

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра электроэнергетики и физики

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры электроэнергетики и
физики 19 июня 2024 г., протокол № 1



В. П. Максимов

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

ФТД.02 ЭКСПЕРИМЕНТЫ НОБЕЛЕВСКИХ ЛАУРЕАТОВ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика

Профиль (направленность) подготовки
Физика температурных процессов

Квалификация
Бакалавр

Южно-Сахалинск, 2024

1. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Компетенция	Уровень освоения	ОПК – 4.1. Знания	ОПК – 4.2. Умения	ОПК – 4.3. Навыки
ОПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	<i>Базовый</i>	Должен знать: физические основы механики; элементы векторной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления	Должен уметь: применять полученные знания математики к решению задач теоретической механики	Должен владеть навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных; навыками решения задач векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчислений
	<i>Повышенный</i>	Должен знать: методы решения задач о равновесии и движении материальных точек	Должен уметь: поставить и решить задачу о движении и равновесии материальных точек	Должен владеть навыками составления и решения уравнений движения и равновесия материальной точки
	<i>Высокий</i>	Должен знать: методы решения задач о равновесии и движении материальных тел	Должен уметь: поставить и решить задачу о движении и равновесии материальных тел	Должен владеть навыками составления и решения уравнений движения и равновесия механической системы

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Интерференция света	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
2.	Изучение абсолютно черного тела	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
3.	Внешний фотоэффект	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
4.	Эффект Зеемана	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
5.	Эксперимент Франка-Герца	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
6.	Элементарный заряд и опыт Милликена	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
7.	Дифракция электронов	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
8.	Дифракция на щели и неопределенность Гейзенберга	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест
9.	Сканирующий туннельный микроскоп	ОПК-4	Опрос, дискуссия, тест

3. Комплекты ФОС

Промежуточная аттестация Вопросы:

Наименование темы	Содержание темы
1. Интерферометр Майкельсона	Определение длины волны, показателя преломления, скорости света. Эксперимент: При помощи 2-х зеркал получают интерференцию в интерферометре Майкельсона. Определяется длина волны при перемещении одного зеркала
2. Установка для изучения абсолютно черного тела	Проверка закона Стефана – Больцмана, его применение для серого тела. Эксперимент: Согласно закону Стефана-Больцмана энергия, излучаемая черным телом на единицу площади в единицу времени, прямо пропорциональна 4-ой степени абсолютной температуры тела. Этот закон также справедлив для так называемого "серого" тела, поверхность которого имеет коэффициент поглощения, зависящий от длины волны, менее 1. В данном эксперименте в качестве серого тела используется нить лампы накаливания. Исследуется зависимость излучения энергии нити лампы накаливания от температуры.
3. Установка для изучения внешнего фотоэффекта	Определение постоянной Планка. Эксперимент: Фотоэлемент освещается монохроматическими световыми волнами различной длины. Постоянная Планка (h) определяется из значений параметров фотосигнала, полученных в ходе эксперимента
4. Эксперимент Франка - Герца	Определение энергии возбуждения атомов неона. Эксперимент: Электроны разгоняются в трубке, наполненной неоновым газом. Из графика зависимости тока через трубку от подаваемого напряжения определяется энергия возбуждения атомов неона.
5. Эффект Зеемана	Исследование расщепления красной кадмиевой линии при помощи интерферометра Фабри – Перо и расчет магнетона Бора. Эксперимент: Эффектом Зеемана называют разделение спектральных линий атомов и молекул в магнитном поле. Самым простым является расщепление одной спектральной линии на три компонента, называемых «нормальным эффектом Зеемана». При помощи интерферометра Фабри – Перо исследуется расщепление красной кадмиевой линии (643.8 нм), на основании полученных результатов рассчитывается значение магнетона Бора.
6. Опыт Милликена	Определение скорости движения капли масла в электрическом поле конденсатора и расчет элементарного заряда электрона. Эксперимент:

	Установка предназначена для изучения электрического поля, вязкости, правила Стокса, метода капли, заряда электрона, используя аппарат Милликена.
7. Дифракция электронов (опыт Дэвиссона – Джермера)	Получение дифракции электронов на поликристаллическом слое графита. Расчет межплоскостного расстояния в графите. Эксперимент: Быстрые электроны дифрагируют на поликристаллическом слое графита и на флуоресцентном экране появляются кольца интерференции. Межплоскостное расстояние в графите рассчитывается, исходя из диаметра колец и ускоряющего движения электронов.
8. Дифракция на щели и неопределенность Гейзенберга	Получение дифракции Фраунгофера на щели. Рассмотрение результатов как с точки волновой теории, так и корпускулярной. Эксперимент: Измеряется плотность распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на щели. Для подтверждения принципа неопределенности Гейзенберга результаты рассматриваются как с точки зрения волновой теории, так и корпускулярной.
9. Сканирующий туннельный микроскоп	Исследование на нано уровне структуры поверхности графита. Эксперимент: Сканирующий туннельный микроскоп предназначен для получения изображений проводящих поверхностей с атомным разрешением и исследования различных эффектов на масштабах порядка размера атома. Микроскоп позволяет исследовать микро- и наноструктуру поверхностей, получать изображение отдельных атомов или молекул на поверхности, создавать наноструктуры (в том числе методом самоорганизации) и исследовать их, исследовать туннельный эффект, квазичастицы и взаимодействие между молекулами.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что впервые было проведено с помощью интерферометра Майкельсона?
2. На рис. 1 изображены теоретическая кривая распределения энергии излучения абсолютно черного тела при некоторой температуре (кривая 1) и полученная экспериментально кривая для изучения некоторого тела, нагретого до той же температуры (кривая 2). Почему можно утверждать, что экспериментальная кривая ошибочна?
3. Освещая поочередно фотокатод двумя разными монохроматическими источниками, находящимися на одинаковом расстоянии от катода, получили две зависимости (1 и 2) фототока от напряжения между катодом и анодом. Объясните в чем отличие этих источников.
4. Предполагая, что в опыте Франка и Герца вакуумная трубка наполнена не парами ртути, а разряженным атомарным водородом, определите - через какие интервалы ускоряющего потенциала φ возникнут максимумы на графике зависимости силы анодного тока от ускоряющего потенциала.

5. Если опыт Франка – Герца явился одним из самых ранних непосредственных доказательств квантования энергии, то что доказывает эффект Зеемана?
6. Капелька масла массой $3,3 \cdot 10^{-15}$ кг висит неподвижно между двумя большими горизонтальными пластинами, находящимися на расстоянии 1 см друг от друга, при разности потенциалов между пластинами 340 В. Сколько избыточных электронов имеется на этой капле?
7. В опыте Девиссона и Джермера, обнаруживших дифракционную картину при отражении пучка электронов от естественной дифракционной решетки – монокристалла никеля, оказалось, что в направлении, составляющем угол $\alpha = 55^\circ$ с направлением падающих электронов, наблюдается максимум отражения четвертого порядка при кинетической энергии электронов 180 эВ. Определите расстояние между кристаллографическими плоскостями никеля.
8. Длина волны, излучаемой атомом фотона составляет 0,6 мкм. Принимая время жизни возбужденного состояния 10^{-8} с, определите отношение естественной ширины энергетического уровня, на котором был возбужден электрон, к энергии, излученной атомом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

№1

1. Дать определение явления интерференции света.
2. Какие источники считаются когерентными? Как их получить?
3. Объяснить принцип работы интерферометра Майкельсона.
4. Вывести формулы для условий образования интерференционных максимумов и минимумов интенсивности.
5. Объяснить механизм образования полос и колец. Где они локализованы?
6. Как выглядят поверхности равных фаз для двух точечных источников?
7. Где на практике используется интерференция электромагнитных волн радиодиапазона?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ

1. Что нужно сделать, если кольца имеют неправильную форму.
2. Соответствует ли полученная длина цвету излучения источника?

Ответ пояснить.

№2.

1. От чего зависит излучаемая телом электромагнитная энергия?
2. Какое тело называют абсолютно чёрным?
3. В чём состоит закон Кирхгофа для излучения?
4. Что определяет формула Планка?
5. Сформулировать закон Стефана – Больцмана.

