

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 8 от «16» июня 2017 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х.

 /Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Атомная и ядерная физика

(наименование дисциплины)

базовая

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

«Цифровые технологии обработки информации»

(наименование направленности (профиля) подготовки)

**Квалификация
бакалавр**

Разработчики (составители)

профессор, д.ф.-м.н., профессор
(должность, ученая степень, ученое звание)

доцент, к.ф.-м.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

Ст. преп., к.ф.-м.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись,



/Балапанов М.Х.



/_Ишембетов Р.Х.



/_Юлаева Ю.Х.
Фамилия И.О.)

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители:

Балапанов М.Х., Ишембетов Р.Х, Юлаева Ю.Х.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики

«16» июня 2017 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой



/_Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины переутверждена без изменений на заседании кафедры общей

физики «6» июня 2018 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



/_Балапанов М.Х.

Список документов и материалов (оглавление)

Часть 1 «Атомная физика» (5-й семестр) – с.4-25

Часть 2 «Ядерная физика» (6-й семестр) – с.26-45

1. Перечень планируемых результатов обучения по части 1 дисциплины «Атомная физика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	6 (17)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	22
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

Часть 1 «Атомная физика» дисциплины «Атомная и ядерная физика» (5-й семестр)

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

При изучении дисциплины «Атомная и ядерная физика» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-1 - способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;

ОПК-2 - способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	знать основы квантовой теории, квантовые уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; границы применимости классических и квантовых моделей физических явлений; строение электронной оболочки атома, квантовые числа электрона и атома, их физический смысл, роль электронной оболочки во взаимодействии атомов с внешними полями; знать основные экспериментальные факты: фотоэффект, опыты Франка и Герца, опыт Резерфорда, планетарную модель атома, закономерности в спектрах атомов, дифракцию микрочастиц, опыт Штерна и Герлаха, явление сверхпроводимости и сверхтекучести; знать роль внутреннего строения вещества (электронной оболочки атома) в формировании его физических и химических свойств; вклад квантовой теории в развитие научно-технического прогресса	ОПК-1	
	Использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения релятивистских эффектов в атомной физике	ОПК-2	
Умения	1. Уметь решать задачи по основным темам атомной физики 2. Уметь записывать электронные конфигурации атомов (распределение электронов по состояниям) по их порядковому номеру в периодической системе элементов Д.И.Менделеева согласно идеальной схеме заполнения электронных оболочек 3. Уметь читать и записывать терм состояния многоэлектронного атома	ОПК-1	
	Уметь использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения отдельных тем атомной физики	ОПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками расчетов длин волн основных спектральных линий и энергии квантовых переходов для атомов водорода и щелочных металлов	ОПК-1	
	2. Владеть навыками использования правил Хунда для нахождения основного терма состояния многоэлектронного атома	ОПК-2	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» относится к *базовой* части рабочего учебного плана.

Часть 1 дисциплины «Атомная физика» изучается на 3 курсе в 5 семестре, *часть 2 «Ядерная физика» на 3 курсе в 6 семестре*.

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов научного физического мировоззрения на базе изучения строения электронных оболочек атомов и процессов, происходящих в них, для того, чтобы использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности.

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» заканчивает цикл дисциплин «Общая физика», в которых рассматриваются, в основном, классические представления физики, и начинает ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области квантовой теории о свойствах микрообъектов и материи в целом.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, физический практикум, теоретическая механика, математический анализ, дифференциальные уравнения, тензорный анализ и векторная алгебра.

Чтобы приступить к изучению дисциплины «Атомная и ядерная физика» студент должен знать основные понятия и законы перечисленных выше дисциплин, уметь находить производные функций и их пределы, уметь пользоваться разложением функций в ряд, уметь решать дифференциальные уравнения с применением граничных и начальных условий, иметь навыки нахождения неопределенных и определенных интегралов функций. Студент должен иметь представления об основных средствах измерений в лабораторном физическом практикуме, уметь пользоваться измерительными приборами в рамках лабораторного физического практикума, иметь навыки расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений.

Освоение данного раздела общей физики является обязательным этапом подготовки к изучению разделов теоретической физики («Квантовая теория», «Физика конденсированного состояния») и специальных дисциплин.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-1 -способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;

;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	знать основы квантовой теории, квантовые уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; границы применимости классических и квантовых моделей физических явлений; строение электронной оболочки атома, квантовые числа электрона и атома, их физический смысл, роль электронной оболочки во взаимодействии атомов с внешними полями; знать основные экспериментальные факты: фотоэффект, опыты Франка и Герца, опыт Резерфорда, планетарную модель атома, закономерности в спектрах атомов, дифракцию микрочастиц, опыт Штерна и Герлаха, явление сверхпроводимости и сверхтекучести; знать роль внутреннего строения вещества (электронной оболочки атома) в формировании его физических и химических свойств; вклад квантовой теории в развитие научно-технического прогресса	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь решать задачи по основным темам атомной физики; уметь записывать электронные конфигурации атомов (распределение электронов по состояниям) по их порядковому номеру в периодической системе элементов Д.И.Менделеева согласно идеальной схеме заполнения электронных оболочек; уметь читать и записывать терм состояния многоэлектронного атома	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

Третий этап (повышенный уровень)	Владеть навыками расчетов длин волн основных спектральных линий и энергии квантовых переходов для атомов водорода и щелочных металлов	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве
----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	----------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------

ОПК-2 - способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень) - знать	Использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения релятивистских эффектов в атомной физике	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень) уметь	Уметь использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения отдельных тем атомной физики	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень) владеть	Владеть навыками использования правил Хунда для нахождения основного термина состояния многоэлектронного атома	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	знать основы квантовой теории, квантовые уравнения движения микрочастиц, квантовые статистические распределения; границы применимости классических и квантовых моделей физических явлений; строение электронной оболочки атома, квантовые числа электрона и атома, их физический смысл, роль электронной оболочки во взаимодействии атомов с внешними полями; знать основные	ОПК-1	Письменная работа, контрольная работа

	экспериментальные факты: фотоэффект, опыты Франка и Герца, опыт Резерфорда, планетарную модель атома, закономерности в спектрах атомов, дифракцию микрочастиц, опыт Штерна и Герлаха, явление сверхпроводимости и сверхтекучести; знать роль внутреннего строения вещества (электронной оболочки атома) в формировании его физических и химических свойств; вклад квантовой теории в развитие научно-технического прогресса		
	Использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения релятивистских эффектов в атомной физике	ОПК-2	письменная работа
2-й этап Умения	Уметь решать задачи по основным темам атомной физики; Уметь записывать электронные конфигурации атомов (распределение электронов по состояниям) по их порядковому номеру в периодической системе элементов Д.И.Менделеева согласно идеальной схеме заполнения электронных оболочек; Уметь читать и записывать терм состояния многоэлектронного атома	ОПК-1	контрольная работа
	Уметь использовать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного изучения отдельных тем атомной физики	ОПК-2	Письменная работа
3-й этап Владеть навыками	Владеть навыками расчетов длин волн основных спектральных линий и энергии квантовых переходов для атомов водорода и щелочных металлов	ОПК-1	Контрольная работа
	Владеть навыками использования правил Хунда для нахождения основного терма состояния многоэлектронного атома	ОПК-2	Контрольная работа, письменная работа

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Корпускулярные свойства электромагнитного излучения.
2. Фотоэффект.
3. Эффект Комптона.

4. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Опыт Девиссона и Джермера. Дифракция нейтронов.
5. Волновые свойства микро- и макрочастиц. Свойства волн де Бройля (волновая функция, физический смысл волновой функции).
6. Принцип неопределенности Гейзенберга.
7. Средние значения физических величин в квантовой механике (координата, импульс). Понятие оператора.
8. Операторы координаты, импульса. Общее правило нахождения операторов в квантовой механике. Оператор полной энергии.
9. Собственные состояния и функции. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
10. Частица в потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы.
11. Частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Собственные функции.
12. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.
13. Холодная эмиссия электронов из металла. Контактная разность потенциалов.
14. Гармонический осциллятор. Правило отбора. Нулевая энергия.
15. Закономерности атомных спектров на примере атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Комбинационный принцип.
16. Опыт Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда.
17. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
18. Правило квантования круговых орбит.
19. Элементарная боровская теория водородоподобного атома.
20. Квантовая теория водородоподобного атома. Собственные функции и значения энергии. Квантовые числа, их физ. смысл. Вырожденные состояния.
21. Классификация состояний электрона по моменту импульса. Схема энергетических уровней атома водорода и спектр излучения. Правила отбора по орб. кв. числу.
22. Распределение плотности в электронном облаке (на примере атома водорода).
23. Учет конечности массы ядра.
24. Изотопический сдвиг. Опыт Юри.
25. Атомы щелочных металлов. Уровни энергии и спектр излучения атома натрия.
26. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие, Понятие тонкой структуры уровней.
27. Объяснение дублетной структуры спектров атомов щелочных металлов на примере атома натрия (главная, резкая, диффузная и фундаментальные серии).
28. Орбитальный магнитный момент электрона по классической теории. Гиромагнитное отношение. Ларморова прецессия.
29. Опыты Штерна и Герлаха. Понятие пространственного квантования.
30. Полный механический и магнитный моменты электрона. Вывод фактора Ланде с помощью векторной модели.
31. Результирующий (полный) механический момент электронной оболочки многоэлектронного атома. Типы связей электронов в атомах. Термы атомов.
32. Результирующий (полный) магнитный момент атома. Вывод фактора Ланде.
33. Магнитомеханические эффекты. Опыт Эйнштейна и де Хааса. Эффект Барнетта.
34. Расщепление уровней энергии атома в слабом магнитном поле.
35. Сложный эффект Зеемана. Расщепление линий излучения.
36. Простой эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака.
37. Принцип Паули. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы.
38. Правила Хунда. Примеры применения правила Хунда.
39. Электронные конфигурации. Идеальная схема заполнения электронных оболочек.

40. Периодичность химических свойств элементов. Периодическая система элементов. Заполнение электронных состояний в первых трех периодах.
41. Периодическая система Д.И.Менделеева. Отклонения от идеальной схемы заполнения оболочек.
42. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
43. Сверхпроводимость. Сверхтекучесть.

Пример экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра общей физики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине «Атомная физика»
Направление 03.03.03 «РАДИОФИЗИКА»
Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

1. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
2. Сложный эффект Зеемана. Расщепление уровней энергии.

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой



(подпись)

Балапанов М.Х.

(Ф.И.О.)

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;

- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

Примеры задач к экзамену:

1. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластинки, нужно приложить задерживающую разность потенциалов 3,7 В. Если платиновую пластинку заменить другой пластинкой, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности этой пластинки.
2. На какую кинетическую энергию ускоряемых протонов должен быть рассчитан ускоритель, чтобы исследовать пространственные структуры размером ~ 1 фм (10^{-13} см).
3. Оценить с помощью принципа неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $l = 0,2$ нм.
4. Будут ли испытывать дифракцию на кристаллической решетке нейтроны, имеющие кинетическую энергию 1 МэВ? Считать, что период кристаллической решетки имеет порядок 1 \AA . Ответ обосновать расчетами.
5. Найти длину волны де Бройля электронов, испытывающих дифракцию на грани монокристалла, если второй максимум зеркального отражения наблюдается под углом Θ к поверхности, равным 30° . Расстояние d между соседними атомными плоскостями, параллельными поверхности монокристалла равно $1,60 \text{ \AA}$.
6. Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределенность кинетической энергии порядка $1,6 \cdot 10^{-4}$. Оценить, во сколько раз неопределенность координаты такой частицы больше ее дебройлевской длины волны.
7. Оценить неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая размер атома порядка 10^{-8} см. Сравнить полученное значение со скоростью электрона на первой бортовой орбите.

