

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический колледж –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПК НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕН

На заседании цикловой методической  
комиссии общеобразовательных  
дисциплин « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель ЦМК \_\_\_\_\_ Захарова Т.Н.

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

текущего и промежуточного контроля успеваемости

по дисциплине

**ОП.13 Ядерная физика**

для специальности

**14.02.01 «Атомные электрические станции и установки»**

Нововоронеж 2018 г.

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине ОП.13 Ядерная физика разработан на основе рабочей программы, федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) по специальности по специальности 14.02.01 Атомные электрические станции и установки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №1248 от 22 декабря 2017, зарегистрировано в Минюсте России (рег.№ 49678 от 18 января 2018 года)

Организация-разработчик: Нововоронежский политехнический колледж - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Разработчик: Древалёва О. А. преподаватель первой квалификационной категории

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Паспорт фонда оценочных средств	4
2 Типовые контрольные задания	9

# 1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1 Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) - является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины ОП.13 Ядерная физика и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

## 1.2 Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине ОП.12 Ядерная физика решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения общих и профессиональных 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.

## 1.3 Контролируемые компетенции

ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.02.01 Атомные электрические станции и установки и рабочей программой дисциплины ОП.12 Ядерная физика предусмотрено формирование общих (ОК) и профессиональных компетенций (ПК):

Код компетенций	Компетенция
ОК 01	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 02	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 03	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 04	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 05	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 09	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.2.	Выявлять и определять причины неисправностей оборудования и технических систем.
ПК 1.4.	Подготавливать оборудование и трубопроводы к дезактивации и ремонту
ПК 2.2.	Выявлять и определять причины отклонений от технологических режимов
ПК 2.4.	Проводить профилактику и ликвидацию аварийных ситуаций по плану ликвидации аварий
ПК 4.1.	Контролировать герметичность оболочек тепловыделяющих элементов.
ПК 4.2.	Определять протечки в парогенераторах.
ПК 4.3.	Определять эффективность работы систем спецводоочистки.
ПК 4.4.	Контролировать состояние радиационной безопасности.

#### 1.4 Планируемые результаты обучения

Так как перечисленные компетенции носят интегральный характер, для разработки оценочных средств целесообразно выделить планируемые результаты обучения - знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы. В результате освоения дисциплины ОП.12 Ядерная физика студенты должны:

##### **Знать:**

Код	Результаты обучения	Показатели оценки результатов
31	роль и место учебной дисциплины при освоении основной профессиональной образовательной программы по конкретной специальности;	хорошо знает основные проблемы ядерного нераспространения (возникновение, развитие, современное состояние, перспективы)
32	строение атома;	Имеет представление о роли философии в жизни человека и общества
33	состав ядра;	Описывает основы философского учения о бытии
34	механизмы действия ядерных сил;	Формулирует сущность процесса познания
35	модели, свойства ядер;	Анализирует основы научной, философской и религиозной картин мира
36	законы радиоактивного распада;	Имеет представление об условиях формирования личности, свободе и ответственности за сохранение жизни, культуры, окружающей среды
37	особенности взаимодействия нейтронов с атомами;	
38	механизм диффузии нейтронов;	
39	процессы замедления нейтронов, деления ядер.	

##### **Уметь:**

Код	Результаты обучения	Показатели оценки результатов
-----	---------------------	-------------------------------

У1	анализировать ядерно-физические процессы в ядерном реакторе.	свободно критически оценивает проблемы ядерного нераспространения
У2	истолковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения атомной и ядерной физики	
У3	использовать математический аппарат	
У4	пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в атомной и ядерной физике использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных	

### 1.5 Промежуточная аттестация по дисциплине

Формой промежуточной аттестации ОП.12 Ядерная физика является:

3 семестр – экзамен

### 1.6 Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочных средств	Предоставление оценочного средства в фонде
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
CP1	Самостоятельная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме	Комплект заданий по вариантам
CP2	Самостоятельная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме	Комплект заданий по вариантам
CP3	Самостоятельная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме	Комплект заданий по вариантам
KP1	Контрольная работа	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект контрольных заданий по вариантам
СКР	Срезовая контрольная работа	Регламентированное задание, позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект контрольных заданий по вариантам

## 1.7 Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций		Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	
ОК 01	32, 34-36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP2, KP1, Э
ОК 02	32, 33, 34, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP2, Э
ОК 03	31, 33, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP2, Э
ОК 04	31-36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1
ОК 05	32, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1
ОК 09	31, 32, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1
ПК 1.2	31, 32, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1, Э
ПК 1.4	33, 34, 36	У1-4	T1, CP1 – CP3, KP1
ПК 2.2	32, 33, 34, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1, Э
ПК 2.4	32, 33, 34, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1
ПК 4.1-4.3	32, 33, 34, 36	У1-4	T1, T2, CP1 – CP3, KP1

