

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Физический факультет*

СОГЛАСОВАНО

Директор *институт-заказчик*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**«Атомная и ядерная физика»**

Кафедра общей физики

Образовательная программа бакалавриата

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

Направленность (профиль):

*Возобновляемые источники энергии и гидроэлектростанции*

Форма обучения:*очная*

Статус дисциплины: *Входит в обязательную часть*

Махачкала, 2022

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная и ядерная физика»составлен в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника (уровень: бакалавриата)

от «\_7\_» августа 2020 г. № \_920.

Разработчик: кафедра общей физики, Гасанова Р.Н., к.ф.-м.н., доцент.



Фонд оценочных средств по дисциплине «Физика» одобрен: на заседании кафедры общей физики от «13» марта 2022 г., протокол № 2

 Зав. Кафедрой  Курбанисмаилов В.С.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022 г., протокол № 7

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Фонд оценочных средств «Физика» согласован с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Рецензент:

Зав. кафедрой инженерной физики,

д.ф.-м.н., профессор  Садыков С.А.

|  |
| --- |
| ***Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном году****Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры физической электроники* |
| *Внесены следующие изменения и дополнения:* | *Протокол от 15 марта 2022 г. № 2**Заведующий кафедрой:* *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* Курбанисмаилов В.С. |
|  |  |

|  |
| --- |
| ***Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном году****Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры физической электроники* |
| *Внесены следующие изменения и дополнения:* | *Протокол от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ №\_\_\_\_**Заведующий кафедрой:* *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* Курбанисмаилов В.С. |
|  |  |

|  |
| --- |
| ***Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном год****Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры физической электроники* |
| *Внесены следующие изменения и дополнения:* | *Протокол от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ №\_\_\_\_**Заведующий кафедрой:* *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* Курбанисмаилов В.С. |
|  |  |

 **2. ПАСПОРТ**

**ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Атомная и ядерная физика»**

* 1. **Основные сведения о дисциплине**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость,академических часов |
| --- | --- |
| 5 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **108** | **108** |
| **Контактная работа:** | **48** | **48** |
| Лекции (Л) | 30 | 30 |
| Лабораторные занятия (ЛЗ) | 18 | 18 |
| Консультации |  |  |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | зачет |  |
| **Самостоятельная работа:** | **48** | **48** |
|  *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- написание реферата (Р);**- самостоятельное изучение разделов;* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* |  |  |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** |  |

* 1. **Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Контролируемыемодули, разделы(темы)дисциплины | Индексконтролируемойкомпетенции (или её части) | Оценочные средства | Способ контроля |
| наименование | №№ заданий |
| 1 | Корпускулярныесвойства волн и волновые свойства корпускул. | УК-1.  | Типовые задачи | 1-2 (вариант 1-16) | Фронтальный опрос; коллоквиум |
|  ОПК-5.  |
| 2 | Строение атома и теория Бора | ПК-1. | Тесты по теме | 3-4 (вариант 1-16) | устно |
| 3 | Атом в магнитном поле. Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме |  ПК-1.  | Типовые задачи | 2 (вариант 1-16) | письменно |
|  |
| ПК-1 |
| 4 | Состав ихарактеристики ядра. Моделиатомного ядра.Свойстваядерных сил.  | ОПК-5 | Тесты по теме | 5(вариант 1-16) | Компьютерное тестирование |
| ПК-1 |
| 5 | Закон радиоактивногораспада. | ОПК-5 |  |  |  |

* 1. **Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Индекскомпетенции | Уровни сформированности компетенции |
| Недостаточный  | Удовлетворительный (достаточный)  | Базовый  | Повышенный |
|  |  | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | Знать:Уметь:Владеть: | Знать:Уметь:Владеть: | Знать:Уметь:Владеть: |
| 1 | УК-1 | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | **Знает:** общие, но не структурированные методы использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).**Умеет:** не системно использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке). **Владеет:** в целом успешное, но не системное применение навыков использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке). | **Знает:** сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).**Умеет:** сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы умение использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).**Владеет:** в целом навыками успешно использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке). | **Знает:** сформиро-ванные, системные базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).**Умеет**: сформированное умение использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).**Владеет:** системно применять навыки использовать в профессиональной деятельности базовые естественно- научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке). |
| 2 | ОПК-5 | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | **Знает:** общие, но не структурированныеспособы использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Умеет:** не системно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Владеет:** в целом успешное, но не системное применение навыков использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | **Знает:** сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы способы использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Умеет:** сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы умение использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Владеет:** в целом навыками успешно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | **Знает:** сформиро-ванные, системные способы использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Умеет:** сформированное умение использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.**Владеет:** системными навыками использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. |
| 3 | ПК-1 | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | Знает: общие, но не структурированныеспособы использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Умеет: не системноиспользовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Владеет: в целом успешное, но не системное применение навыковиспользовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. | Знает: сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы способы использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Умеет: сформи-рованные, но содержащие отдельные пробелы умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Владеет: в целом навыками успешно использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. | Знает: сформированные, системные способы использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Умеет:сформированное умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.Владеет: системными навыками использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач. |

1. **КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ**

**знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,**

**характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) «Атомная и ядерная физика»**

К **оценочным средствам** результатов обучения по данной дисциплине относятся:

**Устный опрос** **(теоретический зачет)** – диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.

Рекомендуется для оценки знаний обучающихся.

**Коллоквиум** – способ промежуточной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета. Рекомендуется для оценки знаний обучающихся.

**Тесты** – инструмент, с помощью которого педагог оценивает степень достижения студентом требуемых знаний, умений, навыков. Составление теста включает в себя создание выверенной системы вопросов, собственно процедуру проведения тестирования и способ измерения полученных результатов.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

**Контрольная работа** – средство промежуточного контроля остаточных знаний и умений, обычно состоящее из нескольких вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

**Проектная деятельность** – воплощение имеющегося замысла, идеи, образа решения какой-либо проблемы в подходящей для этого форме (описание, обоснование, расчеты, чертежи).

Рекомендуется для оценки умений и владений студентов.

**Презентация** – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

**Кейс-задача** – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Студент самостоятельно формулирует цель, находит и собирает информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации.

Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений, а также отдельных дисциплинарных компетенций студентов.

**Реферат –** продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

**Кейс-задача**

**Задача № 1.**

Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны λ = 500 нм. Принимая Солнце за черное тело, определить: 1) энергетическую светимость Солнца; 2) поток энергии Фе, излучаемый Солнцем; 3) массу m электромагнитных волн (всех длин), излучаемых Солнцем за 1 с.

Энергетическая светимость R черного тела выражается формулой Стефана – Больцмана

.

Температура излучающей поверхности может быть определена из закона смещения Вина

.

Выразив отсюда температуру Т и подставив ее в закон Стефана – Больцмана, получим

.

Произведя вычисления по этой формуле, получим Re = 64 МВт/м2.

Поток энергии Фе, излучаемый Солнцем, равен произведению энергетической светимости R на площадь поверхности солнца S

,

где RC = радиус Солнца. Подставляя в последнюю формулу численные значения, получим Фе = 3,9⋅1026 Вт.

Массу электромагнитных волн (всех длин), излучаемых Солнцем за время Δt, определим, применив закон пропорциональности массы и энергии

.

С другой стороны, энергия электромагнитных волн, излучаемых за время Δt, равна произведению потока энергии Фе (мощности излучения) на время

.

Отсюда

.

Произведя вычисления, получим m = 4,3⋅109 кг.

**Задача №2**

Преобразовать формулу Планка к виду, соответствующему распределению: а) по линейным частотам; б) по длинам волн.

Энергетическая светимость абсолютно черного тела определяется следующим выражением:

, (1)

где  – функция спектрального распределения энергии излучения, определяемая формулой Планка

. (2)

Чтобы получить распределение по линейным частотам произведем в (1) замену переменных с учетом того, что

.

Тогда

,

,

отсюда

.

