

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА / NUCLEAR PHYSICS

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

образовательная программа

Radiation technologies in life sciences

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Ядерная физика / Nuclear physics» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Ядерная физика / Nuclear physics» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций	З-ПК-3 Знать основные физические законы и методы обработки данных; У-ПК-3 Уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3 Владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 5 семестр			
1.	Разделы 1 и 2 (2.1)	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Собеседование
2.	Разделы 2 (2.2) и 3	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Контрольная работа

			Тестирование
Промежуточная аттестация, 5 семестр			
	Экзамен	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Экзаменационные билеты

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно / Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно / Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Семестр 5			
Текущая аттестация		36	60
Контрольная точка № 1		12	20
Собеседование		12	20
Контрольная точка № 2		24	40
Контрольная работа		12	20
Тест		12	20
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа «Radiation technologies in life sciences»
Дисциплина Ядерная физика / Nuclear physics

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Состав, размеры и форма атомных ядер.
.....
2. Особенности прохождения α -частиц через вещество.
.....
3. Вычислить удельные активности радионуклидов ^{24}Na и ^{238}U , периоды полураспада которых равны 15 часов и $4,5 \cdot 10^9$ лет, соответственно.
.....

Составитель _____ В.А. Рощенко
(подпись)

Руководитель ООП _____ А.А. Удалова
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	<u>14.03.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Radiation technologies in life sciences»</u>
Дисциплина	<u>Ядерная физика / Nuclear physics</u>

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Состав, размеры и форма атомных ядер.
2. Сопоставление радиоактивного распада и активации.
3. Спин и магнитный момент атомных ядер.
4. Масса и энергия связи атомных ядер.
5. Уровни энергии возбужденного ядра и их характеристики.
6. Виды радиоактивности и законы радиоактивного распада.
7. Энергия α -распада и спектры α -частиц.
8. Радиоактивные семейства и правила смещения при α -распаде.
9. Понятия о механизме и теории α -распада.
10. Особенности прохождения α -частиц через вещество.
11. Виды и энергия бета - распада. Дорожка стабильности.
12. Энергетическое распределение электронов при β - распаде.
13. Основные эффекты взаимодействия заряженных частиц с веществом.
14. Особенности прохождения электронов через вещество.
15. Вероятности γ -переходов и правила отбора.
16. Источники γ -излучения.
17. Основные эффекты взаимодействия γ -излучения с веществом.
18. Ядерная изомерия.
19. Внутренняя конверсия электронов.
20. Общий характер взаимодействия γ -излучения с веществом.
21. Ядерные реакции. Классификация, энергетическая диаграмма.
22. Понятие о сечении ядерной реакции и его энергетической зависимости.
23. Законы сохранения в ядерных реакциях и их особенности.
24. Составное ядро. Гипотеза Н.Бора, каналы реакции.
25. Выделение и поглощение энергии в ядерных взаимодействиях. Примеры.
26. Упругое рассеяние частиц. Импульсная диаграмма.
27. Радиационный захват нейтронов. Значение и особенности реакции.
28. Деление ядер. Основные свойства.
29. Понятие о теории деления ядер.
30. Запаздывающие нейтроны деления ядер.
31. Деление ядер спонтанное и вынужденное. Энергия, выделяемая при делении.
32. Механизм деления. Энергетический барьер деления.
33. Вторичные нейтроны деления ядер.

34. Трековые детекторы. Искровые камеры.
35. Трековые детекторы. Ядерные фотоэмульсии.
36. Трековые детекторы. Пузырьковые камеры.
37. Трековые детекторы. Камеры Вильсона.
38. Недостатки и достоинства сцинтилляционных детекторов.
39. Фотоэлектронные умножители. Конструкция и назначение.
40. Сцинтилляционные детекторы, принципы работы.
41. Достоинства полупроводниковых детекторов, примеры спектров.
42. Принципы работы полупроводниковых детекторов.
43. Полупроводниковые детекторы. Требования к материалам.
44. Газовые детекторы ионизирующих излучений. Основные требования.
45. Ионизационные камеры. Принцип действия, достоинства и недостатки.
46. Счетчики Гейгера-Мюллера. Принцип действия, достоинства.
47. Пропорциональные счетчики. Принцип действия, достоинства.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Студент считается допущенным к сдаче экзамена при условии выполнения им программы дисциплины и получения за работу в семестре не менее 35 баллов. На экзамене студентам предлагается ответить на два теоретических вопроса и решить задачу из разных разделов программы.

Описание шкалы оценивания:

Итоговая оценка по дисциплине (максимум 100) определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра (максимум 60), и баллов, полученных при сдаче экзамена (максимум 40). **Ответ студента на экзамене оценивается в интервале 20–40 баллов. Для сдачи экзамена необходимо набрать суммарно не менее 60 баллов.**

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Исчерпывающий ответ на вопросы билета, правильное решение задачи.
Хорошо 30-35	При ответе на вопросы были допущены некоторые неточности в определениях, в выводах формул, правильно сформулирован подход к решению задачи.
Удовлетворительно 20-29	Не дан ответ на один из вопросов, или не сформулирован даже подход к решению задачи, или допущены грубые ошибки, непонимание некоторых разделов курса при ответе на теоретические вопросы при правильно решенной задаче.
Неудовлетворительно 20 и меньше	Нет правильного ответа ни на один теоретический вопрос и не решена задача или нет ответа на один из вопросов экзаменационного билета и на дополнительные вопросы по дисциплине и не сформулирован даже подход к решению задачи.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.03.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radiation technologies in life sciences»
Дисциплина	Ядерная физика / Nuclear physics