## 1.8 Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения, навыки	Виды аттестации	
				текущий контроль-неделя	промежуточная аттестация
Раздел 1 Основы ядерной физики	Тема 1.1 Строение атома	ОК 1– ОК 5, ОК 9, ПК 1.2; 1.4; 2.2; 2.4; 4.1; 4.2-4.4	31 – 36, У1-4	T1, CP1	Э
	Тема 1.2 Состав ядра		31 – 36, У1-4	T1, CP1	Э
	Тема 1.3 Ядерные силы		31 – 36, У1-4	T1	Э
	Тема 1.4 Модель ядра		31 – 36, У1-4	T1, CP1	Э
	Тема 1.5 Свойства стабильных ядер		31 – 36, У1-4	T1	Э
	Тема 1.6 Радиоактивность		31 – 36, У1-4	T1	Э
	Тема 1.7 Ядерные взаимодействия		31 – 36, У1-4	T1, CP1	Э
	Тема 1.8 Взаимодействие нейтронов с ядрами		31 – 36, У1-4	T1	Э
	Тема 1.9 Диффузия моноэнергетических нейтронов		31 – 36, У1-4	T1	Э
	Тема 1.10. Замедление нейтронов			31 – 36, У1-4	T2
Тема 1.11. Деление		31 – 36, У1-4	T2	Э	

	ядер				
	Тема 1.12. Некоторые вопросы теории ядерных реакторов		31 – 36, У1-4	Т2	Э
Раздел 2 Взаимодействие с ионизирующим веществом	Тема 2.1 Общая характеристика взаимодействия излучения с веществом	ОК 1– ОК 5, ОК 9, ПК 1.2; 1.4; 2.2; 2.4; 4.1; 4.2-4.4	31 – 36, У1-4	КР1	Э
	Тема 2.2 Взаимодействие заряженных частиц с веществом		31 – 36, У1-4	КР1, СР2	Э
	Тема 2.3 Взаимодействие гамма-излучения с веществом		31 – 36, У1-4	КР1, СР2	Э

### 1.9 Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл - минимальный балл
Т1, Т2,	Тестовое задание №1, №2,	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5-3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной	2	
	За каждое верно выполненное задание начисляется 1 балл			
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту если 90-100% вопросов выполнено правильно	5	5-3
		выставляется студенту если 80-89% вопросов выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной	2	
<u>Контрольная работа №1</u>				
Задание 1 выполнено правильно – 30 баллов;				
Задание 2 выполнено в полном объеме – 25 баллов;				
Задание 3 выполнено в полном объеме – 5 баллов;				

	Задание 4 выполнено в полном объеме – 25 баллов; Задание 5 выполнено в полном объеме – 15 баллов.			
СР1, СР2, СР3	Самостоятель- ная работа №1, №2, №3	выставляется студенту, если выполнено правильно 5 заданий	5	5-3
		выставляется студенту, если выполнено правильно 4 задания	4	
		выставляется студенту, если выполнено правильно 3 задания	3	
		при ответе студента менее, чем 3 вопросов, работа не зачитывается	2	
За каждое верно выполненное задание начисляется 1 балл				

## 2 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний (З), умений (У)

### 2.1 Оценочные средства для текущего контроля

Ниже приведен перечень оценочных средств, используемых при проведении текущего контроля успеваемости студентов.

#### 2.1.1 Тест №1 Физика атомного ядра

##### 1 вариант

1.1. Кто предложил ядерную модель строения атома?

А. Н. Д. Бор;            Б. М. Планк;            В. А. Столетов;    Г. Э. Резерфорд.

1.2. Атомное ядро имеет заряд:

А. положительный;            Б. отрицательный;  
В. не имеет заряда;            Г. у различных ядер различный.

1.3. Какое из перечисленных ниже утверждений соответствует постулатам Бора?

1) электроны в атоме двигаются по круговым орбитам и при этом излучают электромагнитные волны;

2) атом может находиться только в стационарном состоянии, в стационарных состояниях атом не излучает;

3) при переходе из одного стационарного состояния в другое атом излучает или поглощает энергию.

А. только 1;            Б. только 2;            В. только 3;            Г. 2 и 3.

1.4. Чем отличается атом, находящийся в стационарном состоянии, от атома в возбужденном состоянии?

А. отличий нет;    Б. отличается расположением электронов в оболочке атома;  
В. отличается числом электронов.

1.5. Из каких элементарных частиц состоят ядра атомов всех химических элементов?

1. протон; 2. нейтрон; 3. электрон.

А. 1; Б. 1 и 2; В. 2 и 3; Г. 1 и 3.

1.6. Бета излучение – это...

А. электроны, движущиеся со скоростью, близкой к скорости света;

Б. электромагнитное излучение большой частоты; В. ядро гелия.

1.7. Произошел самопроизвольный распад ядра. Выделилась или поглотилась во время распада энергия?