Аналогичным образом поступим, чтобы найти распределение по длинам волн. Поскольку

,

то

,

,

отсюда

.

**Задача № 3.**

Определить максимальную скорость фотоэлектронов vmax, вырываемых с поверхности серебра: 1) ультрафиолетовым излучением с длиной волны λ1 = 0,155 мкм; 2) γ – излучением с длиной волны λ2 = 2,47 пм.

Максимальную скорость фотоэлектронов определим из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта

. (3)

Энергия фотона вычисляется по формуле

.

Работа выхода электрона для серебра равна А = 4,7 эВ.

Кинетическая энергия фотоэлектрона в зависимости от того, какая скорость ему сообщается, может быть выражена по классической формуле

 (4)

или по релятивистской

. (5)

Если энергия фотона ε много меньше энергии покоя электрона Е0, то может быть применена формула (4); если же ε сравнима по размеру с Е0, то вычисление по формуле (4) приводит к грубой ошибке, в этом случае кинетическую энергию фотоэлектрона необходимо вычислять по формуле (5).

Для ультрафиолетового излучения с длиной волны λ1 = 0,155 мкм энергия фотона равна ε1 = 8 эВ, что много меньше энергии покоя электрона (0,511 МэВ). Следовательно, в данном случае формула (4) справедлива, откуда

= 1,08⋅106 м/c.

В случае γ – излучения с длиной волны λ2 = 2,47 пм энергия фотона равна ε1 = 0,502 МэВ, тогда работой выхода электрона (А = 4,7 эВ) можно пренебречь и можно принять, что максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна энергии фотона. Т.к. в данном случае энергия покоя электрона сопоставима с энергией фотона, то для вычисления скорости фотоэлектрона необходимо воспользоваться релятивистской формулой для кинетической энергии

,

где . Произведя математические преобразования, получим

.

Тогда максимальная скорость фотоэлектронов, вырываемых γ – излучением равна

 = 226⋅106 м/c.

**Задача № 4.**

До какого потенциала можно зарядить удаленный от других тел цинковый шарик, облучая его ультрафиолетовым излучением с длиной волны λ = 200 нм.

При облучении шарика ультрафиолетовым излучением с длиной волны λ, из него будут выбиваться электроны с максимальной кинетической энергией Еmax, причём электроны будут покидать шарик до тех пор, пока энергия электростатического взаимодействия (притяжения) W не станет равной максимальной кинетической энергии фотоэлектронов Еmax,т. е.

W = Еmax.

Максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов найдем из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта

,

где AZn – работа выхода электрона для цинка. Отсюда

.

Поскольку

,

где е – заряд электрона, ϕ – потенциал шарика, то

.

Отсюда

=2,74 В.

**Задача № 5.**

Определить напряжение на рентгеновской трубке, если известно, что зеркальное отражение узкого пучка ее излучения от естественной грани монокристалла NaCl наблюдается при уменьшении угла скольжения вплоть до α = 4,1°. Соответствующее межплоскостное расстояние d = 281 пм.

Согласно закону Вульфа – Брэгга

, (6)

где d – межплоскостное расстояние, α – угол дифракции (брэгговский угол или угол, под которым наблюдается максимум отраженного от кристалла рентгеновского пучка), λ – длина волны падающего рентгеновского излучения, n – порядок дифракции (в данном случае n = 1).

Коротковолновая граница тормозного излучения сплошного рентгеновского спектра определяется следующим выражением:

,

где V – напряжение на рентгеновской трубке. Подставляя последнее выражение в (6), получим

.

Отсюда

.

Подставляя в последнее выражение численные значения, получим V = 31 кВ.

**Задача № 6.**

Лазер излучает в импульсе длительностью τ = 0,13 мс узкий пучок света с энергией Е = 10 Дж. Найти среднее за время τ давление такого пучка света, если его сфокусировать в пятнышко диаметром d = 10мкм на поверхности, перпендикулярной пучку, с коэффициентом отражения ρ = 0,5.

Так как давление света определяется выражением

,

а произведение облученности поверхности Ее на площадь поверхности S равно потоку Фе энергии излучения, падающего на поверхность, то

.

Поток Фе энергии излучения, падающего на поверхность равен

,

тогда с учетом того, что

,

получим

.

Подставляя численные значения, получим р = 5 МПа ~ 50 атм.

**Задача № 7.**

Ядерная реакция деления — процесс расщепления атомного ядра на два (реже три) ядра с близкими массами, называемых осколками деления. В результате деления могут возникать и другие продукты реакции: лёгкие ядра (в основном, альфа-частицы) , нейтроны и гамма-кванты. Деление бывает спонтанным (самопроизвольным) и вынужденным (в результате взаимодействия с другими частицами, прежде всего, с нейтронами) . Деление тяжёлых ядер — экзоэнергетический процесс, в результате которого высвобождается большое количество энергии в виде кинетической энергии продуктов реакции, а также излучение .

Укажите второй продукт ядерной реакции: (е–)

**Задача №8**

Приборы, применяемые для регистрации радиоактивных излучений и частиц, делятся на две группы:

-приборы, позволяющие регистрировать прохождение частицы через определенный участок пространства и в некоторых случаях определять ее характеристики, например, энергию (сцинтилляционный счетчик, черенковский счетчик, ионизационная камера, газоразрядный

счетчик, полупроводниковый счетчик);

-приборы, позволяющие наблюдать, например, фотографировать следы (треки) частиц в веществе (камера Вильсона, диффузтонная камера, пузырьковая камера, ядерные фотоэмульсии)

Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление следа из капель жидкости в газе\_\_\_\_\_\_\_

**1) камера Вильсона.** 2) счетчик Гейгера.3) толстослойная фотоэмульсия.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком

**Задача № 9.**

Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе\_\_\_\_\_\_\_

**1) счетчик Гейгера.** 2) камера Вильсона.3) толстослойная фотоэмульсия.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком.

**Задача № 10.**

 Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление следа из пузырьков пара в жидкости\_\_\_\_\_\_\_\_

**1) камера Вильсона.** 2) толстослойная фотоэмульсия. 3) счетчик Гейгера.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком

**Задача № 11.**

 Поглотители нейтронов- материалы, способные поглощать нейтроны с различным уровнем энергии. Эта немногочисленная группа материалов используется для регулирования работы реактора

Поглотитель нейтронов-вещество, поглощающее нейтроны в активной зоне

Ядерного реактора для поддержания цепной ядерной реакции на постоянном

уровне, а также для быстрого прекращения её в случае необходимости

При введении их в активную зону и выведении из неё соответственно

Уменьшается или увеличивается реактивность ядерного ре6актора

Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве

поглотителей нейтронов: 1 — уран, 2 — графит, 3 — кадмий, 4 — тяжелая вода, 5 — бор, 6 — плутоний это\_\_\_\_\_\_\_

1. **3 и 5.** 2)1 и 6. 3) 2 и 3. 4) 3 и 4. 5)2 и 4.

**Задача № 12**

 Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве замедлителей нейтронов: 1 уран, 2 графит, 3 кадмий, 4 тяжелая вода, 5 бор, 6 плутоний это\_\_\_\_\_\_

**1) 2 и 4.** 2) 3 и 5. 3)1 и 6. 4) 2 и 3. 5) 3 и 4.

**Задача № 13**

 Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего: 1 уран, 2 графит, 3 кадмий, 4 тяжелая вода, 5 бор, 6 плутоний это\_\_\_\_\_\_\_

**1) 1 и 6.** 2) 2 и 4. 3) 3 и 5. 4)2 и 3. 5) 3 и 4.

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если *з*адание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, еслистудент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.