8. Найти энергию связи электрона в основном состоянии водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны первой линии серии Бальмера равна 164,2 нм.
9. На сколько надо увеличить внутреннюю энергию атома водорода, находящегося в основном состоянии, чтобы он мог испустить фотон, соответствующий головной линии серии Пашена?
10. Какую минимальную энергию должен получить ион гелия, находящийся в основном состоянии, чтобы он мог испустить фотон, соответствующий головной серии Бальмера?
11. Потенциал ионизации атома щелочного металла цезия равен 3.89 эВ. Определить квантовый дефект основного состояния.
12. Найдите длину волны коротковолновой границы резкой серии атома лития, если ридберговская поправка к R -термам атома лития $p = -0,04$.
13. Напишите электронную конфигурацию атома бора. Воспользовавшись правилами Хунда, определите его основной терм.
14. Укажите квантовые переходы, образующие тонкую структуру головной линии серии Бальмера в спектре атома водорода.
15. Вычислить в единицах постоянной Планка возможные значения модуля полного механического момента атома $|M_j|$ для атома, имеющего спектральный терм $3D$.
16. Определить возможные значения магнитного момента атома в состоянии $4P$.
17. Найти в магнетонах Бора полный магнитный момент атома, имеющего спектральный терм $3P_1$.
18. Найти полный магнитный момент атомов в состояниях $4D_{1/2}$.
19. Найти спиновый механический момент атомов в состояниях $4F_{3/2}$.
20. Найти орбитальный механический момент атомов в состояниях $3D_1$.
21. Определить, на сколько подуровней расщепится в слабом магнитном поле энергетический уровень, соответствующий терму $2P_{3/2}$?
22. Нарисовать схему расщепления и возможные переходы между уровнями термов $2P$ и $2S$ в слабом магнитном поле.
23. Используя правило Хунда, определить полный механический момент атома, единственная незаполненная оболочка которого содержит два p -электрона.
24. Сколько спектральных линий, разрешенных правилами отбора, возникает при переходе атомов лития в основное состояние из состояния $4S$.
25. На сколько компонент расщепится пучок атомов углерода, находящихся в основном состоянии, в эксперименте Штерна и Герлаха? Для нахождения основного терма атома использовать правило Хунда.

За решение задачи на экзамене выставляется:

- 6 баллов, если задача решена полностью и без замечаний;
- 5 баллов, если задача решена полностью, но есть небольшие недочеты или несущественная ошибка в численных расчетах или преобразованиях;
- 4 балла, если все исходные положения теории и логические выводы записаны верно, но преобразования не закончены или в преобразованиях допущена ошибка;
- 3 балла, если в исходных уравнениях или в идее решения допущена серьезная ошибка, что привело к неверному результату или отсутствует одно из необходимых исходных уравнений, однако выполнены преобразования, направленные на получение ответа;
- 2 балла, если отсутствует два исходных уравнения из трех или четырех необходимых, или допущена грубая ошибка, свидетельствующая о непонимании условия задачи, однако присутствуют верные логические рассуждения, идея решения, частично правильные действия, направленные на получение ответа;
- 1 балл, если есть правильно записанное одно или два исходных положения теории или идея решения, но не сделано никаких действий для получения ответа;
- 0 баллов – решение отсутствует или полностью ошибочно.

Задача не входит в экзаменационный билет и выдается студенту отдельно, после ответа на теоретические вопросы билеты.

Примеры дополнительных вопросов на экзамене:

1. Сформулируйте постулаты Бора.
2. Что было впервые обнаружено в опыте Франка и Герца?
3. Напишите обобщенную формулу Бальмера для серий излучения атома водорода.
4. Сформулируйте гипотезу де Бройля.
5. Что впервые доказал опыт Девиссона и Джермера?
6. В чем заключается физический смысл волновой функции.
7. Сформулируйте принцип неопределенности Гейзенберга.
8. Напишите формулы для операторов координаты и импульса.
9. Напишите формулу уравнения Шредингера для стационарных состояний.
10. Опишите модель атома Резерфорда.
11. Напишите формулу для энергии атома водорода.
12. Назовите квантовые числа электрона.
13. Приведите классификацию состояний электрона по моменту импульса.
14. Чему равно спиновое число электрона?
15. Что впервые было обнаружено в опыте Штерна и Герлаха?
16. Какое квантовое число определяет возможные значения проекции магнитного момента атома?
17. В чем заключается физический смысл квантового числа полного механического момента атома?
18. Сформулируйте принцип Паули.
19. Опишите идеальную схему заполнения электронных оболочек атома.
20. В чем причина периодичности химических свойств элементов с увеличением их порядкового номера?

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- 3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;
- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;
- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;
- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Задания для контрольных работ

Описание контрольной работы №1:

Контрольная состоит из трех задач. Время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

Пример варианта контрольной работы №1:

... Вариант 2.

1. Рентгеновские лучи с длиной волны $2 \cdot 10^{-11}$ м испытывают комптоновское рассеяние под углом 60° . Найти изменение энергии рентгеновских фотонов при рассеянии.

2. Будут ли испытывать дифракцию на кристаллической решетке нейтроны, имеющие кинетическую энергию 1 МэВ? Считать, что период кристаллической решетки имеет порядок 1 \AA . Ответ обосновать расчетами.
3. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найти ширину ямы, если разность энергии между первым и третьим уровнем энергии электрона составляет 1 эВ.

Описание контрольной работы №2:

Контрольная состоит из трех задач, время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 5 баллов.

Пример варианта контрольной работы №2:

Вариант №3

26. Найдите длину волны коротковолновой границы резкой серии атома лития, если квантовая поправка к Р-термам атома лития $p = -0,04$.
27. Найдите в магнетонах Бора полный магнитный момент атома, имеющего спектральный терм 3P_1 .
28. Используя правило Хунда, определите полный механический момент атома, единственная незаполненная оболочка которого содержит два р-электрона.

Описание методики оценивания задач контрольных работ:

- 5 баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;
 - 4 балла выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях;
 - 3 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа (задача решена наполовину);
 - 1-2 балла выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

Задания для проведения письменных опросов (письменная работа)

Описание: Письменная работа 1.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала первых 8 лекций (модуль 1). Письменная работа рассчитана на 45 минут, состоит из 4 заданий. Каждое задание оценивается в 4 балла.

Пример варианта Письменная работа 1.

ВАРИАНТ № 4

1. Получите выражение для кинетической энергии электрона в рамках теории Бора для атома водорода.
2. Выпишите все возможные значения магнитного квантового числа для f-электрона.
3. Что произойдет с вольтамперной характеристикой ртутной лампы, если в опыте Франка и Герца установить задерживающую разность потенциалов 5 В между сеткой и анодом ?
4. Перечислите серии излучения атомов щелочных металлов.

Описание: Письменная работа 2.

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала второй половины лекционного курса (модуль 2). Письменная работа рассчитан на 45 минут, состоит из 3 заданий. Каждое задание оценивается в 5 баллов.

Пример варианта письменная работа 2.