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Раздел 1. Атомное ядро

- 1 Случайные события и случайные величины.
- 2 Функция распределения и ее характеристики.
- 3 Что называется биномиальным распределением и к каким случайным величинам оно применяется.
- 4 Что называется распределением Пуассона? Привести примеры распределения и объяснить изменение формы при изменении среднего значения.
- 5 Что называется распределением Гаусса? Привести пример аппроксимации распределения Пуассона распределением Гаусса.
- 6 Привести примеры применения дискретных распределений в ядерной физике.
- 7 Выборочные среднее и дисперсия. Их свойства.
- 8 Причины появления и примеры систематических и случайных ошибок.
- 9 Практическое значение статистических методов анализа экспериментальных данных.
- 10 Что называется периодом полураспада?
- 11 Какие ядра называются радиоактивными?
- 12 Что называется активацией?
- 13 Физический смысл области устойчивости стабильных ядер и способы распада нестабильных ядер, лежащих выше и ниже области устойчивости.
- 14 Закономерности радиоактивного распада, физический смысл λ , τ , $T_{1/2}$ и выражения, их связывающие.
- 15 Дать определение периода полураспада и показать методику определения $T_{1/2}$ по результатам измерений уменьшения активности образца во времени.
- 16 Закон накопления числа радиоактивных ядер при активации.
- 17 Показать на графике способы определения $T_{1/2}$ и A_0 .
- 18 Что показывают кривые интегрального и дифференциального распределений α -частиц?
- 19 Определение тонкого и толстого α -источника.
- 20 Виды потерь энергии α -частиц при прохождении через вещество и их вклад при различных энергиях α -частиц.
- 21 Чем объяснить прямолинейный путь α -частиц в воздухе?
- 22 Как изменяются (начертить) интегральная и дифференциальная кривые при изменении давления воздуха в объеме между источником и детектором для тонкого α -источника?
- 23 Как объяснить разброс длин пробегов для монохроматических α -частиц?
- 24 Оценить естественную ширину распределения α -частиц по длинам пробега.
- 25 Оценить средние потери энергии α -частиц в источнике.

- 26 Источник β -излучения, детектор и схема экспериментального устройства для изучения поглощения бета-частиц в веществе.
- 27 Виды β -распада.
- 28 Спектр β -распада.
- 29 Виды потерь энергии β -частиц в веществе.
- 30 Метод определения коэффициента ослабления по толщине половинного ослабления.
- 31 Что такое пробег электронов и особенности их движения в веществе.
- 32 Процессы взаимодействия γ -квантов с веществом.
- 33 Написать выражения для определения линейного и массового коэффициентов ослабления для всех процессов взаимодействия.
- 34 Подсчитать массовые коэффициенты поглощения для различных материалов поглотителя и сделать заключение о влиянии комптоновского процесса взаимодействия при исследуемой энергии γ -квантов.
- 35 Устройство и принцип действия сцинтилляционного детектора.
- 36 Возможный эффект нарушения экспоненциальной зависимости ослабления интенсивности вследствие многократного комптоновского рассеяния.
- 37 Найти толщину слоя поглотителя половинного ослабления потока γ -квантов для одного из веществ (по заданию преподавателя).
- 38 Возникновение γ -излучения в источнике ^{137}Cs .

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- полнота ответов на вопросы;
- умение пояснить связь между различными физическими величинами;

Описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за собеседование – 20 баллов.

Если студент набрал за собеседование меньше 12 баллов и если отсутствовал по неуважительной причине, он имеет возможность пересдать собеседование с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится.

Отметка «отлично» ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.03.02 «Ядерные физика и технологии»
Образовательная программа	«Radiation technologies in life sciences»
Дисциплина	Ядерная физика / Nuclear physics

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант

1.....

Задание 1

Определить минимальную кинетическую энергию нейтрона, при которой начинается реакция $^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$.

Задание 2

Радионуклид ^{32}P , период полураспада которого $T_{1/2} = 14,3$ суток, образуется в ядерном реакторе с постоянной скоростью $q = 2,7 \cdot 10^9 \text{ ядер/с}$. Через сколько времени после начала образования его активность станет равной $1,0 \cdot 10^9 \text{ Бк}$.

Вариант

2.....

Задание 1

Вычислить энергию, выделяемую в реакциях $^{89}\text{Y}(n, p)$ и $^{89}\text{Y}(n, \alpha)$. Энергии связи на один нуклон ядер ^4He , ^{89}Y , ^{89}Sr и ^{86}Rb равны 7.074, 8.717, 8.706 и 8.697 МэВ, соответственно.

Задание 2

Вычислить удельные активности ^{24}Na и ^{235}U , периоды полураспада которых равны 15 часов и $7,1 \cdot 10^8 \text{ лет}$ соответственно.

Вариант

3.....

Задание 1

Вычислить в а.е.м. массу ^{27}Al , энергия связи ядра которого равна 224,9586 МэВ.

Задание 2

Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых равен 71,3 суток, распадется за месяц (30 суток)?

Вариант 4

.....
Задание 1

Рассчитать удельные энергии связи ядер ${}^9\text{Be}$, ${}^{19}\text{F}$, ${}^{127}\text{I}$ и ${}^{210}\text{Bi}$. Пояснить полученные результаты.

Задание 2

Активность препарата ${}^{24}\text{Na}$ через 20 часов стала равной $1,0 \cdot 10^9 \text{ Бк}$. Найти активность свежеприготовленного препарата и его удельную активность.

.....

Вариант 5

.....
Задание 1

Какая энергия выделится при делении ядра ${}_{92}^{236}\text{U}$ на ядра ${}^{144}\text{Ba}$ и ${}^{92}\text{Kr}$, если удельные энергии связи на один нуклон этих ядер равны 7,59 8,26 8,57 МэВ?

Задание 2

Активность некоторого радиоизотопа уменьшается в 2,5 раза за 7 суток. Найти его период полураспада

.....

Критерии оценки:

Задача 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Задача 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за контрольную работу – 20 баллов.

Если студент набрал за контрольную работу меньше 12 баллов и если отсутствовал по неуважительной причине во время контрольной работы, студент имеет возможность переписать её с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится.

Оценка	Критерии
Отлично 20 баллов	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул и соответствующей статистики и др.
Хорошо 16-19 баллов	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
Удовлетворительно 12-15 баллов	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
Неудовлетворительно меньше 12	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	<u>14.03.02 «Ядерные физика и технологии»</u>
Образовательная программа	<u>«Radiation technologies in life sciences»</u>
Дисциплина	<u>Ядерная физика / Nuclear physics</u>

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Вариант 1

1. Из каких частиц состоит атомное ядро?

Варианты ответа:

- 1) из протонов и электронов
- 2) из протонов и нейтронов
- 3) из нейтронов и электронов
- 4) из протонов, нейтронов и гамма-квантов

2. Какие ядра называются изотопами?

Варианты ответа:

- 1) ядра с одинаковым числом протонов
- 2) ядра с одинаковым числом нейтронов
- 3) ядра с одинаковым числом нуклонов
- 4) ядра, имеющие достаточно долгоживущие (метастабильные) энергетические уровни

3. Во сколько раз меньше нейтронов содержит ядро атома азота с массовым и зарядовым числами 14 и 7, чем ядро цинка с массовым и зарядовым числами 65 и 30?

Варианты ответа:

- 1) 2,5
- 2) 2
- 3) 5
- 4) 3,6

4. Как радиус ядра связан с числом нуклонов в нем?

