

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Нейтронная физика управляемого термоядерного синтеза**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жиркин А.В.
	Идентификатор	R3f0c0ac7-ZhirkinAV-8b240f5e

А.В. Жиркин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-5 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок

ИД-3 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Контрольное мероприятие 5. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)

2. Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)

3. Контрольное мероприятие 3. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)

4. Контрольное мероприятие 4. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер. Проблемы ядерной энергетики и термоядерный источник нейтронов (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольное мероприятие 3. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)

КМ-4 Контрольное мероприятие 4. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер. Проблемы ядерной энергетики и термоядерный источник нейтронов

(Контрольная работа)

КМ-5 Контрольное мероприятие 5. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	16
Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом						
Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом	+					
Уравнение переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм						
Теоретические основы переноса излучений		+				
Радиационное повреждение материалов						
Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ			+			
Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер. Проблемы ядерной энергетики и термоядерный источник нейтронов						
Радиационные повреждения конструкционных материалов				+		
Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ						
Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер						+
Вес КМ:		20	20	20	20	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-5	ИД-3ПК-5 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов	Знать: эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы проблемы современной ядерной и термоядерной энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении; особенности ядерного топливного цикла с установками деления и синтеза ядер методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы Уметь: решать типовые задачи взаимодействия излучений с веществом выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с	КМ-1 Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа) КМ-2 Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа) КМ-3 Контрольное мероприятие 3. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа) КМ-4 Контрольное мероприятие 4. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер. Проблемы ядерной энергетики и термоядерный источник нейтронов (Контрольная работа) КМ-5 Контрольное мероприятие 5. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ (Контрольная работа)

		простой геометрией для источников простых геометрических форм	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменного задания в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом."

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм	1. Задача 1. Какую часть своей первоначальной скорости будет составлять скорость нейтрона после упругого центрального столкновения его с неподвижным ядром изотопа Na-23? 2. Задача 2. Считая, что в одном акте деления ядра U-235 освобождается энергия 200 МэВ, определить: 1) Энергию, выделяющуюся при сгорании 1 кг изотопа U-235, и массу каменного угля с теплотворной способностью 30 кДж/г, эквивалентную в тепловом отношении одному кг U-235; 2) Массу изотопа U-235, подвергшегося делению при взрыве атомной бомбы с тротиловым эквивалентом 30 килотонн, если тепловой эквивалент тротила равен 4,1 кДж/г. 3. Задача 3. Наиболее значимыми последствиями радиационного облучения бериллия являются: распухание, охрупчивание в результате накопления гелия и удержание трития. Накопления гелия и трития в бериллии происходит в результате реакций трансмутации, идущих при облучении ядер бериллия нейтронами из внешнего источника: 1. ${}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2n$ (81%) 2. ${}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^6_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ (18%) ${}^4_2\text{He} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + \beta^- + \tilde{\nu}_e$ ($T_{1/2} = 0,8$ с) ${}^6_3\text{Li} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}$ 3. ${}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^3_1\text{H}$ (1%) В скобках указана вероятность реакции взаимодействия ядра

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	бериллия с нейтроном. Используя эти данные, рассчитать число образовавшихся атомов гелия в расчете на одно ядро бериллия. Провести аналогичный расчет для числа накапливающихся ядер трития. Сколько всего нейтронов требуется для генерации одного ядра гелия? Одного ядра трития? 4. Задача 4. Радиоактивный атом $^{90}\text{Th-232}$ превратился в атом $^{83}\text{Bi-212}$. Сколько при этом произошло α- и β-распадов? 5. Задача 5. Вычислить энергию связи нейтрона в ядре $^7\text{N-14}$, если известно, что энергии связи ядер $^7\text{N-13}$ и $^7\text{N-14}$ равны 94,10 и 104,66 МэВ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений.

Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменного задания в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм."

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: решать типовые задачи взаимодействия излучений с веществом	1. Задача 1. Точечный изотропный источник тепловых нейтронов окружен большим объемом тяжелой воды. Вычислить диффузионную длину нейтрона в этой среде, если отношение плотности потоков нейтронов на расстоянии $r_1 = 15$ см и $r_2 = 30$ см от источника $\eta = \Phi(r_1)/\Phi(r_2) = 2,2$. 2. Задача 2. Запишите формулу для косинуса угла рассеяния нейтрона в лабораторной системе координат $\mu = \cos\theta$ при неупругом рассеянии нейтрона на ядре с массовым числом A. 3. Задача 3. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для плоского изотропного источника мощности q. 4. Задача 4. В реакции взаимодействия α-частицы с неподвижным ядром азота ${}^7\text{N}-14 (\alpha, p) {}^8\text{O}-17$ кинетическая энергия α-частицы равна $W_\alpha = 4,0$ МэВ. Найти, под каким углом к направлению движения α-частицы вылетает протон, если известно, что его кинетическая энергия $W_p = 2,09$ МэВ. Энергия реакции равна $Q = -1,18$ МэВ. 5. Задача 5. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для точечного изотропного источника мощности q. 6. Задача 6. Используя решение задачи 2, определите при какой минимальной (пороговой) начальной энергии W возможно рассеяние на угол θ, равный 90 градусов, если нейтрон испытывает неупругое рассеяние на первом уровне возбуждения ядра ${}^{56}\text{Fe}$ ($E^* = 0,845$ МэВ).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Контрольное мероприятие 3. Радиационное повреждение материалов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменного задания в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Радиационное повреждение материалов".

