

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 8 от «25» июня 2020 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.



/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Оптика

обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль) подготовки

Объемные наноструктурные материалы

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н., доцент



/Акманова Г.Р.

Для приема: 2020

Уфа 2020 г.

Составитель:

Акманова Г.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики протокол от «25» июня 2020 г. № 8.

Заведующий кафедрой



/_Балапанов М.Х.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания.	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Знать методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Знать основные методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.
ОПК-3.2. Уметь применять методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.		Уметь применять методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	
ОПК-3.3. Владеть методами измерений, основными приемами обработки и представления полученных экспериментальных данных.		Владеть навыками и методами измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	
	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области геометрической и волновой оптики.

		УК-1.2. Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.	Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать научные данные в области геометрической и волновой оптики; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач.
		УК-1.3. Владеть навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач.	Владеть навыками исследования проблем геометрической и волновой оптики с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования основных методов для их решения; формулирования выводов.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптика» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Цели изучения дисциплины: изучение свойств света, законов его распространения и взаимодействия с веществом; ознакомление с принципом действия простейших оптических устройств и приспособлений, знание методов экспериментального исследования и анализа оптических явлений и процессов.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-3.1. Знать методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Знать основные методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
ОПК-3.2. Уметь применять методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Уметь применять методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
ОПК-3.3. Владеть методами измерений, основными приемами обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Владеть навыками и методами измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
УК-1.1. Знать методы критического анализа	Знать методы критического анализа и	Показывает полное незнание	Имеет значительные	Знает почти всё, допускает	Знает всё

и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	оценки современных научных достижений в области геометрической и волновой оптики.	материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	незначительные ошибки в ответах	
УК-1.2. Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.	Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать научные данные в области геометрической и волновой оптики; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
УК-1.3. Владеть навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач.	Владеть навыками исследования проблем геометрической и волновой оптики с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования основных методов для их решения; формулирования выводов.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ОПК-3.1. Знать методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Знать основные методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Лабораторные работы
ОПК-3.2. Уметь применять методы измерений, основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Уметь применять методы измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Лабораторные работы
ОПК-3.3. Владеть методами измерений, основными приемами обработки и представления полученных экспериментальных данных.	Владеть навыками и методами измерений геометрической и волновой оптики, необходимые для проведения экспериментальных исследований, их обработки и анализа.	Лабораторные работы
УК-1.1. Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области геометрической и волновой оптики.	Тест Письменные работы Коллоквиум
УК-1.2. Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для	Уметь получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать научные данные в области геометрической и волновой оптики; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач.	Тест Письменные работы Контрольная работа

решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.		
УК-1.3. Владеть навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач.	Владеть навыками исследования проблем геометрической и волновой оптики с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования основных методов для их решения; формулирования выводов.	Тест Письменные работы Контрольная работа

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг – план дисциплины

Оптика

направление «Наноматериалы»,
 профиль «Объемные наноструктурные материалы»
 курс 2, семестр 3

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Геометрическая оптика. Фотометрия. Электромагнитная теория света. Интерференция света.				
Текущий контроль				
1. Письменная работа	0-5	2	0	10
2. Допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета	0-1	5	0	5
3. Защита отчетов по лабораторной работе	0-1	5	0	5
Рубежный контроль				
1. Коллоквиум	0-10	1	0	10
2. Контрольная работа	0-5	1	0	5
Всего баллов за модуль:			0	35
Модуль II. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. Основы квантовой оптики.				
Текущий контроль				
1. Письменная работа	0-5	2	0	10
2. Допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета	0-1	5	0	5
3. Защита отчетов по лабораторной работе	0-1	5	0	5
Рубежный контроль				
1. Тестирование	0-10	1	0	10
2. Контрольная работа	0-5	1	0	5
Всего баллов за модуль:			0	35
Поощрительные баллы				
1. Студенческие олимпиады			0	10
2. Публикации статей			0	10
3. Работа со школьниками (олимпиады)			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещаемость лекционных занятий			0	-6
2. Посещение			0	-10

практических занятий				
Посещение лабораторных занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен.	0-30	1	0	30