**Вопросы для коллоквиумов, собеседования**

1. Какое излучение называется тепловым? Что называется интегральной лучеиспускательной способностью тела (энергетической светимостью), монохроматической лучеиспускательной способностью тела (оптической плотностью энергетической светимости), поглощательной способностью тела?
2. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа для теплового излечения.
3. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Система изотерм.
4. «Ультрафиолетовая» катастрофа. Квантовая гипотеза и формула Планка.
5. Закон Стефана – Больцмана. Закон смещения Вина.
6. Излучение нечерных тел. Серое тело. Формула Кирхгофа – Планка.
7. Устройство и принцип действия оптического пирометра. Использование законов излучения для определения температуры раскаленных тел.
8. В чем сущность фотоэффекта? Опыты Герца, Столетова.
9. Основные законы фотоэффекта. Неспособность волновой теории объяснить эти законы.
10. Квантовое объяснение явления фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснение законов фотоэффекта на основе этого уравнения.
11. Почему не всякий свет вызывает фотоэффект? Красная граница фотоэффекта.
12. Внешний и внутренний фотоэффект. Устройство и принцип действия фотоэлементов с внешним и внутренним фотоэффектом.
13. Основные характеристики фотоэлементов – вольтамперная и спектральная. Нормальный и селективный фотоэффект.
14. Как снимаются вышеуказанные характеристики фотоэлемента на опыте?
15. Опыты Франка и Герца, Штерна и Герлаха.
16. Двойственная природа света. Двойственная природа микрочастиц.
17. Гипотеза де-Бройля. Волны де-Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Опыт Тартаковского. Выводы из опытов.
18. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
19. Обоснование стационарного уравнения Шредингера для одной частицы с помощью гипотезы де-Бройля. Физический смысл волновой функции. Уравнение Шредингера в операторной форме.
20. Применение уравнения Шредингера к частице в потенциальном ящике.
21. Применение уравнения Шредингера к линейному гармоническому осциллятору. Уровни энергии и волновые функции.
22. Операторы в квантовой механике. Собственные функции и собственные значения операторов. Основные постулаты квантовой механики.
23. Квантование момента импульса электрона и его проекции.
24. Спин электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Квантование спина и его проекции.
25. Применение уравнения Шредингера к атому водорода. Энергетические уровни и волновые функции. Квантовые числа электрона в атоме и их смысл. Распределение электронной плотности.
26. Спектр атома водорода. Сериальные закономерности. Правила отбора. Метастабильные уровни.

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если *з*адание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, еслистудент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.

**Комплект заданий для контрольной работы**

**Контрольные задания для проведения текущего контроля по практическим занятиям:**

**Корпускулярные свойства волн.** Фотоны и волны. Схема опыта Комптона. Квантовая теория эффекта Комптона. Комптоновская длина волны. Энергия рассеянного фотона. Энергия отдачи электрона. Задачи: №1.4- 1.8; №1.11- 1.15 ($\left|1\right|$.ч.1)

**Волновые свойства корпускул**. Гипотеза де Бройля, уравнения де Бройля Задачи: №2.3 -2.9- и 2.18. – 2.28($\left|1\right|$.ч.1).

**Дискретность атомных состояний.** Потенциалы возбуждения и ионизации, формула энергии атома, обобщенная формула Бальмера. Задачи: № 3-1 - 3.33 ($\left|1\right|$ ч.1).

**Магнитный и механический моменты атома.** Квантовые числа, характеризующие атом, спиновый, орбитальный и полный моменты атома. Мультиплетное расщепление атома. Задачи: № 1.10 – 1.21 ($\left|2\right|$ ч.2).

**Многоэлектронные атомы.** Символическое обозначение атома. Ридберговские термы. Задачи: № 2.1 – 2.21 из части 2 литературы 2.

**Взаимодействие атома с магнитным полем.** Смысл слабого и сильного поля. Сложный и простой эффекты Зеемана. Задачи: № 1.1- 1.6 ($\left|2\right|$.ч.2).

1. Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. М.: Лань 2006. 368 с.