А. выделилась; Б. поглотилась;

В. осталась неизменной; Г. среди ответов А, Б, В нет верного.

1.8. Изотопы – это...

А. элементы с одинаковым химическим составом и одинаковой атомной массой;

Б. элементы с различным химическим составом, но одинаковой атомной массой;

В. элементы с одинаковым химическим составом, но с различной атомной массой.

1.9. Нейтрон – это частица,

А. имеющая заряд +1, атомную массу 1; массу 0;

Б. имеющая заряд – 1, атомную

В. имеющая заряд 0, атомную массу 0; массу 1.

Г. имеющая заряд 0, атомную

1.10. Масса покоя ядра всегда...

А. меньше суммы массы покоя слагающих его протонов и нейтронов;

Б. больше суммы массы покоя слагающих его протонов и нейтронов;

В. равна сумме массы покоя слагающих его протонов и нейтронов.

**2 вариант**

2.1. Ядро состоит из 90 протонов и 144 нейтронов. Сколько протонов и нейтронов будет иметь ядро после испускания двух  $\beta$  частиц, а затем одной  $\alpha$  частицы?

2.2. Какое недостающее ядро надо вставить вместо X в ядерную реакцию?



2.3. Сколько протонов Z и нейтронов N в ядре  ${}^{235}_{92}U$  ?

2.4. Ядро азота  ${}^{17}_7N$  захватило  $\alpha$  частицу ( ${}^4_2He$ ) и испустило протон ( ${}^1_1H$ ). Ядро какого элемента образовалось?

2.5. Определите количество нейтронов в ядре элемента, получившегося в результате трех последовательных  $\alpha$  распадов ядра тория  ${}^{234}_{90}Th$  .

2.6. При бомбардировке изотопа лития  ${}^6_3Li$   $\alpha$  – частицами происходит ядерная реакция с испусканием нейтронов и образованием этого ядра изотопа бора.

2.7. Укажите второй продукт ядерной реакции  ${}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + ?$

2.8. При поглощении нейтрона ядром азота  ${}^{14}_7N$  испускается протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота?

2.9. Каков состав ядра натрия  ${}^{23}_{11}Na$  ? (Z – протонов, N – нейтронов)

2.10. Каков состав ядра фтора  ${}^{19}_9F$  ? (Z – протонов, N – нейтронов)

2.11. При бомбардировке нейтронами атома  ${}^{27}_{13}Al$  испускается  $\alpha$  – частица. В ядро какого изотопа превращается ядро алюминия?

2.12. Ядро какого изотопа образовалось в результате столкновения  $\alpha$  - частиц с ядром бериллия  ${}^9_4Be$  , если кроме этого ядра продуктом реакции был один нейтрон?

2.13. Ядро тория  ${}^{230}_{90}Th$  превратилось в ядро радия  ${}^{226}_{88}Ra$  . Какую частицу выбросило ядро тория?

2.14. В результате захвата  $\alpha$  – частицы ядром изотопа  ${}^{14}_7N$  образуется неизвестный элемент и протон. Определите неизвестный элемент.

2.15 . Какой заряд Z и массовое число A будет иметь атомное ядро изотопа урана  ${}^{238}_{92}U$  после  $\alpha$  – распада и двух  $\beta$  – распадов?

## Тест №2 «Строение атома и атомного ядра»

### Вариант 1.

1. Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующий пример из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А. физическая величина
- Б. единица физической величины
- В. физический прибор

#### ПРИМЕРЫ

- 1. дозиметр
- 2. естественная радиоактивность
- 3. альфа-частица
- 4. энергия связи
- 5. джоуль

Ответ:

А	Б	В

2. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А. Массовое число
- Б. Дефект массы

#### ФОРМУЛЫ

- 1.  $\Delta mc^2$
- 2.  $(Zm_p + Nm_n) - M_x$
- 3.  $mc^2$
- 4.  $A - Z$
- 5.  $Z + N$ .

Ответ:

А	Б

3. Прочитайте текст и вставьте на место пропусков слова из приведённого списка.

Согласно планетарной модели строения атома Резерфорда, в центре атома находится \_\_\_\_\_ (А) заряженное \_\_\_\_\_ (Б), занимающее очень \_\_\_\_\_ (В) объём атома. Вокруг \_\_\_\_\_ (Г) движутся \_\_\_\_\_ (Д).

#### Список слов

- 1. большой
- 2. малый
- 3. электроны
- 4. протоны
- 5. нейтроны
- 6. ядро
- 7. положительно
- 8. отрицательно

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

4. Прочитайте текст и вставьте на место пропусков слова из приведённого списка.

Правило смещения для  $\alpha$ -распада: при  $\alpha$ -распаде одного химического элемента образуется другой, который расположен в таблице Менделеева на \_\_\_\_\_ (А) клетку(и) ближе к её \_\_\_\_\_ (Б), чем исходный.