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Фотометрические величины.
3. Уравнения Максвелла. Скорость электромагнитной волны в среде.
4. Поперечность электромагнитной волны. Взаимная перпендикулярность векторов E и H . Синфазность колебаний векторов E и H .
5. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойтинга.
6. Измерение скорости света.
7. Отражение и преломление света на границе двух изотропных диэлектриков.
8. Формулы Френеля.
9. Понятие интерференции света. Интерференция волн. Ширина интерференционной полосы.
10. Когерентность в оптике.
11. Способы получения когерентных пучков делением волнового фронта (метод Юнга, бисеркала Френеля, бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда, метод Линника).
12. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды (полосы равного наклона, полосы равной толщины, кольца Ньютона).
13. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Майкельсона. Области применения интерференции.
14. Многолучевые интерферометры.
15. Принцип Гюйгенса-Френеля.
16. Метод зон Френеля.
17. Метод графического сложения амплитуд.
18. Дифракция Френеля от простейших преград (дифракция от круглого отверстия, дифракция от круглого диска).
19. Дифракция Френеля на краю полуплоскости. Спираль Корню.
20. Дифракция в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера). Опыт Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера от щели.
21. Дифракция света от двух щелей. Дифракционная решетка.
22. Дифракция света от прямоугольного и круглого отверстия.
23. Дифракция на двумерной решетке. Дифракция на трехмерной решетке.
24. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов. Методы Лауэ и Дебая-Шерера.
25. Понятие о голографии.
26. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Закон Брюстера. Поперечность световых волн.
27. Линейно-поляризованный свет. Интерференция поляризованного света.
28. Двойное лучепреломление. Искусственное двойное лучепреломление (фотоупругость, эффект Керра, явление Коттона-Мутона).
29. Поляризационные приборы.
30. Эллиптически-поляризованный свет.
31. Вращение плоскости поляризации. Объяснение вращения плоскости поляризации по Френелю. Магнитное вращение плоскости поляризации.
32. Нормальная и аномальная дисперсия. Методы изучения дисперсии.
33. Основы электронной теории дисперсии. Молекулярная рефракция.

34. Поглощение света. Закон Бугера-Бэра.
35. Рассеяние света в мутных средах. Молекулярное рассеяние света в газах. Статистическая теория рассеяния света в газах.
36. Рассеяние света в жидкостях. Рассеяние света в твердых телах.
37. Излучательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело.
38. Закон Кирхгофа. Закон Стефана Больцмана. Закон Вина.
39. Формулы Рэля-Джинса и Планка.
40. Виды фотоэффекта. Законы фотоэффекта.
41. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Применение фотоэффекта.
42. Эффект Комптона.
43. Эффект Доплера в оптике.
44. Давление света.

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Физико-технический институт
Кафедра общей физики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по дисциплине «Оптика»
28.03.03 Наноматериалы
Профиль «Объемные наноструктурные материалы»

1. Двойное лучепреломление.
2. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды (полосы равного наклона).

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № ____
(дата)

Заведующий кафедрой _____ Балапанов М.Х.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике, публикации статей и за работу со школьниками. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

- **0-9 баллов** выставляется студенту, если он отказался от ответа или не смог ответить на вопросы билета, ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Задания для контрольных работ

Описание контрольной работы №1:

Контрольная работа состоит из четырех задач. Время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 1 балл.

Пример варианта контрольной работы №1:

Вариант 1.

1. Какую освещенность E следует создать на белом листе бумаги с коэффициентом отражения $k = 0.85$, чтобы его яркость B была $3 \cdot 10^4$ кд/м²? Можно считать, что бумага рассеивает свет по закону Ламберта.
2. Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен 340° ?
3. Линза с фокусным расстоянием $f=10$ см сделана из стекла с показателем преломления $n = 1.5$. Найти фокусное расстояние f' линзы, помещенной в воду ($n' = 4/3$).
4. Человек, стоящий на берегу пруда, смотрит на камень, находящийся на его дне. Глубина пруда $h = 1$ м. На каком расстоянии h' от поверхности воды получится изображение камня, если луч зрения составляет с нормалью к поверхности воды угол $\varphi=60^\circ$? Показатель преломления воды $n=1.33$.
5. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления ($n_в=1,33$; $n_ст=1,5$).

Описание контрольной работы №2:

Контрольная работа состоит из четырех задач, время выполнения – 90 минут. Каждая задача оценивается в 1 балл.

Пример варианта контрольной работы №2:

Вариант 2.

