к разделам курса.....	4
Введение.....	4
1. Строение атома и элементарные частицы.....	4
2. Физические свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер.....	5
3. Ядерные превращения.....	6
4. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.....	7
5. Измерение ядерных излучений.....	8
6. Ускорители заряженных частиц.....	8
7. Ядерные реакции.....	9
8. Физика нейтронов.....	10
9. Ядерный реактор. Взаимодействие нейтронов различных энергий с ядрами.....	11
10. Физические основы ядерных реакторов. Процесс деления ядер.....	12
11. Ядерная энергетика.....	13
Контрольное задание по курсу : «Основы ядерной физики».....	14
Модульные контрольные работы.....	18
Список литературы.....	22

Навчальне видання

Програма, методичні вказівки, контрольні завдання з курсу «Основи ядерної фізики» для студентів спеціальності 7.090505 «Котли та реактори» усіх форм навчання

Російською мовою

Укладачі: ТЮТЮНИК Лариса Іванівна

Відповідальний за випуск О.В.Єфімов
Роботу до друку рекомендував Г.А.Крутиков

В авторській редакції

План 2007р., поз. 66/ XX

Підп. до друку XX.XX.07. Формат 60x84 1/16. Папір офсет.№2.
Друк – ризографія. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 2,3.
Обл. – вид. арк. 2,0. Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ» 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Друкарня НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.