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы	1. Вопрос 1. Поток быстрых нейтронов падает на пластину из железа ^{56}Fe-26. Какие реакции взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами атомов железа вызывают смещения атомов кристаллической решетки, если состав химических элементов (в том числе изотопов) пластины при этом взаимодействии не меняется? 2. Вопрос 2. Дайте краткое описание реакций из ответа к предыдущему вопросу. Если какие-либо реакции имеют несколько видов, кратко опишите эти виды. 3. Вопрос 3. Что такое радиационный каскад в теории радиационных повреждений материалов? 4. Вопрос 4. Опишите этапы развития радиационного каскада при взаимодействии быстрых нейтронов с металлами. 5. Вопрос 5. Перечислите типы радиационных повреждений (дефектов кристаллического строения). Какие из них являются основными?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Контрольное мероприятие 4. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер. Проблемы ядерной энергетики и термоядерный источник нейтронов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменного задания в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер."

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы	1.Вопрос 1. Что такое ядерный топливный цикл? 2.Вопрос 2. Какой вид топлива определяет в настоящее время особенности топливного цикла с использованием установок «чистого» и гибридного ядерного синтеза? 3.Вопрос 3. Назовите в порядке последовательности основные этапы обращения с ядерным топливом реакторов деления (общая схема для всех топливных циклов). Если какой-либо этап обращения связан не только с последующим этапом, но и с другими, укажите, с какими еще этапами он связан. 4.Вопрос 4. Перечислите типы топливного цикла с реакторами деления в зависимости от вида ядерного горючего? Какой материал является фертильным (сырьевым), а какой топливным (делящимся) для каждого цикла. 5.Вопрос 5. Какой тип ядерного топливного цикла реакторов деления в настоящее время наименее развит?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Контрольное мероприятие 5. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ

Формы реализации: Обмен электронными документами

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменного задания в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы и решение задач по теме "Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики."

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности ядерного топливного цикла с установками деления и синтеза ядер	1.Вопрос 4. В какой установке нагрузка на первую стенку и дивертор в стационарном режиме ниже: в «чистом» термоядерном реакторе или в гибридном? 2.Вопрос 5. Как получают тритий для термоядерных установок?
Знать: проблемы современной ядерной и термоядерной энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении;	1.Вопрос 1. Какова наиболее важная задача, которую должна решить современная ядерная энергетика? 2.Вопрос 2. Что такое гибридный термоядерный реактор (термоядерный источник нейтронов)? Дайте краткую характеристику. 3.Вопрос 3. Назовите две основные причины аварий на современных ядерных реакторах. К каким решениям проблемы безопасности привели эти две причины в гибридном термоядерном реакторе? 4.Вопрос 6. В каких реакциях и на каких сырьевых изотопах нарабатывают плутоний-239 и уран-233 в гибридном термоядерном реакторе?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется
если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется
если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Реакция радиационного захвата нейтронов атомными ядрами. Понятие отравления и зашлаковывания ядерного реактора. Влияние радиационного захвата нейтронов на процессы, протекающие в активной зоне ядерного реактора.
2. Определение спектроскопии и спектрометрии излучения. Принцип работы нейтронного магнитного спектрометра.
3. Найти энергию связи ядра, которое имеет одинаковое число протонов и нейтронов и радиус в полтора раза меньший радиуса ядра $^{13}\text{Al}-27$. Учесть, что изотопы химических элементов имеют одинаковое число протонов. Массы возможных изотопов атомов:
Масса изотопа $^3\text{Li}6 - 6,01513$ а. е. м.;
Масса изотопа $^4\text{Be}8 - 8,00531$ а. е. м.;
Масса изотопа $^5\text{B}10 - 10,01294$ а. е. м.;
Масса протона – $1,007247$ а. е. м.;
Масса нейтрона – $1,008665$ а. е. м.