1. Плосковыпуклая линза (радиус кривизны $R=10$ м) положена на стеклянную пластинку и освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в проходящем свете. Найти радиусы r_c третьего синего кольца Ньютона ($\lambda_c = 400$ нм) и $r_{кр}$ четвертого красного кольца Ньютона ($\lambda_{кр} = 630$ нм).
2. Рассчитайте, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, угол между их плоскостями поляризации $\alpha = 45^\circ$, а в каждом из николей теряется 5% интенсивности падающего на него света.
3. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, соответствующая максимальной излучательной способности, изменилась от 690 до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом излучательная способность абсолютно черного тела.
4. Катод, изготовленный из калия, освещается светом длиной волны 345 нм. Работа выхода электрона равна 2 эВ. Определите кинетическую энергию электронов ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость света).
5. Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Чему равно отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода?

Описание методики оценивания задач контрольных работ:

- 1 балл выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;

- 0,5 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину);
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

Задания для письменных работ

Описание письменной работы №1:

Письменная состоит из четырех вопросов. Время выполнения – 20 минут.

Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Пример варианта письменной работы №1:

Вариант 1.

1. Сформулировать закон отражения.
2. Какие колебания называются когерентными?
3. Способ получения когерентных пучков делением волнового фронта (зеркало Ллойда).
4. Дайте определение точечного источника.
5. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления ($n_{\text{в}}=1,33$; $n_{\text{ст}}=1,5$).

Описание письменной работы №3:

Письменная состоит из четырех вопросов. Время выполнения – 20 минут.

Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Пример варианта письменной работы №3:

Вариант 2.

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Выведите формулу Вульфа-Брэггов.
3. Дифракция Фраунгофера от прямоугольного отверстия.
4. Дифракция Фраунгофера от двух щелей. Условия минимумов и максимума дифракции.
5. Дифракция Френеля на краю полуплоскости.

Описание методики оценивания вопросов письменных работ:

- 1 балл выставляется студенту, если студент полностью дал ответ на вопрос;
- 0,5 балла выставляется студенту, если отсутствует либо рисунок либо ответ дал не полностью;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

Задания для проведения письменных опросов (тестов)

Описание теста.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 20 минут, состоит из 10 заданий. Каждое задание оценивается в 1 балла.

Пример варианта теста

1. При прохождении электромагнитных волн в воздухе происходят колебания:
 - 1) молекул воздуха;

- 2) плотности воздуха;
- 3) концентрации кислорода;
- 4) напряжённости электрического и индукции магнитного полей.

2. Выберите правильные утверждения:

I. Максвелл опираясь на эксперименты Фарадея по исследованию электромагнитной индукции, теоретически предсказал существование электромагнитных волн.

II. Герц, опираясь на теоретические предсказания Максвелла, обнаружил электромагнитные волны экспериментально.

III. Максвелл, опираясь на эксперименты Герца по исследованию электромагнитных волн, создал теорию их распространения в вакууме.

- 1) Только I;
- 2) только II;
- 3) только III;
- 4) I и II;

3. Вода освещена зеленым светом, для которого длина волны в воздухе 0,5 мкм. Какой будет длина волны в воде ($n=1,33$)?

- 1) 450 нм;
- 2) 0.38 мкм;
- 3) 0.5 мкм;
- 4) 750 нм.

4. Рассматривая предмет в собирающую линзу, его располагают на расстоянии 4 см от нее. При этом получают мнимое изображение в 5 раз больше самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

- 1) 4 дптр;
- 2) 10 дптр;
- 3) 20 дптр;
- 4) 5 дптр.

5. Где следует расположить относительно рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 25 см небольшой предмет, чтобы перед линзой возникло его мнимое изображение?

- 1) 50 см;
- 2) 100 см;
- 3) 10 см;
- 4) 120 см.

6. Необходимые условия возникновения интерференции световых пучков: Перечислить все условия.

- 1) равенство частот колебаний;
- 2) равенство амплитуд;
- 3) когерентность;
- 4) монохроматичность.

7. Принцип Гюйгенса можно сформулировать следующим образом:

- 1) свет в оптически однородной среде распространяется прямолинейно;
- 2) каждая точка, до которой доходит волна, служит центром вторичных волн, а огибающая этих волн даёт положение волнового фронта в последующий момент времени;
- 3) свет распространяется по кратчайшему пути между двумя точками;
- 4) действительный путь распространения света есть путь, для прохождения которого свету требуется минимальное время по сравнению с любым другим путём между теми же точками.

