

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

КВАНТОВЫЕ ЗАКОНЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))			
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		П.Н. Бычков
Преподаватель		Ю.М. Черепенников

2020 г.

1. Роль дисциплины «Квантовые законы атомной физики» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Квантовые законы атомной физики	5	ОПК(У)-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.3	Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основ оптики, квантовой механики и атомной физики в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.3В6	Владеет опытом расчета параметров оптического излучения через инверсную среду с учетом потерь энергии
						ОПК(У)-1.3У6	Умеет правильно применять основные законы квантовой механики при решении физических задач
						ОПК(У)-1.336	Знает особенности применения законов атомной физики в науке, промышленности и медицине
		УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	И.УК(У)-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	УК(У)-1.1В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
						УК(У)-1.1У1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
						УК(У)-1.131	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
						УК(У)-1.1В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
		ПК(У)-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной	И.ПК(У)-1.1	Способен осуществлять поиск научно-технической информации для обработки данных, проведения исследования, используя компьютерные технологии и информационные ресурсы	ПК(У)-1.1В1	Владеет навыком поиска научно-технической информации по заданной теме, используя компьютерные технологии и информационные ресурсы

Элемент образовательной программы (дисциплина)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			области				
		ПК(У)-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу полученных экспериментальных данных	И.ПК(У)-3.1	Проводит эксперименты по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов	ПК(У)-3.1В3	Владеет опытом оценки достоверности результатов, полученных экспериментально данных, обрабатывать результаты экспериментов
						ПК(У)-3.1У3	Умеет самостоятельно анализировать физические процессы, происходящие при различных способах возбуждения атомов исследуемой среды
						ПК(У)-3.133	Знает законы периодической системы элементов, уравнение Шредингера для стационарных состояний, законов движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях, специальной теории относительности
						ПК(У)-3.1В4	Владеет опытом расчёта туннельного эффекта микрочастиц основываясь на положениях квантовой механики
						ПК(У)-3.1У4	Умеет вычислять энергии переходов электрона в атоме
						ПК(У)-3.134	Знает тонкое и сверхтонкое расщепления уровней электронов в атоме, постулаты Бора, квантование орбит электронов в атом, основные постулаты квантовой механики

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Способность анализировать линейчатые спектры излучения и поглощения атомов.	И.ОПК(У)-1.3 И.ПК(У)-3.1	Раздел 1. Явления с проявлением атомистической природы вещества и первые модели атома	Контрольная работа, решение задач на практике
РД 2	Выполнять расчеты траекторий движения частиц в центральном поле. Понимать угол рассеяния и дифференциальное сечение в статистической теории рассеяния. Применять знания о туннельном эффекте микрочастиц, вычислять его с потенциалом прямоугольной формы и с произвольным потенциалом. Выполнять расчёты в электрической модели атома Томсона.	И.УК(У)-1.1 И.ОПК(У)-1.3. И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-1.1	Раздел 2. Законы электромагнитного излучения веществ и законы Кирхгофа Раздел 3. Статистическая теория рассеяния	Контрольная работа, защита отчёта, решение задач на практике
РД 3	Применять знания математического аппарата для описания процессов рассеяния, теории Бора-Зоммерфельда, в расчетах релятивистской и квантовой механики.	И.УК(У)-1.1 И.ПК(У)-3.1	Раздел 4. Полуквантовая теория Бора для атома водорода и формализм Бора – Зоммерфельда Раздел 5. Релятивистская механика. Связь массы и энергии (формула Эйнштейна) Раздел 7. Квантовая механика и ее основные постулаты и законы	Контрольная работа, защита отчёта, решение задач на практике
РД 4	Знать устройство и принцип работы ускорителей и лазеров.	И.ОПК(У)-1.3	Раздел 6. Ускорители заряженных частиц и лазеры	Контрольная работа, решение задач на практике