Вариант № 4 ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА №2 ПО АТОМНОЙ ФИЗИКЕ

1. В чем заключается физический смысл квантового числа J?
2. На сколько компонент расщепится в неоднородном магнитном поле пучок атомов в состоянии 5F_2 ?
3. Запишите электронную конфигурацию (распределение электронов по оболочкам и орбиталям) для атома, имеющего 15 электронов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Шпольский Э.В.. Атомная физика : учебное пособие / Э. В. Шпольский .— М. : Лань, 2010 . Т. 1 : Введение в атомную физику / Э. В. Шпольский .— 8-е, стер. — 560 с. [В библиотечку БашГУ имеется 25 экз.]
2. Шпольский Э.В.. Атомная физика : учебное пособие / Э. В. Шпольский .— М. : Лань, 2010. Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома .— 6-е, стер. — 448 с. [В библиотечку БашГУ имеется 25 экз.]
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.1, Атомная физика. М. Физматлит-МФТИ, 2005 г. [В библиотечку БашГУ имеется 81 экз.]
4. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике : учеб. пособие для вузов. 2-изд., испр. — М. : Физматлит, 2001 .— 215 с. [В библиотечку БашГУ имеется 50 экз. изд. 2001 г.+ 21 экз. изд. 1991 г.]
5. Савельев И.В. Курс общей физики. Изд. 6-е, стер. — СПб. : Лань, 2006 . - Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Атомная и ядерная физика .— 320 с. [В библиотечку БашГУ имеется 30 экз.+6 (2007. АСТРЕЛЬ)+33 (КНОРУС-2009)]
6. Шпольский Э.В. . Атомная физика [Электронный ресурс] : учебник : [в 2 т.] / Э.В. Шпольский .— СПб. [и др.] : Лань, 2010 . Т. 1: Введение в атомную физику .— Изд. 8-е, стер. — 557 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=442>.
7. Шпольский Э.В.. Атомная физика [Электронный ресурс] : учебник : [в 2 т.].— СПб.: Лань, 2010 .— Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома .— Изд. 8-е, стер. — 557 с.— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443>.
8. Савельев И.В.. Курс общей физики [Электронный ресурс] : в 5-ти тт. / И. В. Савельев .— СПб. : Лань, 2011- .— Т. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Атомная и ядерная физика .— 5-е изд. — 2011 .— 384 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань".— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708>.
9. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : — Изд. 14-е, стер. —

Санкт-Петербург : Лань, 2016 .— 416 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:https://e.lanbook.com/book/71750#book_name>.

Дополнительная литература:

1. Матвеев А.Н. Атомная физика. М. Высшая школа, 1989 г. [В библ. БашГУ имеется 29 экз.]
2. Иродов И.Е.. Квантовая физика. Основные законы. 3-е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 .— 256 с. 25 экз
3. В. П. Корявов. Методы решения задач в общем курсе физики. Атомная и ядерная физика : учеб. пособие. Москва : Студент, 2012 . 327 с. [В библ. БашГУ имеется 25 экз.]

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. —<https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Большая физическая аудитория 02	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

Материально-техническая база для проведения лабораторных работ описана в РПД по дисциплине «ФП Атомная физика» модуля «Общий физический практикум»

Приложение № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Атомная и ядерная физика» (часть 1 «Атомная физика») на 5 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	55,2
лекций	36
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма контроля:

экзамен 5 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Модуль 1. Экспериментальные основы квантовой теории. Микромир. Невозможность описания явлений в микромире в рамках классической теории. Волны и кванты. Законы теплового излучения. Гипотеза Планка. Кванты излучения. Формула Планка.	2	1		3	1 (§12), 2 (§117,118), 3 (§8,10), 5(§1)	2(§119,120), 4(5.292, 293, 296, 305).	ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
2	Частицы и волны. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства частиц. Волны де-Бройля. опыты Девиссона и Джермера, опыт Томсона и Тартаковского. опыты с нейтронами и молекулярными пучками. опыты по дифракции при очень слабых потоках частиц.	2	1		4	1(§6,8,9), 3(§11), 5(§2,3)	1(§3), 4(49,50, 62,63)	Письменная работа
3	Элементы квантовой механики. Свойства волн де Бройля. Волновая функция. Физический смысл волновой функции. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Волновые свойства микро- и микрочастиц.	2	1		4	1(§16,17), 3(§13-15), 5(§3-8).	4(§67,72,75, 77)	ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА, КР
4	Средние значения физических величин. Плотность вероятности. Операторы. Операторы импульса, кинетической энергии, потенциальной энергии. Связь между	2	1		4	1(§16,17), 3(§13-15), 5(§3-8).	4(§67,72,75, 77)	ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА,

	операторами физических величин. Собственные состояния. Собственные функции. Спектр физической величины. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Гамильтониан.							
5	Простейшие случаи движения микрочастиц. Свободное движение частицы. Частица в потенциальной яме. Собственные значения энергии, собственные функции. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Потенциальный барьер произвольной формы. Холодная полевая эмиссия. Контактная разность потенциалов. Туннельный микроскоп. Гармонический осциллятор. Нулевая энергия. Правила отбора.	3	2		4	1 (26,27,29), 3 (§17-20), 5 (9-11).	6 (§23), 4 (§6.80,81,84,85)	Письменная работа
6	Основные экспериментальные данные о строении атома. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атома. Сериальные закономерности в спектре атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Комбинационный принцип.	2	1		3	1 (§10,11), 2 (§2), 5 (§27).		ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА, КР
7	Постулаты Бора. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней. Опыты Франка и Герца. Квантование момента импульса. Теория Бора атома водорода.	3	2		2	1 (§12,13), 2 (§3,4), 5 (§28).	1 (§14), 3 (§21), 5 (§13),	ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА,
8	Модуль 2. Квантовая теория атомов и молекул. Одноэлектронный атом. Квантовомеханическая теория атома водорода. Уровни энергии и волновые функции стационарных состояний. Квантовые числа, их физический смысл. Вырождение состояний, кратность вырождения. Электромагнитные переходы в атомах. Правила отбора.	2	1		2	1 (§30,31), 3 (§21,22), 5 (§12, 15, 20)	4 (6.122,124)	ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА,
9	Спектры атомов щелочных металлов.	2	1		2	3 (§21,23),	4 (6.105, 107,	ПИСЬМЕН