#### Список слов

- 1. началу
- 2. концу
- 3. одну
- 4. две

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

5. Известно, что в электронной оболочке нейтрального атома изотопа X содержится 30 электронов, а в атомном ядре содержится 36 нейтронов. Каков порядковый номер атомного ядра этого изотопа в таблице Менделеева?

Ответ: \_\_\_\_\_

6. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре  ${}^{55}_{26}\text{Fe}$ ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

7. В результате  $\beta$ -распада ядро магния  ${}^{27}_{12}\text{Mg}$  превращается в новое ядро. Сколько нуклонов содержит новое ядро?

Ответ: \_\_\_\_\_

8. Произошла следующая ядерная реакция:  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^A_Z\text{X}$ . Чему равно зарядовое и массовое число ядра X?

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

9. При захвате нейтрона ядром  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  образуется радиоактивный изотоп  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ . Какая частица испускается при этом ядерном превращении?

Ответ: \_\_\_\_\_

10. Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКОЕ ОТКРЫТИЕ

- А. радиоактивность
- Б. нейтрон

ИМЕНА УЧЁНЫХ

- 1. Э. Резерфорд
- 2. М. Склодовская Кюри
- 3. Д. Чедвик
- 4. А. Беккерель

Ответ:

А	Б

11. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

- А. камера Вильсона
- Б. метод сцинтилляций

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1. перегретая жидкость
- 2. ударная ионизация
- 3. перенасыщенный пар
- 4. свечение люминофора

Ответ:

А	Б

12. В результате нескольких  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов ядро урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$  превращается в свинец  ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ . Определите какое количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов испытывает уран?

Ответ:

Число $\alpha$ -распадов	Число $\beta$ -распадов

## Вариант 2.

1. Для каждого физического понятия из первого столбца подберите соответствующий пример из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

- А. физическая величина
- Б. единица физической величины
- В. физическое явление

### ПРИМЕРЫ

- 1. рентген
- 2. камера Вильсона
- 3. альфа-частица
- 4. радиоактивность
- 5. заряд

Ответ:

А	Б	В

2. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А. Число нейтронов
- Б. Энергия связи ядра

### ФОРМУЛЫ

- 1.  $\Delta mc^2$
- 2.  $(Zm_p + Nm_n) - M_{\text{я}}$
- 3.  $mc^2$
- 4.  $A - Z$
- 5.  $Z + N$ .

Ответ:

А	Б

3. Прочитайте текст и вставьте на место пропусков слова из приведённого списка.

Английский физик Дж. Томсон предложил в 1903г одну из первых моделей строения \_\_\_\_\_ (А).

\_\_\_\_\_ (Б) представляет собой шар, по всему объёму которого равномерно распределён \_\_\_\_\_ (В) заряд. Внутри этого шара находятся \_\_\_\_\_ (Г).

### Список слов

- 1. отрицательный
- 2. положительный
- 3. протоны
- 4. электроны
- 5. нейтроны
- 6. ядро
- 7. атом
- 8. молекулы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

4. Прочитайте текст и вставьте на место пропусков слова из приведённого списка.

Правило смещения для  $\beta$ -распада: при  $\beta$ -распаде одного химического элемента образуется другой, который расположен в таблице Менделеева на \_\_\_\_\_ (А) клетки(у) ближе к её \_\_\_\_\_ (Б), чем исходный.

**Список слов**

1. началу
2. концу
3. одну
4. две

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

5. Известно, что в электронной оболочке нейтрального атома изотопа X содержится 47 электронов, а в атомном ядре содержится 101 нейтрон. Каково массовое число ядра этого изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_

6. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре  ${}_{83}^{211}\text{Bi}$ ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

7. В результате  $\alpha$ -распада ядро магния  ${}_{12}^{24}\text{Mg}$  превращается в новое ядро. Сколько нуклонов содержит новое ядро?

Ответ: \_\_\_\_\_

8. Произошла следующая ядерная реакция:  ${}_{12}^{25}\text{Mg} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$ . Чему равно зарядовое и массовое число ядра X?

Ответ:

Зарядовое число	Массовое число

9. В результате бомбардировки изотопа  ${}_{3}^7\text{Li}$   $\alpha$ -частицами образуется изотоп бора  ${}_{5}^{10}\text{B}$ . Какая частица испускается при этом ядерном превращении?

Ответ: \_\_\_\_\_

10. Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКОЕ ОТКРЫТИЕ**

- А. атомное ядро
- Б. полоний

**ИМЕНА УЧЁНЫХ**

1. А. Беккерель
2. М. Склодовская Кюри
3. Э. Резерфорд
4. Д. Томсон

Ответ:

А	Б

11. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

- А. пузырьковая камера  
Б. счётчик Гейгера

## ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

1. перегретая жидкость
2. ударная ионизация
3. перенасыщенный пар
4. свечение люминофора

Ответ:

А	Б

12. В результате нескольких  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов ядро калифорния  ${}^{252}_{98}\text{Cf}$  превращается в плутоний  ${}^{240}_{94}\text{Pu}$ . Определите какое количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов испытывает калифорний?