***Примерные задачи на контрольную работу:***

1. Какую энергетическую светимость имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны λ= 484 нм?
2. Найти задерживающую разность потенциалов для электронов, вырываемых при освещении калия светом с длиной волны λ= 330 нм.
3. Найти длину волны де Бройля λ для атома водорода, движущегося при температуре T=293К с наиболее вероятной скоростью.
4. Найти наименьшую и наибольшую длины волн спектральных линий водорода в видимой области спектра.
5. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8В.
6. Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным (760нм) и наиболее коротким (380нм) волнам видимой части спектра.
7. Каков импульс фотона, энергия которого равна 3эВ?
8. Под каким напряжением работает рентгеновская трубка, если самые «жесткие» лучи в рентгеновском спектре этой трубки имеют частоту 1019Гц.
9. Возникает ли фотоэффект в цинке под действием излучения, имеющего длину волны 0,45мкм? Работа выхода электронов из цинка 4,2эВ.
10. Какое запирающее напряжение надо подать, чтобы электроны вырванные ультрафиолетовым светом с длиной волны 100нм из вольфрамового катода не могли создать ток в цепи. Если работа выхода равна 7,2∙10-19Дж.
11. Чему равна длина волны кванта с энергией, равной средней кинетической энергии атома гелия при температуре 100°С? Постоянная Больцмана k=1,38∙10-23Дж/К.
12. Источник света мощностью 100Вт испускает 5∙1020 фотонов за 1с. Найти длину волны излучения.
13. Электрон разогнали из состояния покоя в электрическом поле при напряжении 100В. Чему равна длина волны де Бройля этого электрона?
14. Используя формулу Планка, определить спектральную плотность потока излучения единицы поверхности черного тела, приходящегося на узкий интервал длин волн Δλ = 5 нм около максимума спектральной плотности энергетической светимости, если температура черного тела *Т =* 2500 К. Ответ: *rλT* Δλ = 6,26 кВт/м2.
15. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла, если фототок прекращается при приложении задерживающего напряжения *U0* = 3,7 В. Ответ: 1,14 Мм/с.
16. «Красная граница» фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект. Ответ: 2,48 эВ.
17. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла, полностью задерживаются при приложении обратного напряжения *U0* = 3 В. Фотоэффект для этого металла начинается при частоте падающего монохроматического света ν0 = 6.1014 с-1. Опреде­лить: 1) работу выхода электронов из этого металла; 2) частоту применяемого облучения. Ответ:1) 2,48 эВ; 2) 1,32.1015 с-1.
18. Определить работу выхода *А* электронов из вольфрама, если «красная граница» фотоэффекта для него λ0 = 275 нм. Ответ: 4,52 эВ.
19. Рассматривая особенности механизма комптоновского рассея­ния, объяснить: 1) почему длина волны рассеянного излучения больше, чем длина волны падающего излучения; 2) наличие в составе рассеянного излучения «несмещенной» линии.
20. Определить длину волны рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения под углом Θ = 60° длина волны рассеянного излучения оказалась равной 57 пм. Ответ: 56,9 пм.
21. Фотон с энергией ε = 1,025 МэВ рассеялся на первоначально покоившемся свободном электроне. Определить угол рассеяния фотона, если длина волны рассеянного фотона оказалась равной комптоновской длине волны λс = 2,43 пм. Ответ: 60°.
22. Определить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на второй. Ответ: 1,89 эВ.
23. Определить максимальную и минимальную энергии фотона в видимой серии спектра водорода (серии Бальмера). Ответ: *Emax*= 3,41 эВ, *Emin* = 1,89 эВ.
24. Определить длину волны λ, соответствующую второй спек­тральной линии в серии Пашена. Ответ: 1,28 мкм.
25. Максимальная длина волны спектральной водородной линии серии Лаймана равна 0,12 мкм. Предполагая, что постоянная Ридберга неизвестна, определить максимальную длину волны линии серии Бальмера. Ответ: 0,65 мкм.
26. Определить длину волны спектральной линии, соответствующую переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую. К какой серии относится эта линия и которая она по счету? Ответ: 0,41 мкм.
27. Определить длины волн, соответствующие: 1) границе серии Лаймана; 2) границе серии Бальмера; 3) границе серии Пашена. Проанализировать результаты. Ответ: 1) 91 нм; 2) 364 нм; 3) 820 нм.
28. Используя теорию Бора для атома водорода, определить: 1) радиус ближайшей к ядру орбиты (первый боровский радиус); 2) скорость движения электрона по этой орбите. Ответ: 1) 52,8 пм; 2) 2,19 Мм/с.
29. Определить, на сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны λ = 4,86.10-7 м. Ответ: На 2,56 эВ.
30. Определить длину волны λ спектральной линии, излучаемой при переходе электрона с более высокого уровня энергии на более низкий уровень, если при этом энергия атома уменьшилась на ΔE = 10 эВ. Ответ: 124 нм.
31. Используя теорию Бора, определить орбитальный магнитный момент электрона, движущегося по третьей орбите атома водорода. Ответ: *рm* = *en*ħ/(2*m*) = 2,8.10-23 А.м2.
32. Определить импульс и энергию: 1) рентгеновского фотона; 2) электрона, если длина волны того и другого равна 10-10м. Ответ: 1) *р*=6,63.10-24 кг.м/с, *E*=12,4 кэВ;  2) *р* = 6,63·10-24 кг.м/с, *Е* = 151 эВ.
33. Определить длину волны де Бройля для электрона, находящегося в атоме водорода на третьей боровской орбите. Ответ: 1 нм.
34. Определить длину волны де Бройля для нейтрона, движущегося со средней квадратичной скоростью при *Т* = 290 К. Ответ: 148 пм.
35. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией *B*= 15 мТл по окружности радиусом *R* = 1,4 м. Определить длину волны де Бройля для протона. Ответ: 0,197 пм.
36. Определить, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля λ для него была равна 1 нм. Ответ: 0,821 мВ.
37. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов *U* = 500 В, имеет длину волны де Бройля λ = 1,282 нм. Принимая заряд этой частицы равным заряду электрона, определить ее массу. Ответ: 1.672.10-27 кг.
38. Кинетическая энергия электрона равна 1 кэВ. Определить длину волны де Бройля. Ответ: 38,8 пм.
39. Кинетическая энергия электрона равна 0,6 МэВ. Определить длину волны де Бройля. Ответ: 1,26 пм.
40. Определить, при каком числовом значении скорости длина волны де Бройля для электрона равна его комптоновской длине волны. Ответ: υ = 2,12·108 м/с.
41. Вывести связь между длиной круговой электронной орбиты и длиной волны де Бройля.
42. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона атома водорода при переходе его с четвертой боровской орбиты на вторую. Ответ: Уменьшится в 2 раза.
43. В опыте Дэвиссона и Джермера, обнаруживших дифракционную картину при отражении пучка электронов от естественной дифракционной решетки – монокристалла никеля, оказалось, что в направлении, составляющем угол α = 55° с направлением падающих электронов, наблюдается максимум отражения четвертого порядка при кинетической энергии электронов *Т* = 180 эВ. Определить расстояние между кристаллографическими плоскостями никеля. Ответ: *d* = *h*.*k*/(2cos(α/2)) = 0,206 нм, *k* – порядок максимума.
44. Определить, при какой ширине одномерной прямоугольной «потенциальной ямы» с бесконечно высокими «стенками» дискретность энергетического спектра электрона сравнима с его средней кинетической энергией при температуре *Т*. Ответ: *l* = ħ.π/.
45. Доказать, что энергия свободных электронов в металле не квантуется. Принять, что ширина *l* прямоугольной «потенциальной ямы» с бесконечно высокими «стенками» для электрона в металле составляет 10 см. Ответ: Δ*E*≈0,75*n*.10-16 эВ.
46. Частица находится в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками». Определить, во сколько раз изменяется отношение разности соседних энергетических уровней частицы:  при переходе от *n* = 3 к *n'* = 8. Объяснить физическую сущность полученного результата. Ответ: Уменьшается в 3 раза.
47. Частица с энергией *E* движется в положительном направлении оси *x* и встречает на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой *U* и конечной шириной *l*, причем *E* < *U*. Записать уравнение Шредингера для областей 1, 2 и 3.
48. Электрон с энергией *Е* = 4 эВ движется в положительном направлении оси *х*, встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой *U* = 10 эВ и шириной *l* = 0,1 нм. Определить коэффициент *D* прозрачности потенциального барьера. Ответ: 0,1.
49. Прямоугольный потенциальный барьер имеет ширину *l* = 0,1 нм. Определить в электрон-вольтах разность энергий (*U – E)*, при которой вероятность прохождения электрона сквозь барьер составит 0,5. Ответ: 0,454 эВ.
50. Записать возможные значения орбитального квантового числа *l* и магнитного квантового числа *ml* для главного квантового числа *n* = 4.
51. Определить, сколько различных волновых функций соответствует главному квантовому числу *n* = 3.
52. Учитывая число возможных состояний, соответствующих данному главному квантовому числу *n*, а также правила отбора, представить на энергетической диаграмме спектральные линии атома водорода, образующие серии Лаймана и Бальмера.
53. Показать возможные энергетические уровни атома с электроном в состоянии с главным квантовым числом *n* = 6, если атом помещен во внешнее магнитное поле.
54. Объяснить, почему в опыте Штерна и Герлаха по обнаружению собственного механического момента импульса (спина) электрона использовался пучок атомов водорода, заведомо находящихся в *s*-состоянии.
55. Объяснить, почему в опыте Штерна и Герлаха по обнаружению собственного механического момента импульса (спина) электрона использовалось неоднородное магнитное поле.
56. Пользуясь Периодической системой элементов Д.И. Менделеева, записать символически электронную конфигурацию следующих атомов в основном состоянии: 1) неона; 2) аргона; 3) криптона.
57. Пользуясь Периодической системой элементов Д.И. Менделеева, записать символически электронную конфигурацию атома меди в основном состоянии.
58. Объяснить механизм возникновения, свойства и особенности вынужденного (индуцированного) излучения.
59. Объяснить, почему для создания состояний с инверсией населенностей необходима накачка.
60. Объяснить, почему активные среды, используемые в оптических квантовых генераторах, рассматриваются в качестве сред с отрицательным коэффициентом поглощения.
61. Объяснить, какие три компонента обязательно содержит оптический квантовый генератор (лазер) и каковы их назначения.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат;

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если ……………..…..;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если ………………

**Темы индивидуальных творческих заданий:**

**1**

1. Найти вероятность того, что альфа – частица с энергией Т = 3 МэВ при прохождении свинцовой фольги толщиной 1.5 мкм испытывает рассеяние в интервале углов 600 ÷900.
2. Атом позитрония образован электроном и позитроном, вращающимися вокруг общего центра инерции. Найти длину волны третьей линии серии Бальмера.
3. Фотон с энергией 350 кэВ испытал рассеяние на покоившемся свободном электроне. Определить угол между направлениями разлета электрона отдачи и рассеянного фотона, комптоновское смещение длины волны которого составляет 1.2 пм.
4. Найти длину волны электрона, имевшего начальную скорость 106 м/c и ускоренного разностью потенциалов 4 В.
5. Оценить минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером *а* = 0.10 нм.

**2**

1. Найти эффективное сечение ядра атома урана, соответствующее рассеянию альфа – частиц с кинетической энергией *Т* = 1.5 МэВ в интервале углов свыше *θ* = 600 .
2. У какого водородоподобного иона разность длин волн головных линий серии Бальмера и Лаймана равна 59.3 нм?
3. Дейтон с длиной волны 2.0 пм упруго рассеялся под углом 900 на первоначально покоившемся ядре гелия. Определить длину волны рассеянного дейтона.
4. Найти энергию налетающего фотона, если известно, что при рассеянии под углом θ = 600 на покоившемся свободном электроне последний приобрел кинетическую энергию *Т* = 0.45 МэВ.
5. Свободный электрон в начальный момент был локализован в области размером *а* = 10-8 см. Оценить промежуток времени, за который ширина соответствующего волнового пакета увеличится в 102 раз.