	Основные серии спектра. Дублетная структура спектров и спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Полный механический момент электрона, квантовое число j . Термы атомов щелочных металлов.					5(§21,27), 1(§33,34)	111)	НАЯ РАБОТА,
10	Многоэлектронные атомы. Типы связей электронов в атомах. J - j – связь. Приближение L-S связи. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура уровней. Термы атомов. Мультиплетность. Результирующий механический и магнитный моменты многоэлектронного атома. Фактор Ланде. Опыт Эйнштейна и де Хааса.	2	1		3	1(§37,39), 5(§25,30)	4(6.154, 156,160)	Письменная работа
11	Атом в магнитном и электрическом полях. Слабое и сильное поле. Эффект Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка.	3	1		2.8	3(§25), 1(§45,46)	6(§43)	КР
12	Опыт Штерна и Герлаха. Электронный парамагнитный резонанс.	1	1		2	1(§15,35), 3(§24), 5(§22-24, 26);	3(§26), 5(§37), 6(§42)	письменная работа
13	Принцип Паули. Статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Энергия Ферми. Электронные конфигурации. Правило Хунда. Идеальная схема заполнения электронных оболочек. Объяснение периодической системы Менделеева.	3	1		4	1(§52, 54,55), 3(§27), 5(§31,32) 3(§34),	1(§56), 4(6.126, 127, 130)	КР, письменная работа
14	Рентгеновские спектры. Правило Мозли.	1	1		2	1(§57), 3(§30)	4(6.141, 145,146)	КР
15	Релятивистские эффекты в атомной физике. Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Тонкая структура уровней энергии атома водорода. Состояния с отрицательной энергией. опыты Лэмба и Резерфорда. Физические свойства вакуума.	2			4	1(§71,72)	6(§44,45)	письменная работа
16	Молекула. Адиабатическое приближение. Молекулярный ион водорода. Молекула водорода. Химическая связь атомов в молекулах. Вращательная и	2	1		4	1(§58,63), 3(§28,29) 5(§19)	1(§64), 4(6.180,182)	письменная работа

	колебательная энергии молекул. Молекулярные спектры. Вращательные спектры. Вращательно-колебательные спектры. Электронные спектры молекул.							
17	Макроскопические квантовые явления. Сверхпроводимость и сверхтекучесть и их квантовая природа.	2	1		4	3(§37,41),	3(§36), 3(зад. на с. 196)	письменная работа
	Всего, ч.	36	18		52.8			

Примечание 1. Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

Примечание 2. Лабораторные работы по атомной физике описаны в рабочей программе дисциплины «ФП Атомная физика» модуля «Общий физический практикум».

Примечание 3. Часы на самостоятельную работу включают также время на подготовку к экзамену (контроль).

Примечание 4. Часы на консультации студентами (1.2 ч ФКР) не включены в таблицу, так как они не могут быть распределены по темам программы.

Рейтинг – план дисциплины

Атомная и ядерная физика (часть 1 «Атомная физика»)

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика», профиль «Цифровые технологии обработки информации»
курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 «Экспериментальные основы квантовой теории»				
Текущий контроль				
Письменная работа 1	4	5	0	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа №1	5	3	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 1			0	35
Модуль 2 «Квантовая теория атомов и молекул»				
Текущий контроль				
3. Контрольная работа №2	5	4	0	20
Рубежный контроль				
1. Письменная работа 2	3	5	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 2			0	35
Поощрительные баллы				
Участие в олимпиадах по общей физике (баллы за задачи по атомной физике)			0	10
Итого поощрительных баллов			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	30
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	

Часть 2 «Ядерная физика» дисциплины «Атомная и ядерная физика» (6-й семестр)

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по части 2 «Ядерная физика», дисциплины «Атомная и ядерная физика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	26
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	28
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №3)	28 (43)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	29
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	29
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	31
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №4)	42
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	40
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	40
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	41
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	42

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

При изучении дисциплины «Атомная и ядерная физика» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

Для формирования указанных компетенций освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; - связь законов сохранения со свойствами симметрии; - основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; - отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра; - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; - характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; - структуру и систематику частиц (супермультиплеты); - понятия об экранировки и антиэкранировки заряда (конфайнмент); - теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц. - основные механизмы ядерных реакций; - основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; - законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения α - квантов и правила отбора, - закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими 	ОПК-1 , ОПК-3, ПК-1	

	<p>системами;</p> <ul style="list-style-type: none"> - механизмы взаимодействия излучения с веществом; - единицы доз и активности; 		
Умения	<ul style="list-style-type: none"> - определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций; - использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций; - использовать диаграммы Фейнмана для расчета вероятностей процессов взаимодействия частиц; - обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. - рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; - применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; - оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; - строить диаграммы Фейнмана для распада частиц; - оценивать радиус фундаментальных взаимодействий. 	ОПК-3, ПК-1	
	2. . Уметь анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	ОПК-3, ПК-1	
	3. Уметь ориентироваться в потоке научной и технической информации	ОПК-1 , ОПК-3, ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельнос ти)	<ul style="list-style-type: none"> - методами расчета процессов рассеяния (формулы Резерфорда и Мотта); - методами расчета энергии связи (формула Вайцзеккера); - методами оценки радиационной обстановки; - методами защиты от излучения; 	ОПК-3, ПК-1	
	- Владеть навыками проведения физического эксперимента и методами оценки погрешности измерений.	ОПК-1 ,ОПК-3, ПК-1	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» относится к *базовой* части рабочего учебного плана. Часть 1 дисциплины «Атомная физика» изучается на 3 курсе в 5 семестре, *часть 2 «Ядерная физика» на 3 курсе в 6 семестре*.

Целью изучения *части 2 «Ядерная физика»* дисциплины: «Атомная и ядерная физика» является освоение студентами основных понятий и методов классического и квантового описания строения и структуры атомного ядра, процессов ядерного распада и взаимодействия частиц

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» заканчивает цикл дисциплин «Общая физика», в которых рассматриваются, в основном, классические представления физики, и начинает ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области квантовой теории о свойствах микрообъектов и материи в целом.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: как механика, молекулярная физика, атомная физика, математический анализ, дифференциальные уравнения, тензорный анализ и векторная алгебра.

Чтобы приступить к изучению дисциплины «Атомная и ядерная физика» студент должен знать основные понятия и законы перечисленных выше дисциплин, уметь находить производные функций и их пределы, уметь пользоваться разложением функций в ряд, уметь решать дифференциальные уравнения с применением граничных и начальных условий, иметь навыки нахождения неопределенных и определенных интегралов функций. Студент должен иметь представления об основных средствах измерений в лабораторном физическом практикуме, уметь пользоваться измерительными приборами в рамках лабораторного физического практикума, иметь навыки расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений.