8. Дифракционная решетка шириной 4 см имеет 2000 штрихов и освещается нормально падающим не монохроматическим светом. На экране, удаленном на расстояние 50 см, максимум второго порядка удален от центрального на 3,35 см. Найти длину волны света.

- 1) 0.560 мкм;
- 2) 500 нм;
- 3) 600 нм;
- 4) 0.67 мкм.

9. Поверхность металла последовательно освещается инфракрасными лучами, видимым светом и ультрафиолетовыми лучами, способными вызвать фотоэффект. В каком случае фотоэлектроны летят быстрее?

- 1) при освещении инфракрасными лучами;

- 2) при освещении видимым светом;
- 3) при освещении ультрафиолетовыми лучами.

10. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди.

- 1) 4,5 эВ;
- 2) 4,4 эВ;
- 3) 4,6 эВ;
- 4) 4,0 эВ.

Описание методики оценивания тестов:

- 1 балл выставляется студенту, если студент полностью дал ответ на вопрос;
- 0 баллов ставится при неверном ответе.

Задания для коллоквиума

Описание коллоквиума:

Коллоквиум проводится после изучения тем «Интерференция света», «Дифракция света». Максимальный балл – 10 баллов.

Вопросы для коллоквиума

1. Интерференция световых волн.
2. Ширина интерференционных полос.
3. Временная когерентность.
4. Пространственная когерентность.
5. Способы получения когерентных волн делением волнового фронта:
 - 1) метод Юнга;
 - 2) бизеркала Френеля;
 - 3) бипризма Френеля;
 - 4) зеркало Ллойда;
 - 5) билинза Бийе.
 - 6) метод Линника.
6. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды:
 - 1) полосы равного наклона (интерференция от плоскопараллельной пластинки)
 - 2) полосы равной толщины (интерференция от пластинки переменной толщины);
 - 3) кольца Ньютона.
7. Двухлучевые интерферометры (Майкельсона, Жамена, Рождественского).
8. Многолучевые интерферометры (Фабри-Перо, Люммера-Герке).
9. Области применения интерференции.
10. Принцип Гюйгенса-Френеля.
11. Метод зон Френеля.
12. Метод графического сложения амплитуд.
13. Дифракция Френеля от простейших преград:
 - 1) дифракция от круглого отверстия;
 - 2) дифракция от круглого диска.
14. Дифракция Френеля на полуплоскости. Спираль Корню.
15. Дифракция Фраунгофера от щели.
16. Дифракция света от двух щелей.
17. Дифракция света от прямоугольного и круглого отверстия.
18. Дифракционная решетка.
19. Дифракция на двумерной решетке.
20. Дифракция на трехмерной решетке.
21. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа -Брэггов. Методы Лауэ и Дебая-Шерера.
22. Голография.

Описание методики оценивания вопросов коллоквиума:

- 10 баллов получает студент, если он полностью ответил на основной и дополнительные вопросы;
- 8-9 балла получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на один-два дополнительных вопроса;
- 6-7 балла получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на три дополнительных вопроса;
- 4-5 балла получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 1-3 балла получает студент, если он частично ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа.

Задания для оценивания выполнения и защиты лабораторных работ

За допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета студент может получить 1 балл. За защиту отчетов по лабораторной работе студент может получить 1 балл. Максимальный балл за выполнение и защиту лабораторной работы 2 балла.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №19 по оптике «Изучение дифракции Фраунгофера в когерентном свете лазера»

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля и напишите его аналитическое выражение.
2. Какое явление называется дифракцией? Когда наблюдается дифракция Фраунгофера? А когда – дифракция Френеля?
3. Запишите условия дифракционных минимумов и максимумов для одной, двух щелей.
4. Какова предельная ширина щели, при которой еще будут наблюдаться минимумы интенсивности?
5. Почему на распределении интенсивности дифракции от двух щелей (рис.8) отсутствуют добавочные максимумы ?
6. Как влияет на дифракцию Фраунгофера от одной щели увеличение длины волны и ширины щели?
7. Как изменится дифракционная картина при удалении экрана от щели?
8. Объясните принцип работы гелий-неонового лазера и расскажите свойства лазерного излучения.

