Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Техника спектроскопии

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки / специализация:
«Фундаментальная и прикладная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ПК-1 – способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.2 Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования;

ИПК-1.2 Владеет практическими навыками использования современных методов исследования в выбранной области.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля.

- посещаемость;
- работа на занятиях;
- контрольный опрос.

Примеры контрольных вопросов:

1. Перевести x нм в см^{-1} .
2. Перевести x см^{-1} в нм.
3. Назвать границы видимого диапазона длин волн.
4. Изобразить ход лучей после прохождения через линзу, если источник находится на двойном фокусном расстоянии.
5. Изобразить ход лучей после отражения от сферического зеркала, если источник находится на бесконечности.
6. Изобразить оптическую схему, состоящую из двух линз, которая позволяет получить увеличенное в два раза изображение.
7. Дать определение входному относительному отверстию линзы.
8. Назвать условия для реализации полного внутреннего отражения.
9. На примере двух лучей с разными длинами волн объяснить за счет чего происходит их отклонения на разные углы после прохождения призмы.
10. Объяснить в чем разница между бытовым зеркалом и зеркалом для научных исследований.
11. Объяснить в чем преимущество параболического зеркала перед сферическим.
12. Каков принцип действия просветляющих покрытий?
13. Каков принцип действия диэлектрического зеркала?
14. За счет чего свет внутри распространяется с минимальными потерями?
15. Чем обусловлена сферическая абберация?
16. Чем обусловлен астигматизм?
17. Какова природа возникновения хроматической абберации?
18. Показать связь между углом дифракции и длиной волны.
19. Объяснить природу возникновения дифракционных порядков.

20. Что такое угловая дисперсия дифракционной решетки?
21. Объяснить принцип работы поляризатора.
22. Можно ли с помощью двух поляризаторов контролируемо ослабить интенсивность излучения?
23. Влияет ли толщина абсорбционного фильтра на величину его поглощения?
24. Что такое notch и edge фильтр?
25. Что такое камерный и коллиматорный объектив в спектральном приборе?
26. Чем отличается монохроматор от спектрометра?
27. Что такое обратная линейная дисперсия спектрального прибора?
28. Что такое аппаратная функция спектрального прибора?
29. В чем преимущество спектрального прибора, построенного с использованием линзовой оптики, по сравнению с построенным на зеркальной оптике?
30. Зачем в полупроводниковом фотодетекторе охлаждение?
31. Каким основным недостатком обладают фотонные приемники перед тепловыми?
32. Что произойдет с максимальной длиной волны излучения АЧТ, если увеличивать его температуру?
33. Как получить монохроматическое излучение от газоразрядной лампы?

Для углубленного изучения курса по основным разделам курса студентам предлагаются темы для рефератов (ПК-1).

Темы для рефератов и учебно-методическая литература для самостоятельной работы по разделам дисциплины «Техника спектроскопии»:

1. Фурье-спектрометр: принцип работы и преимущества перед дифракционными спектрометрами.
2. Эмиссионный анализ: физические основы, необходимая аппаратура, особенности качественного и количественного анализа.
3. Абсорбционные спектрометры.
4. Метод затухания излучения во внешнем резонаторе (Cavity ring-down spectroscopy).
5. Оптико-акустическая и оптико-термическая спектроскопия.
6. Трассовая абсорбционная спектроскопия.

Литература:

1. Мальцев А.А. Молекулярная спектроскопия. – М.: Изд-во МГУ, 1980. 272 с
2. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1987. 216 с.
3. Антонов В.С. Лазерная аналитическая спектроскопия. – М.:Наука, 1986. 318 с.
4. Вальтер Г. Лазерная спектроскопия атомов и молекул. – М.:Мир, 1979. 432 с.
5. Бабушкин А.А. Методы спектрального анализа. – М.: Изд-во МГУ, 1962. 600 с.
6. Сеница Л. Н. Методы спектроскопии высокого разрешения. – Томск: ТГУ, 2006. 361 с.

Критерии оценивания:

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты участия в работе на занятиях, и фиксируется в форме баллов:

- посещаемость (максимальный балл 20),
- выступление с рефератом и работа на занятиях (максимальный балл 20).

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в 5 семестре проводится в устной форме по экзаменационным билетам.

Билет содержит три теоретических вопроса, проверяющие компетенции ПК 1. в соответствии с индикаторами достижения компетенций ИПК 1.2, ИОПК 2.2. После ответа на билет студент отвечает на уточняющие вопросы направленные на проверку достижения ИПК 1.1 и ИОПК 2.2.

Перечень вопросов, выносимых на зачет.