**3**

1. Узкий пучок протонов с кинетической энергией *Т* = 1 МэВ падает нормально на медную фольгу толщиной *ρd* = 1.5 мг/см2. Найти долю протонов, рассеивающихся на углы свыше *θ* = 300 .
2. Протон с прицельным параметром *b* = 2.5⋅10-11 см упруго рассеялся под прямым углом в кулоновском поле покоившегося дейтона. Найти относительную скорость частиц после рассеяния.
3. Вычислить скорость электронов, вырываемых светом с длиной волны 18 нм из ионов Не+, находящихся в основном состоянии.
4. Ток, возникающий в цепи вакуумного фотоэлемента при освещении цинкового электрода электромагнитным излучением с длиной волны 0.262 мкм прекращается, когда внешняя задерживающая разность потенциалов достигает значения *Vа* = 1.5 В. Определить значение и полярность внешней контактной разности потенциалов данного фотоэлемента.
5. Какую дополнительную энергию необходимо сообщить электрону с импульсом 15 кэВ/с (*с* – скорость света), чтобы его длина волны стала равной 50 пм?

**4**

1. При рассеянии альфа – частицы с кинетической энергией *Т* = 25 кэВ в кулоновском поле покоящегося ядра лития 6Li3 последнее испытало отдачу под углом 450 к направлению движения налетающей частицы. Вычислить прицельный параметр.
2. Для полной задержки фотоэлектронов, выбитых из некоторого вещества излучением с длиной волны 210 нм, требуется напряжение 2.7 В. Чему равна работа выхода этого вещества?
3. Считая ядро неподвижным, вычислить для ионов Не+ и Li++:

а) радиусы первых двух боровских орбит и скорости электрона на них;

б) кинетическую энергию электрона и его энергию связи в основном состоянии;

в) первый потенциал возбуждения и длину волны резонансной линии.

1. Два атома 1Н1 и 4Не2, движутся в одном направлении, причем дебройлевская длина волны каждого атома *λ* = 60 пм. Найти длины волн обоих атомов в их Ц – системе.
2. Пучок электронов с кинетической энергией *Т*= 180 эВ падает нормально на поверхность монокристалла никеля. В направлении, составляющем угол 550 с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения четвертого порядка. Найти межплоскостное расстояние, соответствующее этому отражению.

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если студент правильно выполнил индивидуальное творческое задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите;

- оценка **«хорошо»** - студент выполнил индивидуальное творческое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите;

- оценка **«удовлетворительно»** - студент выполнил индивидуальное творческое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей;

- оценка **«неудовлетворительно»** - при выполнении индивидуального творческого задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей;

**Темы рефератов**

1. Интерпретация туннельного эффекта.
2. Филосовское толкование соотношения Гейзенберга.
3. Рентгеновское излучение, характеристические спектры.
4. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц.
5. Эксперименты, приведшие к гипотезе де Бройля.
6. Операторный метод в квантовой механике.
7. Интерпретация фотонов.
8. Условия равновесия.
9. Классическая теория излучения, формула Планка.
10. Применение лазеров в технологических процессах.
11. Принцип туннельной микроскопии.
12. Лазерное разделение изотопов в магнитном поле.
13. Принцип ЯМР - томографии.
14. Проблемы термоядерного синтеза.
15. Взаимодействие мощного лазерного излучения с атомами и молекулами

***Методические указания к выполнению реферата***

Целью выполнения реферата по дисциплине "Применение лазеров" является проверка знаний студентов по вопросам основ физики лазеров, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, умения анализировать и обобщать материалы, раскрывающие связи между теорией и экспериментом, углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов Применения лазеров.

Основные задачи выполнения рефератов:

1. изучение методов анализа специальной учебной и научной литературы, проблемных статей, статистических данных по конкретной теме;
2. анализ, обобщение и систематизация материалов по конкретным вопросам лазерной физики;
3. изучение теоретических вопросов анализа излучательных процессов;
4. анализ различных областей физика лазеров в науке и технике;

Реферат должен, как правило, базироваться на конкретных материалах одного типа лазеров или оптического явления.

Выбор темы реферата осуществляется студентом самостоятельно, исходя, прежде всего из возможностей получения необходимых для ее выполнения фактических экспериментальных и теоретических материалов. Изменение формулировки темы по инициативе студента не допускается. Тема реферата утверждается лектором данного курса. Студент должен выполнять реферат в соответствии с планом, утвержденным научным руководителем. Это позволяет выдержать логику изложения и проверить ключевые моменты усвоения студентами базовых физических понятий, умение анализировать конкретные ситуации с применением характеристик лазерного излучения.

План реферата разрабатывается студентом самостоятельно, но при этом он должен учитывать ниже изложенные положения. Структура реферата по дисциплине "Применение лазеров", как правило, включает:

1. введение;
2. теоретическую часть;
3. аналитическую часть;
4. практическая часть, посвященная конкретным экспериментальным результатам;
5. заключение;
6. список использованной литературы;
7. приложения.

Во **введении** необходимо охарактеризовать актуальность проблемы, цель и задачи реферата, объект и предмет исследования, методы, используемые при выполнении реферата, ее теоретическую и методологическую основу. Очень важно различать понятия "объект" и "предмет" исследования. Как правило, под объектом понимается определенный тип лазера или оптического явления (например, лазерная искра). Предмет исследования – это более конкретная характеристика определенных аспектов объекта (например, методы расчета порога лазерной искры и т.п.).

В **теоретической части** реферата раскрывается сущность рассматриваемого физического процесса. Необходимо изучить основные теоретические положения, охарактеризовать на основе обобщения учебной и научной литературы, в т.ч. зарубежных авторов, различные трактовки и классификации исследуемого объекта. Теоретическая часть работы может включать исторические аспекты появления и развития данного направления исследований.

Центральное место в реферате занимает **аналитическая часть**. Целью данной части является всесторонний анализ задач, методов экспериментального и теоретического исследования, основные закономерности. Необходимо привести общие сведения об объекте, в т.ч.:

1. новые теоретические и экспериментальные результаты, полученные за последние десять лет;
2. области применения полученных результатов;
3. имеющиеся проблемы и нерешенные вопросы

В данном разделе необходимо проанализировать соответствие экспериментальных результатов теоретическим моделям, анализировать погрешности измерений и точность теоретических расчетов. Следует показать собственную позицию в оценке проблемной ситуации и возможностей ее решения. Обязательно нужно делать ссылки на использованную литературу и точки зрения цитируемых авторов.

Проведенный анализ объекта исследования с использованием современных, включая квантовых, методов является базой для разработки конкретных предложений.

**Практическая часть** реферата по дисциплине "Применение лазеров" включает собственные экспериментальные результаты, оценки и расчеты, если эта часть работы запланирована. В данной части необходимо рассмотреть схемы экспериментальных установок, методов исследования и теоретического анализа.

В **заключении** реферата, опираясь на цели и задачи, сформулированные во введении, и результаты трех предшествующих частей, нужно сделать выводы по исследуемой проблеме и обобщить предложения, направленные на конкретные рекомендации.

**Список использованной литературы** должен включать действительно использованные в работе источники. При этом библиография составляется в порядке ссылок по тексту. При ссылке в тексте реферата на использованный источник приводится его порядковый номер в общем списке в квадратных скобках.

В **приложения** включаются вспомогательные материалы, использованные в работе для характеристики объекта исследования, подготовки таблиц, расчета показателей.

**Критерии оценки:**

Оценка **«отлично»** выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, выполнен подробный анализ научно-периодической литературы по теме. Студент работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, в работе присутствуют ссылки, но нет подробного анализа научно-периодической литературы по теме.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылался на источники научно-периодической литературы, не проявил способность к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

### *Примеры тестовых заданий по физике атома:*

***Вариант №1***

**1.** На основе результатов каких опытов Резерфорд предложил планетарную модель атома?

1) Опыты Ленарда. 2) Опыты по взаимодействии протонов с веществом. 3) \* Бомбардировка  - частицами металлических пленок. 4) Бомбардировка нейтронами металлических пленок. 5) Облучение металлических пленок - квантами.