Варианты ответа:

- 1) $R = r_0 \cdot A^{1/2}$
- 2) $R = A^{1/4}$
- 3) $R = r_0 \cdot A^{1/3}$
- 4) $R = r_0 + A^{1/3}$

5. Как соотносится 1 а.е.м. с 1 МэВ?

Варианты ответа:

- 1) 1 а.е.м. = 931,5 МэВ
- 2) 1 а.е.м. = 93,15 МэВ МэВ
- 3) 1 а.е.м. = 9315 МэВ
- 4) 1 а.е.м. = 9,315 МэВ

6. Какая величина называется полной энергией связи атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n + M(A, Z)] \cdot c^2$
- 2) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$
- 3) $\Delta E(A, Z) = [M(A, Z) - Zm_p - (A - Z)m_n] \cdot c^2$
- 4) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

7. Как в общем виде записывается условие устойчивости ядра (A,Z) по отношению к распаду на части (A₁,Z₁) и (A₂,Z₂)?

Варианты ответа:

- 1) $M(A, Z) > M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 2) $M(A, Z) < M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 3) $M(A, Z) = M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 4) $\Delta E(A, Z) < \Delta E(A_1, Z_1) + \Delta E(A_2, Z_2)$

8. Какая физическая величина называется магнитным моментом?

Варианты ответа:

- 1) $\vec{\mu} = g \cdot \vec{I}$
- 2) $\vec{\mu} = g - \vec{I}$
- 3) $\vec{\mu} = g + \vec{I}$
- 4) $\vec{\mu} = g / \vec{I}$

9. Кем, когда и как была открыта радиоактивность?

Варианты ответа:

- 1) Беккерель в 1896 г. обнаружил, что уран испускает невидимое излучение, способное проникать через черную бумагу и засвечивать фотопластинку
 - 2) Ф. и И. Жолио-Кюри в 1934 г. обнаружили, что при распаде некоторых ядер образуются частицы с положительным зарядом
 - 3) Э. Резерфорд в 1911 г. при изучении рассеяния альфа-частиц
 - 4) П. Виллард в 1900 г. при открытии гамма-лучей при изучении распада урана
10. Как записывается основной закон радиоактивного распада в интегральной форме?

Варианты ответа:

- 1) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
- 2) $N(t) = \int e^{-\lambda t} dt$
- 3) $N(t) = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$
- 4) $N(t) = \int (1 - e^{-\lambda t}) dt$

11. Какая величина называется активностью?

Варианты ответа:

- 1) активность выражается числом распадов в образце в 1 секунду
- 2) активность выражается энергией, выделяющейся в образце при радиоактивном распаде за 1 секунду
- 3) активность выражается числом распадов в образце за период полураспада
- 4) активность выражается энергией, выделяющейся в образце при радиоактивном распаде за период полураспада

12. Какие единицы используются для выражения активности в системе СИ и на практике?

Варианты ответа:

- 1) в системе СИ: $1 \text{ Бк} = 1 \text{ распаду в секунду}$; на практике: $1 \text{ Ки} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$
- 2) в системе СИ: $1 \text{ Ки} = 1 \text{ распаду в секунду}$; на практике: $1 \text{ Бк} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Ки}$
- 3) в системе СИ: $1 \text{ Бк} = 1 \text{ распаду в секунду}$; на практике: $1 \text{ Ки} = 10^{10} \text{ Бк}$
- 4) в системе СИ: $1 \text{ Ки} = 1 \text{ распаду в секунду}$; на практике: $1 \text{ Бк} = 10^{10} \text{ Ки}$

13. Что называется вековым равновесием?

Варианты ответа:

- 1) масс покоя ядра не меняется веками
- 2) активность радионуклида не меняется веками
- 3) энергии связи двух радионуклидов равны
- 4) радиоактивное равновесие, поддерживаемое веками

14. Какова природа и основные свойства альфа-частиц?

Варианты ответа:

- 1) α -частица – это частица с нейтральным электрическим зарядом и массой $\rightarrow 0$.
- 2) α -частица – это частица с зарядом $= e$ и массой $= 2 \text{ а.е.м.}$
- 3) α -частица – это неустойчивая частица с отрицательным электрическим зарядом.
- 4) α -частица – это ядро ${}^4\text{He}$ с зарядом $Z=2$ и общим числом нуклонов $A=4$

15. Какие встречаются разновидности энергетических спектров альфа-частиц?

Варианты ответа:

- 1) Линейчатые и непрерывные.
- 2) Простые, с тонкой структурой и с длиннопробежными α -частицами.
- 3) Альфа-спектр имеет форму кривой Максвелла
- 4) Альфа-спектр имеет форму кривой Гаусса

16. Каковы основные особенности взаимодействия альфа-частиц с веществом?

Варианты ответа:

- 1) прямолинейная траектория, быстрые потери энергии на ионизацию, возбуждение атомов среды и как следствие – относительно небольшие пробеги и практически однозначная связь пробега с энергией
- 2) криволинейная траектория, медленные потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов среды и как следствие – большие пробеги и неоднозначная связь пробега с энергией
- 3) прямолинейная траектория, медленные потери на ионизацию и торможение

4) Нет правильного варианта ответа

16. Что называется гамма-квантом?

Варианты ответа:

- 1) Пакет электромагнитных волн с очень маленькой длиной волны.
- 2) Элементарные частицы с нулевым зарядом и отличной от нуля массой покоя.
- 3) Элементарные частицы с нулевой массой покоя и отличным от нуля зарядом.
- 4) Пакет электромагнитных волн с большой длиной волны.

17. Какие существуют основные виды взаимодействия частиц и гамма-квантов с атомными ядрами?

Варианты ответа:

- 1) Только рассеяние.
- 2) Рассеяние и ядерные реакции.
- 3) Только ядерные реакции.
- 4) Нет правильного варианта ответа

18. Каков физический смысл понятия эффективного сечения? Существует ли однозначная связь между эффективным сечением и геометрическим размером ядра?

Варианты ответа:

- 1) Эффективное сечение выражает вероятность ядерной реакции в расчете на одно ядро и одну падающую частицу.
- 2) Нет правильного варианта ответа
- 3) Эффективное сечение – отношение числа реакций в образце N_p к числу попавших в него частиц N_0
- 4) Эффективное сечение – число попавших в образец частиц.

19. Какие ядра делятся тепловыми нейтронами, а какие не делятся?

Варианты ответа:

- 1) Делятся ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu ; не делятся ^{232}Th , ^{234}U , ^{238}U , ^{240}Pu , ^{242}Pu .
- 2) Делятся ^{238}U , ^{234}U , ^{240}Pu ; не делятся ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu .
- 3) Нет правильного варианта ответа
- 4) Делятся все тяжелые ядра.