Освоение данного раздела общей физики является обязательным этапом подготовки к изучению разделов теоретической физики («Квантовая теория», «Физика конденсированного состояния») и специальных дисциплин.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-1 -способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	<p>Знать:</p> <p>основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер;</p> <p>связь законов сохранения со свойствами симметрии;</p> <p>основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер;</p> <p>отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра;</p> <p>основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц;</p> <p>характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами;</p> <p>структуру и систематику частиц (супермультиплеты);</p> <p>понятия об экранировки и антиэкранировки заряда (конфаймент);</p> <p>. теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <p>основные механизмы ядерных реакций;</p> <p>основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями;</p> <p>законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения α - квантов и правила отбора,</p> <p>закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами;</p> <p>механизмы взаимодействия излучения с веществом; единицы доз и активности;</p>	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	<p>Уметь:</p> <p>определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций;</p> <p>использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций;</p> <p>использовать диаграммы Фейнмана для расчета вероятностей процессов взаимодействия частиц;</p> <p>обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»;</p> <p>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.</p>	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

	рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; строить диаграммы Фейнмана для распада частиц; оценивать радиус фундаментальных взаимодействий.				
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть : методами расчета процессов рассеяния (формулы Резерфорда и Мота); . методами расчета энергии связи (формула Вайцзеккера); методами расчета магнитных моментов ядер; методами оценки радиационной обстановки; методами защиты от излучения; методами расчета порога и энергии реакции;	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

ОПК-2 - способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать: основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; связь законов сохранения со свойствами симметрии; основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра; основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; структуру и систематику частиц (супермультиплеты); понятия об экранировке и антиэкранировке заряда (конфаймент); . теоретические основы, основные понятия и законы физики атомного ядра и элементарных частиц. основные механизмы ядерных реакций; основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения \square - квантов и правила отбора, закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; механизмы взаимодействия излучения с веществом; единицы доз и активности;	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций; использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций; использовать диаграммы Фейнмана для расчета вероятностей процессов взаимодействия частиц; обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; пользоваться теоретическими основами, основными	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

	понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; строить диаграммы Фейнмана для распада частиц; оценивать радиус фундаментальных взаимодействий.				
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: методами расчета процессов рассеяния (формулы Резерфорда и Мота); методами расчета энергии связи (формула Вайцзеккера); методами расчета магнитных моментов ядер; методами оценки радиационной обстановки; методами защиты от излучения; методами расчета порога и энергии реакции;	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Критериями оценивания освоения компетенций являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

Шкала перевода баллов рейтинга в пятибалльную шкалу итоговой оценки по дисциплине:

- от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»
- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 до 110 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	Знать: - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах атомных ядер; - связь законов сохранения со свойствами симметрии; - основные экспериментальные данные и теоретические основы оболочечной модели ядер; - отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра; - основные экспериментальные данные и теоретические представления о свойствах частиц; - характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами; - структуру и систематику частиц (супермультиплеты); - понятия об экранировке и антиэкранировке заряда (конфаймент); - теоретические основы, основные понятия и законы	ОПК-1 , ОПК-2,	Тест,

	<p>физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные механизмы ядерных реакций; - основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; - законы радиоактивного распада, особенности процессов поглощения и излучения \square - квантов и правила отбора, - закономерности взаимодействие ядерных частиц с веществом и биологическими системами; - механизмы взаимодействия излучения с веществом; - единицы доз и активности; 		
Умения	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять размеры, энергии связи и массы ядер, спин и изоспин ядра и моменты нуклонов, энергии и пороги реакций; - использовать релятивистский инвариант при расчете кинематических характеристик реакций; - использовать диаграммы Фейнмана для расчета вероятностей процессов взаимодействия частиц; - обосновать необходимость введения квантового числа «цвет»; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями физики атомного ядра и элементарных частиц. - рассчитывать магнитные и квадрупольные моменты ядер; - применять законы сохранения в распадах и взаимодействиях; - оценивать время жизни переносчиков взаимодействий; - строить диаграммы Фейнмана для распада частиц; - оценивать радиус фундаментальных взаимодействий. 	ОПК-1, ОПК-2	контрольная работа
	<p>2. Уметь анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.</p>	ОПК-1	контрольная работа
	<p>3. Уметь ориентироваться в потоке научной и технической информации</p>	ОПК-2	тест
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>Владеть:</p> <p>методами расчета процессов рассеяния (формулы Резерфорда и Мотта);</p> <p>методами расчета энергии связи (формула Вайцзеккера);</p> <p>методами расчета магнитных моментов ядер;</p> <p>методами оценки радиационной обстановки;</p> <p>методами защиты от излучения;</p> <p>методами расчета порога и энергии реакции</p>	ОПК-1	Тест, контрольная работа
	<p>- Владеть навыками проведения физического эксперимента и методами оценки погрешности измерений.</p>	ОПК-2	контрольная работа

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении 2.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов, по одному из каждого модуля.

Примерные вопросы для рубежного и промежуточного контроля:

Модуль 1. Ядерная физика

Введение. Открытие ядра и общие понятия. Сечение рассеяния. Формула Резерфорда. Дифракционное рассеяние частиц. Формула Мотта. Форм-фактор. Распределение заряда в нуклоне
Ядерный парк. NZ -диаграмма ядер. Масса и энергия связи ядра. Энергия отделения нуклона, частицы. Удельная энергия связи. Дефект массы. Модель Ферми-газа для ядра. Модель жидкой капли для ядра. Формула Вайцеккера.
Основное и возбужденное состояние ядра. Сохраняющиеся величины и квантовые числа. Спин ядра. Четность. Тождественность частиц. Статические электромагнитные моменты.
Модель ядерных оболочек. Спин и четность в модели оболочек ядра. Ограниченность одночастичной модели оболочек. Вращательные уровни ядер. Колебательные уровни ядер. Реальный ядерный спектр.
Свойства ядерных сил. Характеристики дейтрона. Зарядовая независимость ядерных сил. Изоспин частиц и ядер. Спин - орбитальные силы. Обменный характер нуклонных взаимодействий. Радиальная форма ядерных сил. Теория Юкавы.
Общие закономерности распада. α - радиоактивность. β -распад. γ - распад.
Ядерные реакции. Законы сохранения. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Сечение образования составного ядра. Формула Брейта– Вигнера. Прямые ядерные реакции
Эффект Мессбауэра
Взаимодействие ядерных частиц с веществом. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Прохождение γ - квантов через вещество. Другие механизмы взаимодействия излучения с веществом:

Модуль 2. Элементарные частицы.