**2.** Волновое уравнение Шредингера для частицы в потенциальной яме имеет вид  решение, которого имеет вид: Какая из нижеперечисленных функций определяет плотность вероятности распределения частицы по пространству в состоянии с n=1.

1) . 2) \* . 3) .

**3.** Какие значения внутреннего квантового числа j может иметь атом в состоянии с квантовыми числами S=2 и L=3.

1) 0, 1, 2, 3, 4. 2)  3) \* 1, 2, 3, 4, 5.

**4.** Чем определяется тонкая структура спектральных линий?
1) \* Спиноорбитальным взаимодействием. 2) Главным квантовым числом n. 3) Орбитальным квантовым числом .

 **5.** Деление тяжёлых ядер — экзоэнергетический процесс, в результате которого высвобождается большое количество энергии в виде кинетической энергии продуктов реакции, а также излучение .

Укажите второй продукт ядерной реакции:

1)е–. 2)р. 3)n. 4)γ.

# *Вариант №2*

**1.** Какими опытами была подтверждена справедливость планетарной модели?
1) Опыты Томсона. 2) \* Опыты Резерфорда.

**2.** Длины волн компонент желтого дублета резонансной линии натрия, обусловленной переходом , равны 589,00 и 589,56 ПМ. Найти величину расщепления 3Р-терма в эВ.

1) \* мэВ. 2) мэВ. 3) мэВ.

**3.** Некоторая спектральная линия, обусловленная переходом в  состояние, расщепилась в слабом магнитном поле на шесть компонент. Написать спектральный терм исходного состояния.

1)  . 2)  . 3) \* 

**4.** Что называется статистическим весом состояния атома?

1) 2S+1. 2) 2n. 3) 2l. 4) \* 2j+1.

 **5**. Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление следа из капель жидкости в газе\_\_\_\_\_\_\_

1) камера Вильсона. 2) счетчик Гейгера. 3) толстослойная фотоэмульсия.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком.

## *Вариант №3*

**1.** Кто предложил теорию рассеяния потока -частиц тонкими металлическими пластинками?

1) Гельгольц. 2) \* Резерфорд. 3) Больцман. 4) Марсден. 5) Гольштейн.

**2**. Энергия связи валентного электрона атома лития в состояниях 2S и 2P равна соответственно 5,39 и 3,54 эВ. Вычислить ридберговские поправки для 2S и 2P- термов этого атома.при n= энергия связи равно 

1) \*  2)  3) 

**3.** Возбужденный атом имеет электронную конфигурацию 1s22s22p3d и находится при этом в состоянии с максимально возможным полным механическим моментом. Найти магнитный момент атома.
1)  2)  3) \* .

**4.** Чем определяется сверхтонкая структура спектральных линий?
1) Энергией связи электронов с ядром. 2) \* Взаимодействием магнитного момента оптических электронов с магнитным моментом ядра. 3) Взаимодействием электронов оболочки атома.

 **5**. Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе\_\_\_\_\_\_\_

1) счетчик Гейгера.2) камера Вильсона.3) толстослойная фотоэмульсия.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком.

### *Вариант №4*

**1.** Что подтвердили опыты Франка-Герца?

1) Атом может обладать любой энергией. 2) Атом принимает любую порцию энергии. 3) Изолированный атом может обладать дискретным рядом значений энергии и не принимает любую порцию энергии. 4) Энергия атома меняется непрерывно. 5) \* Энергия атома меняется дискретно.

**2.** Волновая функция электрона в основном состоянии атома водорода имеет вид  где А - некоторая постоянная, r1- первый Боровский радиус. Найти наиболее вероятное расстояние между электроном и ядром.отсюда .

1) \*  2)  3) .

**3.** Найти с помощью правил Хунда магнитный момент основного состояния атома, незамкнутая подоболочка которого заполнена равно наполовину пятью электронами.

1)  2) \*  3) 

**4.** Какими квантовыми числами определяется состояние электрона в атоме?
1) Главным и орбитальным *n*,*l* - числами. 2) Главным, орбитальным и магнитным орбитальными *n*,*l*,*m*- числами. 3)\* четырьмя квантовыми числами *n,l,ml,ms* (*ms*- магнитное спиновое квантовое число).

 **5**. Из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление следа из пузырьков пара в жидкости\_\_\_\_\_\_\_\_

1) камера Вильсона. 2) толстослойная фотоэмульсия. 3) счетчик Гейгера.

4) пузырьковая камера. 5) экран, покрытый сернистым цинком.

#### Вариант №5

**1.** В основу теории Бора какая из следующих моделей атома положена?
1) Классическая модель атома Томсона. 2) \* Планетарная модель атома Резерфорда. 3) Обе модели положены в основу теории Бора.

**2.** Что определяет - функция?

1)\* Возможное квантовое состояние движения электрона в атоме. 2) Траекторию движения электрона. 3) Возможные значения квантовых чисел.

**3.** Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найти ширину ямы, если разность энергии между уровнями с n1=2 и n2=3 составляет .
1) \*  2)  3) 

**4.** Атом находится в состоянии с квантовыми числами L и S. Определить максимально возможный полный механический момент.
1)  2)  3) \* 

 **5**. Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве

поглотителей нейтронов: 1 — уран, 2 — графит, 3 — кадмий, 4 — тяжелая вода, 5 — бор, 6 — плутоний это\_\_\_\_\_\_\_

1. 3 и 5. 2)1 и 6. 3) 2 и 3. 4) 3 и 4. 5)2 и 4.

##### ***Вариант №6***

**1.** В основу вывода объединенной формулы Бальмера какой постулат Бора положен?

1) Первый постулат Бора. 2) Второй постулат Бора. 3) \* Третий постулат Бора.

**2.** согласно решению уравнения Шредингера энергия атома определяется выражением . Чему равна степень выраждения при данном квантовом числе n?

1) 2n 2) \* n2 3) n3

**3.** Определить спиновой механический момент атома в состоянии ДRR2RR, если максимальное значение проекции магнитного момента в этом состоянии равно четырем магнитонам Бора.

1) \*  2)  3) 

 **4.** Что гласит правило Хунда?

1) Наименьшая энергия у терма с минимальным значением спинового квантового числа S. 2) Наименьшая энергия у терма с максимальным квантовым числом L. 3) \* Наименьшая энергия у терма с максимальным значением S при данной электронной конфигурации и максимально возможным при этом Sмах значении L.

  **5**. Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве замедлителей нейтронов: 1 уран, 2 графит, 3 кадмий, 4 тяжелая вода, 5 бор, 6 плутоний это\_\_\_\_\_\_

1) 2 и 4. 2) 3 и 5. 3)1 и 6. 4) 2 и 3. 5) 3 и 4.

###### **Вариант №7**

**1.** Почему теория Бора не смогла объяснить спектральные закономерности гелия?

1) Бор пользовался только классической физикой. 2)\* Бор пользовался классической механикой и квантовыми закономерностями излучения, допуская логическую непоследовательность. 3) Бор учитывал только квантовые закономерности излучения.

**2.** Решение уравнения Шредингера для щелочного элемента и атома водорода весьма похожи, в отличие от атома водорода для щелочного элемента выраждения по орбитальному числу l снимается. Почему это происходит?
1) \* В атоме водорода электрон движется в центральном поле, а в атоме щелочного элемента валентный электрон движется в поле атомного остатка, поле которого нецентральна. 2) В атоме щелочного элемента много электронов. 3) Снятие вырождения по квантовому числу l связано с числом протонов в ядре.

**3.** Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону. Чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 100 до 50 пМ.
1) 5 кэВ 2) \* 0,45 кэВ 3) 12 кэВ.

**4.** В силу какого принципа атомы отталкиваются при проникновении их полностью заполненных оболочек?

1) Принципа детального равновесия. 2) \* Принципа Паули. 3) Принципа дополнительности Гейзенберга.

