

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института медицинского
образования
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России
Е.В. Пармон
«25» января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина

**ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ РЕГИСТРАЦИЯ**

(наименование дисциплины)

магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия

(код специальности и наименование)

Профиль

Радиохимия

Факультет

подготовки кадров высшей квалификации

(наименование факультета)

Кафедра

ядерной медицины и радиационных технологий

(наименование кафедры)

Форма обучения	очная
Курс	1
Семестр	2
Занятия лекционного типа	12 час.
Занятия семинарского типа	24 час.
Всего аудиторной работы	36 час.
Самостоятельная работа (внеаудиторная)	36 час.
Форма промежуточной аттестации	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	72/2 (час/зач.ед.)

Санкт-Петербург
2022

Рабочая программа дисциплины «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «13» июля 2017 г. № 655 и учебным планом.

СОСТАВИТЕЛИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1.	Ерёмин Вячеслав Валентинович	к.х.н.	Старший преподаватель кафедры радиохимии	Институт химии ФГБОУ ВО «Санкт- Петербургский государственный университет»
2.	Калинин Евгений Олегович	-	Старший преподаватель кафедры радиохимии	Институт химии ФГБОУ ВО «Санкт- Петербургский государственный университет»

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры Ядерной медицины и радиационных технологий.

Рабочая программа дисциплины «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «25» января 2022 г., протокол № 1/2022.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины: формирование у обучающихся знаний о ядерных реакциях, протекающих в земных условиях и на звездах, о видах ионизирующего излучения и способах его воздействия на окружающую среду.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление обучающихся с видами ионизирующего излучения;
- формирование представлений о способах взаимодействия различных видов ядерного излучения с окружающей средой;
- ознакомление со способами детектирования различных видов излучения;
- дать представления о видах и механизмах ядерных реакций;
- ознакомление с теоретическими подходами к описанию ядерных реакций;
- формирование представлений о ядерных реакциях, протекающих в атмосфере, литосфере, метеоритах и на звездах;
- ознакомление с теоретическим предсказанием возможности существования химических элементов с порядковым номером более 100;
- дать представления о способах синтеза искусственных химических элементов;
- ознакомление с методами ускорения заряженных частиц, принципами работы ускорителей и видами ускорителей;
- формирование представлений о границах Периодической системы им. Д. И. Менделеева.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» относится к Блоку 1 учебного плана.

Междисциплинарные и внутридисциплинарные связи:

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Медицинская физика, биофизика, математика;
- Биохимия;
- Физико-химические методы исследования веществ.

3.ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.3. Оценивает практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации.	Знает: -современные проблемы и методологию химических наук для решения фундаментальных профессиональных задач; -теоретические основы и технологию научно-исследовательской деятельности, суть и логику проведения и проектирования научно-исследовательских работ в области химических или смежных наук.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: - выделять теоретические, прикладные и инструментальные компоненты в данной области знаний, понимать их роль и функции в подготовке и обосновании научных решений для химических или смежных наук; - распознавать исторические и методологические аспекты в развитии естественнонаучных областей знания	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности.	Знает:- стандартные программные продукты и способы их адаптации для решения задач профессиональной деятельности.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: использовать стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя для решения задач профессиональной деятельности.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
ПК-2. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно- исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	ПК-2.1. Определяет возможные направления развития и перспективы научного исследования.	Знает: - ядерно-физические характеристики циклотронных ПЭТ радионуклидов, производство радионуклидов в мишенях циклотрона; - принцип автоматизации в ПЭТ радиохимии, типы автоматизированных модулей (кассетные, стационарные), особенности модулей; -межфазный катализ; -методы очистки препаратов	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
		Умеет: -применять профессиональные знания для разработки методов синтеза радиофармпрепаратов; - оформлять стандартные операционные процедуры	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

4.1 Объем дисциплины в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную внеаудиторную работу обучающихся

Вид учебной работы	Трудоемкость	Семестры
	объем в академических часах (АЧ)	2
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:	-	-
Занятия лекционного типа	12	12
Занятия семинарского типа	24	24
Из них:		
Семинары (С)	24	24
Самостоятельная внеаудиторная работа (всего)	36	36
В том числе:	-	-
Подготовка к занятиям	4	4
Работа с вопросами для самопроверки	4	4
Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	24	24
Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, Интернет ресурсов	4	4
Промежуточная аттестация – зачет	-	-
Из них на практическую подготовку*	37	37
Общая трудоемкость	часы	72
	зач.ед.	2

***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

Наименование темы (раздела)	Контактная работа, академ.ч.		СР	Всего	Из них на практическую подготовку*
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
		С			
Раздел 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.	2	4	2	8	4
Раздел 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.	2	4	6	12	6
Раздел 3. Общие сведения о ядерных реакциях.	2	4	6	12	6
Раздел 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.	2	4	6	12	6
Раздел 5. Искусственные ядерные реакции.	2	4	6	12	6
Раздел 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.	2	4	10	16	11
Зачет					
Итого	12	24	36	72	37

С - семинары, СР- самостоятельная внеаудиторная работа

****Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

Образовательная деятельность в форме практической подготовки, предусматривающая участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, организована в соответствии с разработанным учебным планом и достигает 80% от общей трудоёмкости дисциплины для занятий семинарского типа и 50% от занятий самостоятельной работы

4.3 Тематический план занятий лекционного типа дисциплины - всего 12 часов

№ темы	Наименование темы лекционного занятия	Часы	Содержание темы	Формируемые индикаторы компетенций	Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия
Раздел 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.					
1.	Типы ядерных превращений. Взаимодействие излучения с веществом.	2	Стабильные и радиоактивные ядра. α -распад, β - превращения, γ -превращения, спонтанное деление ядер. Эффекты, сопровождающие прохождение излучения через вещество. Закономерности прохождения α -частиц через вещество. Упругие и неупругие взаимодействия α -частиц с веществом. Удельная ионизирующая способность α -частиц, кривая Брэгга, ее практическое применение. Взаимодействие β -излучения с веществом: возбуждение и ионизация атомов; генерирование тормозного излучения; излучение Вавилова-Черенкова; обратное рассеяние β -частиц. Соотношение радиационных и ионизационных потерь энергии β -частиц. Обратное рассеяние β -частиц. Взаимодействие γ -излучения с веществом: фотоэффект, Комптоновское рассеяние, образование пар электрон-позитрон.	УК-1.3	Мультимедийная аппаратура, презентации
Раздел 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.					
2.	Ионизационные методы. Сцинтилляционные методы. Полупроводниковые детекторы.	2	Общие положения. Ионизационные методы: ионизационные камеры и детекторы. Принцип работы газоразрядных детекторов. Фон и разрешающее время газоразрядного детектора. Пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера-Мюллера. Принцип работы сцинтилляционного детектора. Механизм регистрации излучения. Характеристики сцинтилляторов. Фон и разрешающее время сцинтилляционного детектора. Выбор оптимального времени измерения образца с заданной точностью. Полупроводниковые детекторы, принцип их действия. Типы полупроводниковых детекторов.	УК-1.3, ОПК-3.2	Мультимедийная аппаратура, презентации
Раздел 3. Общие сведения о ядерных реакциях.					
3.	Основные характеристики ядерных реакций.	2	Классификация ядерных реакций. Бомбардирующие частицы и их источники. Механизмы ядерных реакций. Тепловой эффект. Энергетический порог. Кулоновский барьер. Сечение реакции. Функции	УК-1.3,	Мультимедийная аппаратура,

			возбуждения. Выход реакции. Химические последствия ядерных реакций. Эффект Сцилларда-Чалмерса.	ОПК-3.2	презентации
Раздел 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.					
4.	Ядерные реакции в атмосфере и литосфере. Ядерные реакции в метеоритах и на звездах.	2	Ядерные реакции в атмосфере. Широкий атмосферный ливень. Космогенные радионуклиды. Радиоуглеродный метод датирования. Тритиевый и бериллиевый методы датирования. Ядерные реакции в литосфере. Природный ядерный реактор в Окло (Габон). Ядерные реакции в метеоритах. Ядерные реакции на звездах. Основные характеристики звезд. Горение водорода. Горение гелия. Горение углерода и кислорода. Горение кремния. Синтез элементов тяжелее железа. Происхождение лития, бериллия и бора.	УК-1.3	Мультимедийная аппаратура, презентации
Раздел 5. Искусственные ядерные реакции.					
5.	Способы осуществления искусственных ядерных реакций.	2	История и классификация ускорителей частиц. Характеристики ускорителей. Ускорители прямого действия. Бетатрон. Линейные индукционные ускорители и линейные ускорители со стоячей волной. Линейные ускорители на бегущей волне (IREN, Linac-200). Коллективные линейные ускорители. Циклические высокочастотные резонансные ускорители. Циклотрон. Микротрон. Синхроциклотрон (фазотрон). Протонный синхротрон (синхрофазотрон). Нуклотрон. Ускорители будущего. Ускорительный комплекс NICA.	УК-1.3, ОПК-3.2	Мультимедийная аппаратура, презентации
Раздел 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.					
6.	Пределы устойчивости атомов и ядер. Искусственные химические элементы.	2	Предел устойчивости ядер в модели жидкой капли. Предел устойчивости ядер в оболочечной модели. Деление ядер из возбужденного состояния. Макро-микроскопическая теория атомного ядра. Способы синтеза элементов с порядковыми номерами от 93 до 100. Способы синтеза элементов с порядковыми номерами более 100. Способы синтеза сверхтяжелых элементов. Методы выделения искусственных элементов. Идентификация искусственных элементов. Поиск сверхтяжелых элементов в природе.	УК-1.3	Мультимедийная аппаратура, презентации

4.4 Тематический план занятий семинарского типа - всего 24 часа

Семинары – 24 часа

№ темы	Форма проведения практического занятия	Наименование темы практического занятия	Часы, в том числе на ПП*	Содержание темы практического занятия	Формируемые индикаторы компетенций	Формы и методы текущего контроля
Раздел 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.						
1.	Семинар № 1.	Взаимодействие α - и β -частиц с окружающей средой. Взаимодействие γ -квантов с окружающей средой.	4 из них на ПП 80%	1. Закономерности прохождения α -частиц через вещество. 2. Удельная ионизирующая способность α -частиц. Кривая Брэгга. 3. Взаимодействие β -излучения с веществом. 4. Кривая ослабления β -излучения. 5. Взаимодействие γ -излучения с веществом: фотоэффект, Комптоновское рассеяние, образование пар электрон-позитрон. 6. Выполнение практических заданий.	УК-1.3, ПК-2.1	КВ
Раздел 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.						
2.	Семинар № 2.	Ионизационные детекторы. Сцинтилляционные детекторы. Полупроводниковые детекторы	4 из них на ПП 80%	1. Вольтамперная характеристика газоразрядного детектора. 2. Принципы работы ионизационной камеры, пропорционального счетчика и счетчика Гейгера-Мюллера. 3. Принцип работы сцинтилляционного детектора. 4. Принцип работы полупроводникового детектора. 5. Фон и разрешающее время детекторов. 6. Выбор оптимального времени измерения образца с заданной точностью. 7. Выполнение практических заданий.	УК-1.3	КВ
Раздел 3. Общие сведения о ядерных реакциях.						

