

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.07.2026 11:59:17
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Основы атомной и ядерной физики

Направление подготовки (специальность)
30.05.01 Медицинская биофизика

Направленность (профиль)
Медицинская биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)
Врач-биофизик

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль): Медицинская биофизика

Дисциплина: Основы атомной и ядерной физики

Семестр: 3

Форма промежуточной аттестации: экзамен (3 семестр)

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Основы атомной и ядерной физики» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации	<u>Знать:</u> Для достижения УК-1.2: знать основы выполнения эффективного поиска информации для формирования естественнонаучного мировоззрения как основного способа познания окружающего мира <u>Уметь:</u> Для достижения УК-1.2: критически оценивать новую информацию в естественнонаучной области знаний и давать ей интерпретацию <u>Владеть:</u> Для достижения УК-1.2: навыками использования в профессиональной деятельности базовых знаний в области естествознания
ОПК-1	Способен	ОПК-1.1. Обладает	<u>Знать:</u>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений. ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для постановки и решения клинических и научно-исследовательских задач.	Для достижения ОПК-1.1 основы теории, принципы и методы атомной и ядерной физики; методы теоретических и экспериментальных исследований в атомной и ядерной физике; базовые теоретические знания по атомной и ядерной физике. Для достижения ОПК-1.2 знать: правила оформления таблиц, схем, рисунков и чертежей в научных отчетах; правила и способы вычисления погрешностей, полученных данных; о размерностях физических величин. <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.1 уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями атомной и ядерной физики; решать типовые задачи; использовать базовые теоретические знания по атомной и ядерной физике. Для достижения ОПК-1.2 уметь: пользоваться теоретическими знаниями и практическими навыками, полученными в рамках изучения атомной и ядерной физики; прогнозировать последствия физических процессов, происходящих в профессиональной деятельности; анализировать полученные
--	---	---	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № ____

			экспериментальные данные; грамотно, последовательно и логично оформить результаты работы. <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.1 владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; навыком решения конкретных физических задач по атомной и ядерной физике. Для достижения ОПК-1.2 владеть: использованием понятийного аппарата физики в профессиональной деятельности; навыком грамотного представления результатов исследований и навыком оформления отчетов по лабораторным работам.
--	--	--	--

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основы теории, принципы и методы атомной физики; методы теоретических и экспериментальных исследований в атомной и ядерной физике; базовые теоретические знания по атомной и ядерной физике.
3.2	Уметь:
3.2.1	понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями атомной и ядерной физики; решать типовые задачи; использовать базовые теоретические знания по атомной и ядерной физике.
3.3	Владеть:
3.3.1	методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; навыком решения конкретных физических задач по атомной и ядерной физике.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	УК-1 ОПК-1	Введение. Атомы и ядра	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
2	УК-1 ОПК-1	Экспериментальные основы квантовых представлений	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
3	УК-1 ОПК-1	Физические принципы квантовой механики	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
4	УК-1 ОПК-1	Строение атома и атомные спектры	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
5	УК-1 ОПК-1	Строение и свойства молекул	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
6	УК-1 ОПК-1	Квантовые свойства твердых тел	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
7	УК-1 ОПК-1	Лабораторный практикум по атомной физике	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № ____

№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
8	УК-1 ОПК-1	Экспериментальная техника исследований по физике ядра	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
9	УК-1 ОПК-1	Основные свойства ядер и элементарных частиц	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
10	УК-1 ОПК-1	Радиоактивность	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
11	УК-1 ОПК-1	Ядерные реакции	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
12	УК-1 ОПК-1	Ядерные силы	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
13	УК-1 ОПК-1	Структура элементарных частиц и фундаментальные взаимодействия	Контрольные вопросы. Задания к практическим занятиям	Вопросы к экзамену
14	УК-1 ОПК-1	Лабораторный практикум по физике атомного ядра	Отчет по заданиям лабораторной работы (документ, который содержит систематизированные данные о лабораторной работе, описывает цели, задачи, краткую	Вопросы к экзамену

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
			теорию, используемую в лабораторной работе, ход лабораторной работы, расчеты, результаты и выводы, полученные в ходе лабораторной работы).	

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2 Содержание оценочных средств

Атомная физика

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Введение. Атомы и ядра		
1	Эффективное сечение взаимодействия - это	1. площадь сечения атома - центра взаимодействия 2. площадь сечения центра взаимодействия 3. доля частиц, испытавших взаимодействие, отнесенная к числу центров взаимодействия на единице площади мишени 4. доля частиц, прошедших без взаимодействия, отнесенная к числу центров взаимодействия на единице площади мишени 5. площадь сечения ядра - центра взаимодействия



2	Какое взаимодействие является определяющим для понимания строения атома?	1. ядерное (сильное) 2. электромагнитное 3. слабое 4. гравитационное 5. все перечисленные одинаково важны
3	Прицельное расстояние (прицельный параметр) - это	1. расстояние между траекторией движения частицы и рассеивающим центром 2. расстояние между взаимодействующими частицами 3. понятие не имеет строгого определения 4. расстояние между линией первоначального движения частицы и рассеивающим центром
4	Отличительной особенностью упругого рассеяния частицы является	1. сохранение полной энергии при взаимодействии 2. сохранение импульса при взаимодействии 3. неизменность состояний сталкивающихся частиц 4. равенство углов рассеяния налетающей частицы и угла вылета частицы-мишени 5. неизменность направлений движения сталкивающихся частиц
6	Размер электрона следует учитывать при рассмотрении процессов	1. происходящих в атомах 2. происходящих в ядрах атомов 3. никогда не учитывать 4. происходящих в твердом теле 5. всегда учитывать
Экспериментальные основы квантовых представлений		
1	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта представляет собой применение к данному явлению...	1. закона сохранения импульса 2. закона сохранения энергии 3. закона сохранения заряда 4. закона сохранения момента импульса 5. закона отражения и преломления света



Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

2	От чего зависит количество электронов, вырывааемых при фотоэффекте?	1. от частоты электромагнитного излучения 2. от интенсивности электромагнитного излучения 3. от величины задерживающей разности потенциалов 4. от энергии падающих квантов 5. от длины волны поглощаемого излучения 6. это величина постоянная, характеризующая данный фотоэлемент 7. правильный ответ не приведен
3	Работа выхода электронов из никеля составляет 4.84 эВ. Можно ли наблюдать одноэлектронный фотоэффект на фотокатоде из никеля, облучая его мощным источником видимого света?	1. да, в любом случае 2. нет, в любом случае 3. да, при достаточной интенсивности светового потока 4. да, но только при химически очень чистом никеле 5. правильный ответ не приведен
4	В каких случаях можно не учитывать волновые свойства электрона?	1. электроны в газоразрядной трубке 2. электрон в атоме водорода 3. электронный ускоритель на 1 ГэВ 4. рассеяние электронов с энергией порядка эВ на атомах газа 5. электрон движется к аноду в радиолампе
5	На пути узкого пучка электронов установлены последовательно диафрагма в виде щели и фотопластинка. После проявления на фотопластинке обнаружится	1. четкое изображение щели 2. никакого изображения, т.к. электроны не действуют на фотослой 3. дифракционная картина в виде полос 4. результат нельзя предсказать, не зная геометрии и энергии электронов 5. дифракционная картина в виде ряда окружностей
Физические принципы квантовой механики		
1	Частица движется в прямоугольной потенциальной яме в основном состоянии. Где вероятность нахождения частицы максимальна?	1. у левого края 2. у правого края 3. по краям 4. в центре 5. одинакова по всей ширине ямы



Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

2	Кинетическая энергия частицы отлична от нуля в основном состоянии - это справедливый результат	1. для всех задач классической механики 2. для всех задач квантовой механики 3. только при движении частицы в потенциальной яме 4. только при движении частицы в потенциале вида $U(x)=(kx^2)/2$ 5. для всех задач классической и квантовой механики
3	Квадрат модуля волновой функции имеет смысл плотности вероятности нахождения частицы в данном месте.	1. да 2. нет 3. не всегда
4	Чем определяется вид волновой функции частицы в стационарном уравнении Шредингера?	1. видом оператора Лапласа 2. кинетической энергией частицы E 3. массой частицы m 4. видом функции потенциальной энергии частицы U
5	Волновая функция, описывающая реальную физическую систему, всегда является	1. конечной 2. однозначной 3. непрерывной 4. нормированной 5. все ответы верны
Строение атома и атомные спектры		
1	Электрон перешел из состояния с малым средним расстоянием от ядра в состояние с большим удалением от ядра. При этом ...	1. энергия атома мало изменится 2. энергия атома увеличится 3. атом превратится в ион 4. энергия атома уменьшится 5. атом испустит квант энергии 6. правильный ответ не приведен
2	Линейчатый спектр дают...	1. высокотемпературная плазма 2. жидкости 3. газы в атомарном состоянии 4. газы в молекулярном состоянии 5. правильный ответ не приведен
3	С какого энергетического уровня на какой переходит электрон в атоме водорода при испускании волны с наименьшей частотой в видимой области спектра?	1. со второго на первый 2. с третьего на первый 3. с третьего на второй 4. с четвертого на первый 5. с четвертого на второй



Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

4	В оптическом диапазоне сплошные непрерывные спектры имеют :	1. пары металлов 2. нагретые жидкости и газы 3. газы 4. пары жидкостей 5. подогретые жидкости 6. правильный ответ не приведен
5	Принадлежность спектральной линии одной из серий атома водорода (Лаймана, Бальмера, Пашена и др.) определяется...	1. скоростью движения электрона вокруг ядра 2. начальным состоянием электрона 3. энергией электрона 4. импульсом электрона 5. квантовым числом конечного состояния 6. правильный ответ не приведен
6	Приведенная масса системы из двух частиц ...	1. больше массы легкой частицы 2. меньше массы легкой частицы 3. больше массы тяжелой частицы 4. равна сумме масс легкой и тяжелой частиц, деленной на два
Строение и свойства молекул		
1	При сближении атомов водорода и образовании молекулы H_2 электронные энергетические уровни ... Вставьте пропущенное слово.	расщепляются
3	Энергия молекулы H_2 ... сумме(ы) энергий двух изолированных атомов водорода. Вставьте пропущенное слово.	меньше
4	Если молекула при диссоциации распадается на атомы, то связь следует считать _____ (ионной или ковалентной).	ковалентной
5	Какие из приведенных ниже молекул имеют ковалентную химическую связь?	1. O₂ 2. CO 3. HCl 4. NO₂ 5. NaCl



Версия документа - 1	стр. 13	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

6	Одно из перечисленных ниже заключений относительно проявления в молекулах волновых свойств электронов неправильно. Укажите его.	1. движение электронов волнообразное 2. энергетический спектр электронов дискретный 3. имеется отличная от нуля вероятность найти электрон вдали от ядер 4. существует ковалентная химическая связь 5. электроны не падают на ядра, и молекула устойчива в целом
Квантовые свойства твердых тел		
1	В случае термодинамического равновесия в среде при комнатной температуре распределение молекул по колебательным уровням энергии имеет следующие закономерности:	1. большинство молекул характеризуется максимально возможной энергией 2. большинство молекул имеют энергию $(3/2)kT$ 3. молекулы распределены по колебательным уровням энергии в соответствии с формулой Больцмана; 4. количество молекул монотонно убывает по мере возрастания номера колебательного уровня энергии
2	Относительно уровня Ферми можно сказать, что это:	1. энергия взаимодействия электронов с решеткой кристалла 2. суммарная кинетическая энергия свободных электронов кристалла при T больше или равно 0 3. кинетическая энергия наиболее высокоэнергетических свободных электронов кристалла при T = 0 4. энергия электронного уровня кристалла в модели свободных электронов, вероятность заполнения которого 1/2
3	В зонной модели полупроводники от диэлектриков отличаются шириной _____.	запрещенной зоны
4	Энергия кристалла NaCl... сумме(ы) энергий изолированных атомов натрия и хлора, составляющих кристалл. Вставьте пропущенное слово.	меньше

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
-------	----------------------	------------------



Введение. Атомы и ядра		
1	Равновесное положение электрона в атоме водорода согласно модели Томпсона находится	1. в центре заряженного шара 2. на поверхности заряженного шара 3. в любой точке внутри заряженного шара 4. в атоме Томпсона равновесное положение отсутствует 5. положение электрона зависит от заряда
2	Какой из перечисленных ниже методов позволяет измерить заряд электрона с наибольшей точностью?	1. метод Милликена, основанный на измерении параметров движения заряженных капель в электрическом поле 2. метод магнетрона 3. измерение толщины следа электрона в камере Вильсона 4. измерении параметров движения ускоренного электрона в магнитном поле (масс-спектрометр) 5. ни один из перечисленных
3	Для получения количественного согласия экспериментальных и расчетных данных по рассеянию альфа-частиц в тонких фольгах конечный размер ядра	1. можно не учитывать 2. надо учитывать всегда 3. надо учитывать только для больших углов рассеяния 4. надо учитывать только для малых углов рассеяния
4	Поток альфа-частиц рассеивается тонкой мишенью из свинца. Детектор установлен под углом 30° относительно первоначального направления движения частиц и регистрирует к имп/с. Как изменятся показания детектора, если альфа-частицы заменить на протоны той же скорости?	1. Показания не изменятся 2. Уменьшатся в 2 раза 3. Уменьшатся в 4 раза 4. Уменьшатся в 16 раз 5. Увеличатся в 4 раза 6. Правильный ответ не приведен
5	При какой энергии электрон окажется тяжелее покоящегося протона? Ответ приведите в МэВ.	938
Экспериментальные основы квантовых представлений		
1	Определите энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным волнам видимой части спектра 760 нм. Ответ в эВ дайте с точностью до трех значащих цифр.	1.63