**5.** Единственная незаполненная подоболочка некоторого атома содержит три электрона, причем основной терм атома имеет L= 3. Найти с помощью правил Хунда спектральный символ основного состояния данного атома.
1) 3D2 2) 2P1/2 3) \* 4F3/2

###### **Вариант №8**

**1.** Какие опыты подтвердили гипотезу де-Бройля о том, что частицы обладают волновыми свойствами?

1) Опыты по прохождению электронов через газ. 2) \* Опыты Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов на кристаллических решетках. 3) Опыты по взаимодействию - квантов с веществом.

**2.** Из приведенных ниже формул какая формула относится к резонансной линии атома лития.

1) \*  2) 

3) .

**3.** Найти дебровлейскую длину волны молекул водорода, соответствующую наиболее вероятной скорости при комнатной температуре.

1) 50 пм; 2) \* 128 пм; 3) 150 пм.

**4.** Используя правило Хунда, найти основной терм атома, незаполненная оболочка которого содержит три p- электрона.

1) 3P1 2) 1D5/2 3) \* 4S3/2.

**5.** При каких условиях возникает характеристическое рентгеновское излучение?
1) Характеристическое излучение возникает при торможении электронов. 2) Характеристическое излучение связано с оптическими электронами.

3) \* Характеристическое рентгеновское излучение при переходе электронов между внутренними оболочками.

###### **Вариант №9**

**1.** Какие частицы обладают волновыми свойствами?
1) Электроны. 2) Протоны. 3) Нейтроны. 4) - частицы. 5)\* Все частицы как заряженные, так и нейтральные.

**2.** Чем объясняется дублетная структура термов щелочных металлов?
1) Взаимодействием валентного электрона с остальными электронами в атоме. 2) \* Спино-орбитальным взаимодействием. 3) Взаимодействием орбитального магнитного момента валентного электрона с ядерным магнитным моментом.

**3.** Вычислить дебровлейскую длину волны электрона, имеющего энергию 100 эВ.

1) \* 1,2  2) 4  3) 6 .

**4.** Вычислить в магнитонах Бора магнитный момент атома: а) в 1F- состоянии; б) в состоянии 2Д3/2 .

1)\* а) б) ; 2) а) б) ; 3) а)

 б) 

 **5.** Каково условие магнитного резонанса?

1)  2) \*  3) 

###### **Вариант №10**

**1.** Какова природа волн де Бройля?

1) Пакет волн де Бройля образуют частицу. 2) Волны де Бройля - электромагнитные волны. 3) Волны де Бройля - механические волны. 4)\* волны де Бройля есть волны вероятности.

**2.** Чем определяется тонкая структура спектральных линий?

1) \* Спино - орбитальным взаимодействием и релятивистским эффектом зависимости массы атомного электрона от скорости его движения вокруг ядра. 2) Релятивистским эффектом зависимости массы электрона от скорости. 3) Взаимодействием электронов с ядром.

**3.** Вычислить радиус первой боровской орбиты и скорость на ней для атома водорода: 

1) \*  2) 

3) 

**4.** Найти кратность вырождения состояния 2P с максимально возможным полным механическим моментом.

1) \* 4 2). 6 3) 5.

**5**. Какой тип связи в молекуле водорода.

1) Ионная связь. 2) Электромагнитная связь. 3) \* Ковалентная связь.

###### **Вариант №11**

**1**. Почему в спектре гелия имеются две главные серии, две резкие и две диффузные серии?

1) Из-за необходимости учета энергии электростатического взаимодействия электронов. 2) \* Из-за интеркомбинационного запрета ΔS=0 (при радиационных переходах спиновое квантовое число S не меняется). 3) Из-за взаимодействия электронов с ядром.

**2**. В чем заключается принцип Паули?

1) \* В любой физической системе (в частности в атоме) не может существовать двух и более электронов в одном и том же квантовом состоянии. 2) В атоме в одном и том же квантовом состоянии может находится не более двух электронов. 3) В атоме в одном квантовом состоянии может находится не более 3-х электронов.

**3.** \* Покоящийся ион He+ испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Этот фотон вырвал электрон из атома водорода, который находился в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.

1)  2)  3) 

**4.** \* Определить суммарную кратность вырождения 3D состояния атома лития. Каков физический смысл этой величины?

1) Кратность вырождения равна пяти. 2) Кратность вырождения равна 10Th. 3) Кратность вырождения равна 3м.

**5.** Почему спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным и имеет коротковолновую границу?

1) \* Спектр тормозного рентгеновского излучения является сплошным из-за того, что часть энергии электрона идет на излучение, а оставшаяся часть энергии как тепло передается аноду. 2) Спектр является сплошным из-за различия энергии электронов. 3) Из-за электростатического отталкивания электронов.

###### **Вариант №12**

**1**. Состояния атома гелия 21S0 и 23S1 называются метастабильными. Почему из этих возбужденных состояний атом гелия не может переходит в основное состояние 11S0 или 13S1.

1) Правило отбора по магнитному квантовому числу =0, ±1 запрещает такие переходы. 2) \* Такие переходы запрещается по правилу отбора по орбитальному квантовому числу . 3) Такие переходы запрещены по интеркомбинационному запрету .

**2.** На каких принципах основано объяснение периодической системы элементов Менднлеева?

1) На положении принципа о квантовых числах n, l, ml, ms. 2) На принципе Паули. 3) На принципе – система устойчива тогда, когда находится в состоянии с наиболее низкой возможной энергией. 4) \* На всех трех принципах.

**3.** Покоившийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрел атом?

1)  2)  3) \* 

**4.**Установить какие из нижеперечисленных переходов запрещены правилами отбора.

1)  2)  3) \*  4) 

5. При образовании кристаллов из атомов в кристалле возникают разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Почему?

1) Из-за требования закона сохранения энергии. 2) \* К зонной энергетической структуре твердых тел приводит принцип Паули. 3) К зонной структуре твердых тел приводит соблюдение законов сохранения.

###### **Вариант №13**

**1.** Сколько возможно квантовых состояний движения электронов в атоме при данном главном квантовом числе n с учетом спина электрона?

1) n2 2) \* 2n2 3) 2n+1.

**2**. В чем заключается правило Хунда?

1) Самым глубоким термом является тот терм с которым связано наибольшее внутреннее магнитное квантовое число mj. 2) \* Среди термов атома самым глубоким является тот, который связан с наибольшим значением спинового квантового числа S, а среди термов с равным S+- тот, который связан с наибольшим значением орбитального квантового числа L. 3) Среди термов атома самым глубоким является тот терм, который связан с наибольшим значением внутреннего квантового числа j.

**3.** Найти энергию связи электрона в основном состоянии водородоподобных ионов, в спектре которых длина волны третьей линии серии Бальмера равна 108,5 нм.

1) Есв=24 эВ 2) \* Есв=54,4 эВ 3) Есв=40 эВ.

**4.** Атом находится в состоянии мультиплетность которого равно трем, а полный механический момент . Каким может быть квантовое число L?

1) L=1,2 2) L=1,2,6 3) \* L=3,4,5.

**5.** Чем отличаются диэлектрики от проводников?

1)\* У диэлектриков ширина запрещенной зоны больше чем у проводников. 2) Отсутствием зоны проводимости. 3) Частичным заполнением валентной зоны.

###### **Вариант №14**

**1.** Когда возникает характеристическое рентгеновское излучение?
1. При торможении электронов у антикатода. **2.** \* При переходе электронов с верхних внутренних оболочек на нижние с соблюдением правил отбора. **3.** При переходе валентного электрона с внешнего на внутренний уровень.

**2.** Почему снимается вырождение по магнитному квантовому числу, когда атом находится во внешнем магнитном поле?

1)\*Атом приобретает дополнительную энергию из-за взаимодействия магнитного момента атома с магнитным полем. 2) Из-за электростатического взаимодействия электронов оболочки друг с другом. 3) Из-за принципа Паули.

**3**. Вычислить постоянную Ридберга, если известно, что для ионов HePP+PP разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана.
1)  2) \*  3) 

**4.** Известно, что в F и D – состояниях число возможных значений квантового числа j одинаково и равно пяти. Определить спиновой механический момент в этих состояниях.
1)  2) \*  3) .