20. Почему возникающие при делении тяжелых ядер осколки оказываются нестабильными нуклидами?

Варианты ответа:

- 1) Потому что они оказываются перегруженными нейтронами.
- 2) Потому что они оказываются перегруженными протонами.
- 3) Нет правильного варианта ответа

Вариант 2

1. Что называется массовым числом,

Варианты ответа:

- 1) число протонов в ядре
- 2) число нейтронов в ядре
- 3) число электронов в ядре
- 4) число нуклонов в ядре

2. Какие ядра называются изобарами?

Варианты ответа:

- 1) ядра с одинаковым числом протонов
- 2) ядра с одинаковым числом нейтронов
- 3) ядра с одинаковым числом нуклонов
- 4) ядра, имеющие достаточно долгоживущие (метастабильные) энергетические уровни

3. Во сколько раз меньше нейтронов содержит ядро атома натрия с массовым и зарядовым числами 20 и 11, чем ядро молибдена с массовым и зарядовым числами 96 и 42?

Варианты ответа:

- 1) 2,5 3) 5
- 2) 6 4) 3,6

4. Из чего складывается электрический заряд атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) заряд атомного ядра – это произведение числа протонов в ядре на элементарный заряд
- 2) заряд атомного ядра – это произведение числа нейтронов в ядре на элементарный заряд
- 3) заряд атомного ядра – это произведение числа нуклонов в ядре на элементарный заряд
- 4) заряд атомного ядра – это произведение числа электронов в атоме на элементарный заряд

5. Какая величина называется полной энергией связи атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n + M(A, Z)] \cdot c^2$
- 2) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$
- 3) $\Delta E(A, Z) = [M(A, Z) - Zm_p - (A - Z)m_n] \cdot c^2$
- 4) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

6. Какая величина называется дефектом массы ядра?

Варианты ответа:

- 1) предыдущая величина, выраженная в массовых единицах
- 2) отличие измеренной массы ядра от рассчитанной
- 3) ошибка при измерении массы ядра
- 4) отличие массы атома, выраженной в атомных единицах массы, от массового числа

7. Какая величина называется удельной энергией связи (или средней энергией связи, приходящейся на один нуклон в ядре) $\bar{\varepsilon}$?

Варианты ответа:

1) $\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta E(A, Z)}{Z}$

3) $\bar{\varepsilon} = \Delta E(A, Z)$

2) $\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta E(A, Z)}{N}$

4) $\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta E(A, Z)}{A}$

8. Какие ядра называют стабильными, а какие - не стабильными?

Варианты ответа:

1) стабильные ядра существуют бесконечно долго, не изменяя своих свойств, а нестабильные ядра самопроизвольно распадаются с испусканием различных частиц

2) стабильные ядра не расщепляются никакими попадающими в них частицами, а нестабильные - расщепляются

3) стабильные ядра не делятся нейтронами, а нестабильные - делятся

4) стабильные ядра - ядра, находящиеся в основных состояниях, а нестабильные – в возбужденных состояниях

9. Как выражается момент количества движения в квантовой механике?

Варианты ответа:

1) $P = \hbar \cdot \sqrt{I(I+1)}$

2) $P = \hbar \cdot I(I+1)$

3) $P = m \cdot v^2$

4) $P = J \cdot \omega$

10. Какие известны виды радиоактивного распада?

Варианты ответа:

1) α -, β -, γ -распад

2) α -, β - распад

3) α -, β -, γ -распад и спонтанное деление

4) деление под действием нейтронов

11. Как записывается основной закон радиоактивного распада в интегральной форме?

Варианты ответа:

1) $N(t) = \int e^{-\lambda t} dt$

2) $N(t) = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$

3) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

4) $N(t) = \int (1 - e^{-\lambda t}) dt$

12. Что называется периодом полураспада?

Варианты ответа:

1) время, в течение которого распадется половина исходного количества ядер радиоактивного нуклида

- 2) интервал времени, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер радиоактивного нуклида, а за следующий такой же интервал времени – вторая половина ядер
- 3) время, в течение которого исходное количество ядер радиоактивного нуклида уменьшится в e раз
- 4) время, в течение которого устанавливается вековое равновесие

13. Какой процесс называется альфа-распадом?

Варианты ответа:

- 1) ядерная реакция под действием α -частицы
- 2) радиоактивный распад, при котором ядро разваливается на отдельные α -частицы
- 3) радиоактивный распад, при котором ядра испускают α -частицы
- 4) ионизация и возбуждение атомов под действием α -частицы

14. Сколько пар ионов может создать на своем пути в веществе альфа-частица с начальной энергией T_α ?

Варианты ответа:

- 1) $N = T_\alpha / w$, где w – энергия образования одной пары ионов
- 2) $N = T_\alpha \cdot w$, где w – энергия образования одной пары ионов
- 3) $N = \frac{T_\alpha + w}{w}$, где w – энергия образования одной пары ионов
- 4) $N = \frac{T_\alpha - w}{T_\alpha}$, где w – энергия образования одной пары ионов

15. Какие известны разновидности бета-распада?

Варианты ответа:

- 1) β^- - распад, β^+ - распад и E – захват.
- 2) β^- - распад и β^+ - распад.
- 3) β^- - распад.
- 4) β^+ - распад и E – захват.

16. Как энергия фотона выражается через частоту электромагнитных колебаний или длину волны?

Варианты ответа:

- 1) $\varepsilon = \hbar\omega$.
- 2) $\varepsilon = \hbar\lambda$
- 3) $\varepsilon = \hbar\omega^2$
- 4) $\varepsilon = \hbar\lambda^2$

17. Как ядерные реакции записываются в развернутой и в сжатой форме?

Варианты ответа:

- 1) Развернутая форма записи: $A+a \rightarrow v+B$; сжатая форма $A(a,v)B$.
- 2) Развернутая форма записи: $A+a \rightarrow v+B$; сжатая форма $A,a \rightarrow v,B$.
- 3) Невозможно записать ядерную реакцию в сжатой форме.
- 4) Развернутая форма записи: $A+a \rightarrow v+B$; сжатая форма $(A,a)=(v,B)$.

18. В каких единицах измеряют эффективные сечения ядерных реакций?

Варианты ответа:

- 1) В Ку: $1 \text{ Ку} = 10^{-10} \text{ см}^3$
- 2) В барнах: $1 \text{ барн} = 10^{-10} \text{ см}^2$
- 3) В барнах: $1 \text{ барн} = 10^{-24} \text{ см}^2$
- 4) В барнах: $1 \text{ барн} = 10^3 \text{ см}$

19. Какая энергия выделяется в процессе деления атомных ядер?