3.	Семинар № 3.	Механизмы и характеристики ядерных реакций. Химические последствия ядерных реакций.	4 из них на ГП 80%	1. Механизмы ядерных реакций. 2. Тепловой эффект ядерной реакции. 3. Энергетический порог. 4. Кулоновский барьер. 5. Химические последствия ядерных реакций. Эффект Сцилларда-Чалмерса. 6. Выполнение практических заданий.	УК-1.3, ПК-2.1	КВ
Раздел 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.						
4.	Семинар № 4.	Ядерные реакции в атмосфере. Методы датирования по космогенным радионуклидам. Ядерные реакции на звездах.	4 из них на ГП 80%	1. Ядерные реакции в атмосфере под действием космических лучей. 2. Радиоуглеродный метод датирования. 3. Тритиевый и бериллиевый методы датирования. 4. Причины ядерных реакций на звездах. 5. Горение водорода. Горение гелия. Горение углерода и кислорода. Горение кремния. 6. Синтез элементов тяжелее железа. 7. Происхождение лития, бериллия и бора. 8. Выполнение практических заданий.	УК-1.3, ОПК-3.2	КВ, Р
Раздел 5. Искусственные ядерные реакции.						
5.	Семинар № 5.	Ускорители заряженных частиц. Закон накопления радионуклида при облучении.	4 из них на ГП 80%	1. Линейные ускорители. 2. Циклические ускорители. 3. Принцип работы циклотрона. 4. Закон накопления радионуклида при облучении. 5. Выполнение практических заданий.	УК-1.3	КВ
Раздел 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.						
6.	Семинар № 6.	Пределы устойчивости ядер с точки зрения модели жидкой капли и оболочечной модели. Методы синтеза искусственных	4 из них на ГП 80%	1. Предел устойчивости ядер в модели жидкой капли. 2. Предел устойчивости ядер в оболочечной модели. 3. Способы синтеза элементов с порядковыми номерами от 93 до 100. 4. Способы синтеза элементов с порядковыми	УК-1.3, ПК-2.1.	КВ, Р, Д

		химических элементов.	номера более 100. 5. Физические и химические методы выделения искусственных элементов. 6. Идентификация искусственных элементов.		
Итого			24 часа из них на ПП- 19 часов		

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

****Практическая подготовка** (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

4.5 Внеаудиторная самостоятельная работа – всего 36 часов

Вид самостоятельной работы	Часы, в том числе на ПП*	Формируемые индикаторы компетенций
Подготовка к занятиям	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3
Работа с вопросами для текущего контроля	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3
Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	24 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1
Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, интернетресурсов	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1
Итого	36 часов из них на ПП- 18 часов	

**Практическая подготовка (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

4.5.1 Самостоятельная проработка некоторых тем – всего 24 часа

Название темы	Часы, в том числе на ПП*	Формируемые индикаторы компетенций	Методическое обеспечение
1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.	2 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984. https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода: Учебное пособие для университетов. Под ред. В. Б. Лукьянова. М.: Высш. шк., 1985. https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html Пучкова Е. В. Физика и химия бета-превращений: Учебное пособие. СПб.: ВВМ, 2010. https://studfile.net/preview/6131917/
2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984. https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода: Учебное пособие для университетов. Под ред. В. Б. Лукьянова. М.: Высш. шк., 1985. https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html
3. Общие сведения о ядерных реакциях.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2	Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984. https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html Бекман И. Н. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум. Т.1. М.: Юрайт, 2016. https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html

			Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/Chasticy_i_atomnye_yadra.pdf
4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2	Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/Chasticy_i_atomnye_yadra.pdf Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, И. А. Тутынь. Нуклеосинтез во Вселенной. М.: Едиториал УРСС, 2017.
5. Искусственные ядерные реакции.	4 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/Chasticy_i_atomnye_yadra.pdf Курс лекций «Ускорители частиц в ОИЯИ». https://edu.jinr.ru/courses/course/view.php?id=75&lang=ru
6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.	6 из них на ПП- 50%	УК-1.3, ОПК-3.2	Пучкова Е. В. Ядерная химия. Избранные главы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2020. https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12
Итого	24 часа из них на ПП- 12 часов		

****Практическая подготовка** (ПП) - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Виды оценочных средств, используемых при текущем контроле и промежуточной аттестации

Формы контроля	Название раздела дисциплины	Общее количество оценочных средств			
		КВ	ТЗ	Р	Д
Текущий контроль	Раздел № 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.	4	-	2	-
	Раздел № 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.	4	-	-	-
	Раздел № 3. Общие сведения о ядерных реакциях.	6	-	2	-
	Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.	6	-	-	-
	Раздел № 5. Искусственные ядерные реакции.	6	-	2	-
	Раздел № 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.	6	-	2	6
Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет		70	60		

КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

5.2 Организация текущего контроля знаний УК, ОПК, ПК

№ п/п	Наименование темы (раздела) Дисциплины	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Раздел № 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
2.	Раздел № 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
3.	Раздел № 3. Общие сведения о ядерных реакциях.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
4.	Раздел № 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ, Р
5.	Раздел № 5. Искусственные ядерные реакции.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
6.	Раздел № 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ, Р, Д

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

5.3 Организация контроля самостоятельной работы

№ п/п	Вид работы	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Подготовка к занятиям	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
2.	Работа с вопросами для самопроверки	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
3.	Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	КВ
4.	Подготовка рефератов, докладов, подбор и изучение литературных источников, интернетресурсов	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1	Р, Д

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

5.4 Организация промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет

Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Проверяемые индикаторы компетенций
1	Тестирование	ТЗ	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1
2	Собеседование	КВ	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1

КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания

Критерии оценивания заданий промежуточной аттестации (для зачета):

Вид задания	«Не зачтено»	«Зачтено»
Тестирование	Менее 70% правильных ответов	70% и более правильных ответов
Собеседование по контрольным вопросам	Имеет фрагментарные, не систематизированные знания по предмету. Неправильное использование основных научных понятий и терминов.	Имеет глубокие, систематизированные знания по предмету. Дает четкие и развернутые ответы на вопросы. Демонстрирует знание взаимосвязи

	Множественные, существенные ошибки. ответе на вопросы. Отсутствие ответов на дополнительные вопросы.	основных понятий дисциплины. Демонстрирует способность применения полученных знаний на практике.
--	---	---

При проведении контроля в форме зачета используется следующая шкала оценки: зачтено/не зачтено

«Не зачтено» – при наличии одного или более неудовлетворительных результатов.

Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (приложение 1 к рабочей программе).

Типовые оценочные средства.

Примеры типовых контрольных вопросов

1. Понятие ионизирующие излучения.
2. Прямые ионизирующие излучения.
3. Физические процессы, способствующие формированию сигнала детектора.
4. Принцип работы ионизационной камеры.
5. Принцип работы пропорционального детектора.

Примеры типовых тем рефератов и докладов:

1. История создания ускорителей заряженных частиц.
2. Современные ускорители заряженных частиц.
3. Обзор типов ускорителей заряженных частиц.

Примеры типовых тестовых заданий:

1. Какой из видов излучения является косвенно ионизирующим?
 - a) α -частицы;
 - b) γ -излучение;**
 - c) β -частицы;
 - d) деление ядер.
2. Какие методы регистрации основаны на химическом действии излучения?
 - a) сцинтилляционные;
 - b) ионизационные;
 - c) радиографические;**
 - d) калориметрические.
3. На какой из процессов не расходуется энергия α -частиц при взаимодействии α -излучения с веществом?
 - a) на нагревание вещества;
 - b) на образование пар;**
 - c) на возбуждение атомов и молекул;
 - d) на ионизацию атомов и молекул.
4. Каким понятием принято пользоваться для характеристики и проникающей способности

α -излучения?

а) пробега;

б) линейного коэффициента ослабления;

с) слоя половинного ослабления;

д) массового коэффициента ослабления.

5. Для какого вида излучения пробег определяется как длина траектории в данном веществе?

а) α -излучение;

б) излучение позитронов;

с) излучение β^- - частиц;

д) γ -излучение.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В ИМО создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (далее - ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся. Электронные библиотеки обеспечивают доступ к профессиональным базам данных, справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам.

6.1. Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Операционная система семейства Windows

Пакет OpenOffice

Пакет LibreOffice

Microsoft Office Standard 2016

NETOP Vision Classroom Management Software

Образовательный портал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

<http://moodle.almazovcentre.ru/>

САБ «Ирбис 64» - система автоматизации библиотек. Электронный каталог АРМ «Читатель» и Web-Ирбис

6.2. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU» (www.medlib.ru)

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» (www.rosmedlib.ru)

ЭБС «Букап» (<https://www.books-up.ru/>)

ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Электронная библиотека Профи-Либ «Медицинская литература издательства "Спецлит"» (<https://speclit.profy-lib.ru/>)

Всемирная база данных статей в медицинских журналах PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

Поисковые системы Yandex (<http://www.yandex.ru/>)

Мультимедийный словарь перевода слов онлайн Мультитран (<http://www.multitran.ru/>)

Университетская информационная система РОССИЯ (<https://uisrussia.msu.ru/>)
Публикации ВОЗ на русском языке (<https://www.who.int/ru/publications/i>)
Международные руководства по медицине (<https://www.guidelines.gov/>)
Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (<http://www.femb.ru>)
Боль и ее лечение (www.painstudy.ru)
US National Library of Medicine National Institutes of Health (www.pubmed.com)
Русский медицинский журнал (www.rmj.ru)
Министерство здравоохранения Российской Федерации (www.rosminzdrav.ru)
КиберЛенинка — это научная электронная библиотека (<https://cyberleninka.ru>)
Российская государственная библиотека (www.rsl.ru)

6.4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

Основная литература:

1. Бекман И. Н. Фундаментальная радиохимия. Учебник и практикум. Т.1. М.: Юрайт, 2016.
<https://avidreaders.ru/book/radiohimiya-v-2-t-t-1.html>
2. Г. Чоппин, Я. Ридберг. Ядерная химия. Основы теории и применения. М.: Энергоатомиздат, 1984.
https://www.studmed.ru/choppin-g-ridberg-ya-yadernaya-himiya_cd27dcd640e.html
3. Радиоактивные индикаторы в химии. Основы метода. Под редакцией В. Б. Лукьянова. М.: Высшая школа, 1985.
<https://studizba.com/files/show/pdf/40187-1-v-b-luk-yanov--radioaktivnye-indikatory.html>
4. Ишханов Б.С., Касатонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013.
http://nuclphys.sinp.msu.ru/books/b/Chasticy_i_atomnye_yadra.pdf
5. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, И. А. Тутынь. Нуклеосинтез во Вселенной. М.: Едиториал УРСС, 2017.