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-5 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов

Вопросы, задания

1. Перечислите основные реакции взаимодействия нейтронов с веществом.
2. Чем гибридный термоядерный реактор отличается от негибридного?
3. Какой вид топлива определяет особенности топливного цикла с установками ядерного синтеза?
4. Какой вид имеет энергетический спектр нейтронов, по которому измеряется температура ионов в реакциях ядерного синтеза?
5. В чем различие между аналоговым и не аналоговым моделированием в методе Монте-Карло?
6. Чем отличаются стохастические численные методы решения задач от детерминистских?
7. Дайте определение диффузии нейтронов. В чем физический смысл закона Фика?
8. Дайте определение энергии реакции.
9. Какие виды процессов рассеяния нейтронов на ядрах вы знаете? В чем их особенности?
10. Дайте определение радиационного повреждения реакторных материалов.
11. Экзаменационный билет 1.

1. Диффузия нейтронов. Закон Фика, уравнение непрерывности и уравнение элементарной теории диффузии. Диффузионное приближение и пределы его применимости.

2. Перечень основных реакций взаимодействия нейтронов с веществом. Процессы рассеяния нейтронов на ядрах, их виды и особенности, краткая характеристика каждого вида рассеяния.

3. Сколько тепла выделяется при образовании 1 грамма гелия ${}^4\text{He}$ из дейтерия ${}^2\text{H}$? Какая масса каменного угля с теплотворной способностью 30 кДж/г эквивалентна в тепловом отношении полученной величине? Избыток массы ${}^2\text{H}$ равен 0,01410 а.е.м., избыток массы ${}^4\text{He}$ равен 0,00260 а.е.м.

12. Экзаменационный билет 2.

1. Комптоновское рассеяние фотонов на электронах. Отличие томпсоновского и рэлеевского рассеяния на электронах от комптоновского рассеяния.

2. Типы радиационных повреждений при облучении материала быстрыми нейтронами и их характеристика.

3. Узкий пучок тепловых нейтронов ослабляется в $\eta=360$ раз после прохождения кадмиевой пластинки, толщина которой $d=0,50$ мм. Определить эффективное сечение взаимодействия этих нейтронов с ядрами кадмия.

13. Экзаменационный билет 3.

1. Механизм деления тяжелых ядер на основе капельной модели ядра. Изменение потенциальной энергии ядра и ее составляющих в процессе деления ядра. Потенциальный барьер деления и энергия реакции деления. Преимущество деления тяжелых ядер нейтронами по сравнению с делением ядер другими частицами.

2. Метод длин релаксации для вычисления плотности потока (мощности дозы) нейтронов.

3. Найти энергию, необходимую для разделения ядра ${}^{80}\text{O}$ на 4 альфа-частицы ${}^4\text{He}$. Исходные данные: масса ядра гелия приблизительно равна 4,002602 а. е. м., масса ядра атома кислорода — 15,99492 а. е. м.

14. Экзаменационный билет 4.

1. Боровская теория ядерных реакций. Два этапа протекания ядерной реакции. Гипотеза независимости Бора. Испарительный спектр и угловые распределения частиц при их "испарении". Объяснение дискретного характера спектра ядерных уровней.

2. Классификация экспериментальных исследований ядерной и нейтронной физики. Характеристика видов экспериментов.

3. Найти удельную энергию связи $E_{\text{св}}$ ядра атома кислорода ${}^{80}\text{O}$. Исходные данные: масса протона приблизительно равна 1,007247 а. е. м., масса нейтрона — 1,008665 а. е. м., масса ядра атома кислорода — 15,99492 а. е. м.

15. Экзаменационный билет 5.