2	Какому углу рассеяния (в градусах) соответствует максимальное комптоновское смещение длины волны?	180
3	Энергия фотона равна кинетической энергии электрона. Сравните их импульсы.	1. импульс электрона больше, т.к. масса покоя электрона не равна нулю 2. импульс фотона больше, т.к. у него больше скорость 3. импульсы частиц равны 4. ответ зависит от величины энергии фотона и кинетической энергии электрона
4	Потенциал, до которого может зарядиться металлическая пластина, работа выхода электронов из которой 1.6 эВ, при длительном освещении потоком фотонов с энергией 4 эВ, равен...	1. 5.6 В 2. 3.6 В 3. 2.8 В 4. 4.8 В 5. 2.4 В
5	На графике представлены зависимости задерживающего напряжения U от частоты падающего света. Чем отличаются условия, при которых получены эти прямые?	работой выхода
6	Энергия света, падающего на катод, уменьшилась, при неизменной длине волны. При этом произошло уменьшение...	1. числа выбитых электронов 2. массы фотоэлектронов 3. скорости фотоэлектронов 4. работы выхода электронов из катода 5. ничего не уменьшится
Физические принципы квантовой механики		
1	Квантовая частица находится в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной a в состоянии с главным квантовым числом $n = 3$. В каких точках частица находится не может? Правильный(е) на Ваш взгляд номер(а) ответа(ов) введите через пробел.	1. $x = 0$ 2. $x = a/2$ 3. $x = a$ 4. $x = a/3$ 5. $x = 2a/3$



Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

2	Квантовая частица находится в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной a . В каких точках интервала $(0, a)$ плотность вероятности нахождения частицы в состояниях с главным квантовым числом $n = 1$ и $n = 2$ одинакова? Правильный(е) на Ваш взгляд номер(а) ответа(ов) введите через пробел.	1. $a/4$ и $3a/4$, соответственно для $n = 1$ и $n = 2$ 2. $a/3$ и $2a/3$, соответственно для $n = 1$ и $n = 2$ 3. $a/2$ 4. $a/5$ и $4a/5$, соответственно для $n = 1$ и $n = 2$
3	Прозрачность прямоугольного потенциального барьера для электронов с энергией 5 эВ равна 0.1. Чему она будет равна при увеличении ширины барьера в 2 раза?	1. увеличится в 2 раза 2. уменьшится в 2 раза 3. 0.01 4. 0.025 5. 0.4 6. 0.014 7. правильный ответ не приведен
4	В опыте Рамзауэра наблюдались аномалии в зависимости сечения рассеяния электронов на атомах благородных газов. На основании этих измерений он пришел к выводу, что	1. столкновения электронов с атомами упругие 2. атомы можно возбудить, сообщая им только определенные порции энергии 3. столкновения электронов с атомами неупругие 4. атомы имеют не равный нулю магнитный момент 5. атомы можно возбудить, сообщая им любые порции энергии 6. при малых скоростях электронов заметно проявляются их волновые свойства 7. поведение атомов противоречит постулатам Бора
5	Какое из приведенных явлений не требует для объяснения представления о туннельном эффекте?	1. холодная эмиссия электронов из металла 2. эффект Джозефсона 3. аномалии в зависимости сечения рассеяния электронов на атомах благородных газов (опыт Рамзауэра) 4. движение электронов в твердых телах 5. альфа-распад радиоактивных ядер
Строение атома и атомные спектры		



Версия документа - 1	стр. 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

1	Какое из приведенных выражений позволяет рассчитать длину волны второй по счету линии серии линий в ультрафиолетовой части спектра атома водорода (серия Лаймана)	1. c/R 2. $4c/3R$ 3. $9c/8R$ 4. $16c/15R$ 5. правильный ответ не приведен
2	Полная энергия электрона на n - ом уровне определяется соотношением $E_n = -13.6/n^2$ эВ. Какую наименьшую энергию нужно сообщить невозбужденному атому водорода, чтобы спектр излучения газа из таких атомов содержал только одну спектральную линию? Ответ в эВ дайте с точностью до трех значащих цифр.	10.2
3	Атом водорода перешел из основного состояния в состояние с главным квантовым числом n , при этом абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром уменьшилась в 4 раза. При последующем переходе из состояния с главным квантовым числом n в состояние с главным квантовым числом m абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром опять уменьшилась в 4 раза. Определите m .	1. 2 2. 4 3. 8 4. 16
4	Неподвижный атом водорода находился в первом возбужденном состоянии с квантовым числом $n = 2$. Поглотив фотон с энергией, равной 0.24 энергии ионизации, атом водорода перешел в состояние с квантовым числом $m = \dots$ Определите квантовое число конечного состояния.	10



5	Через разреженный газ пропускают излучение с непрерывным спектром. Какой вид имеет спектр поглощения разреженного газа?	1. разноцветные линии на темном фоне 2. спектр имеет вид радуги 3. отдельные темные линии на фоне непрерывного спектра 4. цвета линий неразличимо переходят один в другой 5. на фоне непрерывного спектра видно множество темных полос 6. правильный ответ не приведен
6	Атом водорода находится в возбужденном состоянии со значением главного квантового числа $n = 4$. Сколько спектральных линий будет содержать спектр излучения газа из таких атомов?	6
Строение и свойства молекул		
1	Система вращательных уровней энергии молекул имеет следующие характеристические особенности	1. по мере увеличения энергии интервал между соседними уровнями увеличивается 2. энергия уровня основного состояния равна 0 для всех молекул 3. энергии уровней более легких двухатомных молекул меньше, чем более тяжелых 4. по мере увеличения энергии интервал между соседними уровнями уменьшается
2	Для вращательных спектров поглощения двухатомных молекул характерно следующее:	1. интервал частот между соседними линиями спектра примерно одинаков 2. интервал частот между соседними линиями спектра зависит только от момента инерции молекулы 3. интервал длин волн между соседними линиями спектра одинаков 4. интервал частот между соседними линиями спектра зависит от температуры



3	Если сравнить чисто вращательные спектры поглощения молекул HF и HBr, то можно обнаружить, что:	1. они отличаются частотами линий 2. они не отличаются интенсивностями линий 3. в спектре HF интервал частот между соседними линиями больше, чем в спектре HBr 4. в спектре HF интервал частот между соседними линиями меньше, чем в спектре HBr 5. наблюдение спектров поглощения молекул HBr невозможно
4	В общем случае колебания атомов в молекулах не являются_____, однако такое приближение приемлемо при малых амплитудах колебаний. Вставьте пропущенное слово.	гармоническими
5	Вследствие _____ ангармоничности колебаний молекул при увеличении амплитуды колебаний интервал энергий между соседними энергетическими уровнями	1. увеличивается 2. уменьшается 3. не изменяется
6	В случае термодинамического равновесия в среде при комнатной температуре распределение молекул по колебательным уровням энергии имеет следующие закономерности:	1. большинство молекул характеризуется максимально возможной энергией 2. большинство молекул имеют энергию $(3/2)kT$ 3. молекулы распределены по колебательным уровням энергии в соответствии с формулой Больцмана; 4. количество молекул монотонно убывает по мере возрастания номера колебательного уровня энергии
Квантовые свойства твердых тел		
1	О нулевых колебаниях молекул можно сказать, что:	1. колебательное движение отсутствует 2. амплитуда колебаний равна нулю 3. это колебания при $T = 0$ 4. это колебания с минимально возможной амплитудой 5. это колебания с минимально возможной энергией