Описание методики оценивания выполнения и защиты лабораторных работ:

- 2 балла получает студент, если им сдан допуск к лабораторной работе, полностью выполнена лабораторная работа и полностью оформлен отчет; полностью ответил на заданные вопросы;
- 1 балла получает студент, если им сдан допуск к лабораторной работе, полностью выполнена лабораторная работа и полностью оформлен отчет; но частично ответил на заданные вопросы;
- 0,5 балл получает студент, если при сдаче допуска к лабораторным работам, выполнения лабораторной работы и оформлении отчета допущены недочеты;
- 0 баллов ставится при невыполнении лабораторной работы.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн.4. Волны. Оптика. – М.:Физматлит, Астрель, 1998 – 2012. [В библ. БашГУ имеется 115 экз.]
2. Трофимова Т.И. Курс физики.– М: Высшая школа, Академия, 2001-2012. [В библ. БашГУ имеется 220 экз.]
3. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики – М: Высшая школа, Дрофа, 1996 – 2008.[В библ. БашГУ имеется 192 экз.]

Дополнительная литература:

1. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001 – 2010. [В библ. БашГУ имеется 225 экз.]

В электронно-библиотечной системе (ЭБС) БашГУ имеются в наличии издания:

Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: Издательство «Лань», 2012 //Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Дополнительная литература:

2. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010// Электронно - библиотечная система «Университетская библиотека online».

Список методических указаний к лабораторным работам по оптике

№ п/п	Наименование	Кол-во стр.	Авторы	Год издания
1.	Методические указания для выполнения лабораторной работы № 2 по оптике «Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона»	8	Гафуров И.Г. Акманова Г.Р.	2018
2.	Методические указания для выполнения лабораторной работы № 5 по оптике «Исследование зависимости интегральной излучательной способности и проверка закона Стефана-Больцмана»	13	Акманова Г.Р. Шафеев Р.Р.	2017
3.	Методические указания для выполнения лабораторной работы № 6 по оптике «Изучение поляризационно-оптических явлений»	12	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У.	2014
4.	Методические указания для выполнения лабораторной работы № 7 по оптике «Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света	12	Абдуллин А.У. Акманова Г.Р.	2015
5.	Методические указания для выполнения лабораторной работы №8 по оптике «Изучение явления естественного вращения плоскости поляризации»	16	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У. Шафеев Р.Р.	2014

6.	Методические указания для выполнения лабораторной работы №9 по оптике «Исследование явления дифракции света»	15	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У. Шафеев Р.Р.	2014
7.	Методические указания для выполнения лабораторной работы №10 по оптике «Определение фокусных расстояний положительных, отрицательных линз и сложной оптической системы»	13	Балапанов М.Х. Акманова Г.Р.	2018
8.	Методические указания для выполнения лабораторной работы №11 по оптике «Исследование спектров поглощения и пропускания»	15	Гафуров И.Г. Акманова Г.Р.	2018
9.	Методические указания для выполнения лабораторной работы №14 по оптике «Определение показателя преломления вещества с помощью рефрактометра Аббе»	10	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У.	2018
10	Методические указания для выполнения лабораторной работы №15 по оптике «Определение дисперсии стеклянных призм с помощью гониометра»	18	Балапанов М.Х. Акманова Г.Р.	2018
11	Методические указания для выполнения лабораторной работы №16 по оптике «Определение фокусных расстояний линз методом отрезков»	10	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У.	2018
12	Методические указания для выполнения лабораторной работы №17 по оптике «Определение фокусных расстояний линз методом Бесселя»	12	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У.	2017
13	Методические указания для выполнения лабораторной работы №18 по оптике «Определение основных характеристик дифракционной решетки»	14	Акманова Г.Р. Абдуллин А.У.	2014
14	Методические указания для выполнения лабораторной работы №19 по оптике «Изучение дифракции Фраунгофера в когерентном свете лазера»	15	Акманова Г.Р. Шафеев Р.Р.	2018