Дополнительная литература:

1. Курс лекций «Ускорители частиц в ОИЯИ».
<https://edu.jinr.ru/courses/course/view.php?id=75&lang=ru>
2. Пучкова Е. В. Физика и химия бета-превращений: Учебное пособие. СПб.: ВВМ, 2010.
<https://studfile.net/preview/6131917/>
3. Пучкова Е. В. Ядерная химия. Избранные главы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2020.
https://vk.com/doc258522208_588442210?hash=9ab70dfe8c1c4fbf12

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ:

7.1. Учебно-методические материалы для обучающихся: Учебно-методическое пособие по организации аудиторной работы и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» программы высшего образования - магистратура по

направлению подготовки 04.04.01 Химия Центр Алмазова располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебной дисциплиной.

Для проведения занятий по дисциплине «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» специальные помещения имеют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Состав и квалификация научно-педагогических работников, обеспечивающих осуществление образовательного процесса по дисциплине «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» соответствует требованиям ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия и отражен в Справке о кадровом обеспечении основной образовательной программы высшего образования.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется кафедрой с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения рабочей программы дисциплины «Ядерные реакции. Виды ионизирующих излучений и их регистрация» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья кафедра обеспечивает:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

–размещение в местах доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

–присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

–выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

–надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

–возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

При освоении рабочей программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков

При освоении программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ РЕГИСТРАЦИЯ»
(наименование дисциплины)

Магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия

Профиль: Радиохимия

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения ОПОП ВО: 2 года

(нормативный срок обучения)

Санкт-Петербург
2022

ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ
РЕГИСТРАЦИЯ»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями: УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций в процессе изучения дисциплины

Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.		
УК-1.3. Оценивает практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации.	Знает: -современные проблемы и методологию химических наук для решения фундаментальных профессиональных задач; -теоретические основы и технологию научно-исследовательской деятельности, суть и логику проведения и проектирования научно-исследовательских работ в области химических или смежных наук.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
	Умеет: - выделять теоретические, прикладные и инструментальные компоненты в данной области знаний, понимать их роль и функции в подготовке и обосновании научных решений для химических или смежных наук; - распознавать исторические и методологические аспекты в развитии естественнонаучных областей знания	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.		
ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности.	Знает: - исторический характер научной рациональности; - ключевые проблемы научного познания о современных химических процессах; - важнейшие системы научных ценностей, сформировавшиеся в ходе исторического развития.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
	Умеет: - выбирать направления научной, аналитической и методической работы, содержание исследовательских программ, тематик методических пособий, состава докладов для семинаров, конференций; - формулировать новые задачи, возникающие в ходе исследования; - выбирать, обосновывать и осваивать современные методы, адекватные поставленной цели для системной оценки последствий реализации социально значимых проектов.	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
ПК-2. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно- исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.		
ПК-2.1. Определяет возможные направления развития и перспективы научного исследования.	Знает: - ядерно-физические характеристики циклотронных ПЭТ радионуклидов, производство радионуклидов в мишенях циклотрона; - принцип автоматизации в ПЭТ радиохимии, типы автоматизированных модулей (кассетные, стационарные), особенности модулей; - межфазный катализ; - методы очистки препаратов	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ

	Умеет: -применять профессиональные знания для разработки методов синтеза радиофармпрепаратов; - оформлять стандартные операционные процедуры	Для текущего контроля: КВ, Р, Д Для промежуточной аттестации: КВ, ТЗ
--	---	--

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

2. Организация текущего контроля

№ п/п	Наименование темы (раздела) Дисциплины	Код контролируемого индикатора компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Раздел 1. Виды ионизирующих излучений и их взаимодействие с окружающей средой.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ
2.	Раздел 2. Детектирование различных видов ионизирующих излучений.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ
3.	Раздел 3. Общие сведения о ядерных реакциях.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ
4.	Раздел 4. Самопроизвольные ядерные реакции в земных условиях и на звездах.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ, Р
5.	Раздел 5. Искусственные ядерные реакции.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ
6.	Раздел 6. Границы Периодической системы им. Д. И. Менделеева.	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1.	КВ, Р, Д

КВ – контрольные вопросы, Р – темы рефератов, Д – темы для докладов

Темы рефератов и докладов:

1. История создания ускорителей заряженных частиц.
2. Современные ускорители заряженных частиц.
3. Обзор типов ускорителей заряженных частиц.
4. Большой адронный коллайдер.
5. Ядерные реакции с участием нейтронов.
6. Ядерные реакции с участием заряженных частиц.
7. Методы синтеза сверхтяжелых ядер.
8. Физические и химические методы выделения продуктов ядерных реакций.
9. Физические и химические методы идентификации продуктов ядерных реакций.
10. Теоретическое описание пределов устойчивости атомов и ядер.
11. Синтез химических элементов на звездах.
12. Ядерные реакции в атмосфере.
13. Методы датирования с использованием космогенных радионуклидов.
14. Феномен Окло.

3. Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

4. Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Проверяемые индикаторы компетенций
1	Тестирование	ТЗ	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1

2	Собеседование	КВ	УК-1.3, ОПК-3.2, ПК-2.1
---	---------------	----	-------------------------

КВ – контрольные вопросы, ТЗ – тестовые задания

5. Критерии оценивания заданий промежуточной аттестации:

Критерии оценивания результата промежуточной аттестации:

«Зачтено» – при условии положительных результатов на 1, 2 этапе.

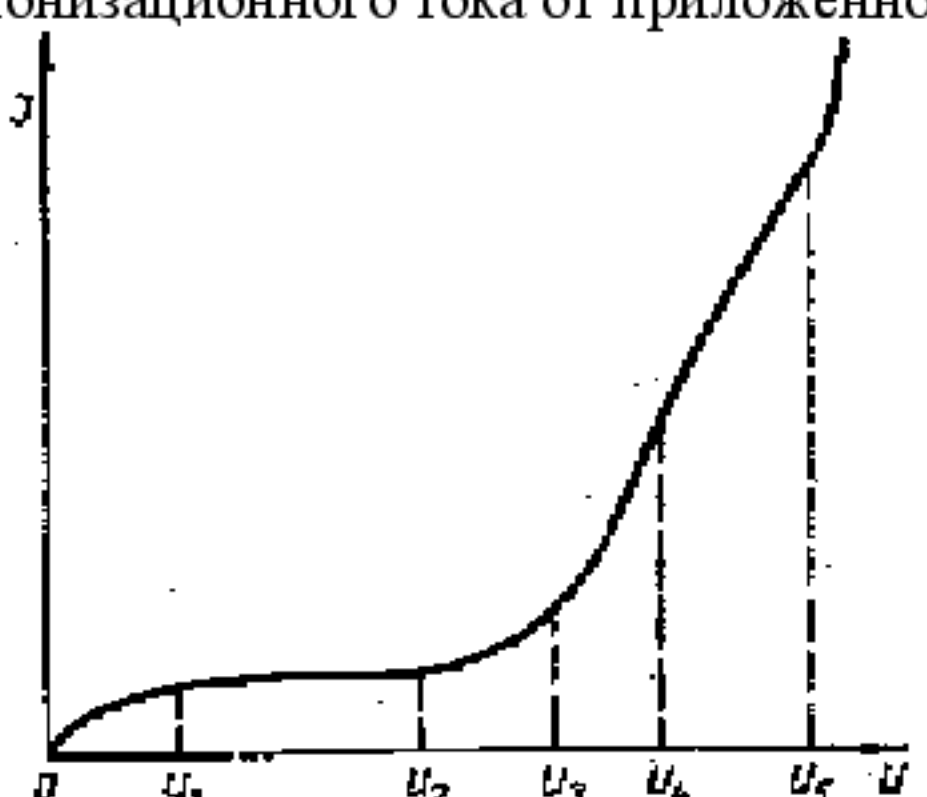
«Не зачтено» – при наличии одного или более неудовлетворительных результатов.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Темы рефератов и докладов:

1. История создания ускорителей заряженных частиц.
2. Современные ускорители заряженных частиц.
3. Обзор типов ускорителей заряженных частиц.
4. Большой адронный коллайдер.
5. Ядерные реакции с участием нейтронов.
6. Ядерные реакции с участием заряженных частиц.
7. Методы синтеза сверхтяжелых ядер.
8. Физические и химические методы выделения продуктов ядерных реакций.
9. Физические и химические методы идентификации продуктов ядерных реакций.
10. Теоретическое описание пределов устойчивости атомов и ядер.
11. Синтез химических элементов на звездах.
12. Ядерные реакции в атмосфере.
13. Методы датирования с использованием космогенных радионуклидов.
14. Феномен Окло.