Варианты ответа:

- 1) около 200 МэВ.
- 2) около 10 МэВ.
- 3) около 1 МэВ.
- 4) Нет правильного варианта ответа

20. Какой вид радиоактивности характерен для осколков деления? Почему?

Варианты ответа:

- 1) β^- – распад, при котором избыточные нейтроны превращаются в протоны.
- 2) β^+ – распад, при котором избыточные протоны превращаются в нейтроны.
- 3) α – распад.
- 4) электронный захват.

Вариант 3

1. Какие ядра называются изотонами?

Варианты ответа:

- 1) ядра с одинаковым числом протонов
- 2) ядра с одинаковым числом нейтронов
- 3) ядра с одинаковым числом нуклонов
- 4) ядра, имеющие достаточно долгоживущие (метастабильные) энергетические уровни

2. Из чего складывается электрический заряд атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) заряд атомного ядра – это произведение числа протонов в ядре на элементарный заряд
- 2) заряд атомного ядра – это произведение числа нейтронов в ядре на элементарный заряд
- 3) заряд атомного ядра – это произведение числа нуклонов в ядре на элементарный заряд
- 4) заряд атомного ядра – это произведение числа электронов в ядре на элементарный заряд

3. Как вычислить полную энергию связи атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n + M(A, Z)] \cdot c^2$
- 2) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$
- 3) $\Delta E(A, Z) = [M(A, Z) - Zm_p - (A - Z)m_n] \cdot c^2$
- 4) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

4. Чему равно среднее значение удельной энергии связи для всех ядер?

Варианты ответа:

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1) 1 МэВ/нуклон | 3) 8 МэВ/нуклон |
| 2) 5 МэВ/нуклон | 4) 10 МэВ/нуклон |

5. Как строится таблица нуклидов?

Варианты ответа:

- 1) по горизонтали откладывается число протонов в ядре Z , по вертикали – число нейтронов N , и в каждой клеточке располагается один нуклид
- 2) по горизонтали откладывается число нуклонов в ядре A , по вертикали – число нейтронов N , и в каждой клеточке располагается один нуклид
- 3) также как в таблице Менделеева, но в каждой клеточке указываются все изотопы данного элемента
- 4) по горизонтали откладывается число нейтронов в ядре N , по вертикали – число протонов Z , и в каждой клеточке располагается один нуклид

6. Как происходят переходы ядер из одних состояний в другие?

Варианты ответа:

- 1) только посредством испускания альфа-частицы
- 2) только посредством испускания гамма-кванта
- 3) только посредством испускания нуклона
- 4) посредством испускания гамма-кванта или нуклона в зависимости от энергии возбуждения

7. Как записывается основной закон радиоактивного распада в интегральной форме?

Варианты ответа:

- | | |
|--|--|
| 1) $N(t) = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$ | 3) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ |
| 2) $N(t) = \int e^{-\lambda t} dt$ | 4) $N(t) = \int (1 - e^{-\lambda t}) dt$ |

8. Как активность образца A выражается через число ядер в нем N и константу распада λ ?

Варианты ответа:

- | | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1) $A = \lambda \cdot N$ | 3) $A = N \cdot e^{-\lambda t}$ |
| 2) $A = \frac{N}{\lambda}$ | 4) $A = N \cdot (1 - e^{-\lambda t})$ |

9. Чем родоначальник семейства отличается от всех других членов своего семейства?

Варианты ответа:

- 1) родоначальник семейства обладает наибольшим периодом полураспада по сравнению со всеми остальными членами семейства
- 2) родоначальник семейства обладает наименьшим периодом полураспада по сравнению со всеми остальными членами семейства
- 3) родоначальник семейства распадается посредством α -распада, а остальные члены семейства испытывают β^- -распад
- 4) родоначальник семейства распадается посредством β^- -распада, а остальные члены семейства испытывают α -распад

10. Как записывается условие устойчивости ядра (A,Z) по отношению к альфа-распаду?

Варианты ответа:

- 1) $M(A, Z) < M(A - 4, Z - 2) + m_\alpha$
- 2) $M(A, Z) > M(A - 4, Z - 2) + m_\alpha$
- 3) $M(A, Z) < M(A - 4, Z - 2)$
- 4) $M(A, Z) > M(A - 4, Z - 2)$

11. В каких пределах заключены энергии альфа-частиц, образующихся при альфа-распаде естественных радионуклидов?

Варианты ответа:

- 1) в основном от 4 до 9 МэВ
- 2) от 1 до 20 МэВ
- 3) от 1 эВ до 1000 Эв
- 4) в основном от 4 до 9 кэВ

12. Какие встречаются разновидности энергетических спектров альфа-частиц?

Варианты ответа:

- 1) Альфа-спектр имеет форму кривой Максвелла
- 2) Линейчатые и непрерывные.
- 3) Простые, с тонкой структурой и с длиннопробежными α -частицами.
- 4) Альфа-спектр имеет форму кривой Гаусса

13. Как пробег альфа-частиц в воздухе связан с их энергией?

Варианты ответа:

- 1) $R = 0.309 \cdot T_\alpha^{3/2}$ (T_α – в МэВ, R – в сантиметрах)
- 2) $R = 0.309 \cdot T_\alpha^{3/2}$ (T_α – в эВ, R – в метрах)
- 3) $R = 0.309 \cdot T_\alpha$ (T_α – в МэВ, R – в сантиметрах)
- 4) $R = 0.309 \cdot T_\alpha$ (T_α – в эВ, R – в метрах)

14. Какое явление называется бета-распадом?

Варианты ответа:

- 1) Радиоактивный распада, при котором из ядра вылетают электроны или позитроны, или ядро захватывает электрон с одной из оболочек атома.
- 2) Радиоактивный распада, при котором из ядра вылетают электроны.
- 3) Радиоактивный распада, при котором из ядра вылетают позитроны.
- 4) Радиоактивный распада, при котором ядро захватывает электрон с одной из оболочек атома.

15. Каковы основные свойства нейтрино?

Варианты ответа:

- 1) масса и проникающая способность ν и e примерно одинаковы
- 2) масса и проникающая способность ν и p примерно одинаковы
- 3) $m_\nu \ll m_e$ и громадная проникающая способность

4) масса и проникающая способность ν и мюона примерно одинаковы.

16. Как записываются условия устойчивости ядер по отношению к различным видам бета-распада?