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Контрольная работа	Примеры вопросов для контрольной работы: 1. Определяют ли оператор физической величины и волновая функция квантовой системы, измеряемые величины в квантовой механике? Если да, то как. 2. Какие физические величины в квантовой механике могут быть измерены точно? Каковы дисперсии таких величин? 3. Могут ли, результаты измерения физических величин быть предсказанными заранее в квантовой механике? Ответ обосновать. 4. Условия точного одновременного измерения двух разных физических величин в квантовой механике. ПРИМЕРЫ. 5. Что такое квантовая суперпозиция (на примере двух состояний) и как она интерпретируется? 6. Привести формулу Релея-Джинса для спектральной излучательной способности $u_T(\nu)$. Нарисовать график зависимости $u_T(\nu)$. Дать пояснения. 7. Привести формулу Вина для $u_T(\nu)$ в случае больших частот и нарисовать график зависимости $u_T(\nu)$ в этой области для разных температур. 8. Записать закон смещения Вина и объяснить его физический смысл. 9. Запишите формулу Планка для спектральной испускательной способности $u_T(\nu)$. Изобразить график этой функции во всем интервале частот. 10. Получить из формулы Планка: а) формулу Релея Джинса; б) формулу Вина.
2.	Защита лабораторной работы	Вопросы: 1. Устройство рентгеновской трубки. 2. Характеристики рентгеновской трубки. 3. Правила работы с рентгеновской трубкой. 4. Спектр излучения рентгеновской трубки 5. ХРИ. 6. Монохроматизация рентгеновского излучения 7. Края поглощения. 8. Использование монохроматизации излучения в медицине. 9. Свойства лазерного излучения. 10. Основные элементы лазера. 11. Принцип работы лазера. 12. Типы лазеров.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		13. Области применения лазерного излучения. 14. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах
3.	Практические занятия	Примеры решаемых задач: 1. Показать, что в модели атома Томсона электрон, выведенный из состояния равновесия, совершает гармонические колебания. Найти частоту этих колебаний ω_0. 2. Используя классическую электродинамику, оценить время падения электрона на ядро с зарядом Ze. Считать, что в начальный момент времени электрон находится на круговой орбите радиуса $r = \frac{a_0 n^2}{Z}$, где a_0-боровский радиус. 3. В модели Томсона атом можно считать гармоническим осциллятором с частотой ω_0. Определить частоты его излучения во внешнем магнитном поле с напряженностью H(эффект Зеемана). 4. Опираясь на планетарную модель атома и принцип соответствия Бора, показать, что для водородоподобного иона с зарядом ядра Ze момент импульса $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{p} = (0, 0, M)$ кратен постоянной Планка $M_z \equiv M = m_e v r = n\hbar$, а энергии уровней равны $E_n = -Z^2 R_y / n^2$, где R_y- постоянная Ридберга. 5. Найти динамические параметры всех круговых орбит в атоме водорода: радиусы, скорости, энергии, частоты и периоды обращения, релятивистский параметр $\beta = \frac{v}{c}$. Массу ядра считать бесконечно большой. 6. Вычислить напряженность поля на первой боровской орбите в атоме водорода. 7. Записать квантовое условие Бора $M_z \equiv M = m_e v r = n\hbar$ через длину волны Де-Бройля, то есть объяснить связь квантования момента с волновыми свойствами электрона. 8. Записать условия квантования Бора-Зоммерфельда для момента импульса M-через обобщенные координаты и импульсы, а также для круговых орбит. 9. Найти число фотонов с частотой от $\nu = 5,15 \cdot 10^{14}$ Гц до $\nu = 5,20 \cdot 10^{14}$ Гц (видимая область, желтый свет), содержащихся в области объема $V = 1 \text{ м}^3$ при температуре $T = 6000 \text{ К}$. Чему равна энергия излучения, приходящаяся на эти фотоны? 10. Точка плавления вольфрама лежит при температуре 3300°С. Вычислить максимум спектрального распределения энергии при этой температуре, как по шкале длин волн, так и по шкале частот.
4	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Что изучает атомная физика? 2. Постулаты и теория Бора?

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		3. Описывают ли постулаты Бора атом гелия? 4. В чём заключается принцип Паули? 5. В чём причина тонкого расщепления уровней атомов? 6. Основополагающие эксперименты в атомной физике (назвать)? 7. В чём заключается эксперимент Герлаха? 8. Сколько переходов насчитывается у натрия в магнитном поле (жёлтая линия)? 9. Записать уравнение Шрёдингера для одной частицы в потенциальном поле. 10. Записать уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. 11. Ион какого элемента необходим в рубиновом лазере? 12. Можно ли наблюдать туннельный эффект для бозона Хиггса? 13. Что такое сверхтонкое расщепление уровней в атомах? 14. Определяют ли оператор физической величины и волновая функция квантовой системы, измеряемые величины в квантовой механике? Если да, то как. 15. Какие физические величины в квантовой механике могут быть измерены точно? Каковы дисперсии таких величин? 16. Могут ли, результаты измерения физических величин быть предсказанными заранее в квантовой механике? Ответ обосновать. 17. Условия точного одновременного измерения двух разных физических величин в квантовой механике. ПРИМЕРЫ. 18. Что такое квантовая суперпозиция (на примере двух состояний) и как она интерпретируется? 19. Привести формулу Релея-Джинса для спектральной излучательной способности $u_T(\nu)$. Нарисовать график зависимости $u_T(\nu)$. Дать пояснения. 20. Привести формулу Вина для $u_T(\nu)$ в случае больших частот и нарисовать график зависимости $u_T(\nu)$ в этой области для разных температур.
5	Курсовой проект	Темы: 1. Движение частицы в потенциальной яме и ее туннелирование сквозь потенциальный барьер.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Контрольная работа	В течение 0,5 аудиторных часов необходимо ответить на 4 теоретических вопроса.
2.	Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы проходит в рамках собеседования по полученным результатам
3.	Практики	На практиках решаются задачи. Каждая решенная задача оценивается в 0,5 балла.
4.	Защита курсового проекта	Производится в форме проверки письменного отчета с последующим ответом на вопросы в течение 5 мин.
5.	Экзамен	В течение 1 аудиторного часа необходимо сформулировать ответы на 5 теоретических вопросов и решить одну задачу.