Контрольные вопросы для текущего контроля

№ КВ	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
1	Вольтамперная характеристика газоразрядных детекторов. Эталон ответа: Вольтамперная характеристика конденсатора выражает зависимость силы ионизационного тока от приложенного напряжения.  Кривую вольтамперной характеристики можно условно разделить на пять областей, каждая из которых характеризует тот или иной процесс, происходящий в газовом конденсаторе.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

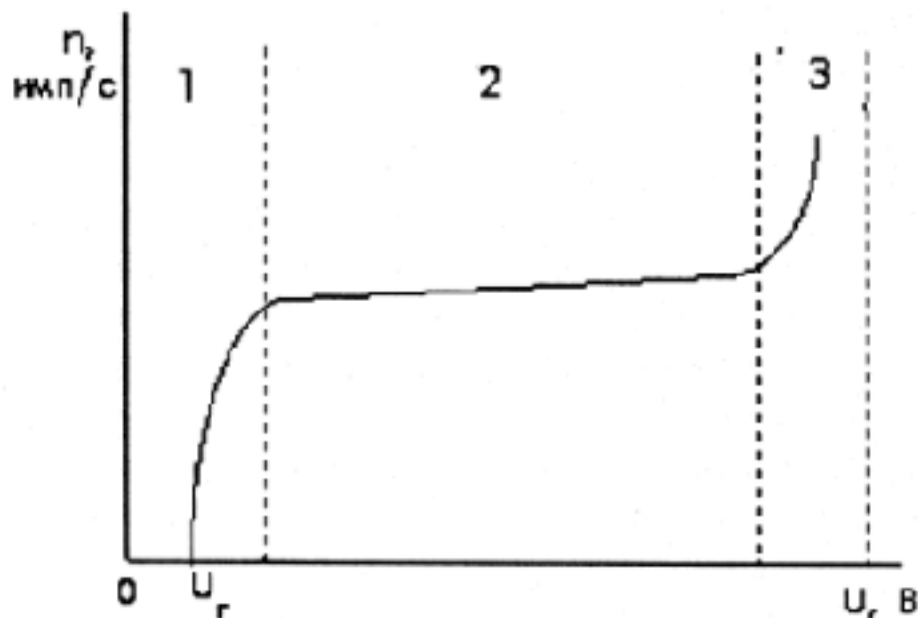
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
2	Сигнал счетчика Гейгера и временное разрешение счетчика.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Осциллограф показывает зависимость напряжения, подаваемого на его вход от времени, задаваемого равномерной горизонтальной протяжкой луча генератором развертки осциллографа. Частицы (кванты), попадающие в счетчик во время развития первого импульса, вообще не дают отдельного сигнала и фактически не регистрируются («мертвое» время τ), а попадающие в то время, когда положительные ионы еще не дошли до катода (время восстановления τ'), имеют соответственно меньшую амплитуду, но могут быть зарегистрированы, если их амплитуда, по переднему фронту импульса, превысит порог срабатывания пересчетного прибора.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
3	Принцип работы ионизационной камеры.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Простейшая ионизационная камера представляет собой некоторый замкнутый газовый объем, в котором расположены два плоскостных электрода. К электродам прикладывается разность потенциалов U, создающая в рабочем объеме камеры электрическое поле напряженности E. Заряженные частицы, проходя через рабочий объем камеры, производят ионизацию атомов газа, в результате чего вдоль пути частицы образуются электроны и положительные ионы. Под действием электрического поля E они начинают двигаться к соответствующим электродам камеры.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
4	Принцип работы пропорционального счётчика.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Заряженная частица, проходя через газ, наполняющий пропорциональный счётчик, создаёт на своём пути пары ион — электрон, число которых зависит от энергии, теряемой частицей в газе. При полном торможении частицы в пропорциональном счётчике импульс пропорционален энергии частицы. Под действием электрического поля электроны движутся к аноду, ионы — к катоду. Вблизи анода пропорционального счётчика поле столь велико, что электроны приобретают энергию, достаточную для вторичной ионизации. В результате вместо каждого первичного электрона на анод приходит лавина электронов и полное число электронов, собранных на аноде пропорционального счётчика, во много раз превышает число первичных электронов. Отношение полного числа собранных электронов к первоначальному количеству называется коэффициентом газового усиления.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
------	--------------------	-------------------------

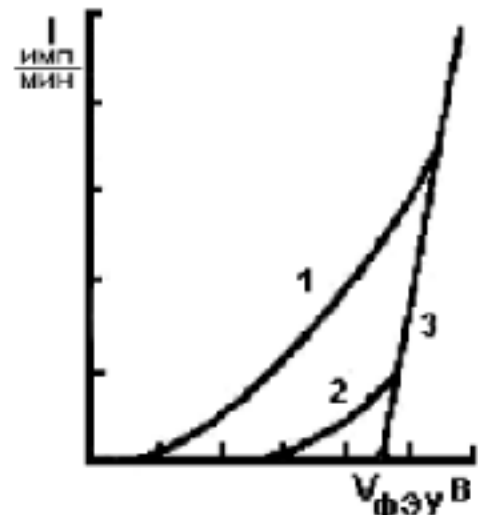
5	Принцип работы детектора Гейгера-Мюллера.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Конструктивно счётчик Гейгера представляет собой цилиндрический конденсатор, заполненный инертным газом. К внутреннему электроду (тонкой металлической нити) приложен положительный потенциал, к внешнему – отрицательный. Функционально счётчик Гейгера за счёт высокой разности потенциалов на электродах работает в таком режиме, когда достаточно появления в объёме детектора одного электрона, чтобы развился мощный лавинообразный процесс, обусловленный вторичной ионизацией (газовое усиление), который способен ионизовать всю область вблизи нити-анода. При этом импульс тока достигает предельного значения (насыщается) и не зависит от первичной ионизации. По существу, при попадании в счётчик Гейгера частицы в нём вспыхивает (зажигается) самостоятельный газовый разряд.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
6	Счетная характеристика газоразрядных детекторов.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Зависимость скорости счета импульсов от напряжения на счетчике при постоянной интенсивности излучения является счетной характеристикой (рис.1).  Рис.1. Счетная характеристика газоразрядного детектора	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
7	Принцип работы сцинтилляционного детектора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Заряженная частица, проходя через сцинтиллятор, наряду с ионизацией атомов и молекул возбуждает их. Возвращаясь в невозбуждённое (основное) состояние, атомы испускают фотоны. Излученный свет собирается – в спектральном диапазоне сцинтиллятора – на фотоприёмник. В качестве последнего часто служит фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Фотоны, попадая на фотокатод ФЭУ, в результате фотоэффекта выбивают электроны, в результате чего на аноде ФЭУ возникает электрический импульс, который далее усиливается динодной системы за счёт механизма вторичной электронной эмиссии. Анодный токовый сигнал ФЭУ – через усилитель или непосредственно - подается на вход измерительного прибора – счетчика импульсов, осциллографа, аналогоцифрового преобразователя и т.п.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
8	Конверсионная эффективность сцинтиллятора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Под конверсионной эффективностью, иногда называемой физическим выходом, понимают отношение энергии световой вспышки к энергии, потерянной регистрируемой частицей в сцинтилляторе. Конверсионная эффективность характеризует эффективность преобразования сцинтиллятором энергии заряженной частицы в световую.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
9	Спектральный состав излучений	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: При прохождении заряженной частицы через сцинтиллятор в нем возникает некоторое число фотонов с той или иной энергией, часть которых поглощена в объеме самого сцинтиллятора, и вместо них будут испущены другие фотоны с несколько меньшей энергией. В результате наружу будут выходить фотоны, спектр которых характерен для данного сцинтиллятора.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
10	Счетная характеристика сцинтилляционного детектора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа:  Рис. 1. Зависимость скорости счета (1), величины фона (2) и значений теплового шума (3) от напряжения на ФЭУ (счетная характеристика сцинтилляционного счетчика). На Рис.1 приведена зависимость регистрируемой скорости счёта препарата с фоном, фона и значений теплового шума от напряжения на ФЭУ. Видно, что, начиная с определённого напряжения на ФЭУ, величина теплового шума резко увеличивается и становится больше регистрируемой скорости счёта.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
11	Определение ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа:	

	Ядерными реакциями называют процессы, в которых атомные ядра претерпевают превращения в результате их взаимодействия с элементарными частицами и другими атомными ядрами. Эти процессы могут вызвать глобальные изменения в атомных ядрах. Большое число ядерных реакций протекает с образованием промежуточного составного ядра, которое отдает свою энергию возбуждения путем эмиссии γ -квантов и переходит при этом в основное состояние конечного продукта.	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
12	Классификация ядерных реакция по механизму реакции Эталон ответа: Для классификации по механизму реакции критерием является время пролёта частицы через ядро: $\tau_{\text{я}} = \frac{2R}{v} \approx 10^{-22} \text{ с}$ 1. Если время реакции $t_p \approx \tau_{\text{я}}$, то это прямая реакция. В такой реакции частица успевает столкнуться с одним (реже с 2-3) нуклонами. 2. Если $t_p \gg \tau_{\text{я}}$, то предполагается, что реакция идёт через составное ядро. Налетающая частица α передаёт энергию одному-двум нуклонам ядра, не затрагивая остальных, и они сразу покидают ядро, не успев обменяться энергией с остальными нуклонами.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
13	Механизм составного (компаунд) ядра Эталон ответа: Он основан на предположении о том, что реакция протекает в две стадии с образованием промежуточного возбужденного ядра: $a + A \rightarrow C^* \rightarrow b + B.$ Механизм составного ядра предполагает, что время протекания реакции значительно больше характерного ядерного времени (времени пролета частицы через ядро)	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
14	Тепловой эффект ядерной реакции. Эталон ответа: Ядерная реакция характеризуется тепловым эффектом, который представляет собой разность масс покоя вступающих в ядерную реакцию и образующихся в результате реакции ядер, выраженную в энергетических единицах, т.е. энергетический эффект ядерной реакции определяется в основном разницей дефектом масс конечных и исходных ядер.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
15	Энергетический порог ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Порог реакции - минимальная кинетическая энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат, при которой возможна ядерная реакция. Порог реакции не совпадает с энергией реакции. Порог ядерной реакции $E_{пор}$ всегда больше энергии реакции Q на величину энергии связанной с движением центра инерции в лабораторной системе координат. Необходимым, но недостаточным условием протекания ядерной реакции является $Q + E_a > 0$.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
16	Кулоновский барьер ядерной реакции	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Потенциальный барьер, который необходимо преодолеть атомным ядрам (которые заряжены положительно) для того, чтобы сблизиться друг с другом для возникновения притяжения, вызванного короткодействующим сильным взаимодействием нуклонов (ядерными силами). Величина кулоновского барьера определяется формулой $B_k = \frac{kZze^2}{R},$ где k обозначен коэффициент, зависящий от системы единиц измерения, Z, z — атомные номера налетающей (вылетающей) частицы и ядра соответственно, R — эффективный радиус ядра (расстояние, на котором сильное взаимодействие начинает преобладать над кулоновским), e — заряд электрона.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
17	Сечение ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Величина, характеризующая вероятность взаимодействия элементарной частицы с атомным ядром или другой частицей. Вероятность ядерной реакции характеризуют эффективным поперечным сечением или просто сечением, σ. $\sigma = n/n_0N,$ где n — число ядерных реакций в 1 времени; n_0 — поток бомбардирующих ядерных частиц в 1 времени; N — число ядер на 1 см² мишени.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
18	Функции возбуждения ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа:	