2	Относительно уровня Ферми можно сказать, что это:	1. энергия взаимодействия электронов с решеткой кристалла 2. суммарная кинетическая энергия свободных электронов кристалла при T равно или больше 0 3. кинетическая энергия наиболее высокоэнергетических свободных электронов кристалла при $T = 0$ 4. энергия электронного уровня кристалла в модели свободных электронов, вероятность заполнения которого 1/2
3	При сближении атомов лития и образовании кристалла электронные энергетические уровни образуют Вставьте пропущенное.	разрешенные зоны
4	В хорошо проводящих электрический ток твердых телах (металлах)	1. валентная энергетическая зона заполнена электронами полностью 2. валентная энергетическая зона частично заполнена электронами 3. заполнение валентной зоны не имеет значения 4. валентная зона близка к первой целиком заполненной зоне 5. проводимость обусловлена движением ионов
5	Электроны в зоне проводимости металла	1. равномерно распределяются по всем возможным состояниям 2. заполняют подряд все низколежащие состояния вплоть до энергии Ферми 3. заполняют подряд все высоколежащие состояния с энергиями, превышающими энергию Ферми 4. имеют одну энергию, называемую энергией Ферми 5. располагаются вблизи дна зоны
6	Какого типа связи из перечисленных в кристаллах не существует?	1. ионная 2. ковалентная 3. водородная 4. молекулярная 5. металлическая 6. полимерная



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 21

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Введение. Атомы и ядра		
1	Вычислите радиус атома водорода согласно модели Томпсона, если известна энергия ионизации атома $E_i = 13,6$ эВ. Ответ дайте в нм.	237 нм
2	Вычислите максимальную напряженность электрического поля в водородоподобном ионе согласно модели Томпсона. Порядковый номер Z , радиус атома принять r .	$E = 1/(4\pi\epsilon) \cdot (Z \cdot e/r)$
3	Неподвижный шар радиуса R облучают параллельным потоком частиц, радиус которых r . Считая столкновение частицы с шаром упругим, найти угол θ отклонения частицы в зависимости от ее прицельного параметра b	$\theta = \pi - 2\phi$, $b = (R+r)\sin\phi$
4	Протон с кинетической энергией $T = 10$ МэВ пролетает на расстоянии $b = 10$ пм от свободного покоившегося электрона. Найти энергию, которую получит электрон, считая, что траектория протона прямолинейная и за время пролета электрон остается практически неподвижным.	3,8 эВ
5	Узкий пучок α -частиц с кинетической энергией 1,0 МэВ падает нормально на платиновую фольгу толщины 1,0 мкм. Наблюдение рассеянных частиц ведется под углом 60° к направлению падающего пучка при помощи счетчика с круглым входным отверстием площади $1,0 \text{ см}^2$, которое расположено на расстоянии 10 см от рассеивающего участка фольги. Какая доля рассеянных α -частиц падает на отверстие счетчика?	$3,35 \cdot 10^{-5}$
Экспериментальные основы квантовых представлений		



1	Предположим, что покоящийся атом поглотил фотон с энергией $1,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Чему равен импульс атома?	$4 \cdot 10^{-26}$ кг*м/с
2	Узкий пучок α -частиц с кинетической энергией $T = 600$ кэВ падает нормально на золотую фольгу, содержащую $n = 1,1 \cdot 10^{19}$ ядер/см ² . Найти относительное число α -частиц, рассеивающихся под углами $\vartheta < 90 = 20^\circ$.	0,6
3	Фотон с энергией 15,0 эВ выбивает электрон из покоящегося атома водорода, находящегося в основном состоянии. С какой скоростью v движется электрон вдали от ядра?	$6,93 \cdot 10^5$ м/с
4	Нейтрон с кинетической энергией $T = 25$ эВ налетает на покоящийся дейтон (ядро тяжелого водорода). Найти дебройлевские длины волн обеих частиц в системе их центра инерции.	8,6 нм
5	Пороговая чувствительность сетчатки человеческого глаза к желтому свету с длиной волны 600 нм составляет $1,7 \cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов падает каждую секунду на сетчатку?	5
Физические принципы квантовой механики		
1	Прямоугольный потенциальный барьер имеет ширину 0,1 нм. Определите в эВ разность энергий $U-E$, при которой вероятность прохождения электрона сквозь барьер составит 0,5	0,454 эВ
2	Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером $l = 0,20$ нм.	1 эВ
3	Частица находится в двумерной прямоугольной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками ($0 < x < a$, $0 < y < b$). Определить вероятность нахождения частицы с наименьшей энергией в области $0 < x < a/3$.	19,5%



4	Электрон с кинетической энергией $T \approx 4$ эВ локализован в области размером $l = 1$ мкм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.	$9,76 \cdot 10^{-5}$
5	Электрон с энергией E движется в положительном направлении оси X . При каком значении $U-E$, выраженном в электрон-вольтах, коэффициент прозрачности $D=10^{-3}$, если ширина d барьера равна $0,1$ нм?	45 эВ
Строение атома и атомные спектры		
1	При переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучаются фотоны с энергией $2,55$ эВ (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны этой линии спектра.	486 нм
2	Энергия связи валентного электрона атома лития в состояниях $2S$ и $2P$ равна соответственно $5,39$ и $3,54$ эВ. Вычислить ридберговские поправки для S - и P -термов этого атома.	-0,409 -0,037
3	Атом находится в состоянии, мультиплетность которого равна трем, а полный механический момент — $\hbar \sqrt{20}$. Каким может быть соответствующее квантовое число L ?	3,4,5
4	Найти напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом, если разность длин волн $K\alpha$ -линии и коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра равна 84 пм.	15 кВ
5	При увеличении напряжения на рентгеновской трубке от $U_1 = 10$ кВ до $U_2 = 20$ кВ интервал длин волн между $K\alpha$ -линией и коротковолновой границей сплошного рентгеновского спектра увеличился в $n = 3,0$ раза. Определить порядковый номер элемента антикатада этой трубки.	29



Версия документа - 1	стр. 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Строение и свойства молекул		
1	Сколько процентов свободных электронов в металле при $T = 0$ имеет кинетическую энергию, превышающую половину максимальной?	65
2	Найти число свободных электронов, приходящихся на один атом натрия при $T = 0$, если уровень Ферми $E_F = 3,07$ эВ и плотность натрия равна $0,97$ г/см ³ .	0,97
3	Повышение температуры катода в электронной лампе от значения $T = 2000$ К на $\Delta T = 1,0$ К увеличивает ток насыщения на $\eta = 1,4\%$. Найти работу выхода электрона из материала катода.	4,45 эВ
Квантовые свойства твёрдых тел		
1	Приняв для серебра значение температуры Дебая $\theta = 208$ К, определить: максимальное значение энергии ε_m фонона	0,018 эВ
2	Приняв для серебра значение температуры Дебая $\theta = 208$ К, определить: среднее число $\langle n_m \rangle$ фононов с энергией ε_m при температуре $T = 300$ К.	1
3	Полагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон, определить: среднюю кинетическую энергию $\langle E \rangle$ свободных электронов при абсолютном нуле	4,23 эВ
4	Полагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон, определить: температуру T , при которой средняя кинетическая энергия электронов классического электронного газа равнялась бы средней энергии свободных электронов в меди при $T = 0$.	$32,7 \cdot 10^3$ К