Варианты ответа:

- 1) Для β^- - распада $M({}_Z^AX) \geq M({}_{Z+1}^AY)$; для β^+ - распада $M({}_Z^AX) \leq M({}_{Z-1}^AY) + 2m_e$; для E - захвата $M({}_Z^AX) > M({}_{Z-1}^AY)$.
- 2) Для β^- - распада $M({}_Z^AX) > M({}_{Z+1}^AY)$; для β^+ - распада $M({}_Z^AX) > M({}_{Z-1}^AY) + 2m_e$; для E - захвата $M({}_Z^AX) > M({}_{Z-1}^AY)$.
- 3) Для β^- - распада $M({}_Z^AX) < M({}_{Z+1}^AY)$; для β^+ - распада $M({}_Z^AX) < M({}_{Z-1}^AY) + 2m_e$; для E - захвата $M({}_Z^AX) < M({}_{Z-1}^AY)$.
- 4) Для β^- - распада $M({}_Z^AX) = M({}_{Z+1}^AY)$; для β^+ - распада $M({}_Z^AX) = M({}_{Z-1}^AY) + 2m_e$; для E - захвата $M({}_Z^AX) = M({}_{Z-1}^AY)$.

17. Как осуществляется классификация ядерных реакций? Какие принципы закладываются в ее основу?

Варианты ответа:

- 1) По типу ядер, вступающих в реакцию или получаемых в результате реакции.
- 2) По типу частиц, вызывающих реакцию или получающихся в результате реакции.
- 3) По массе частиц, вызывающих реакцию.
- 4) Нет правильного варианта ответа

18. Какая величина называется энергией ядерной реакции? Каково происхождение этой энергии?

Варианты ответа:

- 1) Энергия ядерной реакции Q – это энергия, которая выделяется или поглощается при данной ядерной реакции.
- 2) Энергия ядерной реакции Q – это энергия, которую надо приложить, чтобы разделить ядро на составляющие его нуклоны.
- 3) Нет правильного варианта ответа
- 4) Энергия ядерной реакции Q – это энергия возбуждения ядра после захвата нейтрона.

19. При выполнении какого обязательного условия ядро может разделиться?

Варианты ответа:

- 1) Масса делящегося ядра должна быть меньше массы осколков деления.
- 2) Масса делящегося ядра должна быть больше массы осколков деления.
- 3) Нет правильного варианта ответа
- 4) Энергия возбуждения ядра после захвата нейтрона должна быть больше высоты барьера деления.

20. Сколько в среднем образуется нейтронов при одном акте деления и как обозначается эта величина?

Варианты ответа:

- 1) $\nu = 2 \div 3$.
- 2) $\nu = 1 \div 2$.

3) $v < 1$.

4) $v > 5$.

Вариант 4

1. Какие ядра называются изомерами?

Варианты ответа:

- 1) ядра с одинаковым числом протонов
- 2) ядра с одинаковым числом нейтронов
- 3) ядра с одинаковым числом нуклонов
- 4) ядра, имеющие достаточно долгоживущие (метастабильные) энергетические уровни

2. Что называется нуклидом?

Варианты ответа:

- 1) атом, в состав которого входит ядро с заданным числом протонов и нейтронов
- 2) атом, в состав которого входит ядро с заданным числом нейтронов
- 3) атом, в состав которого входит ядро с заданным числом протонов
- 4) атом, в состав которого входит ядро с заданным числом нуклонов

3. Во сколько раз меньше нейтронов содержит ядро атома бериллия с массовым и зарядовым числами 9 и 4, чем ядро родия с массовым и зарядовым числами 105 и 45?

Варианты ответа:

- 1) 12 3) 5
- 2) 2 4) 3,6

4. Как атомная единица массы выражается через другие единицы массы?

Варианты ответа:

- 1) $1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
- 2) $1 \text{ а.е.м.} = 1 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
- 3) $1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot \text{г}$
- 4) $1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ кг}$

5. Какая величина называется полной энергией связи атомного ядра?

Варианты ответа:

- 1) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n + M(A, Z)] \cdot c^2$
- 2) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$
- 3) $\Delta E(A, Z) = [M(A, Z) - Zm_p - (A - Z)m_n] \cdot c^2$
- 4) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

6. Как в общем виде записывается условие устойчивости ядра (A, Z) по отношению к распаду на части (A_1, Z_1) и (A_2, Z_2) ?

Варианты ответа:

- 1) $M(A, Z) > M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 2) $M(A, Z) < M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$

- 3) $M(A, Z) = M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
 4) $\Delta E(A, Z) < \Delta E(A_1, Z_1) + \Delta E(A_2, Z_2)$

7. Как стабильность ядер зависит от четности или нечетности чисел A , Z и N в них?

Варианты ответа:

- 1) наиболее устойчивы нечетно-нечетные ядра, менее устойчивы нечетные ядра, и наименее устойчивы четно-четные ядра,
- 2) наиболее устойчивы четно-четные ядра, менее устойчивы нечетные ядра, и наименее устойчивы нечетно-нечетные ядра
- 3) наиболее устойчивы нечетные ядра, менее устойчивы четно-четные ядра и наименее устойчивы нечетно-нечетные ядра
- 4) наиболее устойчивы нечетные ядра, менее устойчивы нечетно-нечетные ядра и наименее устойчивы четно-четные ядра

8. Чему равны собственные моменты количества движения (спины) элементарных частиц: электрона, протона и нейтрона?

Варианты ответа:

- 1) 0 3) $1/4$
- 2) $1/2$ 4) 1

9. В чем выражается спонтанный характер радиоактивного распада?

Варианты ответа:

- 1) в невозможности предсказать, когда нарушится радиоактивное равновесие
- 2) в самопроизвольности характера распада: для отдельного ядра невозможно предсказать, когда именно оно распадется
- 3) в невозможности предсказать, когда из ядра вылетит нуклон
- 4) в самопроизвольности характера захвата нейтрона

10. Как записывается основной закон радиоактивного распада в интегральной форме?

Варианты ответа:

- 1) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
- 2) $N(t) = \int e^{-\lambda t} dt$
- 3) $N(t) = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$
- 4) $N(t) = \int (1 - e^{-\lambda t}) dt$

11. Как активность образца A выражается через число ядер в нем N и константу распада λ ?

Варианты ответа:

- 1) $A = \lambda \cdot N$
- 2) $A = \frac{N}{\lambda}$
- 3) $A = N \cdot e^{-\lambda t}$
- 4) $A = N \cdot (1 - e^{-\lambda t})$

12. Как энергию альфа-распада можно выразить через массы или декременты масс ядер?