1. Реакция радиационного захвата нейтронов атомными ядрами. Понятие отравления и зашлаковывания ядерного реактора. Влияние радиационного захвата нейтронов на процессы, протекающие в активной зоне ядерного реактора.
2. Микроскопическое и макроскопическое эффективное сечение реакции взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.
3. Найти энергию связи ядра, которое имеет одинаковое число протонов и нейтронов и радиус, в полтора раза меньший радиуса ядра $^{13}\text{Al-27}$. Учесть, что изотопы химических элементов имеют одинаковое число протонов. Массы возможных изотопов атомов:
 Масса изотопа $^3\text{Li6}$ – 6,01513 а. е. м.;
 Масса изотопа $^4\text{Be8}$ – 8,00531 а. е. м.;
 Масса изотопа $^5\text{B10}$ – 10,01294 а. е. м.;
 Масса протона – 1,007247 а. е. м.;
 Масса нейтрона – 1,008665 а. е. м.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите, в каком порядке перечисленные механизмы взаимодействия гамма-излучения с веществом становятся преобладающими при увеличении энергии гамма-квантов от малых значений к промежуточным и большим
 Ответы:
 эффект Комптона образование электрон-позитронных пар фотоэффект
 Верный ответ: фотоэффект эффект Комптона образование электрон-позитронных пар
2. Ядро изотопа урана 235 делится преимущественно нейтронами
 Ответы:
 быстрыми промежуточными тепловыми холодными ультра-холодными
 Верный ответ: тепловыми
3. Какие из перечисленных реакций взаимодействия нейтронов с атомными ядрами не имеют минимальной (пороговой) кинетической энергии взаимодействующих частиц?
 Ответы:
 радиационный захват потенциальное упругое рассеяние неупругое рассеяние реакция (n,2n) деление изотопа урана-235 деление изотопа плутония-239 деление изотопа тория-232
 Верный ответ: радиационный захват потенциальное упругое рассеяние деление изотопа урана-235 деление изотопа плутония-239
4. В реакции ядерного синтеза дейтерия и трития образуются нейтроны с энергией ____ МэВ.
 14
 Ответы:
 1,25 2,45 10,5 14,1 20,1
 Верный ответ: 14
5. Наибольшей удельной энергией связи нуклонов обладают ядра
 Ответы:
 нечетно-нечетные нечетно-четные четно-нечетные четно-четные
 Верный ответ: четно-четные
6. При реакторном облучении повреждения в структуре конструкционных материалов создают, в основном,
 Ответы:
 быстрые нейтроны промежуточные нейтроны резонансные нейтроны тепловые нейтроны
 Верный ответ: быстрые нейтроны
- 7.1 барн = 10^{-28} м²

Ответы:

–22 –24 –26 –28 –30

Верный ответ: –28

8. Реакция $\text{Ядро}(A, Z) + n = \text{Ядро}(A, Z) + n' + g$ это

Ответы:

реакция упругого потенциального рассеяния

реакция упругого резонансного рассеяния

реакция неупругого рассеяния

реакция радиационного захвата

реакция деления

Верный ответ: реакция неупругого рассеяния

9. В чем состоит главное отличие реакции потенциального упругого рассеяния от реакции резонансного упругого рассеяния?

Верный ответ: Реакция потенциального упругого рассеяния идет при любых энергиях, а резонансного упругого рассеяния только при определенных энергиях.

10. Как называется воздействие ^{135}Xe на баланс нейтронов в реакторе?

Верный ответ: Воздействие ^{135}Xe на баланс нейтронов в реакторе называется отравлением.

11. В каких единицах измеряется доза радиационных смещений?

Верный ответ: В единицах сна (смещениях на атом).

12. Выберите варианты порядков величин атомных смещений

Ответы:

микрометры

миллиметры

нанометры

нано-сантиметры

микрометры

ангстремы

Верный ответ: нанометры ангстремы

13. Какая модель смещений на атом сегодня принята за стандарт при расчете дозы (числа) радиационных смещений?

Ответы:

1. Снайдера-Нейфельда:

Торренса-Робинсона-Норгетта

Кинчина– Пиза

Сандерса:

Линдхарда

Верный ответ: Торренса-Робинсона-Норгетта

14. Назовите две главные причины запроектных аварий на ядерных реакторах

Верный ответ: неконтролируемый разгон реактора и потеря охлаждения

15. Чем определяются особенности любого ядерного топливного цикла

Верный ответ: видом ядерного топлива

16. Назовите виды ядерного топливного цикла с реакторами деления

Ответы:

урановый

замкнутый

торий-урановый

уран-плутониевый

открытый

смешанный

Верный ответ: замкнутый открытый

17.Стохастический метод расчета переноса нейтронов в веществе это

Ответы:

метод дискретных ординат

метод моментов

метод Монте-Карло

метод характеристик

2Pn метод

метод последовательных столкновений

Верный ответ: метод Монте-Карло

18.Альбедо нейтронов это

Ответы:

вероятность прохождения нейтронов через слой вещества

вероятность проникновения нейтронов в вещество

вероятность отражения нейтронов от поверхности вещества

отношение вероятности отражения нейтронов к вероятности прохождения нейтронов через слой вещества

отношение сечения рассеяния нейтронов на ядре к полному сечению взаимодействия нейтронов с ядром

Верный ответ: вероятность отражения нейтронов от поверхности вещества

19.Закон Фика выражает сущность процесса

Ответы:

рассеяния нейтронов

замедления нейтронов

поведения нейтронов на границе раздела среда-вакуум

диффузии нейтронов

захвата нейтронов ядрами

поведения нейтронов на границе раздела двух однородных сред

Верный ответ: диффузии нейтронов

20.Какие процессы взаимодействия фотонов являются когерентными?

Ответы:

томпсоновское рассеяние

эффект Комптона

рэлеевское рассеяние

образование электрон-позитронных пар

фотоэффект

рассеяние жесткого рентгеновского излучения

обратный эффект Комптона

Верный ответ: томпсоновское рассеяние рэлеевское рассеяние

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.