Ядерная физика

Примеры вариантов заданий к практическим занятиям



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 25

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Введение. Особенности явлений в микромире		
1	Укажите неверное(ые) утверждение(я)	1. в ядре нет электронов 2. ядро содержит протоны и электроны, последние освобождаются при бета-распаде 3. при бета-распаде электроны образуются непосредственно в процессе распада 4. в ядрах с малым Z заряд недостаточен для удержания электронов внутри ядра 5. неверных ответов нет
2	Укажите верное(ые) утверждение(я)	1. в ядре нет электронов 2. ядро содержит протоны и электроны, последние освобождаются при бета-распаде 3. при бета-распаде электроны образуются непосредственно в процессе распада 4. в ядрах с любым Z заряд недостаточен для удержания электронов внутри ядра 5. правильных ответов нет
3	Ниже приведены различные физические величины. Есть ли среди них такие, которые не сохраняются при распаде радиоактивных ядер?	1. электрический заряд 2. суммарное число протонов и нейтронов 3. масса 4. лептонный заряд 5. момент количества движения 6. все сохраняются 7. ни одна не сохраняется
4	Что тяжелее, ядро урана U-235 или продукты деления U-235?	Ядро урана
5	Что тяжелее, ядро кислорода O или продукты его деления?	Продукты деления
6	Как изменится энергия покоя системы, состоящей из двух ядер дейтерия, в результате их соединения в ядро гелия?	1. увеличится 2. уменьшится 3. увеличится или уменьшится в зависимости от начального расстояния между ядрами дейтерия 4. не изменится
Экспериментальная техника исследований по физике ядра		
1	Можно ли использовать циклотрон для ускорения электронов.	нельзя



2	Сколько электроны не ускоряй, они никогда не будут тяжелее протона	1. это справедливо всегда 2. это справедливо для циклических ускорителей 3. это справедливо для линейных ускорителей 4. это утверждение не верно
3	Для работы циклотрона принципиально важно, чтобы оставался(ась) постоянным(ой)	1. частота обращения протонов 2. скорость протонов 3. радиус орбиты протонов 4. напряжение на катушке электромагнита 5. все перечисленные величины
4	Разделение зарядов в ионизационной камере, вызывающее появление тока во внешней цепи, происходит за счет	1. взаимодействия положительных и отрицательных ионов 2. внешнего электрического поля 3. специально подобранной конструкции электродов 4. внутренних электрических полей атомов газа, наполняющих камеру 5. всех перечисленных факторов
5	В сцинтилляционном детекторе регистрируются гамма-кванты от радиоактивного источника. При этом из фотокатода вырываются электроны за счет...	1. фотоэффекта первичных квантов 2. фотонов, испускаемых возбужденными атомами сцинтиллятора 3. вторичной эмиссии, вызванной фотоэлектронами, рожденными первичными квантами 4. вторичной эмиссии, вызванной комптоновскими электронами 5. всех перечисленных факторов
Основные свойства ядер и элементарных частиц		
1	Как называются ядра с одинаковыми Z, но различными A? Здесь Z - зарядовое число ядра, а A-массовое число.	изотопы
3	Объем ядра пропорционален числу нуклонов, входящих в него. Это значит что...?	1. нуклоны в ядрах упакованы с одинаковой плотностью 2. ядро устойчиво 3. ядро не устойчиво 4. рассматривается ядро атома гелия 5. правильный ответ не приведен



4	Какой из приведенных методов не использовался для изучения размеров ядер?	1. рассеяние быстрых электронов на ядрах 2. измерение спектров излучения мезоатомов 3. поглощение быстрых нейтронов ядрами 4. ни один из перечисленных методов 5. все перечисленные методы использовались 6. рассеяние рентгеновского излучения на ядрах
5	Стабильные ядра - это ядра устойчивые к испусканию....	1. протонов или нейтронов 2. альфа-частиц 3. бета-частиц 4. любых из перечисленных 5. гамма-излучения
Радиоактивный распад		
1	Как меняется заряд ядра радиоактивного изотопа при бета - распаде с испусканием электрона?	увеличивается
2	Как меняется заряд ядра радиоактивного изотопа при бета - распаде с испусканием позитрона?	уменьшается
3	Непрерывный характер спектра электронов при бета- распаде может быть объяснен:	1. образованием ядра в возбужденном состоянии с последующим испусканием гамма - излучения 2. поглощением энергии электронов в результате взаимодействия с атомами радиоактивного вещества 3. торможением электронов в поле покидаемого ядра 4. энергия бета-распада делится случайным образом между тремя частицами - продуктами распада 5. несохранением энергии в ядерных реакциях 6. правильный ответ не приведен
4	Приведены различные физические величины. Есть ли среди них такие, которые не сохраняются при распаде радиоактивных ядер?	1. электрический заряд 2. суммарное число протонов и нейтронов 3. масса 4. лептонный заряд 5. момент количества движения 6. все сохраняются 7. ни одна не сохраняется
Ядерные реакции		



Версия документа - 1	стр. 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

1	В XVIII веке А.Лавуазье, применяя закон сохранения массы вещества, правильно объяснил обжигание и горение как реакцию соединения веществ с кислородом. Справедлив ли этот закон в ядерных реакциях?	не справедлив
2	Эффективное сечение взаимодействия - это	1. доля испытавших взаимодействие частиц, отнесенная к числу центров взаимодействия на единице площади мишени 2. площадь поверхности ядра 3. площадь сечения ядра 4. суммарная площадь ядер на единице площади мишени 5. величина, вычисляемая по формуле Резерфорда 6. правильный ответ не приведен
3	Эффективное сечение ядерной реакции имеет размерность	1. м² 2. частица/м ² 3. Кюри 4. частица*м ² 5. стерадиан*м ² 6. правильный ответ не приведен
4	Составным ядром называют...	1. промежуточное ядро, образующееся при захвате частицы, время жизни которого много больше характерного ядерного времени 2. ядро, состоящее из протонов и нейтронов 3. любое радиоактивное ядро 4. ядро, например, урана - 238, которое может спонтанно разделиться правильный ответ не приведен
Ядерные силы		
1	Какое из приведенных ниже утверждений не является отличительной особенностью ядерных сил? Ядерные силы ...	1. являются короткодействующими 2. не зависят от заряда нуклонов 3. обладают свойствами насыщения 4. зависят от взаимной ориентации спинов частиц 5. являются центральными 6. все приведенные утверждения верны



2	К нуклонам относятся (правильные номера введите через пробел)	1. электроны 2. протоны 3. альфа - частицы 4. нейтроны 5. позитроны 6. тау - гипероны
3	К фермионам относятся ... (укажите номера через пробел)	1. электроны 2. протоны 3. альфа - частицы 4. нейтроны 5. фотоны 6. нейтрино 7. пи - мезоны
4	Укажите, какие из перечисленных частиц относятся к стабильным?	1. фотон 2. электрон 3. протон 4. нейтрино 5. все перечисленные
5	Какова природа сил, отклоняющих альфа - частицы от прямолинейной траектории в опыте Резерфорда?	1. гравитационная 2. все в равной степени 3. электромагнитная 4. ядерная 5. гравитационная и ядерная 6. электромагнитная и ядерная
6	Какие характеристики частиц и античастиц одинаковы? Номера правильных ответов введите через пробел.	1. масса 2. электрический заряд 3. время жизни 4. спин 5. магнитный момент 6. барионный заряд

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Введение. Особенности явлений в микромире		
1	Какая из кривых может представлять зависимость массы ядра от атомного номера при постоянном массовом числе?	3
2	Выяснить, устойчиво ли ядро с порядковым числом $Z=1$ относительно испускания альфа-частицы?	да