Варианты ответа:

- 1) $Q_\alpha = M({}_Z^AX) - [M({}_{Z-2}^{A-4}Y) + m_\alpha] = \delta_X - \delta_Y - \delta_\alpha$
- 2) $Q_\alpha = M({}_Z^AX) - M({}_{Z-2}^{A-4}Y) = \delta_X - \delta_Y$
- 3) $Q_\alpha = [M({}_{Z-2}^{A-4}Y) + m_\alpha] - M({}_Z^AX) = \delta_Y + \delta_\alpha - \delta_X$
- 4) $Q_\alpha = M({}_{Z-2}^{A-4}Y) - M({}_Z^AX) = \delta_Y - \delta_X$

13. Как объясняются энергетические спектры альфа-частиц с тонкой структурой?

Варианты ответа:

- 1) Возможностями α - распада, при котором материнское ядро распадается как из основного, так и из возбужденного состояния.
- 2) Возможностями α - распада, при котором дочернее ядро образуется как в основном, так и в возбужденном состоянии.
- 3) Возможностями α - распада, сопровождаемого испусканием γ -кванта
- 4) Возможностями α - распада, сопровождаемого испусканием нуклона

14. Как выражаются энергии бета-распада через массы или декременты масс атомов и массы бета-частиц?

Варианты ответа:

- 1) $Q_{\beta^-} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^AY); Q_{\beta^+} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z-1}^AY) - 2m_e; Q_{E-\beta\alpha\alpha\beta} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z-1}^AY);$
- 2) $Q_{\beta^-} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z-1}^AY); Q_{\beta^+} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^AY) - 2m_e; Q_{E-\beta\alpha\alpha\beta} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^AY);$
- 3) $Q_{\beta^-} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^AY); Q_{\beta^+} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^AY); Q_{E-\beta\alpha\alpha\beta} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z-1}^AY);$
- 4) $Q_{\beta^-} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^{A+1}Y); Q_{\beta^+} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^{A+1}Y); Q_{E-\beta\alpha\alpha\beta} = M({}_Z^AX) - M({}_{Z+1}^{A+1}Y);$

15. Какую форму имеют типичные бета-спектры?

Варианты ответа:

- 1) Бета-спектр имеет форму кривой Максвелла
- 2) Линейчатый (из отдельных пиков)
- 3) Непрерывный
- 4) Бета-спектр имеет форму кривой Гаусса

16. Какие состояния ядер называются метастабильными?

Варианты ответа:

- 1) Возбужденные состояния с аномально большими временами жизни.
- 2) Возбужденные состояния, из которых ядро не может перейти в основное состояние.
- 3) Все возбужденные состояния ядра.
- 4) Нет правильного варианта ответа.

17. Что называют составным (промежуточным) ядром?

Варианты ответа:

- 1) Осколки деления тяжелых ядер.
- 2) Ядро, составленное из частиц разных типов.

3) Ядро, получающееся в результате слияния налетающей частицы с ядром – мишенью.

4) Нет правильного варианта ответа

18. Как энергию ядерной реакции можно выразить через массы или декременты массы ядер и частиц?

Варианты ответа:

1) $Q = [(M_A + m_a) - (m_e + M_B)] \cdot c^2$

2) $Q = [(m_e + M_B) - (M_A + m_a)] \cdot c^2$

3) Нет правильного варианта ответа

4) $Q = [(m_e + M_B) + (M_A + m_a)] \cdot c^2$

19. Какой процесс называется спонтанным делением атомных ядер?

Варианты ответа:

1) Самопроизвольное деление тяжелых ядер.

2) Самопроизвольное деление трансурановых ядер.

3) Самопроизвольное деление легких ядер.

4) Самопроизвольное испускание альфа-частиц.

20. Какую форму имеет энергетический спектр вторичных нейтронов при делении?

Варианты ответа:

1) Непрерывный, похожий по форме на спектр частиц, участвующих в тепловом движении.

2) Дискретный, состоящий из отдельных узких пиков.

3) Простой, с тонкой структурой.

4) Спектр имеет форму кривой Гаусса.

Вариант 5

1. Во сколько раз меньше нейтронов содержит ядро атома кобальта с массовым и зарядовым числами 63 и 27, чем ядро вольфрама с массовым и зарядовым числами 182 и 74?

Варианты ответа:

1) 2,5 3) 5

2) 2 4) 3

2. Какая величина называется энергией покоя (частицы, ядра)?

Варианты ответа:

1) $M_0 c$ 3) $M_0 c^3$

2) $M_0 c^2$ 4) $M_0 c^4$

3. Какая величина называется полной энергией связи атомного ядра?

Варианты ответа:

1) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n + M(A, Z)] \cdot c^2$

2) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

3) $\Delta E(A, Z) = [M(A, Z) - Zm_p - (A - Z)m_n] \cdot c^2$

4) $\Delta E(A, Z) = [Zm_p - (A - Z)m_n - M(A, Z)] \cdot c^2$

4. Как в общем виде записывается условие устойчивости ядра (A, Z) по отношению к распаду на части (A_1, Z_1) и (A_2, Z_2) ?

Варианты ответа:

- 1) $M(A, Z) > M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 2) $M(A, Z) < M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 3) $M(A, Z) = M(A_1, Z_1) + M(A_2, Z_2)$
- 4) $\Delta E(A, Z) < \Delta E(A_1, Z_1) + \Delta E(A_2, Z_2)$

5. Какие ядра называются магическими, и в чем проявляется их “магичность”?

Варианты ответа:

- 1) ядра, у которых либо Z , либо N равно одному из следующих чисел: 2, 8, 20, (28), 50, 82, 126; такие ядра обладают повышенной устойчивостью по сравнению с соседними
- 2) ядра, у которых $Z=N$, но устойчивость относительно невысокая
- 3) ядра, у которых либо Z , либо N равно одному из следующих чисел: 2, 8, 20, (28), 50, 82, 126; такие ядра обладают меньшей устойчивостью по сравнению с соседними
- 4) ядра, у которых либо Z , либо N равно одному из следующих чисел: 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88, 99, (110), 121; такие ядра обладают меньшей устойчивостью по сравнению с соседними

6. Зависят ли моменты количества движения ядер в основных состояниях от значений чисел Z и A ? Как именно?