	Важной характеристикой реакции является зависимость эффективного сечения от кинетической энергии падающей частицы: $\sigma = f(E).$ Эти зависимости называют функциями возбуждения ядерной реакции.	
--	---	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
19	Выход ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Вероятность ядерной реакции характеризуют выходом ядерной реакции, т.е. отношением числа ядерных превращений в мишени к числу упавших на эту мишень бомбардирующих ядер.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
20	Ядерные реакции с участием ядер ^{14}N в атмосфере.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Радионуклид ^{14}C постоянно образуется в верхних слоях атмосферы при взаимодействии нейтронов космического происхождения с ядрами азота по реакции $^{14}\text{N} (n, p) ^{14}\text{C}$. Стабильный изотоп азота в атмосфере подвергается действию космических лучей, превращающих его в изотоп углерода ^{14}C, который имеет период полураспада 5730 лет. Проникая в верхние слои атмосферы, частицы расщепляют находящиеся там атомы, способствуя высвобождению протонов и нейтронов. Содержащиеся в воздухе атомы азота поглощают нейтроны и высвобождают протоны.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
21	Радиоуглеродный метод датирования.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Образование радиоуглерода (радиоактивного изотопа углерода — ^{14}C) в атмосфере Земли происходит под действием космических лучей из атомов азота. Окисляясь до $^{14}\text{CO}_2$, он участвует в глобальном углеродном цикле как компонент CO_2. Благодаря фотосинтезу молекулы $^{14}\text{CO}_2$ попадают в ткань растений. В растущих зеленых растениях уровень ^{14}C остается достаточно стабильным из-за его непрерывного поступления из атмосферы и постоянного распада. Обмен радиоуглерода с окружающей средой прекращается после смерти объекта (или выхода его из обменных процессов — например, погребение почв или седиментов искусственными/или естественными насыпями), после чего ^{14}C подвергается радиоактивному распаду — активность ^{14}C (количество) в таком образце уменьшается по закону радиоактивного распада. Таким образом, возраст исследуемого объекта, содержащего углерод, может быть определен путем измерения количества оставшегося ^{14}C в образце с учетом известной активности живого образца.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
------	--------------------	-------------------------

22	Космогенные радионуклиды в атмосфере.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: В результате ядерных реакций, идущих в атмосфере (а частично и в литосфере) под влиянием космических лучей, образуются радиоактивные ядра - космогенные радионуклиды. Например $n + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^3\text{H} + {}^{12}\text{C}, \quad n + {}^{14}\text{N} \rightarrow p + {}^{14}\text{C}$ В создание дозы наибольший вклад вносят ${}^3\text{H}$, ${}^7\text{Be}$, ${}^{14}\text{C}$ и ${}^{22}\text{Na}$ которые поступают вместе с пищей в организм человека.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
23	Звёздный нуклеосинтез.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: После ядерного синтеза в Большом Взрыве, возникла Вселенная, состоящая на ~75% водорода и ~25% гелия со следами ${}^7\text{Li}$. Звёздный нуклеосинтез продолжался синтезом химических элементов. Начиная с 10^6 лет после Большого Взрыва, последовавший гравитационный коллапс и увеличение температуры вызывали многочисленные реакции синтеза, сопровождающихся выделением энергии, которые остановили коллапс. Стартуя с водорода и гелия, реакции синтеза производят ядра вплоть до максимума на кривой энергии связи ядер при $A \sim 60$.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
24	Горение водорода.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: При температурах менее 10^7 К начинаются реакции горения водорода. Возможны две различные последовательности реакций преобразования 4-х ядер водорода в ядро ${}^4\text{He}$, которые могут обеспечить достаточное выделение энергии для поддержания светимости звезды: - протон - протонная цепочка (pp - цепочка), в которой водород превращается непосредственно в гелий; - углеродно - азотно - кислородный цикл (CNO - цикл), в котором в качестве катализатора участвуют ядра C, N и O. В звездах, имеющих массу, сравнимую с массой Солнца, и меньше, доминирует протон - протонная цепочка. В более массивных звездах, имеющих более высокую температуру, основным источником энергии является CNO - цикл.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
25	Горение дейтерия.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Температура в центре протозвезды составляет всего 1 млн. К. При такой температуре эффективно протекает реакция слияния ядра дейтерия ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + n + 3.27 \text{ МэВ}$. Дейтерий, как и ${}^4\text{He}$, образуется на дозвёздной стадии эволюции Вселенной и его содержание в протозвезде $10^{-4} - 10^{-5}$ от содержания протонов. Однако этого количества дейтерия достаточно для появления в центре протозвезды	

	эффективного источника энергии.	
--	---------------------------------	--

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
26	Причины ядерных реакций в звёздах Процесс гравитационного сжатия звезды с повышением температуры будет продолжаться до тех пор пока температура в центре звезды не поднимется до 10^7 К. Гравитационное сжатие будет остановлено начавшейся ядерной реакцией горения водорода. Если считать, что Солнце состоит только из водорода и в результате ядерной реакции $4p \rightarrow {}^4\text{He}$ происходит полное сгорание водорода и превращение его в гелий. Во время стадии главной последовательности, которая занимает около 90 % срока жизни звезды, в её ядре идут именно эти реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
27	Горение кремния. Эталон ответа: При температуре 10^9 К в звездной эволюции появляется качественно новый момент, обусловленный тем, что в ядерных превращениях существенную роль начинают играть электромагнитные процессы - реакции под действием γ-квантов и электронов. Существенно раньше, чем будут достигнуты условия для слияния двух ядер кремния, энергии и интенсивности фотонов окажутся достаточными для протекания реакций фоторасщепления кремния: ${}^{28}\text{Si} + \gamma \rightarrow {}^{24}\text{Mg} + \alpha$ $\rightarrow {}^{27}\text{Al} + p$ $\rightarrow {}^{27}\text{Si} + n$	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
28	Синтез элементов тяжелее железа. Эталон ответа: По современным представлениям тяжелые элементы образуются в реакциях захвата нейтронов. Обычно различают быстрый (r) и медленный (s) процессы захвата нейтронов (от английских слов <i>rapid</i> и <i>slow</i>). Эти два механизма различаются отношением скорости захвата нейтронов (реакция (n, γ)) к скорости β-распада. При условии $\tau(\beta)/\tau(n, \gamma) \ll 1$ в цепочку процессов образования тяжелых элементов будут вовлечены только стабильные и β-радиоактивные ядра с большими периодами полураспада. Нейтроны добавляются к ядрам последовательно. При этом могут образоваться только сравнительно устойчивые ядра. Ядра с малыми периодами полураспада исчезают раньше, чем они успевают захватить следующий нейтрон. Поэтому ясно, что образование тяжелых элементов должно заканчиваться свинцом и висмутом.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
29	Образование ядер лития, бериллия и бора.	ПК-2.1

		ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Легкие ядра - изотопы лития, бериллия и бора ${}^6,7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{10,11}\text{B}$ - не могут образовываться в обычных реакциях нуклеосинтеза в звездах. Расчеты показывают, что они должны интенсивно разрушаться в реакциях (p,), (p, альфа) уже при температурах $(2 - 5) \cdot 10^6$ К. В этих условиях содержание изотопов Li, Be, B должно составлять $< 10^{-13}$ по отношению к водороду. Наблюдаемые же распространенности этих элементов оказываются почти на 2 - 3 порядка выше. Неустойчивая природа этих трех элементов означает, что они должны быть синтезированы в среде малой плотности, в условиях достаточно низкой температуры, чтобы предотвратить сторание их сразу после образования.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
30	Синтез элементов в ядерном реакторе.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Ядерный (атомный) реактор – установка, в которой осуществляется самоподдерживающаяся управляемая цепная ядерная реакция деления. Образование трансурановых элементов в ядерном реакторе происходит по следующим схемам: 1. ${}^{235}\text{U} + n \rightarrow {}^{236}\text{U} + n \rightarrow {}^{237}\text{U} \rightarrow (7 \text{ сут}) \rightarrow {}^{237}\text{Np} + n \rightarrow {}^{238}\text{Np} \rightarrow (2,1 \text{ сут}) \rightarrow {}^{238}\text{Pu}$ 2. ${}^{238}\text{U} + n \rightarrow {}^{239}\text{U} \rightarrow (23 \text{ мин}) \rightarrow {}^{239}\text{Np} \rightarrow (2,3 \text{ сут}) \rightarrow {}^{239}\text{Pu} (+\text{осколки}) + n$ $\rightarrow {}^{240}\text{Pu} + n \rightarrow {}^{241}\text{Pu} (+\text{осколки}) + n \rightarrow {}^{242}\text{Pu} + n \rightarrow {}^{243}\text{Pu} \rightarrow (5 \text{ ч}) \rightarrow {}^{243}\text{Am} + n$ $\rightarrow {}^{244}\text{Am} \rightarrow (26 \text{ мин}) \rightarrow {}^{244}\text{Cm}$	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
31	Синтез элементов в циклотронах.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Циклотрон – ускоритель протонов (или ионов), в котором частота ускоряющего электрического поля и магнитное поле постоянны во времени. Частицы движутся в циклотроне по плоской развёртывающейся спирали. Тяжелые заряженные частицы (протоны, ионы) попадают в камеру из инжектора вблизи центра камеры и ускоряются переменным полем фиксированной частоты, приложенным к ускоряющим электродам. На циклотронах реализован комплекс по производству радиоактивных изотопов йода-123, фтора-18, углерода-11, азота-13, кислорода-15, рубидия-81, галлия-67, индия-111, таллия-201 и радиофармпрепаратов (РФП) на их основе.	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
32	Методы получения элементов с порядковыми номерами от 93 до 100.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа Ядерные реакторы с большой плотностью потока нейтронов позволяют получать трансурановые элементы путем последовательного захвата нескольких нейтронов. Химические элементы с $Z = 93$ и 94 были получены в результате облучения	

	нейтронами урана ^{238}U . В результате β^- -распада изотопа ^{239}U ($Z = 93$) образуется изотоп нептуния ^{239}Np ($Z = 93$), который затем, распадаясь, образует изотоп плутония ^{239}Pu ($Z = 94$):	
	$^{238}_{92}\text{U} + n \longrightarrow ^{239}_{92}\text{U} \xrightarrow{\beta^-} ^{239}_{93}\text{Np} \xrightarrow{\beta^-} ^{239}_{94}\text{Pu}$	