Версия документа - 1	стр. 30	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

3	Если ядру сообщить энергию, равную энергии связи, то оно	1. разделится на составляющие протоны и нейтроны 2. испытает сильное возбуждение 3. разделится на два неравных осколка 4. примет эллипсоидальную форму 5. испустит несколько альфа-частиц 6. правильный ответ не приведен 7. результат зависит от величины этой энергии
4	Есть ядро X (X - символ элемента, Z - зарядовое число ядра, а A-массовое число). q - единичный заряд, e - заряд позитрона. Чему равен заряд ядра?	1. Ze 2. Zq 3. Ae 4. Aq 5. (A-Z)e 6. (A-Z)q
5	Есть ядро X (X - символ элемента, Z - зарядовое число ядра, а A-массовое число). Чему равна масса ядра?	1. Z кг 2. Z а.е.м. 3. A кг 4. A а.е.м. 5. (A-Z) а.е.м. 6. правильный ответ не приведен
6	На графике отмечены все существующие стабильные ядра. Z - порядковый номер, N - число нейтронов в ядре. Ядро с Z =50 N = 51 не стабильно. Какие частицы оно может испускать?	протоны позитроны
Экспериментальная техника исследований по физике ядра		
1	Работа циклотрона основана на соотношении $m v^2 / R = qvB$ Какое заключение можно сделать о частоте вращения частицы?	1. не зависит от энергии частицы 2. увеличивается с ростом энергии частицы 3. уменьшается с ростом энергии частицы 4. обратно пропорциональна величине индукции 5. не зависит от массы частицы



2	Использование встречных пучков позволяет	1.сделать ускоритель компактнее 2.повысить энергию сталкивающихся частиц 3.увеличить число наблюдаемых ядерных реакций 4.увеличить возможную массу рождающихся частиц
3	Какой из приведенных детекторов можно использовать для регистрации быстрых электронов?	1. сцинтилляционный детектор. 2. газоразрядный счетчик Гейгера. 3. камера Вильсона. 4. все перечисленные детекторы 5. все перечисленные детекторы, кроме камеры Вильсона. 6. полупроводниковый детектор.
4	Какой из приведенных детекторов можно использовать для регистрации альфа-частиц?	1. сцинтилляционный детектор 2. газоразрядный счетчик Гейгера 3. камера Вильсона 4. все перечисленные детекторы 5. полупроводниковый детектор
5	Какой из перечисленных детекторов обладает наихудшим энергетическим разрешением?	1. ионизационная камера 2. сцинтилляционный детектор 3. пропорциональный счетчик 4. счетчик Гейгера 5. полупроводниковый детектор 6. у всех перечисленных разрешение одинаково
6	Какой из перечисленных детекторов обладает наилучшим энергетическим разрешением?	1. ионизационная камера 2. сцинтилляционный детектор 3. пропорциональный счетчик 4. счетчик Гейгера 5. полупроводниковый детектор 6. у всех перечисленных разрешение одинаково нуклонов
Радиоактивный распад		
1	Около вас могут пронести 1 г радиоактивного элемента с коротким периодом полураспада или 1 г радиоактивного элемента с большим периодом полураспада. Какой из них для вас более опасен?	первый



2	Из 20 одинаковых радиоактивных ядер за 1 мин испытало радиоактивный распад 10 ядер. За следующую минуту испытают распад	1. 10 ядер 2. 5 ядер 3. от 0 до 5 ядер 4. от 0 до 10 ядер 5. правильный ответ не приведен
3	Какой изотоп образуется из Li после одного бета-распада и одного альфа-распада? В качестве ответа введите название или знак химического элемента.	гелий
4	N - число радиоактивных ядер, t - время. Что отличает одну кривую от другой?	активность
Основные свойства ядер и элементарных частиц		
1	Укажите распределение плотности ядерной материи и электрического заряда для сферического ядра. А - распределение Ферми, Б - экспоненциальная зависимость, В - линейная зависимость, Г - часть ветви гиперболы. Ответ в форме числа, соответствующего варианту составленному из пар.	1 А-А 2 Б-В 3 Г-А 4 Б-Г
2	Какая из приведенных величин непосредственно связана с формой ядра	1. масса 2. магнитный момент 3. квадрупольный электрический момент 4. четность 5. правильный ответ не приведен
3	Если числа протонов и нейтронов в ядре четные, то спин ядра в основном состоянии ...	равен нулю
4	Какой порядок имеют размеры средних и тяжелых ядер? Ответ привести в СИ.	1Е-14



5	Сечение какого из приведенных процессов можно описать формулой $\sigma = 3,14R_{\text{я}}^2$?	1. Упругое рассеяние протонов на ядрах 2. Упругое рассеяние медленных нейтронов на ядрах 3. Неупругое рассеяние быстрых нейтронов на ядрах 4. Упругое рассеяние электронов на ядрах 5. Упругое рассеяние электронов на ядрах 6. Во всех указанных случаях 7. Ни в одном из указанных случаев
Ядерные реакции		
1	Сечение образования составного ядра при захвате нейтрона носит резонансный характер. Максимум сечения приходится на энергию E_0 , при которой (которая)	1. энергия возбуждения ядра совпадает с одним из уровней ядра 2. энергия возбуждения ядра совпадает с энергией связи нейтрона 3. равна энергии связи нейтрона в ядре 4. равна средней энергии связи, приходящейся на нуклон 5. правильный ответ не приведен
2	Энергия реакции - это	1. разность между полученной в реакции энергией и затраченной энергией 2. энергия, выделяющаяся в реакции в виде кинетической энергии разлетающихся частиц 3. полная энергия продуктов реакции 4. затраты энергии на осуществление реакции 5. энергия взаимодействия частиц, участвующих в реакции 6. правильный ответ не приведен
3	Возможно ли резонансное возбуждение ядра Co-57 гамма- лучами этого же радиоактивного изотопа? Энергия испускаемых квантов 14.4 кэВ, среднее время жизни возбужденного уровня 10^{-7} с.	не возможно
Ядерные силы		



Версия документа - 1	стр. 34	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

1	Какие из перечисленных частиц не относятся к истинно элементарным в настоящее время (в том смысле, что они состоят из других известных частиц)?	1. протон 2. нейтрон 3. мюон 4. пи-мезон 5. электрон 6. фотон
2	Реакция $p + e^- \rightarrow n$ возможна? Выберите правильные заключения относительно возможности реакции.	1. возможна, т.к. закон сохранения электрического заряда выполнен 2. возможна, если энергия электрона достаточна велика 3. не возможна ни при каких условиях 4. возможна всегда
3	Ядерные силы зависят от спина. Это вытекает из факторов, приведенных ниже. Какой из факторов к ним не относится?	1. одно и тоже ядро с различным спинами обладает различными энергиями связи. 2. рассеяние нейтронов на протонах чувствительно к ориентациям спина 3. особенности рассеяния нейтронов на молекулах водорода 4. магнитные моменты (например у дейтона) не аддитивны
4	В природе существуют четыре вида взаимодействий а) сильные ядерные взаимодействия $F_{\text{я}}$ б) слабые $F_{\text{сл}}$ в) электромагнитные $F_{\text{эм}}$ г) гравитационные $F_{\text{гр}}$ Если использовать системы единиц, в которых характеристики констант взаимодействия, соответствующие этим силам, безразмерны, то мы получим следующие соотношения (для взаимодействия внутри ядра двух нуклонов).	1. $F_{\text{гр}} < F_{\text{сл}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{я}}$ 2. $F_{\text{я}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{сл}} < F_{\text{гр}}$ 3. $F_{\text{гр}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{сл}} < F_{\text{я}}$ 4. $F_{\text{сл}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{гр}} < F_{\text{я}}$ 5. $F_{\text{я}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{сл}} < F_{\text{гр}}$ 6. $F_{\text{сл}} < F_{\text{эм}} < F_{\text{гр}} < F_{\text{я}}$