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. - <https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — [http://www.bashlib.ru/catalogi/Решение задач по физике. Иродов И.Е.: <http://irodov.nm.ru>](http://www.bashlib.ru/catalogi/Решение_задач_по_физике._Иродов_И.Е.:_http://irodov.nm.ru)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Большая физическая аудитория 02	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 322 или № 324 или № 318 или № 216 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий: аудитории №310 и №310а	Лабораторные занятия	Оборудование к ЛР №2 «Определение радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона»: ртутная лампа, микроскоп МБР-3, линза, пластинка из черного стекла, ртутная лампа, светофильтры, объект-микрометр ОМО. Оборудование к ЛР №5 «Исследование зависимости интегральной излучательной способности и проверка закона Стефана-Больцмана»: печь с измерительным устройством ФПК11, термостолбик. Оборудование к ЛР №6 «Изучение поляризационно-оптических явлений»: осветитель, поляризатор, анализатор, образец из оргстекла, цветные карандаши, люксметр Ю-116, полярископ ПКС-125. Оборудование к ЛР №7 «Спектроскопическое исследование хроматической поляризации света»: осветитель, поляризатор, анализатор, кристаллическая пластинка в оправе, монохроматор УМ-2. Оборудование к ЛР №8 «Изучение явления естественного вращения плоскости поляризации»: сахариметр СУ-3, набор

		<p>исследуемых растворов сахара.</p> <p>Оборудование к ЛР №9 «Исследование явления дифракции света»: излучатель лазерный полупроводниковый STL650, оптическая скамья, экран, фотолитографический тест-объект МОЛ-1 (инв.1101043428).</p> <p>Оборудование к ЛР №10 «Определение фокусных расстояний положительных, отрицательных линз и сложной оптической системы»: оптическая скамья, осветитель, положительные и отрицательные линзы, сложная оптическая система, экран, зрительная труба (инв.2101042070).</p> <p>Оборудование к ЛР №11 «Исследование спектров поглощения и пропускания»: монохроматор МУМ-01, электронный блок, мультиметр, светофильтры (инв.1101043597).</p> <p>Оборудование к ЛР №14 «Определение показателя преломления вещества с помощью рефрактометра»: рефрактометр РЛ-2, набор исследуемых растворов глицерина.</p> <p>Оборудование к ЛР №15 «Определение дисперсии стеклянных призм с помощью гониометра»: ртутная лампа, призмы, гониометр Г5 (инв.1101040179).</p> <p>Оборудование к ЛР №16 «Определение фокусных расстояний линз методом отрезков»: оптическая скамья, положительная и отрицательная линзы в оправе, круглый экран, светодиодный осветитель, измерительные линейки.</p> <p>Оборудование к ЛР №17 «Определение фокусных расстояний линз методом Бесселя»: оптическая скамья, положительная и отрицательная линзы в оправе, экран, полупроводниковый лазер STL 650, измерительные линейки.</p> <p>Оборудование к ЛР №18 «Определение основных характеристик дифракционной решетки»: ртутная лампа, коллиматор, гониометрический столик, зрительная труба, набор дифракционных решеток (инв.1101043309).</p> <p>Оборудование к ЛР №19 «Изучение дифракции Фраунгофера в когерентном свете лазера»: оптическая скамья, экран, набор щелей, источник лазерного излучения ИЛ-1, (инв.2101042469),</p>
--	--	--

		<p>измерительные линейки. доска аудиторная – 1 шт. информационные стенды- 2 шт. шкафы книжные – 2 шт. столы лабораторные - 20 шт. стулья - 40 шт.</p>
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	<p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p>
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	<p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Оптика» на 3 семестр
(наименование дисциплины)

очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	127,2
лекций	36
практических/ семинарских	36
лабораторных	54
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	61,8

Формы контроля:
экзамен 3 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции, практические семинарские лабораторные самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	занятия, занятия, работы, и	ЛК	ПР/СЕМ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<p>Модуль 1. Геометрическая оптика. Фотометрия. Электромагнитная теория света. Интерференция света.</p> <p>Введение Развитие представлений о природе света. Лазеры. Оптика и связь.</p> <p>1 Геометрическая оптика Основные законы геометрической оптики. Принцип Ферма и его применение в оптике. Оптическая длина пути. Преломление света на сферической поверхности. Тонкая линза. Формула тонкой линзы. Ход лучей в линзах. Абберации оптических систем. Оптические приборы.</p>	4	4	8	8	[1] §110-112, 115-118 [2] §165-167	Задачи[3]: в аудитории №№ 5.2, 3, 5, 7, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 26 задание на дом - №№ 5.1, 8, 9, 10, 21, 28, 29	письменная работа лабораторная работа
2	<p>Фотометрия Фотометрия. Энергетические величины и единицы. Поток излучения. Излучательность. Энергетическая сила света, энергетическая яркость. Энергетическая освещенность. Кривая относительной спектральной чувствительности глаза. Световые величины и единицы их измерения. Световой поток. Сила света. Светимость, яркость. Освещенность.</p>	4	4		8	[1] § 114 [2] §168	Задачи[3]: в аудитории - №№ 5.33,34,.38 задание на дом 5.35, 37;	
3	Электромагнитная теория света	4	4	8	8	[1] §104-107		лабораторная