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
33	Методы синтеза элементов с порядковыми номерами выше 100. Эталон ответа: Трансурановые элементы с атомными номерами до 100 можно получить в ядерном реакторе путем «надстройки» ядер изотопа урана-238 при столкновении их с нейтронами. Все элементы с номерами выше 100 и массовыми числами более 257 получают только в ускорителях и в незначительных количествах. Для получения сверхтяжелых трансуранидов ядра урана бомбардируются ионами ксенона, гадолиния, самария, урана и др., которые обладают достаточно высокой энергией. Особенно эффективна бомбардировка ионами самого урана, в результате которой образуются тяжелые промежуточные ядра.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
34	Понятие «сверхтяжелые элементы». Эталон ответа: Сверхтяжелые элементы, также известные как трансактинидные элементы, трансактиниды или сверхтяжелые элементы, представляют собой химические элементы с атомным номером больше 103. Сверхтяжелыми элементами являются элементы, находящиеся за актинидами в периодической таблице. Гленн Т. Сиборг впервые предложил концепцию актинида, которая привела к принятию серии актинидов. Он также предложил трансактинидный ряд, простирающийся от 104-го элемента до 121, и суперактинидный ряд, приблизительно охватывающий элементы от 122 до 153.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
35	Методы синтеза сверхтяжелых элементов. Эталон ответа: Для их получения используются три основных метода: 1. Захват нейтронов 2. Реакции под действием альфа-частиц 3. Реакция под действием тяжелых ионов. С открытием реакции холодного синтеза были получены трансурановые элементы с $Z = 107 - 112$. Метод заключается в том, что изотопы свинца и бериллия облучают изотопами с $Z = 22-30$, образовавшееся в результате ядро слабо нагрето, и остывает путем испускания всего одного нейтрона. Дальнейшее продвижение с помощью этого метода стало невозможно, из-за увеличения потенциального барьера между сталкивающимися ядрами. Поэтому был придуман другой метод. Первые эксперименты по синтезу 114-ого проводились с мишенью из плутония - 244, также в качестве мишени был использован плутоний - 240. В качестве снаряда был выбран кальций -48. С помощью него также были получены все элементы с 112 по 118.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Тестовые задания для промежуточной аттестации:

№ п/п	Тестовое задание	Эталон (ключ) ответа	Проверяемые компетенции
1.	Выберите один правильный ответ. Какой из видов излучения является косвенно ионизирующим? а) α-частицы б) γ-излучение с) β-частицы д) деление ядер	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
2.	Выберите несколько правильных ответов. Какие методы регистрации основаны на химическом действии излучения? а) сцинтилляционные б) ионизационные с) калориметрические д) радиографические	c,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
3.	Выберите несколько правильных ответов. На какой из процессов не расходуется энергия α-частиц при взаимодействии α-излучения с веществом? а) на нагревание вещества б) на образование пар с) на возбуждение атомов и молекул д) на ионизацию атомов и молекул	b,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
4.	Выберите один правильный ответ. Каким понятием принято пользоваться для характеристики и проникающей способности α-излучения? а) пробега б) линейного коэффициента ослабления с) слоя половинного ослабления д) массового коэффициента ослабления	a	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
5.	Выберите один правильный ответ. Для какого вида излучения пробег определяется как длина траектории в данном веществе? а) α-излучение б) излучение позитроно с) излучение β^--частиц д) $\sim\gamma$-излучение	a	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
6.	Выберите один правильный ответ. Какой из видов взаимодействия с веществом не имеет места в случае β-излучения? а) возбуждение атомов и молекул б) комптоновское рассеяние с) ионизация д) возникновение тормозного излучения	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
7.	Выберите один правильный ответ. Какое из утверждений несправедливо, если речь идет о	c	УК-1.3 ОПК-3.2

	величине потерь энергии на тормозное излучение? a) величина пропорциональна квадрату атомного ядра поглотителя b) величина пропорциональна энергии электрона c) величина обратно пропорциональна массовому числу вещества-поглотителя d) можно пренебречь данным эффектом по сравнению с ионизационными потерями для индикаторных количеств изотопов		ПК-2.1
8.	Выберите несколько правильных ответов. Какой величиной принято характеризовать проникающую способность β-частиц? a) максимальным пробегом b) половиной максимального пробега c) средним пробегом d) экстраполированным пробегом	a,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
9.	Выберите несколько правильных ответов. Для какого вида излучения максимальный пробег определяется как минимальная толщина поглотителя, при которой полностью задерживается данное излучение? a) для α-излучения b) для β-излучения c) для рентгеновского характеристического излучения d) для γ-излучения	b,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
10.	Выберите один правильный ответ. Чему равна толщина алюминиевого экрана, если при прохождении через него β-излучение ослабилось в 2 раза: a) $R_{\max}$ b) $R_{\max}/2$ c) $d_{1/2}$ d) $7,2 d_{1/2}$	c	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
11.	Выберите один правильный ответ. Укажите величину, на основании которой нельзя найти значение максимального пробега β-частиц: a) максимальная энергия β-частиц b) слой половинного ослабления c) массовый коэффициент ослабления d) коэффициент электронного преобразования	d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
12.	Выберите один правильный ответ. От чего не зависит коэффициент линейного ослабления β-частиц? a) от максимальной энергии β-частиц b) от плотности вещества c) от толщины поглотителя d) от атомного номера материала поглотителя	c	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
13.	Выберите один правильный ответ. С чем связано различие значений коэффициентов ослабления в алюминии для β-частиц, испускаемых разными изотопами?	d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

	a) с различием значений Z/A для разных излучателей b) с различием периодов полураспада β-излучателей c) с различием активности β-излучателей d) с различием значений максимальной энергии		
14.	Выберите один правильный ответ. Какую размерность имеет массовый коэффициент ослабления? a) г/см^2 b) $\text{см}^2/\text{г}$ c) см d) см^{-1}	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
15.	Выберите один правильный ответ. Какие из поглотителей ослабляют β-излучение ^{90}Y в одинаковое число раз? a) слой алюминия 1 мм, слой свинца 1 мм b) слой алюминия 1 мг/см^2, слой свинца 1 мг/см^2 c) слой алюминия 1 мг/см^2, слой свинца 5 мг/см^2 d) слой алюминия 5 мг/см^2, слой свинца 1 мг/см^2	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
16.	Выберите несколько правильных ответов. Какие из поглотителей ослабят β-излучение ^{32}P в одинаковое число раз? a) слой стали 100 мг/см^2, слой алюминия 100 мг/см^2 b) слой стали 100 мг/см^2, слой алюминия 50 мг/см^2 c) слой стали 50 мг/см^2, слой алюминия 100 мг/см^2 d) слой стали 0,5 мм, слой алюминия 0,5 мм	a,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
17.	Выберите несколько правильных ответов. При каких толщинах поглотителя приблизительно выполняется экспоненциальный закон ослабления β-излучения? a) $d \leq 0,3 R_{\text{max}}$ b) $d > 0,3 R_{\text{max}}$ c) $d > 0,7 R_{\text{max}}$ d) $d \leq 0,7 R_{\text{max}}$	a,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
18.	Выберите один правильный ответ. Какой их процессов не имеет места при взаимодействии γ-излучения с веществом поглотителя? a) фотоэффект b) образование электронов внутренней конверсии c) комптоновское рассеяние d) образование пар	b,d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
19.	Выберите один правильный ответ. Какое из утверждений справедливо в случае фотоэффекта? a) кинетическая энергия выбитого электрона равна энергии γ-кванта за вычетом энергии связи электрона в атоме b) вероятность процесса растет с повышением энергии γ-квантов c) вместо первичного γ-кванта появляется рассеянный квант с меньшей энергией	a	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

	d) эффект наблюдается только для γ -квантов с энергией выше 1,02 МэВ		
20.	Выберите один правильный ответ. Какое из утверждений не относится к Комптоновскому рассеянию? a) фотон передает часть своей энергии электрону b) появляется фотон с меньшей энергией c) вероятность процесса снижается с ростом энергии фотона d) энергия выбиваемого электрона равна энергии фотона за вычетом энергии связи электрона в атоме	d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
21.	Выберите один правильный ответ. Какое из утверждений несправедливо, если речь идет о процессе образования пар электрон-позитрон? a) вероятность процесса возрастает пропорционально квадрату атомного номера вещества-поглотителя b) вместо первичного γ-кванта появляется рассеянный γ-квант с меньшей энергией c) процесс наблюдается для фотонов с энергией не менее 1,02 МэВ d) вероятность процесса возрастает с повышением энергии γ-квантов	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
22.	Выберите один правильный ответ. При какой энергии γ-квантов возможно образование пары электрон-позитрон? a) 0,511 МэВ b) 1,02 кэВ c) 1,00 МэВ d) 1,2 МэВ	d	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
23.	Выберите один правильный ответ. При какой энергии γ-квантов невозможно образование пары электрон-позитрон? a) 1,00 МэВ b) 1,02 МэВ c) 1,2 МэВ d) 2,01 МэВ	a	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
24.	Выберите один правильный ответ. Как зависит вероятность фотоэлектрического поглощения γ-квантов в веществе от заряда ядра вещества поглотителя? a) не зависит b) меняется пропорционально Z c) меняется пропорционально Z^4 d) меняется пропорционально Z^2	c	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
25.	Выберите один правильный ответ. Как зависит вероятность Комптоновского рассеяния от заряда ядра вещества поглотителя? a) не зависит b) меняется пропорционально Z c) меняется пропорционально Z^4 d) меняется пропорционально Z^2	b	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

26.	Выберите один правильный ответ. Как зависит вероятность процесса образования пар от заряда ядра вещества поглотителя? а) зависит линейно б) не зависит с) меняется пропорционально Z^4 д) меняется пропорционально Z^2	с	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
27.	Выберите один правильный ответ. Какой из поглотителей равной толщины (см) будет сильнее ослаблять пучок моноэнергетических γ-квантов? а) алюминий б) железо с) свинец д) уран	д	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
28.	Выберите один правильный ответ. Какой из процессов взаимодействия с веществом будет преобладать при прохождении γ-квантов с энергией 0,05 МэВ через свинец? а) фотоэффект б) комптоновское рассеяние с) образование пар д) протекание ядерных реакций	а	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
29.	Выберите один правильный ответ. Какой процесс взаимодействия будет доминирующим при прохождении γ-квантов с энергией 0,1 – 10 МэВ через вещество? а) образование пар; б) комптоновское рассеяние; с) фотоэффект; д) взаимодействие с ядрами среды	б	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
30.	Дополните определение. Процесс самопроизвольного распада ядер атомов неустойчивых элементов, сопровождающийся испусканием ионизирующего излучения, называют _____ Ответ: _____	радиоактивным распадом	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
31.	Дополните определение. Минимальная кинетическая энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат, при которой возможна ядерная реакция, называется _____ Ответ: _____	порогом реакции	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
32.	Дополните определение. Потенциальный барьер, который должна преодолеть альфа-частица для вылета из ядра при альфа-распаде, называют _____ Ответ: _____	кулоновским барьером	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
33.	Дополните определение. Величина, характеризующая вероятность взаимодействия элементарной частицы с атомным ядром или другой частицей, называется _____ Ответ: _____	сечением ядерной реакции	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
34.	Дополните определение. Световое излучение, возникающее при движении в веществе электрически заряженных частиц со скоростью,	излучением Вавилова-	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