**5.** Что нужно для наличия проводимости в твердом теле?
1) Полностью заполненная электронами валентная зона. 2) \* Свободные энергетические уровни в зоне проводимости и в валентной зоне твердого тела. 3) Наличие разности потенциалов.

###### **Вариант №15**

**1.** Когда имеет место сложный эффект Зеемана?
1) В сильном магнитном поле. 2) \* В слабом магнитном поле. 3). В переменном магнитном поле.

**2.** Какой тип связи осуществляется в кристаллах германия и кремния?

1) Ионная связь. 2) \* Ковалентная связь. 3) Металлическая связь. 4) Межмолекулярная связь.

**3.** Найти квантовое число n, соответствующее возбужденному состоянию ион He+, если при переходе в основное состояние этот ион испустил последовательно два фотона с длинами волн 108,5 и 30,4.

1) n=6 2) n=3 3) \* n=5.

**4.** найти максимально возможный полный механический момент и соответствующее спектральное обозначение терма атома натрия, валентный электрон которого имеет главное квантовое число n=4.

1)  2) \*  3) 

**5.** какие процессы происходят при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

1) Рассеяние рентгеновских квантов. 2) Фотоэлектрическое поглощение. 3) Возникновение позитронно-электронных пар. 4) \* Все эти явления.

###### **Вариант №16**

**1.** Что происходит с атомными энергетическими уровнями при объединении атомов в твердое тело?

1) Сокращается число энергетических уровней. 2) Увеличивается число энергетических уровней. 3) \* Энергетические уровни атома превращаются в энергетические зоны, между которыми имеются запрещенные энергетические зоны. Число уровней не меняется. Число уровней определяется количеством атомов, образовавших кристалл.

**2.** Какое из нижеперечисленных выражений является условием парамагнитного резонанса?

1)  2). \*  3) 

**3.** Энергия связи электрона в основном состоянии атома гелия E0=24,6 эВ. Найти энергию удаления обоих электронов

1) 40 эВ 2) 50 эВ 3) \* 79 эВ.

**4.** Чем отличается собственная проводимость полупроводника от примесной проводимости?

1) \* Примесная проводимость обеспечивается примесями, при этом проводимость может быть как дырочной так и электронной. 2) Собственная проводимость обеспечивается электронами и дырками. При этом плотность дырок равна плотности электронов. 3) Примесную проводимость можно регулировать в широких пределах.

  **5**. Вещества обычно использующие в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего: 1 уран, 2 графит, 3 кадмий, 4 тяжелая вода, 5 бор, 6 плутоний это\_\_\_\_\_\_\_

1) 1 и 6. 2) 2 и 4. 3) 3 и 5. 4)2 и 3. 5) 3 и 4.

|  |  |
| --- | --- |
| Варианты | Номера ответов |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| №1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1,2 |
| №2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 |
| №3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| №4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| №5 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| №6 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| №7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| №8 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| №9 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| №10 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| №11 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| №12 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| №13 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| №14 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| №15 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| №16 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |

**Вопросы к зачёту по дисциплине «Атомная и ядерная физика».**

1. Почему эффект Комптона удается наблюдать лишь в опытах с

рентгеновскими лучами?

2.Почему в рассеянном излучении при Комптон - эффекте наблюдается

несмещенная частота?

3.Почему при рассеянии высокоэнергетических гамма - квантов отсутствует

смещенная частота.

4. Оценить радиус атома водорода, исходя из классической модели Томсона.

5. Перечислить выводы, сделанные Резерфордом при изучении рассеяния

альфа – частиц тонкими пленками.

6.Что является главной особенностью столкновений α частиц достаточно

большой энергии с атомами, свидетельствующей о ядерной модели атома?

7. Чем вызвано введение в физику квантовой теории постулатов Бора?

8. Оценить радиус атома водорода, используя теорию скачков Бора.

9. Интерпретация опытов Франка и Герца. Понятие резонансного потенциала

и расчет его значения для атома водорода.

10. Объяснение возникновения серий, обобщенная формула Бальмера.

11. Серии атома водорода. Комбинационный принцип Ритца и правила для

электронных переходов по орбитальному квантовому числу l.18

12. Столкновения электронов с атомами. Поперечное сечение рассеяния.

13. Интерпретация эффекта – Рамзауэра - Таунсенда.

14.Гипотеза де Бройля, длина волны де Бройля и интерпретация постулатов

Бора с помощью гипотезы де Бройля.

15. Плоские волны, групповая и фазовая скорость волн де Бройля, понятие

волнового пакета.

16. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства корпускул.

17. Принцип неопределенностей Гейзенберга для импульса и координаты.

 16.Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Ширина

спектральной линии и время жизни атома.

18. Решение уравнения Шредингера для потенциального барьера.

19. Идея решения уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые

числа.

20. Векторная модель одноэлектронного атома. Условное обозначение

атомов.

21.Особенносьти спектра щелочных элементов.

22. Векторная модель многоэлектронного атома, Мультиплетность атомов.

23. Особенности спектра атома гелия.

24. Объяснение периодической системы таблицы Менделеева.

25.Заряд и масса ядра. Единицы ядерной физики.

26.Изотопы. Форма и размеры атомных ядер.

27. Состав атомных ядер (протон, нейтрон) их параметры.

28.Энерги связи ядра. Ядерные силы и их особенности.

29.Схема опыта, подтвердившего оболочечную модель ядра.

30.Капельная и оболочечная модели ядра.

31.Радиоактивность. Стабильные нестабильные ядра.

32. Бетта – распад, уравнение распада и пример распада.

33.Альфа – распад, уравнение альфа – распада, пример альфа – распада.

34.Гамма – излучение при альфа - и бетта – распадах.

35.Закон радиоактивного распада, постоянная распада, период полураспада и

связь между ними.

36. Объяснение Эффекта Мессбауэра.

37. Радиоактивные ряды и семейство урана.

38. Радиоактивные ряды и семейство тория.

39.Методы регистрации ионизирующих излучений на примере счетчика

Гейгера - Мюллера.

40.Методы регистрации ионизирующих излучений на примере пузырьковой

камеры.

41.Ядерные реакции. Протонно – протонный цикл.

42.Ядерные реакции. Углеродно – азотный цикл.

**Критерии оценки:**

- **«зачтено»** выставляется студенту, если студент правильно ответил на теоретический вопрос. Показал хорошие и отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Показал хорошие и отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы;

- **«не зачтено»** - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. При выполнении комплексного задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** *– студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.*

- **90 баллов** - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.*

- **80 баллов** - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера*.

- **70 баллов** - *студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.*

- **60 баллов** – *студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.*

- **50 баллов***– в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.*

- **40 баллов** – *ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.*

- **20-30 баллов** - *студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.*

- **10 баллов** - *студент имеет лишь частичное представление о теме*.

- **0 баллов** – *нет ответа*.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:**

 «0 – 50» баллов – неудовлетворительно

 «51 – 65» баллов – удовлетворительно

 «66 - 85» баллов – хорошо

 «86 - 100» баллов – отлично

 «51 и выше» баллов – зачет

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы;

- оценка **«хорошо»** - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов;

- оценка **«удовлетворительно»** - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей;

- оценка **«неудовлетворительно»** - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

Составил: доцент кафедры общей физики Гасанова Р.Н.-к.ф.м.н.

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**ФОС дисциплины «Атомная и ядерная физика»**

**по направлению** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Представленный фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Атомная и ядерная физика» по направлению13.03.02 Электроэнергетика и электротехника соответствует требованиям ФГОС ВО.

Установленные формы и средства итогового контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

 Оценочные средства по дисциплине «Физика»по итогам освоения основной образовательной программы и перечню учебно-методической литературы для подготовки выпускника к промежуточной аттестации по дисциплине «Атомная и ядерная физика»представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

 Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется по дисциплине «Атомная и ядерная физика» для промежуточной аттестации бакалавров по указанному направлению.

 Эксперт:

Зав. кафедрой инженерной физики

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный

Университет», профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.А. Садыков