Частицы и взаимодействия. Ускорители частиц. Элементарные частицы.
Экспериментальное исследование структуры частиц. Типы, радиусы и константы взаимодействий частиц. Диаграммы Фейнмана для электромагнитных взаимодействий.
Кванты других полей.
Систематика частиц. Основные узлы диаграмм фундаментальных взаимодействий. Законы сохранения в мире частиц. Правило Накано – Нашиджимы – Гелл- Манна. Кварки.
Кварковая структура легчайших барионов и мезонов. Декуплет барионов
Трудности кварковой модели. Цвет. Адроны – наборы цветных кварков. Глюоны. КХД. Экранировка и антиэкранировка заряда. Асимптотическая свобода. Структура протона. Отсутствие кварков в свободном состоянии. Доказательства существования кварков.
Тяжелые кварки

Слабые взаимодействия. Слабые распады. Заряженные и нейтральные слабые Токи. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Спиральность. Зарядовое сопряжение. Обращение времени. СРТ – теорема. Этапы развития теорий объединения взаимодействий. Великое объединение. Суперсимметрия. Вселенная, свидетельства большого взрыва. Первые мгновения Вселенной. Дозвездный синтез ядер. Барионная асимметрия, отсутствие антивещества. Инфляция. Звездная эра. Ядерные реакции в звездах Заключительные стадии жизни звезд. Конечные этапы эволюции Вселенной Космические лучи..

На основе данных вопросов составлены тестовые задания, позволяющие контролировать качество усвоения студентами теоретического материала курса. Занятия, на которых предлагаются тестовые задания, указаны в рейтинг- плане дисциплины.

Пример экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра общей физики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Физика атомного ядра и частиц»

Направление 03.03.03 «РАДИОФИЗИКА»

Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

»

1. Ядерный парк. NZ-диаграмма стабильных и долгоживущих ядер.
2. Трудности кварковой модели. Цвет.

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой _____
(подпись)



Балапанов М.Х.
(Ф.И.О.)

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 10 баллов каждый), и оценок за

ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 5 балла максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется

- **15-20 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- 5 баллов, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- 3 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Задания для проведения письменных опросов (тестов)

Описание теста 1.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала первых 8 лекций (модуль 1).

Тесты размещены в компьютерной базе данных БашГУ

Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 25 заданий.

Каждое задание теста оценивается в 1 балл.

Пример заданий варианта теста 1.

- Самый характерный размер в ядерной физике ?
1) 1 см; 2) 10^{-8} см; 3) 10^{-19} см; 4) 10^{-13} см.
- Необходимое условие применимости законов классической физики ?
1) $\Delta x \cdot \Delta p \sim \hbar$ 2) $\Delta x \cdot \Delta p > \hbar$
3) $\Delta x \cdot \Delta p \gg \hbar$ 4) $\Delta x \cdot \Delta p < \hbar$
- Состав атомных ядер ?
1) $p + e^-$ 2) $p + n$ 3) $p + p^-$ 4) $p + p^+$

Описание теста 2.

Содержит задания для текущего контроля усвоения материала второй половины лекционного курса (модуль 2). Тесты размещены в компьютерной базе данных БашГУ

Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 25 вопросов.

Каждое задание теста оценивается в 1 балл.

Пример заданий варианта теста 2.

- Каким законом сохранения запрещена реакция $p + e^- \rightarrow 2\gamma$ (аннигиляция атома водорода)
1) Законом сохранения массы. 2) Законом сохранения спина.
3) Законом сохранения барионного заряда.
4) Законом сохранения четности.
- Какое свойство элементарных частиц нужно считать самым главным ?
1) Отсутствие внутренней структуры
2) Способность проникать в область сверхмалых расстояний.
3) Способность рождаться в столкновениях с другими частицами.
4) Участие в различных типах взаимодействий.
- Из какого соотношения следует возможность рождения новых частиц в столкновениях ?
1) $E = h\nu$ 2) $E_{\text{рел.}} = mc^2$ 3) $E_0 = m_0c^2$ 4) $E_{\text{кин.}} = E_{\text{рел.}}$

Вопросы для семинаров

Семинар 1: Решение задач на тему «Рассеяние элементарных частиц и размеры атомных ядер».

Примеры задач:

1. Альфа-частицы с кинетической энергией $T = 6.5$ МэВ испытывают резерфордовское рассеяние на ядре золота ^{197}Au . Определить: 1) параметр столкновения b для альфа-частиц, наблюдаемых под углом $\theta = 90^\circ$; 2) минимальное расстояние r_{min} сближения альфа-частиц с ядром; 3) кинетическую (T') и 4) потенциальную (E') энергии альфа-частиц в этой точке.
2. Протон с кинетической энергией $T = 2$ МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au . Определить дифференциальное сечение рассеяния на угол $\theta = 60^\circ$. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{27}Al ?
3. Вычислить сечение рассеяния α -частицы с кинетической энергией $T = 5$ МэВ кулоновским полем ядра ^{208}Pb под углами больше 90° .

Семинар 2: Решение задач на тему «Энергия связи ядер. Капельная модель ядра».

Примеры задач:

1. Вычислить удельную энергию связи для ядра ^{12}C .
2. Найти энергии отделения нейтрона и протона от ядра ^{12}C .
3. Найти энергию отделения альфа-частицы от ^{12}C .

Семинар 3: Решение задач на тему «Радиоактивность».

Примеры задач:

1. Активность препарата ^{32}P равна 2 мКи. Сколько весит такой препарат? период полураспада равен 14.5 суток.
2. В результате α -распада радий ^{226}Ra превращается в радон ^{222}Rn . Какой объем радона при нормальных условиях будет находиться в равновесии с 1 г радия? Период полураспада ^{226}Ra $T_{1/2}(\text{Ra}) = 1600$ лет, ^{222}Rn - $T_{1/2}(\text{Rn}) = 3.82$ дня.
3. Удельное содержание изотопа ^{14}C , усвоенного деревом при его жизни, затем уменьшается вследствие β -распада с периодом полураспада 5700 лет. Определить возраст деревянного предмета, обнаруженного при раскопках, если удельная активность ^{14}C этого предмета составляет 0,1 от удельной активности свежесрубленного дерева.
4. Используя формулу Вайцзеккера, оценить, начиная с какого массового числа становится энергетически возможным β -распад. Ответ: $150 \text{ A} \square$.
5. Оценить период полураспада радиоактивного ядра, испускающего β -частицы с энергией 1 МэВ, если ядро $^{90}\text{Th}^{232}$ имеет период полураспада $101.4 \cdot 10^3$ лет и испускает β -частицы с энергией 4 МэВ, а для ядра $^{84}\text{Po}^{212}$ период полураспада $73 \cdot 10^{-6}$ с и $8,8 \text{ E} \square \square$ МэВ. Ответ: $843.2 \cdot 10^3$ лет.