Ответ:

Число $\alpha$ -распадов	Число $\beta$ -распадов

Ответы и критерии оценивания:

№ задания	Вариант 1.	Вариант 2.	Количество баллов
1.	4 5 1	5 1 4	2 - верно указаны все элементы ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
2.	5 2	4 1	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
3.	7 6 2 6 3	7 7 2 4	2 - верно указаны все элементы ответа; 1 - допущена одна или две ошибки; 0 - допущено более двух ошибок.
4.	4 1	3 2	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
5.	30	148	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ.
6.	26 29	83 128	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
7.	27	208	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ.
8.	8 17	13 26	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
9.	$\alpha$ -частица	нейтрон	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ.
10.	4 3	3 2	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
11.	3 4	1 2	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.
12.	7 4	3 2	2 - верно указаны оба элемента ответа; 1 - допущена одна ошибка; 0 - допущено более одной ошибки.

			Итого максимум 21 балл
--	--	--	------------------------

Рекомендуемый перевод в оценку:

«2» - менее 11 баллов;

«3» - 11 – 14 баллов;

«4» - 15 – 18 баллов;

«5» - 19 – 21 баллов.

### 2.1.3 Самостоятельная работа №1

1 вариант

1. Планетарная модель атома Резерфорда. Тождественность и устойчивость атомов.
2. Постулаты Бора. Модель атома Бора. Недостатки модели атома Бора.
3. Уровни энергии в модели атома Бора. Спектральные серии. Эксперименты Франка-Герца.
4. Гипотеза де Бройля. Эксперименты Дэвиссона и Джермера.
5. Корпускулярно-волновой дуализм. Физический смысл волн де Бройля.
6. Свойства волновой функции. Волновая функция свободной частицы.
7. Принцип суперпозиции волновых функций. Средние значения квантово-механических величин.

### 2.1.4 Самостоятельная работа №2

1 вариант

1. Векторная модель атомов. Полный механический момент и его квантование.
2. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектров.
3. Магнитный момент атома. Фактор Ланде.
4. Аномальный эффект Зеемана. Спин фотона.
5. Уравнение Шредингера для двух микрочастиц.

2 вариант

1. Квантовые свойства ядер. Определение спина ядер. Спин чётных и нечётных ядер по А. Взаимная компенсация моментов нуклонов в основном состоянии.
2. Квантовые свойства ядер. Определение чётности. Оператор чётности. Орбитальная и внутренняя чётность. Чётность системы частиц. Чётность нуклонов и чётность ядра.
3. Квантовые свойства ядер. Принцип тождественности. Оператор перестановки частиц. Бозоны и фермионы. Доказательство принципа Паули.

4. Радиоактивный распад атомных ядер. История и виды радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Энергетические соотношения. Дорожка стабильности на NZ -диаграмме.
5. Радиоактивный распад атомных ядер. -радиоактивность. Энергетические условия. Тонкая структура -спектров. Квантовая теория -распада. Формула Гамова для периода полураспада.

### 2.1.5 Самостоятельная работа №3

1 вариант

1. Ядерные силы. Зарядовая независимость. Изобарический спин. Изоспин нуклонов и атомных ядер.
2. Изобары.
3. Оболочечная модель ядра. Микроскопические и коллективные модели. Примеры. Схожесть и различие с оболочечной моделью атома. Магические числа. Свойства ядер с магическими числами.
4. Оболочечная модель ядра. Формулировка модели. Уравнение Шредингера и его решение. Важность спин-орбитального взаимодействия. Энергетические уровни и правила их заполнения нуклонами.
5. Нуклонные конфигурации и объяснение магических чисел.

2 вариант

1. Оболочечная модель ядра. Спин и чётность основного состояния ядер. Правило спаривания нуклонов.
2. Возбуждённые состояния ядер. Ядра  $^{209}\text{Pb}$  и  $^{207}\text{Pb}$ .
3. Оболочечная модель ядра. Недостатки модели и их причины. Колебательные состояния ядер.
4. Вращательные состояния.
5. Элементарные частицы. Понятие об элементарных частицах и их размеры. Ускорители и их принцип действия.

### 2.1.6 Контрольная работа №1

по теме

## «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ С ВЕЩЕСТВОМ»

1 вариант

Задание 1. Выберите правильный ответ.