5	Ядерные взаимодействия можно объяснить:	1. обменом между нуклонами пи - мезонами. 2. испусканием и поглощением фотона нуклонами 3. обменом между нуклонами мю - мезонами 4. в настоящий момент нет достоверной теории, объясняющей ядерные взаимодействия. 5. правильный ответ не приведен. 6. нуклоны обмениваются фононами
6	Какое свойство ядерных сил позволило рассматривать протон и нейтрон как два состояния одной и той же частицы? Ядерные силы:	1. не центральны 2. облают свойством насыщения 3. зависят от спина 4. не зависят от электрического заряда взаимодействующих частиц 5. имеют объемный характер 6. среди приведенных такого нет

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Введение. Особенности явлений в микромире		
1	Определить с помощью табличных значений масс нуклидов энергию связи нейтрона в ядре $^{21}\text{Ne}_{10}$	6.759 МэВ
2	Определить с помощью табличных значений масс нуклидов энергию связи α -частицы в ядре $^{21}\text{Ne}_{10}$	7,348 МэВ
3	При радиоактивном распаде ядра $^{226}\text{Ra}_{88}$ вылетает α -частица . Известно, что в образце радия массой 1 мг каждую секунду распадаются $3,7 \cdot 10^7$ ядер. α -частицы вылетающие из этого образца за 2 часа, имеют суммарную энергию 205 мДж. Какую энергию имеет каждая α -частица? Ответ приведите в кэВ с точностью $\pm 100\text{кэВ}$.	4800 кэВ.



Версия документа - 1	стр. 36	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

4	При радиоактивном распаде ядра ^{226}Ra вылетает α -частица с энергией 4800 кэВ. Известно, что в образце радия, массой 1 мкг, каждую секунду распадаются $3,7 \cdot 10^4$ ядер. Какую суммарную энергию имеют α -частицы, образующиеся в этом образце за 1 час? Ответ приведите в мДж, округлите до 1 знака после запятой.	0,1 мДж
5	Определить с помощью табличных значений масс нуклидов энергию, необходимую для разделения ядра ^{16}O на четыре одинаковые частицы.	14.439 МэВ
Экспериментальная техника исследований по физике ядра		
1	С какой относительной надо сближать кристаллический источник, содержащий возбужденные ядра Ir-191 (энергия возбуждения 129 кэВ), с мишенью, содержащей свободные ядра Ir-191, чтобы наблюдать максимальное поглощение гамма-квантов в мишени?	10 см/с
2	В цилиндрическом пропорциональном счетчике пучок частиц образует объемную ионизацию. Оценить время собирания ионов в таком счетчике, наполненном при нормальном давлении. Радиус катода 1 см, радиус анода 0,02 см, разносить потенциалов между анодом и катодом 2500 В, подвижность положительных ионов аргона $1,4 \text{ см}^2/(\text{В с})$	0,7 мс
3	Один из самых современных методов определения времени жизни нейтронов по отношению к бета-распаду состоит в измерении числа протонов, образующих при пролете медленных нейтронов через промежуток фокусирующий системы детектора протонов. Найти число протонов, поступающих на детектор, если длина промежутка, в котором протоны распадаются, равна 20 см, поток медленных нейтронов $10^{13} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$, скорость нейтронов 2 км/с, эффективность сбора протонов 100%.	$1,5 \cdot 10^{-6} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$



Версия документа - 1	стр. 37	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Основные свойства ядер и элементарных частиц		
1	Определить массу ядра лития, если масса нейтрального атома лития равна 7,01601 а. е. м.	7,01436 а.е.м
2	Покоившееся ядро радона Rn_{86} выбросило α -частицу со скоростью $v=16$ Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость v_1 получило оно в результате отдачи?	291 км/с
3	Какую скорость v приобретает первоначально покоившийся атом водорода при испускании фотона, соответствующего головной линии серии Лаймана?	3,25 м/с
4	Какую скорость v приобретает первоначально покоившийся атом водорода при испускании фотона, соответствующего головной линии серии Бальмера?	0,6 м/с
Радиоактивный распад		
1	Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадется за месяц?	0,25
2	Сколько β -частиц испускает в течение одного часа 1,0 мкг изотопа Na^{24} , период полураспада которого равен 15 ч?	$1,13 \cdot 10^{15}$ лет
3	Найти постоянную распада и среднее время жизни радиоактивного изотопа Co^{55} , если известно, что его активность уменьшается на 4,0% за час? Продукт распада нерадиоактивен.	$0,9 \cdot 10^5$ с
4	Препарат U^{238} массы 1,0 г излучает $1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата.	$4,48 \cdot 10^9$ лет
5	Определить с помощью табличных значений масс атомов скорость ядра, возникающего в результате К-захвата в атоме Be^7 , если дочернее ядро оказывается непосредственно в основном состоянии.	40 км/с
Ядерные реакции		



Версия документа - 1	стр. 38	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

1	Нейтрон испытал упругое соударение с первоначально покоившимся дейтоном. Определить долю кинетической энергии, теряемую нейтроном при лобовом соударении	0,89
2	Определить значение максимально возможного угла, на который рассеивается дейтон при упругом соударении с первоначально покоившимся протоном.	30^0
3	Найти энергию связи ядра, которое имеет одинаковое число протонов и нейтронов и радиус, в полтора раза меньший радиуса ядра Al^{27} .	56 МэВ
4	Вычислить энергию, необходимую для разделения ядра Ne^{20} на две α -частицы и ядро C^{12} , если известно, что энергии связи на один нуклон в ядрах Ne^{20} , He^4 и C^{12} равны соответственно 8,03, 7,07 и 7,68 МэВ.	11,88 а.е.м.
Ядерные силы		
1	Определить кинетическую энергию дочернего ядра, образующегося при альфа-распаде ядра с массовым числом A. Энергия альфа-распада Q.	4Q/A
2	Какие из нижеследующих процессов запрещены законом сохранения лептонного заряда: 1) $n \rightarrow p + e^- + \nu$; 2) $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + e^- + e^+$; 3) $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$; 4) $p + e^- \rightarrow n + \nu$; 5) $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \nu$; 6) $K^- \rightarrow \mu^- + \nu$?	1, 2, 3

Атомная физика

Типовые контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Порядки величин расстояний и энергий в атомных и ядерных процессах.
2. Специфика законов микромира.
3. Основные частицы, их характеристика.
4. Ядерная модель атома.
5. Опыт Резерфорда по рассеянию альфа частиц.