Семинар 4. Решение задач на тему «Элементарные частицы и их взаимодействие».

1. Оценить максимальное расстояние, на котором возможно взаимодействие нуклонов путем обмена виртуальным π -мезоном.
2. Определить квантовые числа частицы X в реакции $K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + X$.
3. Рассчитать максимальную энергию и импульс позитрона, образующегося в следующем распаде: $\tau^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\tau$.
4. Определить частицу X , образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $p + \bar{p} \rightarrow \Xi^- + \pi^+ + X$
5. Нарисовать диаграммы взаимодействия p - p , n - n , p - n на кварковом уровне.

Критерии оценки решения задач на семинаре (в баллах):

-5 баллов выставляется студенту за верное решение задачи у доски.

Задания для письменной контрольной работы

Письменная контрольная предназначена для рубежного контроля усвоения модуля 2. Контрольная состоит из пяти задач. Время выполнения – 45 минут. Каждая задача оценивается в 1 балл.

Описание методики оценивания задач контрольной работы 1:

- 1 балл выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно или в решении есть небольшие ошибки

- 0.5 балла выставляется студенту, если допущена непринципиальная ошибка в исходных уравнениях; но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа (задача решена наполовину);

0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном решении или когда решение не соответствует условию задачи.

При суммировании оценка округляется до целого значения.

Максимальная оценка за контрольную работу – 5 баллов.

Контрольная работа считается выполненной, если набрано не менее 2.5 баллов из 5.

Примеры вариантов письменной контрольной работы:

Вариант 1

1. Оценить максимальное расстояние, на котором возможно взаимодействие нуклонов путем обмена виртуальным π - мезоном.
2. Определить квантовые числа частицы X в реакции $K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + X$.
3. Рассчитать максимальную энергию и импульс позитрона, образующегося в следующем распаде: $\tau^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\tau$.
4. Определить частицу X , образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $p + \bar{p} \rightarrow \Xi^- + \pi^+ + X$
5. Нарисовать диаграммы взаимодействия p-p, n-p, p-n на кварковом уровне.

Вариант 2

1. Определить порог реакции фоторождения π^- - мезона на дейтроне $\gamma + d \rightarrow p + p\pi^-$.
2. Показать, что реакция распада $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$; — реакция слабого взаимодействия.
3. При аннигиляции p и \bar{p} в состоянии покоя возникают 4 заряженных π - мезона. В каких пределах может меняться кинетическая энергия каждого из них?
4. Определить частицу X , образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $K^- + p \rightarrow K^+ + K^0 + \pi^0 + X$
5. Показать, что без введения нового квантового числа "цвет", имеющего три возможных значения, кварковая структура Δ^{++} , Δ^- , Ω^- противоречит принципу Паули.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Капитонов, Игорь Михайлович. Введение в физику ядра и частиц [Текст] : учеб. издание / И. М. Капитонов. - 4-е изд., - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. библи. БашГУ имеется 22 экз.]
2. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике : учеб. пособие для вузов. 2-изд., испр. — М. :Физматлит, 2001 .— 215 с. [В библи. БашГУ имеется 50 экз. изд. 2001 г.+ 21 экз. изд. 1991 г.]
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Изд. 6-е, стер. — СПб. : Лань, 2006 . - Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Атомная и ядерная физика .— 320 с. [В библи. БашГУ имеется 30 экз.+6 (2007. АСТРЕЛЬ)+33 (КНОРУС-2009)]
4. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике : учеб. пособие для вузов. 2-изд., испр. — М. :Физматлит, 2001 .— 215 с. [В библи. БашГУ имеется 50 экз. изд. 2001 г.+ 21 экз. изд. 1991 г.]

Дополнительная литература:

5. Иродов И.Е.. Квантовая физика. Основные законы. 3-е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 .— 256 с. 25 экз

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1.Капитонов, Игорь Михайлович. Введение в физику ядра и частиц [Текст] : учеб. издание / И. М. Капитонов. - 4-е изд., - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online .— ISBN 978-5-9221-1250-5 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/75503/>>
2. Частицы и атомные ядра М: Изд-во ЛКИ_Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Н.П.Юдин 2007 Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=443>.

3. Савельев И.В.. Курс общей физики [Электронный ресурс] : в 5-ти тт. / И. В. Савельев .— СПб. : Лань, 2011- .— Т. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Атомная и ядерная физика .— 5-е изд. — 2011 .— 384 с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань".—
<URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=708>.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] :— Изд. 14-е, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016 .— 416 с. .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань"
<URL:https://e.lanbook.com/book/71750#book_name>.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>Большая физическая аудитория 02</i>	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат корпус)</i>	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
<i>Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)</i>	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
<i>Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)</i>	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

Материально-техническая база для проведения лабораторных работ описана в РПД по дисциплине «ФП Ядерная физика» модуля «Общий физический практикум»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины _____ «Атомная и ядерная физика» _____ на _____ 6 _____ семестр
(наименование дисциплины)

_____ очная _____

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33,2
лекций	24
практических/ семинарских	8
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	4
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Форма контроля:

экзамен _____ 6 _____ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Свойства атомных ядер. Радиоактивность. Взаимодействие нуклонов и свойства ядерных сил. Модели атомных ядер. Ядерные реакции. Взаимодействие ядерного излучения с веществом	16	5		18	1-5	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Компьютерное Тестирование Контрольная работа
2.	Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий	8	3		20.8	1-4	Домашняя проработка лекций и изучение литературы по теме.	Компьютерное Тестирование Контрольная работа
Всего часов:		24	8		38.8			

Примечание 1. Лабораторные работы по ядерной физике описаны в рабочей программе дисциплины «ФП Ядерная физика»

Примечание 2. Часы на самостоятельную работу включают также время на подготовку к экзамену (контроль).

Примечание 3. В таблицу не включены запланированные 1.2 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем).

Рейтинг – план дисциплины

«Атомная и ядерная физика»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния вещества»

курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				35
Текущий контроль				10
1. Решение задач на семинаре	5	2		10
Рубежный контроль				25
1. Тест 1	1	25	0	25
Модуль 2				35
Текущий контроль				30
1. Тест 2	1	25		25
2. Решение задач на семинаре	1	5		5
Рубежный контроль				5
1. Письменная контрольная работа	1	5		5
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада				10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий				-10
Итоговый контроль				
2. Экзамен				30