Варианты ответа:

- 1) четно-четные ядра имеют нулевой спин, нечетные ядра имеют полуцелый спин, нечетно-нечетные ядра имеют целочисленный спин, неравный нулю
- 2) четно-четные ядра имеют полуцелый спин, нечетные ядра имеют нулевой спин, нечетно-нечетные ядра имеют целочисленный спин, неравный нулю
- 3) четно-четные ядра имеют целочисленный спин, неравный нулю, нечетные ядра имеют нулевой спин, нечетно-нечетные ядра имеют полуцелый спин
- 4) четно-четные ядра имеют полуцелый спин, нечетные ядра имеют целочисленный спин, неравный нулю, нечетно-нечетные ядра имеют нулевой спин

7. Как записывается закон накопления числа радиоактивных ядер при активации?

Варианты ответа:

- 1) $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
- 2) $N(t) = \frac{q}{\lambda} \cdot (1 - e^{-\lambda t})$
- 3) $N(t) = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$
- 4) $N(t) = \int (1 - e^{-\lambda t}) dt$

8. Как период полураспада T можно выразить через константу распада λ ?

Варианты ответа:

- 1) $T = \frac{\ln \lambda}{2}$
- 2) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- 3) $T = \lambda \cdot \ln 2$
- 4) $T = \lambda^2 \cdot \lg 2$

9. Чему равно 1 кюри?

Варианты ответа:

- 1) $1 \text{ Кu} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ 3) $1 \text{ Кu} = 10^{-10} \text{ Бк}$
2) $1 \text{ Кu} = 10^{10} \text{ Бк}$ 4) $1 \text{ Кu} = 3.7 \cdot 10^{-10} \text{ Бк}$

10. Как формулируется правило сдвига?

Варианты ответа:

- 1) при альфа-распаде $Z \rightarrow Z-2$, при β^- -распаде $Z \rightarrow Z+1$
2) при альфа-распаде $Z \rightarrow Z-1$, при β^- -распаде $Z \rightarrow Z+1$
3) при альфа-распаде $Z \rightarrow Z-2$, при β^- -распаде $Z \rightarrow Z-1$
4) при альфа-распаде $Z \rightarrow Z+2$, при β^- -распаде $Z \rightarrow Z-1$

11. Что называется радиоактивным семейством?

Варианты ответа:

- 1) совокупность нуклидов, образующихся в результате последовательных распадов исходного нуклида (родоначальника семейства)
2) совокупность нуклидов с одинаковыми массовыми числами
3) совокупность ядер, неустойчивых к одному и тому же виду радиоактивного распада
4) совокупность ядер, не находящихся в радиоактивном равновесии

12. Как формулируется закон Гейгера-Нетолла?

Варианты ответа:

- 1) $\ln \lambda = A \cdot \ln T_\alpha + B$ 3) $\ln \lambda = A \cdot \ln T_\alpha^2 + B$
2) $\lambda = A \cdot T_\alpha + B$ 4) $\lambda = A \cdot T_\alpha^2 + B$

13. Какие альфа-частицы называются длиннопробежными? При каких условиях они возникают?

Варианты ответа:

- 1) α -частицы, возникающие при распаде материнских ядер из возбужденных состояний с испусканием γ -квантов
2) α -частицы, возникающие при распаде материнских ядер из основного состояния.
3) α -частицы, возникающие при распаде материнских ядер из возбужденных состояний.
4) α -частицы, возникающие при распаде материнских ядер с испусканием нуклонов

14. Что называется проникаемостью потенциального барьера? От каких параметров она зависит?

Варианты ответа:

- 1) Вероятность туннельного эффекта, зависящая от энергии α -частицы.
2) Вероятность туннельного эффекта, зависящая от энергии связи α -частицы
3) Вероятность туннельного эффекта, зависящая от высоты и ширины потенциального барьера.
4) Вероятность туннельного эффекта, зависящая от энергии связи нуклонов в ядре

15. Какова природа бета-частиц?

Варианты ответа:

- 1) β^- – частицы – это ядро атома ^1H
2) β^- – частицы – это всегда электроны.
3) β^- – частицы – это всегда позитроны.

4) β – частицы – это электроны или позитроны.

16. Какие основные процессы происходят при взаимодействии гамма-квантов с веществом?

Варианты ответа:

- 1) ионизация и возбуждение атомов среды
- 2) фотоэффект, Комптон-эффект, образование электрон-позитронных пар
- 3) потери энергии на ионизацию и тормозное излучение
- 4) Нет правильного варианта ответа.

16. Может ли ядро иметь несколько метастабильных состояний?

Варианты ответа:

- 1) Да.
- 2) Нет.

17. Как записываются законы сохранения числа нуклонов (барионного заряда) и электрического заряда и как они используются при записи ядерных реакций?

Варианты ответа:

- 1) Нет правильного варианта ответа.
- 2) $E_A + M_A c^2 + E_a + m_a c^2 = E_B + M_B c^2 + E_s + m_s c^2$
- 3) $p_a + p_A = p_s + p_B$
- 4) Общее число нуклонов до реакции равно числу нуклонов после реакции, а также суммарный электрический заряд ядер и частиц до реакции равен суммарному электрическому заряду ядер и частиц после реакции.

18. Какие ядерные реакции называются экзоэнергетическими, а какие – эндоэнергетическими?

Варианты ответа:

- 1) При экзоэнергетических реакциях $Q > 0$, при эндоэнергетических $Q < 0$.
- 2) При экзоэнергетических реакциях $Q < 0$, при эндоэнергетических $Q > 0$.
- 3) При экзоэнергетических реакциях $Q = 0$, при эндоэнергетических $Q > 0$
- 4) При экзоэнергетических реакциях $Q < 0$, при эндоэнергетических $Q = 0$

19. Какую форму имеет кривая, описывающая распределение выходов осколков деления по массам, и каковы ее основные параметры?

Варианты ответа:

- 1) Кривая типа распределения Гаусса.
- 2) Двугорбая кривая с максимумами при $A \approx 93$ и 138 .
- 3) Кривая типа распределения Максвелла.
- 4) Нет правильного варианта ответа

20. Почему основное количество вторичных нейтронов деления называют мгновенными нейтронами?

Варианты ответа:

- 1) Потому что они вылетают непосредственно в то же мгновение, когда происходит деление.
- 2) Потому что они вылетают в течение очень малого промежутка времени после того, как произошло деление.
- 3) Потому что они вылетают мгновенно.

4) Нет правильного варианта ответа.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

Тест состоит из двух частей, каждая из которых содержит 10 вопросов. Оценивается количество выполненных тестовых заданий.

Описание шкалы оценивания:

Максимальная сумма баллов за тест – 20 баллов.

Если студент ответил верно менее чем на 12 вопросов и если отсутствовал по неуважительной причине, он имеет возможность пересдать тест с понижающим коэффициентом 0,8. То есть максимальное количество набранных баллов 16.

При отсутствии по уважительной причине понижающий коэффициент не вводится.