

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:07:09
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f306c077a48009a078808522529



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Атомная физика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» 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»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и
информационные технологии

Дисциплина: Атомная физика

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Изучение дисциплины «Атомная физика» направлено на формирование компетенций, приведённых в следующей таблице:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической	Знать: Для достижения индикатора ОПК-1.1: Знать основы теории, принципы и методы атомной физики; методы теоретических и экспериментальных исследований в атомной физике; базовые теоретические знания по атомной физике. Уметь: Для достижения индикатора ОПК-1.2: Уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями атомной физики; решать типовые задачи; использовать базовые теоретические знания по атомной физике.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		деятельности.	Владеть: Для достижения индикатора ОПК-1.3: Владеть методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; навыком решения конкретных физических задач по атомной физике.
--	--	---------------	--

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые компетенции	Контролируемые разделы	Контролируемые уровни освоения компетенций	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	Введение. Атомы и ядра	базовый, средний	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы
2	ОПК-1	Экспериментальные основы квантовых представлений	базовый, средний, высокий	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы
3	ОПК-1	Физические принципы квантовой механики	базовый, средний, высокий	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы
4	ОПК-1	Строение атома и атомные спектры	базовый, средний, высокий	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы
5	ОПК-1	Строение и свойства молекул	базовый, средний, высокий	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы
6	ОПК-1	Квантовые свойства твердых тел	базовый, средний, высокий	Отчет по практическим заданиям, контрольные вопросы



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3.2 Содержание оценочных средств

3.2.1 База вопросов для оценки базового уровня

№ 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
2	От чего зависит количество электронов, вырываемых при фотоэффекте?	1. от частоты электромагнитного излучения 2. от интенсивности электромагнитного излучения 3. от величины задерживающей разности потенциалов



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		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
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		



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 7	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

1	Электрон перешел из состояния с малым средним расстоянием от ядра в состояние с большим удалением от ядра. При этом ...	<ol style="list-style-type: none">1. энергия атома мало изменится2. энергия атома увеличится3. атом превратится в ион4. энергия атома уменьшится5. атом испустит квант энергии6. правильный ответ не приведен
2	Линейчатый спектр дают...	<ol style="list-style-type: none">1. высокотемпературная плазма2. жидкости3. газы в атомарном состоянии4. газы в молекулярном состоянии5. 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?	<ol style="list-style-type: none">1. со второго на первый2. с третьего на первый3. с третьего на второй4. с четвертого на первый5. с четвертого на второй
4	В оптическом диапазоне сплошные непрерывные спектры имеют :	<ol style="list-style-type: none">1. пары металлов2. нагретые жидкости и газы3. газы4. пары жидкостей5. подогретые жидкости6. правильный ответ не приведен
5	Принадлежность спектральной линии одной из серий атома водорода (Лаймана, Бальмера, Пашена и др.) определяется...	<ol style="list-style-type: none">1. скоростью движения электрона вокруг ядра2. начальным состоянием электрона3. энергией электрона4. импульсом электрона5. квантовым числом конечного состояния6. правильный ответ не приведен
6	Приведенная масса системы из двух частиц ...	<ol style="list-style-type: none">1. больше массы легкой частицы2. меньше массы легкой частицы3. больше массы тяжелой частицы4. 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?	<ol style="list-style-type: none">1. O_22. CO3. HCl4. NO_25. NaCl
6	Одно из перечисленных ниже заключений относительно проявления в молекулах волновых свойств электронов неправильно. Укажите его.	<ol style="list-style-type: none">1. движение электронов волнообразное2. энергетический спектр электронов дискретный3. имеется отличная от нуля вероятность найти электрон вдали от ядер4. существует ковалентная химическая связь



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		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

3.2.2 База вопросов для оценки среднего уровня

№ 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	На каком из графиков изображена энергия	2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	взаимодействия электрона с равномерно и положительно заряженным шаром в зависимости от радиуса? Введите его номер.	
4	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
5	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
6	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	1. $x = 0$ 2. $x = a/2$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 10

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	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.	3. $x = a$ 4. $x = a/3$ 5. $x = 2a/3$
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		
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 $E_n = -13.6/n^2 \text{ эВ}$. 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	1. 2



	состояния в состоянии 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 .	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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

		4. в спектре НГ интервал частот между соседними линиями меньше, чем в спектре НВг 5. наблюдение спектров поглощения молекул НВг 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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

		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

3.2.3 База контрольных заданий для оценки высокого уровня

№ 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 .	$E = 1 / (4\pi\epsilon) * (Z * e / r)$
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 см ² , которое расположено на расстоянии 10 см от рассеивающего участка фольги. Какая доля рассеянных α -частиц падает на отверстие счетчика?	$3,35 * 10^{-5}$
Экспериментальные основы квантовых представлений		
1	Предположим, что покоящийся атом поглотил	$4 * 10^{-26}$ кг*м/с



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	фотон с энергией $1,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Чему равен импульс атома?	
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 $\theta < 90 = 20^\circ$.	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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 15	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

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 — $h \sqrt{20}$. Каким может быть соответствующее квантовое число L?	3,4,5
4	Найти напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом, если разность длин волн K α -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 α -линией и коротковолновой границей сплошного рентгеновского спектра увеличился в n = 3,0 раза. Определить порядковый номер элемента антикатада этой трубки.	29

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 EF = 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	32,7*10³ К



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 16

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

кинетическая энергия электронов классического
электронного газа равнялась бы средней энергии
свободных электронов в меди при $T=0$.

3.2.4 Контрольные вопросы

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 раздельного 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.



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

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.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Вопросы подбираются из базы данных вопросов и задач. Количество задаваемых студенту на электронном экзамене вопросов решает лектор, читающий данный курс.

Продолжительность экзамена составляет 60-90 минут.

Перед проведением промежуточной аттестации, с целью адаптации и тренировки студентов, на сайте открывается доступ к демонстрационной версии. Это помогает студентам снять психологическую напряжённость при процедуре проведения реального экзамена.

Важно, что после введения ответа на последний вопрос теста и формального подведения компьютерной программой результатов тестирования, преподаватель обсуждает и задает дополнительные вопросы студенту по поводу того или иного ответа. По итогам такого собеседования преподаватель определяет уровень освоения проверяемых компетенций и выставляет соответствующую оценку.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.

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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 18	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

терминологией. Обучающийся практически допускает ошибок.	не	высказывания терминологией. Обучающийся допускает незначительные ошибки.	материалом по теме.	отказывается от ответов на вопросы.
---	----	---	---------------------	--

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Характеристики ответа	Уровень освоения проверяемых компетенций	Результат промежуточной аттестации
Отвечает на вопрос, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логичные рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	высокий	отлично
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода.	средний	хорошо
Знает терминологию, т.е. отвечает на вопросы базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), определение и физический смысл величин.	базовый	удовлетворительно
Не может ответить на вопросы базового уровня, 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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины;
полностью 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 базовых задач.