	превышающей фазовую скорость света в этом веществе, называется ____ Ответ: ____	Черенкова	
35.	Дополните определение. Вольтамперная характеристика конденсатора выражает зависимость силы ионизационного тока от ____ Ответ: ____	напряжени я	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
36.	Дополните определение. Газоразрядный прибор для регистрации ионизирующих излучений, создающий сигнал, амплитуда которого пропорциональна энергии регистрируемой частицы, теряемой в его объеме на ионизацию, называется ____ Ответ: ____	пропорцио нальным счётчиком	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
37.	Дополните определение. Отношение числа ядерных превращений в мишени к числу упавших на эту мишень бомбардирующих ядер называют ____ Ответ: ____	выходом ядерной реакции	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
38.	Дополните определение. Явление существования изотопа в двух различных энергетических состояниях (метастабильном и основном) называют ____ Ответ: ____	ядерной изомерией	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
39.	Дополните определение. Изменение химического состояния атомов после ядерных превращений, не приводящих к изменению заряда ядра, называют ____ Ответ: ____	эффектом Сцилларда -Чалмерса	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
40.	Дополните определение. Радионуклид ^{14}C постоянно образуется в верхних слоях атмосферы при взаимодействии нейтронов космического происхождения с ядрами азота по реакции ____ Ответ: ____	$^{14}\text{N} (n, p)^{14}\text{C}$	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
41.	Дополните определение. При температуре 1 млн. К эффективно протекает реакция слияния ядра дейтерия. Напишите эту реакцию. Ответ: ____	$^2\text{H} + ^2\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + n$	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
42.	Дополните определение. Установка, в которой осуществляется самоподдерживающаяся управляемая цепная ядерная реакция деления, называется ____ Ответ: ____	ядерным реактором	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
43.	Дополните определение. Ускоритель протонов (или ионов), в котором частота ускоряющего электрического поля и магнитное поле постоянны во времени, называется ____ Ответ: ____	циклотрон ом	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
44.	Дополните определение. Различают два типа ядерных реакций с использованием тяжёлых ионов. Назовите их. Ответ: ____	«горячего синтеза» «холодног о слияния»	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
45.	Дополните определение. IUPAC определяет элемент как существующий, если его время жизни превышает ____	10-14 секунд	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

	Ответ: _____		
46.	Процессы, в которых атомные ядра претерпевают превращения в результате их взаимодействия с элементарными частицами и другими атомными ядрами, называют _____ Ответ: _____	ядерными реакциями	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
47.	Дополните определение. В природе углерод встречается в трех видах (называемых изотопами) с разными массами — 12, 13, 14. Изотопы с массами 12, 13 являются стабильными. Изотоп с массой 14 — радиоактивный и имеет период полураспада, равный _____ Ответ: _____	5730 лет	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
48.	Дополните определение. По современным представлениям тяжелые элементы образуются в реакциях захвата нейтронов. Обычно различают _____ и _____ процессы захвата нейтронов. Ответ: _____	быстрый (r); медленный (s)	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
49.	Дополните определение. Излучение, воздействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков (кроме видимого света и ультрафиолетового излучения), называется _____ Ответ: _____	ионизирующим излучением	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
50.	Дополните определение. Ионизирующая способность бета-частиц составляет в воздухе _____ пар ионов на 1 см пробега Ответ: _____	40-150	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
51.	Дополните определение. Радиационные потери обусловлены испусканием β -частицей _____ рентгеновского излучения. Ответ: _____	тормозного	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
52.	Дополните определение. При реакциях «горячего синтеза» энергия возбуждения составляет _____ МэВ. Ответ: _____	20-40	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
53.	Дополните определение. Под действием нейтронов $E_n \approx (0,5-10)$ МэВ часто идет реакция вида _____ Ответ: _____	(n,p)	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
54.	Дополните определение. Большое число ядерных реакций протекает с образованием _____, которое отдает свою энергию возбуждения путем эмиссии γ -квантов и переходит при этом в основное состояние конечного продукта. Ответ: _____	промежуточного составного ядра	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1
55.	Дополните определение. В основе работы сцинтилляционного детектора лежит способность некоторых материалов — сцинтилляторов — преобразовывать энергию ядерных излучений в _____ Ответ: _____	фотоны	УК-1.3 ОПК-3.2 ПК-2.1

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
1	Опишите понятие ионизирующего излучения.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Это излучение, воздействие которого со средой приводит к образованию ионов разных знаков (кроме видимого света и ультрафиолетового излучения).	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
2	Дайте определение понятия прямое ионизирующее излучение.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Непосредственно ионизирующее излучение – заряженные частицы, кинетическая энергия которых достаточна для ионизации среды.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
3	Дайте определение понятия косвенное ионизирующее излучение.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Косвенно ионизирующее излучение – незаряженные частицы, при взаимодействии которых со средой образуется непосредственно ионизирующее излучение.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
4	Дайте характеристику ионизирующей способности α -частиц.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: их ионизирующая способность составляет 100000-250000 пар ионов (в среднем 30000 пар ионов на 1 см пробега).	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
5	Опишите способы взаимодействия α -частиц с веществом.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Альфа-частицам присущи оба вида взаимодействия: Неупругое взаимодействие альфа-частиц с орбитальными электронами (следствие такового взаимодействия – ионизация и возбуждение атомов); Упругое рассеяние альфа-частиц на атомных ядрах.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
6	Дайте характеристику ионизирующей способности β^- -частиц.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Ионизирующая способность невелика и составляет в воздухе 40--150 пар ионов на 1 см пробега.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
7	Опишите взаимодействие β^- -частиц с окружающей средой.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Когда бета-частица взаимодействует с веществом, она тратит энергию: на ионизацию, на радиационные потери и на рассеяние.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции

		компетенции
8	Опишите обратное рассеяние β^- - частиц. Эталон ответа: Рассеяние заряженных частиц малой энергии происходит на кулоновском потенциале ядер вещества рассеивателя. Из-за рассеяния меняются параметры пучка, происходит изменение направления движения β^--частиц, расширение поперечных размеров пучка, имитация магнитного искривления следов частиц, разброс в длине пути, потеря части частиц в пучке, выход β^--частиц из слоя со стороны падающего пучка. В последнем случае частицы являются рассеянными в обратном направлении при однократном, кратном или многократном 2 рассеянии (обратное рассеяние или обратная диффузия).	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
9	Дайте определение излучения Вавилова-Черенкова. Эталон ответа: Световое излучение, возникающее при движении в веществе электрически заряженных частиц (например, электронов) со скоростью, превышающей фазовую скорость света в этом веществе (скорость распространения световых волн).	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
10	Опишите принцип работы ионизационной камеры. Эталон ответа: Простейшая ионизационная камера представляет собой некоторый замкнутый газовый объем, в котором расположены два плоскостных электрода. К электродам прикладывается разность потенциалов U, создающая в рабочем объеме камеры электрическое поле напряженности E. Заряженные частицы, проходя через рабочий объем камеры, производят ионизацию атомов газа, в результате чего вдоль пути частицы образуются электроны и положительные ионы. Под действием электрического поля E они начинают двигаться к соответствующим электродам камеры.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
11	Опишите принцип работы пропорционального счётчика. Эталон ответа: Заряженная частица, проходя через газ, наполняющий пропорциональный счётчик, создаёт на своём пути пары ион — электрон, число которых зависит от энергии, теряемой частицей в газе. При полном торможении частицы в пропорциональном счётчике импульс пропорционален энергии частицы. Под действием электрического поля электроны движутся к аноду, ионы — к катоду. Вблизи анода пропорционального счётчика поле столь велико, что электроны приобретают энергию, достаточную для вторичной ионизации. В результате вместо каждого первичного электрона на анод приходит лавина электронов и полное число электронов, собранных на аноде пропорционального счётчика, во много раз превышает число первичных электронов. Отношение полного числа собранных электронов к первоначальному количеству называется коэффициентом газового усиления.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции

12	Опишите принцип работы детектора Гейгера-Мюллера.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Конструктивно счётчик Гейгера представляет собой цилиндрический конденсатор, заполненный инертным газом. К внутреннему электроду (тонкой металлической нити) приложен положительный потенциал, к внешнему – отрицательный. Функционально счётчик Гейгера за счёт высокой разности потенциалов на электродах работает в таком режиме, когда достаточно появления в объёме детектора одного электрона, чтобы развился мощный лавинообразный процесс, обусловленный вторичной ионизацией (газовое усиление), который способен ионизовать всю область вблизи нити-анода. При этом импульс тока достигает предельного значения (насыщается) и не зависит от первичной ионизации. По существу, при попадании в счётчик Гейгера частицы в нём вспыхивает (зажигается) самостоятельный газовый разряд.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
13	Дайте объяснение понятия фон газоразрядного детектора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Фон определяется космическим излучением, радиоактивностью окружающей среды и радиоактивными загрязнениями материала счетчика.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
14	Опишите разрешающее время детектора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: В течении некоторого времени после попадания в счётчик ионизирующей частицы он не регистрирует другие частицы. Это время называется мёртвым или разрешающим временем счётчика.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
15	Опишите органические сцинтилляторы	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Органические сцинтилляторы изготавливаются в виде монокристаллов, а также жидких и твердых растворов ароматических соединений в растворителях. В отличие от неорганических веществ сцинтиллирующим свойством обладает большое количество органических соединений. Структурным элементом в органических сцинтилляционных кристаллах (терфенил, стльбен, толан и др.) является, как правило, бензольное кольцо.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
16	Опишите разрешающее время сцинтилляционного детектора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Сцинтилляционные счётчики обладают, как правило, малым разрешающим временем: $10^{-5} \dots 10^{-6} \text{ с}^{-1}$. Варьирование сцинтиллятора позволяет сделать сцинтилляционные счётчики чувствительными к одному виду излучения и малочувствительными к другому.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
17	Опишите виды сцинтилляторов.	ПК-2.1 ОПК-3.2
	Эталон ответа:	