№ 3.

1. В чем заключается явление фотоэффекта? (внешний и внутренний)?
2. Как объясняется явление фотоэффекта с квантовой точки зрения?
3. Что в фотоэффекте не смогла объяснить волновая теория света?
4. Что такое фотоны и каковы их свойства?
5. Охарактеризуйте физическое содержание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.
6. Перечислите основные закономерности внешнего фотоэффекта и объясните их с точки зрения квантовых представлений о свете.
7. Что такое «красная граница» фотоэффекта? Почему ее наличие не могла объяснить волновая теория света?
8. Что такое задерживающее (запирающее) напряжение при фотоэффекте? Как и почему оно зависит от частоты света?

9. Что такое фототок насыщения? Как и почему он зависит от светового потока?

10. Что такое вольтамперная характеристика фотоэффекта? Объясните ее особенности.

11. Что такое фотоэлемент? Каковы его основные характеристики?

№ 4.

1. Дать объяснение результатов опыта Резерфорда и обосновать невозможность их классической интерпретации.

2. Сформулировать постулаты Бора.

3. Объяснить основные положения планетарной модели атома Бора и ее недостатки.

4. Схема энергетических уровней атома в модели Бора и ее подтверждение спектроскопическими данными.

5. Опыт Франка-Герца и квантовая интерпретация его результатов.

№ 5.

1. Какие виды связи существуют в сложных атомах? В чем их различие?

2. Каким образом и для чего вводится понятие термина атома? Что оно означает?

3. У некоторого атома значение результирующего квантового числа S спинного момента равно 2. При этом значение квантового числа L результирующего орбитального момента равно 3. Написать все возможные термы.

4. Каков физический смысл «правил отбора»? Возможен ли в принципе переход с $\Delta L=2$?

5. Какова связь магнитного момента с механическим моментом количества движения атома? Что называется гиромагнитным отношением?

6. Получите выражение (2.4) для магнетона Бора.

7. Приведите соотношения между полным магнитным моментом атома μ и полным механическим моментом — MJ

Что такое фактор Ланде?

8. Что называется простым эффектом Зеемана. Как его объясняет классическая электронная теория Лоренца?

9. Простой и сложный эффект Зеемана с точки зрения квантовой теории.

10. С помощью диаграмм объясните получаемые с помощью учебной установки спектрограммы линии ртути 579,066 нм в отсутствие поля и при приложении магнитного поля.

11. С помощью диаграмм объясните получаемые с помощью учебной установки спектрограммы зеленой линии ртути 546,074 нм в отсутствие поля и при приложении магнитного поля.

№ 6.

1. Сформулируйте закон Стокса.

2. Как рассчитать силу, действующую на заряженную частицу в электрическом поле конденсатора?

3. В чем состоит опыт Милликена?

4. Сформулируйте закон дискретности заряда.

№ 7.

1. Что называется дифракцией?

2. Сформулируйте гипотезу де Бройля

3. Что называется длиной волны де Бройля?

4. Выведите формулу Брэгга-Вульфа.

5. Опишите опыт Дэвиссона и Джермера.

№ 8.

1. Каково универсальное соотношение между групповой и фазовой скоростями волн де Бройля?

2. Чему равны фазовая и групповая скорости фотона?
3. Чем отличаются описания классических частиц и микрочастиц?
4. Опишите мысленный опыт Гейзенберга.
5. Запишите соотношение неопределенностей для координаты и импульса и сформулируйте его.
6. Опишите дифракцию фотонов на щели с волновой и корпускулярной точек зрения.
7. Запишите соотношение неопределенности между энергией и временем.
8. Как исходя из соотношения неопределенности объяснить наличие естественной ширины спектральных линий?

№ 9.

1. На чем основывается метод сканирующей туннельной микроскопии?
2. Каковы общие элементы всех СТМ?
3. Сколько существует режимов записи СТМ-изображений? В чем их различия?
4. Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ. Какие требования предъявляются к СТМ-зонду?