1. Фокусное расстояние и относительное отверстие линзы.
2. Формирование изображения с помощью двух линз.
3. Просветление оптики.
4. Полное внутренне отражение.
5. Принципы разложения света в спектр с помощью призмы.
6. Ход лучей в вогнутых зеркалах.
7. Диэлектрическое зеркало.
8. Сферическая абберация.
9. Астигматизм.
10. Хроматическая абберация.
11. Устройство и принцип работы оптоволокна.
12. Принцип работы поляризатора.
13. Угол Брюстера.
14. Светофильтры. Принципы работы и особенности.
15. Оптическая схема призмного спектрального прибора.
16. Оптическая схема спектрального прибора с дифракционной решеткой.
17. Относительное отверстие спектрального прибора.
18. Обратная линейная дисперсия спектрального прибора.
19. Аппаратная функция спектрального прибора.
20. Связь параметров спектрального прибора с разрешением.
21. Особенности спектральных приборов, построенных на линзовой и зеркальной оптике.

Критерии оценивания.

Для получения оценки «зачтено» необходимо ответить минимум на два вопроса из трех, представленных в билете.

Экзамен в 6 семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы, вынесенные на экзамен, позволяют проверить сформированность компетенций ПК-1 в соответствии с индикаторами ИПК 1.1 и ИОПК 2.2.

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен.

1. Просветление оптики.
2. Диэлектрическое зеркало.
3. Поляризатор.
4. Оптические абберации.

5. Дифракционный спектрометр.
6. Фотоэлектронный умножитель.
7. Полупроводниковые фотодетекторы.
8. Тепловые фотоприемники.
9. Источники широкополосного излучения.
10. Газоразрядные лампы.
11. Лазеры.
12. Фурье-спектрометр.
13. Контур спектральной линии.
14. Основы эмиссионного анализа.
15. Основы абсорбционной спектроскопии.
16. Основы оптико-акустической спектроскопии.
17. Метод затухания излучения во внешнем резонаторе
18. Основы спектроскопии комбинационного рассеяния света.

Критерии оценивания.

В курсе используется балльно-рейтинговая система оценки знаний. Максимальная сумма баллов по дисциплине составляет 100 баллов и формируется следующим образом: 40 баллов по результатам текущей аттестации и 60 баллов по результатам промежуточной аттестации (экзамен). Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученной по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация включает:

- активность студента на занятиях (0-20 баллов); весь семестр разбит на 4 этапа по четыре недели, баллы выставляются в конце каждого этапа (0-5 баллов);
- реферат (0-20 баллов);
- промежуточная аттестация подразумевает проведение экзамена в устной форме, который предусматривает дифференцированное оценивание ответа:

(0-60 баллов) и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 60-40 – «отлично»; 39-20 – «хорошо»; 19-1 – «удовлетворительно», менее 1 – «неудовлетворительно». К экзамену допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученной по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамен) и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 100-86 – «отлично»; 85-66 – «хорошо»; 65-50 – «удовлетворительно», менее 50 – «неудовлетворительно».

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

1. Как пойдут лучи после линзы, если источник излучения является точечным и находится в фокусе линзы?

Ответ: параллельно.

2. Назвать критерий выбора толщины и показателя преломления для просветляющего покрытия.

Ответ: 1) $n_2 = \sqrt{n_1 n_3}$, n_2 - показатель преломления диэлектрического покрытия, n_1 и n_3 – показатели преломления среды из которой распространяется свет и оптического материала, соответственно.

3. На чем основан принцип действия диэлектрического зеркала?

Ответ: на интерференции лучей отражении отраженных от каждой границы раздела двух сред.

4. Объяснить принцип работы поляризатора.

Ответ: За счет анизотропии материала поляризатора свет разлагается на два луча (обыкновенный и необыкновенный), которые имеют различную взаимно-ортогональную поляризацию. Один из данных лучей имеет высокое поглощение в материале поляризатора. Таким образом после прохождения поляризатора неполяризованный свет становится поляризованным.

4. Объяснить почему при падении немонахроматического света на оптический материал под углом отличным от нормального происходит его разложение в спектр.

Ответ: За счет дисперсии оптического материала (зависимость показателя преломления от частоты).

6. Дифракционная решетка. Чем отличается первый дифракционный порядок от нулевого.

Ответ: в нулевом порядке свет не разложен в спектр.

7. Каким образом устраняют сферические aberrации и астигматизм?

Ответ: Для устранения сферической aberrации используются асферические поверхности, для устранения астигматизма - цилиндрические линзы.

8. Как влияет ширина входной щели дифракционного спектрального прибора на разрешение.

Ответ: чем меньше ширина щели, тем лучше разрешение. Это справедливо до тех пор, пока ширина щели больше нормальной.

9. В чем основное преимущество Фурье-спектрометра перед дифракционным спектральным прибором?

Ответ: возможность получения спектров с более высоким разрешением.

10. Достоинства и недостатки фотонных фотодетекторов перед тепловыми.

Ответ: достоинства фотонных – более высокая квантовая эффективность и быстрое действие, недостатки – ограниченный спектральный диапазон.

Информация о разработчиках

Петров Дмитрий Витальевич, кандидат технических наук, доцент, доцент физического факультета ТГУ.