6. Эффективное сечение.
7. Энергия связи.
8. Обоснование возможности отдельного рассмотрения физики атома и физики ядра.
9. Стационарность и дискретность атомных состояний.
10. Опыт Франка и Герца.
11. Пространственное квантование.
12. Опыт Штерна и Герлаха.
13. Корпускулярно-волновой дуализм.
14. Эффект Комптона.
15. Гипотеза де-Бройля.
16. Дифракция электронов нейтронов, атомов.
17. Соотношение неопределенности.
18. Волновая функция.
19. Уравнение Шредингера.
20. Отличие квантово-механического и классического описания движения.
21. Простейшие одномерные задачи квантовой механики: свободное движение частицы, частица в потенциальной яме, гармонический осциллятор, прохождение частиц через потенциальный барьер.
22. Излучение и поглощение энергии.
23. Неразличимость одинаковых микрочастиц.
24. Бозоны и фермионы.
25. Принцип Паули.
26. Квантово-механическое описание водородоподобных систем.
27. Уровни энергии, волновые функции, распределение плотности вероятности.
28. Спектр атома водорода.
29. Объяснение тонкой и сверхтонкой структуры атомных спектров.
30. Электронные оболочки атома и их заполнение, физическое объяснение периодического закона.
31. Рентгеновское излучение, природа, свойства и методы исследования.
32. Действие магнитного поля на атом.
33. Эффект Зеемана.
34. Электронный парамагнитный резонанс.
35. Типы связей атомов в молекуле.
36. Порядки величин электронной, колебательной и вращательной энергии.
37. Молекулярные спектры.
38. Комбинационное рассеяние.
39. Силы Ван дер Ваальса.
40. Типы связей атомов в твердых телах.
41. Энергетические зоны.
42. Проводимость твердых тел.
43. Сверхпроводимость и сверхтекучесть и их квантовая природа.



Ядерная физика

Типовые контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Энергия столкновения частиц, необходимая для рождения новой частицы с заданной массой.
2. Принципы действия и основные параметры современных ускорителей.
3. Взаимодействие излучений с веществом (заряженные частицы, гамма-излучение).
4. Методы регистрации излучений. Счетчики элементарных частиц, следовые детекторы.
5. Массы, заряды, размеры ядер, методы их измерения.
6. Спин и магнитный момент.
7. Форма ядра. Четность. Модели атомных ядер.
8. Модели атомных ядер. Капельная модель.
9. Модели атомных ядер. Формула Вейцеккера для масс ядер.
10. Модели атомных ядер. Оболочечная модель.
11. Типы распада. Основной закон радиоактивного распада.
12. Закономерности альфа-распада и их квантово-механическое объяснение.
13. Бета-распад. Спектр бета-частиц. Масса нейтрино.
14. Гамма-излучение ядер.
15. Ядерная изомерия.
16. Эффект Мессбауэра и его применение в физике и технике.
17. Общие закономерности ядерных реакций.
18. Энергия возбуждения составного ядра. Энергетическая зависимость сечения.
19. Основные процессы взаимодействия нейтронов с ядрами.
20. Особенности реакции под действием заряженных частиц.
21. Деление тяжелых ядер. Баланс энергии и механизм деления.
22. Критический размер активной зоны реактора.
23. Свойства ядерных сил как результат изучения связанного состояния, нуклон-нуклонного рассеяния.
24. Радиус действия ядерных сил, зарядовая независимость, зависимость от спина, обменный характер ядерных сил.
25. Мезонная теория ядерных сил.
26. Классификация элементарных частиц по типу взаимодействия.
27. Лептоны.
28. Экспериментальное доказательство существования нейтрино.
29. Кварковое строение адронов.
30. Единая теория взаимодействия.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

На экзамене студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса и

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 41	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

решить две практических задачи. При ответе студент получает оценку:

«отлично» – за развернутый ответ с примерами и пояснениями на все теоретические вопросы и полностью решены и расписаны по действиям все задачи;

«хорошо» – за развернутый ответ с примерами и пояснениями на все теоретические вопросы и полностью решена и расписана по действиям хотя бы одна задача, либо полное решение двух задач и неполный ответ на теоретические вопросы;

«удовлетворительно» - дан четкий логичный ответ на теоретические вопросы и любые логичные пояснения по задачам, либо полный ответ на один теоретический вопрос и решение одной задачи (частичное (не менее 50% решения задачи) или полное в зависимости от сложности задачи), либо почти полное (не менее 80% решения для каждой задачи) решение обеих задач;

«неудовлетворительно» - за выполнение менее 50% заданий, за исключением случая почти полного (не менее 80% решения для каждой задачи) решения обеих задач.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

4.2.1. Критерии оценивания вопросов для промежуточной аттестации

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся отлично знает материал, умеет анализировать текст заданий и аргументировано изложить свой ответ, владеет достаточным для высказывания терминологией. Обучающийся практически не допускает ошибок.	Обучающийся хорошо знает материал, умеет анализировать текст заданий и аргументировано изложить свой ответ, владеет достаточным для высказывания терминологией. Обучающийся допускает незначительные ошибки.	Обучающийся знаком с материалом, владеет достаточным для высказывания терминологией. Обучающийся допускает фактические, не оперирует материалом по теме.	Обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.
Высокий уровень освоения	Средний уровень освоения	Базовый уровень освоения	Недостаточный уровень освоения



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 42

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № ____

проверяемых
компетенций

проверяемых
компетенций

проверяемых
компетенций

проверяемых
компетенций

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Характеристики ответа	Уровень освоения проверяемых компетенций	Результат промежуточной аттестации
Выполнено не менее 80% заданий, при ответе на контрольные вопросы, воспроизводятся соответствующие математические выкладки и логичные рассуждения, задачи полностью решены, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	высокий	Отлично
Студент, выполнив правильно не менее 65% заданий, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задач или отсутствие некоторых элементов вывода.	средний	Хорошо
При тестировании выполнено не менее 50% заданий. Знает терминологию, т.е. отвечает на контрольные вопросы и знает основные понятия, соотношения (без вывода), определение и физический смысл величин.	базовый	Удовлетворительно
Выполнено менее 50% заданий. Не может ответить на контрольные вопросы, не знает основные понятия, формулы, определение и физический смысл величин.	недостаточный	неудовлетворительно

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины.

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «отлично»: предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: студент свободно владеет терминологией и понятийным аппаратом дисциплины, что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы атомной и ядерной физики» по направлению подготовки
(специальности) 30.05.02 «Медицинская биофизика» направленности (профилю) Медицинская биофизика
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 43

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;

2. Средний уровень соответствует оценке «хорошо»:

предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;

3. Базовый уровень соответствует оценке «удовлетворительно»:

предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины и недостаточно владеет методами решения базовых задач;

4. Низкий уровень соответствует оценке «неудовлетворительно»:

студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины; не владеет навыками решения базов

30.05.02 Медицинская биофизика, профиль Медицинская биофизика, ФОС по дисциплине "Основы атомной и ядерной физики", 2026 год набора, очная форма обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 2 от 02.02.2026

Председатель Ученого совета

факультета фундаментальной

медицины

СОГЛАСОВАНО

О.Б. Цейликман

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 06 от 05.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

А. Е. Майер

Автор (составитель)

А. С. Зарезина

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1