	Сцинтиллирующие вещества по механизму возбуждения можно разделить на три группы: неорганические кристаллы (кристаллы или стекла), органические соединения (пластики или жидкости) и газы, а по агрегатному состоянию на твердые, жидкие и газообразные.	УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
18	Опишите неорганические сцинтилляторы Эталон ответа: Неорганические сцинтилляторы Лучшими сцинтилляционными параметрами среди неорганических сцинтилляторов обладают монокристаллы – галогениды щелочных металлов: NaI, CsI, активированные таллием, LiI и CaF ₂ , активированные европием. Также большой интерес представляет сцинтиллятор ZnS, активированный серебром.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
19	Опишите конверсионную эффективность сцинтиллятора. Эталон ответа: Под конверсионной эффективностью, иногда называемой физическим выходом, понимают отношение энергии световой вспышки к энергии, потерянной регистрируемой частицей в сцинтилляторе. Конверсионная эффективность характеризует эффективность преобразования сцинтиллятором энергии заряженной частицы в световую.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
20	Дайте определения понятия спектральный состав излучений Эталон ответа: При прохождении заряженной частицы через сцинтиллятор в нем возникает некоторое число фотонов с той или иной энергией, часть которых поглощена в объеме самого сцинтиллятора, и вместо них будут испущены другие фотоны с несколько меньшей энергией. В результате наружу будут выходить фотоны, спектр которых характерен для данного сцинтиллятора.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
21	Дайте определения понятия фон сцинтилляционного детектора. Эталон ответа: Фон сцинтилляционного счётчика обусловлен, во-первых, космическим излучением окружающей среды, во-вторых, наличием в ФЭУ темнового тока («шумовые» импульсы, связанные, главным образом, с термоэмиссией электронов с фотокатода и с поверхностями диодов) и, в-третьих, существованием в ряде сцинтилляторов явления послесвечения.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
22	Дайте определение ядерной реакции. Эталон ответа: Ядерными реакциями называют процессы, в которых атомные ядра претерпевают превращения в результате их взаимодействия с элементарными частицами и другими атомными ядрами. Эти процессы могут вызвать глобальные изменения в атомных ядрах. Большое число ядерных реакций протекает с образованием промежуточного	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

	составного ядра, которое отдает свою энергию возбуждения путем эмиссии γ -квантов и переходит при этом в основное состояние конечного продукта.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
23	Опишите основное отличие ядерных и химических реакций.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: В ходе химических реакций элементы не теряют свою идентичность. В этих реакциях участвуют только электроны внешней оболочки атомов, в то время как ядра атомов остаются неизменными. В ходе ядерных реакций, ядра атомов претерпевают изменения и, следовательно, в результате образуются новые элементы.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
24	Опишите механизм прямого ядерного взаимодействия.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Существуют процессы, в которых взаимодействие быстрого нуклона с ядром происходит как столкновение налетающей частицы лишь с одним-двумя нуклонами ядра-мишени или как обмен какой-либо частицей. В этих случаях образования составного ядра не происходит. Простейшими примерами реакций такого вида являются реакции срыва при которых один нуклон бомбардирующего ядра дейтона передается ядру мишени; а также реакции подхвата, когда один нуклон ядра-мишени передается пролетающей частице	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
25	Опишите тепловой эффект ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Ядерная реакция характеризуется тепловым эффектом, который представляет собой разность масс покоя вступающих в ядерную реакцию и образующихся в результате реакции ядер, выраженную в энергетических единицах, т.е. энергетический эффект ядерной реакции определяется в основном разницей дефектом масс конечных и исходных ядер.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
26	Опишите энергетический порог ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Порог реакции - минимальная кинетическая энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат, при которой возможна ядерная реакция. Порог реакции не совпадает с энергией реакции. Порог ядерной реакции $E_{пор}$ всегда больше энергии реакции Q на величину энергии связанной с движением центра инерции в лабораторной системе координат. Необходимым, но недостаточным условием протекания ядерной реакции является $Q + E_a > 0$.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
27	Опишите сечение ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Величина, характеризующая вероятность взаимодействия элементарной частицы с атомным ядром или другой частицей. Вероятность ядерной реакции характеризуют эффективным поперечным сечением или просто сечением, σ . $\sigma = n/n_0 N$,	

	где n -число ядерных реакций в 1 времени; n_0 -поток бомбардирующих ядерных частиц в 1 времени; N - число ядер на 1 см^2 мишени.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
28	Перечислите функции возбуждения ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Важной характеристикой реакции является зависимость эффективного сечения от кинетической энергии падающей частицы: $\sigma = f(E).$ Эти зависимости называют функциями возбуждения ядерной реакции.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
29	Дайте определение понятия выход ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Вероятность ядерной реакции характеризуют выходом ядерной реакции, т.е. отношением числа ядерных превращений в мишени к числу упавших на эту мишень бомбардирующих ядер.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
30	Опишите химические последствия ядерной реакции.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Химические последствия радиоактивного распада представляют собой изменения, происходящие под влиянием самопроизвольных процессов, протекающих в ядре одного из атомов, входящих в состав молекулы. Наиболее интересными из таких процессов являются изомерный переход и β^--распад.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
31	Опишите горение дейтерия.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Эталон ответа: Температура в центре протозвезды составляет всего 1 млн. К. При такой температуре эффективно протекает реакция слияния ядра дейтерия ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + n + 3.27 \text{ МэВ}$. Дейтерий, как и ${}^4\text{He}$, образуется на дозвёздной стадии эволюции Вселенной и его содержание в протозвезде $10^{-4} - 10^{-5}$ от содержания протонов. Однако этого количества дейтерия достаточно для появления в центре протозвезды эффективного источника энергии.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
32	Перечислите причины ядерных реакций в звёздах	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
	Процесс гравитационного сжатия звезды с повышением температуры будет продолжаться до тех пор пока температура в центре звезды не поднимется до 10^7 К. Гравитационное сжатие будет остановлено начавшейся ядерной реакцией горения водорода. Если считать, что Солнце состоит только из водорода и в результате ядерной реакции $4p \rightarrow {}^4\text{He}$ происходит полное сгорание водорода и превращение его в гелий. Во время стадии главной последовательности, которая занимает около 90 % срока жизни звезды, в её ядре идут именно эти реакции.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
33	Дайте определения понятия предел устойчивости ядер в модели жидкой капли.	ПК-2.1

	Эталон ответа: Когда мы по карте изотопов продвигаемся за уран, время жизни ядер резко сокращается: от урана ($Z = 92$) до фермия ($Z = 100$) оно падает на 20 с лишним порядков. В области самых тяжелых элементов спонтанное деление становится основным видом распада. Предсказали это явление Н. Бор и Дж. Уилер в 1939 г. Согласно разработанной ими модели жидкой капли, какой представлялось ядро, предел стабильности ядер ожидался для элементов с $Z = 104-106$.	ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
34	Опишите основания для введения оболочечной модели ядра. Эталон ответа: Основанием для введения модели служит наличие магических чисел у ядер, свидетельствующее, что у ядер так же, как у атомов, существуют оболочки. Таким образом, главным предположением в модели является наличие оболочки ядра – совокупности близких по энергии уровней. Оболочечная модель ядра позволила объяснить спины и магнитные моменты ядер, различную устойчивость атомных ядер, а также периодичность изменений их свойств. Эта модель особенно хорошо применима для описания легких и средних ядер, а также для ядер, находящихся в основном (невозбужденном) состоянии.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
35	Дайте определение понятия синтез элементов в циклотронах. Эталон ответа: Циклотрон – ускоритель протонов (или ионов), в котором частота ускоряющего электрического поля и магнитное поле постоянны во времени. Частицы движутся в циклотроне по плоской развёртывающейся спирали. Тяжелые заряженные частицы (протоны, ионы) попадают в камеру из инжектора вблизи центра камеры и ускоряются переменным полем фиксированной частоты, приложенным к ускоряющим электродам. На циклотронах реализован комплекс по производству радиоактивных изотопов йода-123, фтора-18, углерода-11, азота-13, кислорода-15, рубидия-81, галлия-67, индия-111, таллия-201 и радиофармпрепаратов (РФП) на их основе.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
36	Перечислите методы синтеза элементов с порядковыми номерами выше 100. Эталон ответа: Трансурановые элементы с атомными номерами до 100 можно получить в ядерном реакторе путем «надстройки» ядер изотопа урана-238 при столкновении их с нейтронами. Все элементы с номерами выше 100 и массовыми числами более 257 получают только в ускорителях и в незначительных количествах. Для получения сверхтяжелых трансуранидов ядра урана бомбардируются ионами ксенона, гадолиния, самария, урана и др., которые обладают достаточно высокой энергией. Особенно эффективна бомбардировка ионами самого урана, в результате которой образуются тяжелые промежуточные ядра.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
37	Опишите понятие «сверхтяжелые элементы». Эталон ответа: Сверхтяжелые элементы, также известные как трансактинидные элементы, трансактиниды или сверхтяжелые элементы, представляют собой химические	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3

	элементы с атомным номером больше 103. Сверхтяжелыми элементами являются элементы, находящиеся за актинидами в периодической таблице. Гленн Т. Сиборг впервые предложил концепцию актинида, которая привела к принятию серии актинидов. Он также предложил трансактинидный ряд, простирающийся от 104-го элемента до 121, и суперактинидный ряд, приблизительно охватывающий элементы от 122 до 153.	
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
38	Перечислите типы ядерных реакций для синтеза сверхтяжелых элементов. Эталон ответа: Для синтеза сверхтяжелых элементов были использованы реакции с участием многонуклонных бомбардирующих заряженных частиц – тяжелых ионов. Различают два типа ядерных реакций с использованием ионов – реакции «горячего синтеза» и «холодного слияния». Основным критерием при такой классификации является энергия возбуждения компаунд-ядра. Основным преимуществом реакций «холодного слияния» перед «горячим синтезом» является образование компаунд-ядер в менее возбужденном состоянии.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
39	Опишите холодное слияние ядер. Эталон ответа: Продвижение в область элементов тяжелее 106 стало возможным после открытия в реакциях «холодного слияния». В этих реакциях в качестве мишенного материала используются «магические» ядра стабильных изотопов : ^{208}Pb ($Z = 82$, $N = 126$) или ^{209}Bi ($Z = 83$, $N = 126$), которые бомбардируются ионами тяжелее аргона. В процессе холодного слияния высокая энергия связи нуклонов в «магическом» ядре мишени приводит к поглощению энергии при перестройке двух взаимодействующих ядер в тяжёлое ядро суммарной массы.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3
№ KB	Контрольный вопрос	Проверяемые компетенции
40	Опишите метод горячего синтеза. Эталон ответа: При реакциях «горячего синтеза» энергия возбуждения составляет 20-40 МэВ. С помощью реакций этого типа были синтезированы элементы вплоть до 108.	ПК-2.1 ОПК-3.2 УК-1.3