1	Дайте определение иона. Ион- это...	А) элементарная частица; Б) элементарная частица с электрическим зарядом; В) электрически заряженная частица, образу-
---	-------------------------------------	---

		<p>ющаяся из атома, молекулы при потере или присоединении электронов;</p> <p>Г) электрически нейтральная частица.</p>				
2	Укажите ионизирующие излучения:	<p>А) ультразвуковые излучения;</p> <p>Б) тепловые излучения;</p> <p>В) потоки атомов и молекул;</p> <p>Г) люминесцентные излучения;</p> <p>Д) потоки частиц и электромагнитных квантов (фотонов).</p>				
3	Что такое рекомбинация?	<p>А) взаимодействие ионизирующей частицы с атомом;</p> <p>Б) превращение атома в ион;</p> <p>В) взаимодействие иона с электронами с образованием ими атома;</p> <p>Г) взаимодействие частицы с античастицей;</p> <p>Д) изменение комбинации атомов в молекуле.</p>				
4	Что такое аннигиляция?	<p>А) превращение атома в ион;</p> <p>Б) превращение <math>\gamma</math>- квантов в частицы;</p> <p>В) образование атома в результате взаимодействия иона с электронами;</p> <p>Г) изменение комбинации атомов в молекуле;</p> <p>Д) взаимодействие частицы с античастицей и их превращение в <math>\gamma</math>- кванты.</p>				
5	Линейной тормозной способностью вещества $S$ называют величину, равную отношению...	<p>(<math>E</math> – энергия, <math>l</math> – расстояние, <math>n</math> – число ионов одного знака)</p> <table border="1"> <tr> <td>А) <math>S = dE/dn</math>;</td> <td>В) <math>S = dE/dl</math>;</td> </tr> <tr> <td>Б) <math>S = dn/dl</math>;</td> <td>Г) <math>S = dl/dn</math>.</td> </tr> </table>	А) $S = dE/dn$ ;	В) $S = dE/dl$ ;	Б) $S = dn/dl$ ;	Г) $S = dl/dn$ .
А) $S = dE/dn$ ;	В) $S = dE/dl$ ;					
Б) $S = dn/dl$ ;	Г) $S = dl/dn$ .					
6	Линейной плотностью ионизации $i$ называют величину, равную отношению	<p>(<math>E</math> – энергия, <math>l</math> – расстояние, <math>n</math> – число ионов одного знака).</p> <table border="1"> <tr> <td>А) <math>i = dE/dn</math>;</td> <td>В) <math>i = dE/dl</math>;</td> </tr> <tr> <td>Б) <math>i = dl/dn</math>;</td> <td>Г) <math>i = dn/dl</math>.</td> </tr> </table>	А) $i = dE/dn$ ;	В) $i = dE/dl$ ;	Б) $i = dl/dn$ ;	Г) $i = dn/dl$ .
А) $i = dE/dn$ ;	В) $i = dE/dl$ ;					
Б) $i = dl/dn$ ;	Г) $i = dn/dl$ .					
7	Укажите закон ослабления потока $\gamma$ – излучения при распространении в веществе	<p>А) <math>\Phi = \Phi_0/x</math>;</p> <p>Б) <math>\Phi = \Phi_0 e^{-\mu x}</math>;</p> <p>В) <math>\Phi = \Phi_0 e^{\mu x}</math>;</p> <p>Г) <math>\Phi = \Phi_0 x^2</math>.</p>				

	<b>в зависимости от пройденного расстояния без учета вторичных процессов.</b>							
<b>8</b>	<b>Укажите размерность линейного коэффициента ослабления <math>\mu</math>:</b>	<table border="1"> <tr> <td>А) <math>m^{-1}</math>;</td> <td>В) <math>m^2/kg</math>;</td> </tr> <tr> <td>Б) <math>m^3/kg</math>;</td> <td>Г) <math>m^2kg</math>;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Д) безразмерная величина</td> </tr> </table>	А) $m^{-1}$ ;	В) $m^2/kg$ ;	Б) $m^3/kg$ ;	Г) $m^2kg$ ;		Д) безразмерная величина
А) $m^{-1}$ ;	В) $m^2/kg$ ;							
Б) $m^3/kg$ ;	Г) $m^2kg$ ;							
	Д) безразмерная величина							
<b>9</b>	<b>Укажите размерность массового коэффициента ослабления <math>\mu</math>:</b>	<table border="1"> <tr> <td>А) <math>m^3/(kg\ c)</math>;</td> <td>В) <math>m^2/kg</math>;</td> </tr> <tr> <td>Б) <math>m/kg</math>;</td> <td>Г) <math>m^2kg</math>;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Д) <math>m * kg</math>.</td> </tr> </table>	А) $m^3/(kg\ c)$ ;	В) $m^2/kg$ ;	Б) $m/kg$ ;	Г) $m^2kg$ ;		Д) $m * kg$ .
А) $m^3/(kg\ c)$ ;	В) $m^2/kg$ ;							
Б) $m/kg$ ;	Г) $m^2kg$ ;							
	Д) $m * kg$ .							
<b>10.</b>	<b>Действие камеры Вильсона основано на...</b>	<p>А) конденсации пересыщенного пара на ионах, образовавшихся под действием ионизирующей частицы;</p> <p>Б) возникновение электрического разряда в газе под действием ионизирующей частицы;</p> <p>В) фотохимическом действии ионизирующей частицы.</p>						
<b>11.</b>	<b>Автордиография – диагностический метод, при котором...</b>	<p>А) в организм вводят радионуклиды, распределение которых в различных органах определяют по следам на чувствительной фотоэмульсии, нанесенной на соответствующие участки тела;</p> <p>Б) в организм вводят радионуклиды и с помощью гамма – топографа определяют их распределение в разных органах.</p> <p>В) вводят в кровь определенное количество радиоактивного индикатора, а затем по активности единицы объема крови определяют ее полный объем.</p>						
<b>12.</b>	<b>Действие счетчика Гейгера-Мюллера основано на...</b>	<p>А) фотохимическом действии ионизирующей частицы;</p> <p>Б) конденсации пересыщенного пара на ионах, образовавшихся под действием ионизирующей частицы;</p> <p>В) возникновении электрического разряда в газе под действием ионизирующей частицы.</p>						