	Свет как электромагнитная волна. Волновое уравнение. Световой вектор. Скорость света в среде и в вакууме. Абсолютный показатель преломления и его связь с диэлектрической проницаемостью среды. Плотность потока энергии. Интенсивность света. Естественный и поляризованный свет. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Граничные условия. Анализ отражения и преломления для случая наклонного падения света. Коэффициенты отражения и преломления. Угол Брюстера. Случай нормального падения. Фазовые соотношения между падающей, отраженной и преломленной световыми волнами для случая $n_2 > n_1$ и $n_2 < n_1$. Формулы для коэффициентов отражения и пропускания.					[2] §154, 155		работа
4	Интерференция света Понятие о когерентности световых волн. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света. Метод деления фронта волны и метод деления амплитуды волны. Общая схема интерференции света. Условие интерференционных максимумов и минимумов. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников света. Условия максимумов и минимумов. Ширина интерференционной полосы. Интерференция в тонких пленках (от пластинки постоянной и переменной толщины). Кольца Ньютона. Применения интерференции света: просветление оптики, диэлектрические зеркала, интерферометры.	6	6	10	8	[1] §119-124 [2] §170-175	Задачи[3]: в аудитории- №№ 5.41, 42, 43, 47,48, 51, 52, 57, 58, 62 Задание на дом:- №№ 5.45,46, 55, 61,65	письменная работа лабораторная работа тест
5	Модуль 2. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. Основы квантовой оптики. Дифракция света	6	6	10	8	[1] §125-133 [2] §176-182	Задачи[3]: в аудит.- №№ 5.68, 70, 72, 76, 82, 84, 88, 92,	письменная работа контрольная

	<p>Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция света в расходящихся лучах Метод зон Френеля. Алгебраический и графический методы определения результирующей амплитуды. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на круглом непрозрачном диске Дифракция света в параллельных лучах Дифракция света на одиночной щели. Дифракционная картина, условия максимумов и минимумов. Дифракционная решетка, ее параметры. Условия максимумов и минимумов. Разложение белого света дифракционной решеткой. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей.</p>						94, 106. задание на дом - №№ 5.71, 78, 83, 85, 89, 105.	<p>работа</p> <p>коллоквиум</p> <p>лабораторная работа</p>
6	<p>Поляризация света Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Построение Гюйгенса для обыкновенных и необыкновенных лучей. Поляроиды и поляризационные призмы. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации.</p>	4	4	12	8	[1] §134-141 [2] §190-196 [3] §§1.1-1.7, 2.1-2.3	Задачи [3] в аудит. -№№ 5.139, 140, 141, 143, 145, 147, 148, 151, 153, задание на дом - №№ 5.142, 144, 146, 152, 154.	<p>письменная работа</p> <p>лабораторная работа</p>
7	<p>Взаимодействие света с веществом Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсии. Фазовая и групповая скорости света, волновой пакет. Электронная теория нормальной дисперсии света. Поглощение света. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Рассеяние света Формула Рэлея.</p>	4	4	6	8	[1] §142-146 [2] §185-187	Задачи [3] в аудит. №№ 5.113, 114, 115, 117, 121, 122; задание на дом - №№ 5.116, 123, 124.	<p>контрольная работа</p> <p>лабораторная работа</p>
8	<p>Основы квантовой оптики Тепловое равновесное излучение. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина.</p>	4	4	54	5.8	[2] §197-207	Задачи[3]: в аудит. №№5.176,	

	Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка. Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта Уравнение Эйнштейна. Фотон и его характеристики. Давление света. Элементарная квантовая теория излучения. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения.						178, 184, 196, 198, 202, 220, 222. задание на дом - №№ 5.177, 200, 203, 221, 223.	
	Всего часов:	36	36	54	61.8			