## Задание 2. Укажите правильные высказывания:

1. 1) Ион – это электрически заряженная частица, образующаяся при потере или присоединении электронов атомами, молекулами, радикалами.

2) Ионы могут иметь положительный или отрицательный заряд, кратный заряду электрона.

3) Свойства иона и атома одинаковы.

4) Ионы могут находиться в свободном состоянии или в составе молекул.

2. 1) Ионизация – образование ионов и свободных электронов из атомов, молекул, радикалов.

2) Ионизация – превращение атомов, молекул, радикалов в ионы.

3) Ионизация – преобразование ионов в атомы, молекулы, радикалы.

4) Энергия ионизации - энергия получаемая электроном в атоме, достаточная для преодоления энергии связи с ядром и его уходом из атома.

5) Ионизация – предельный случай возбуждения атома.

3. 1) Взаимодействие частицы с веществом количественно характеризуется: - линейной плотностью ионизации, линейной тормозной способностью вещества, средним линейным пробегом ионизирующих частиц.

2) Линейная плотность ионизации – отношение числа ионов одного знака, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути, к длине этого пути.

3) Линейная тормозная способность вещества – отношение энергии, теряемой заряженной частицей при прохождении элементарного пути в веществе, к длине этого пути.

4) Средний линейный пробег заряженной ионизирующей частицы – среднее значение расстояния между началом и концом пробега заряженной ионизирующей частицы в данном веществе.

4. 1) Рекомбинация – образование атома из иона и электрона.

2) Рекомбинация – образование двух  $\gamma$ - квантов из электрона и позитрона.

3) Аннигиляция – взаимодействие иона с электроном с образованием атома.

4) Аннигиляция – превращение частиц и античастиц в результате взаимодействия в электромагнитные излучения.

5) Аннигиляция – превращение материи из одной формы в другую, один из видов взаимопревращения частиц.

6) Аннигиляция – взаимодействие электрона с позитроном с превращением их в два  $\gamma$ - кванта.

Задание 3. Установите соответствия:

При...	происходит...
1. 1) уходе электрона из атома	а) ионизация;

<p>2) химических превращениях вещества под действием ионизирующих излучений</p> <p>3) взаимодействия электрона с позитроном</p> <p>4) действии на вещество <math>\gamma</math>- квантов с энергией, большей 1,02 МэВ</p> <p>5) взаимодействии положительного иона с электроном</p>	<p>б) рекомбинация;</p> <p>в) радиолиз;</p> <p>г) образование пар <math>\beta^-</math> и <math>\beta^+</math>;</p> <p>д) аннигиляция.</p>
<p>2.1) С увеличением энергии ионизирующих частиц средний линейный пробег R</p> <p>2) С замедлением движения <math>\alpha</math>- частиц линейная плотность</p> <p>3) С увеличением скорости движения ионизирующих частиц в веществе вероятность их взаимодействия с атомами</p>	<p>а) уменьшается;</p> <p>б) увеличивается;</p> <p>в) не изменяется.</p>
<p><b>3. Характеристика взаимодействия ИИ с веществом:</b></p> <p>1) Средний линейный пробег</p> <p>2) Линейная плотность ионизации</p> <p>3) Массовый коэффициент ослабления</p> <p>4) Линейный коэффициент ослабления</p> <p>5) Линейная тормозная способность</p>	<p>Единица СИ:</p> <p>а) <math>m^{-1}</math>;</p> <p>б) Дж/м;</p> <p>в) безразмерная величина;</p> <p>г) <math>m^2/kg</math>;</p> <p>д) м.</p>

Задание 4. Составьте высказывание из нескольких предложенных фраз:

1	А) При действии ионизирующего излучения на молекулы воды и органических соединений происходят ионизация и химические превращения вещества, называемые...	1) рекомбинация; 2) аннигиляция; 3) радиоллиз; 4) восстановление;
	Б) В результате которого образуются химически активные...	1) ионы, молекулы и атомы; 2) ионы, радикалы и перекиси;
	В) Которые, взаимодействуя с молекулами биологических систем,... их функции.	1) сохраняют; 2) стабилизируют 3) усиливают; 4) нарушают.
2	А. Ионизация может произойти при взаимодействии ионизирующей частицы с...	1) $\gamma$ -квантом; 2) нейтроном; 3) античастицей; 4) атомом;
	Б. в результате которого образуются...	1) $\gamma$ - кванты; 2) частица и анти-частица; 3) ион и электрон; 4) новые атомы;
	В. Что возможно, если энергия ионизирующей частицы... энергии ионизации	1) меньше; 2) больше;
	Г. и происходит...	1) поглощение электрона; 2) освобождение электрона; 3) распад ядра;
3	А. При распространении $\gamma$ - излучений в веществе в результате их взаимодействия с частицами вещества ... энергия квантов.	1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.
	Б. При этом происходит изменение интенсивности $I$ $\gamma$ - излучения, которое приближенно выражается ... зависимостью от пройденного расстояния	1) линейной; 2) обратно пропорциональной; 3) экспоненциальной.

### Вариант 1

1. Существует ли для протонов, нейтронов и электронов потенциальный барьер, препятствующий проникновению их в ядро атома? Почему?
2. В каком виде освобождается внутриядерная энергия в атомном реакторе, работающем на медленных нейтронах?
3. При реакции деления ядер урана-235 выделилось  $1,204 \cdot 10^6$  МэВ энергии. Определить массу распавшегося урана, если при делении одного ядра выделяется 200 МэВ энергии?

### Вариант 2

1. Каким способом получают радиоактивные изотопы химических элементов? Почему при этом возникает радиоактивность атомов?
2. Выразить энергию покоя протона в энергетических единицах (джоулях и мегаэлектронвольтах). Масса покоя протона  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.
3. При делении одного ядра изотопа урана-235 освобождается 200 МэВ энергии, определить энергию, которая выделится при делении всех ядер 10 кг урана. (Ответ дать в джоулях и мегаэлектронвольтах.)

## Срезовая контрольная работа

### Вариант 1

1. Что такое энергия связи ядра атома и как она определяется?
2. Какая энергия выделится при образовании ядра атома изотопа гелия  ${}^2_3\text{He}$  из свободных, т.е. не взаимодействующих между собой, нуклонов, если масса покоя  $M_p = 1,00814$  а.е.м.,  $M_n = 1,00899$  а.е.м. и  $M_{\alpha} = 3,01699$  а.е.м.?
3. Определить энергетический выход ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} + s^{17}_0 + 1 \text{ }^1_1\text{H}$ , если удельная энергия связи у ядра азота  $e_{\text{св}}({}^{14}_7\text{N}) = 7,48$  МэВ/нук, у ядра гелия  $e_{\text{св}}({}^4_2\text{He}) = 7,075$  МэВ/нук, у ядра атома изотопа кислорода  $e_{\text{св}}({}^{17}_8\text{O}) = 7,75$  МэВ/нук.

### Вариант 2

1. Как зависит прочность ядер атомов от их энергии связи?
2. Определить энергию связи ядра атома изотопа алюминия  ${}^{27}_{13}\text{Al}$ , если масса покоя  $M_p = 1,00814$  а.е.м.,  $M_n = 1,00899$  а.е.м. и  $M_{\alpha} = 26,9898$  а.е.м.?
3. Определить энергетический выход ядерной реакции  $3\text{Li} + i^1_1\text{H} \rightarrow 2({}^4_2\text{He})$ , если удельная энергия связи у ядра лития  $e_{\text{св}}({}^7_3\text{Li}) = 5,6$  МэВ/нук, у ядра гелия  $e_{\text{св}}({}^4_2\text{He}) = 7,075$  МэВ/нук.

## 2.3.1 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

## 2.3.2 БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	14.02.01 «Атомные электрические станции и установки»

Дисциплина ОП 12 Ядерная физика

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Ядерная модель атома. Теория атома водорода по Бору. Постулаты Бора.
2. Порог эндотермической реакции. Каналы распада составного ядра.
3. 3. Задача: Рассчитать слой половинного ослабления параллельного пучка гамма-квантов с энергией  $E_\gamma = 1\text{МэВ}$  для свинца ( $Z=82$ ) и алюминия ( $Z=13$ )

Составитель Древалёва О.А  
(подпись)

Руководитель учебного подразделения  
(Заведующий кафедрой) \_\_\_\_\_ ФИО  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Составитель: Древалёва О.А

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

### Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на \_\_\_\_\_ учебный год по дисциплине

---

В комплект ФОС внесены следующие изменения:

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения в комплекте ФОС обсуждены на заседании ЦМК

---

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_).

Председатель ЦМК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /