

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 2023.06.29
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b5559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » _____ 2023 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Введение в физику жидких кристаллов

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Фундаментальная физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » _____ 2023 г. № 10

Председатель УМКом _____
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от « 25 » _____ 2023 г. № 13

Зав. кафедрой _____
/Холина С.А./

Мытищи
2023

Авторы-составители:

Барабанова Н.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Васильчикова Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянова Ю.А., ассистент кафедры общей физики.

Рабочая программа дисциплины «Введение в физику жидких кристаллов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Объем и содержание дисциплины	5
4	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	7
5	Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	14
7	Методические указания по освоению дисциплины	15
8	Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
9	Материально-техническое обеспечение дисциплины	15

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: ознакомление студентов с концептуальными основами современной физики жидких кристаллов и ее общими принципами, и методами; формирование и совершенствование у студентов навыков экспериментальной деятельности.

Задачи дисциплины: изучение основных понятий, общих принципов, законов физики жидких кристаллов; овладение методами решения физических задач, относящихся к разделу «Физика жидких кристаллов», приобретение навыков осуществления учебного и научного эксперимента.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика жидких кристаллов» входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Физика жидких кристаллов» используются знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Химия», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как, «Специальный физический практикум», «Физика конденсированного состояния», «Физическая кинетика»

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа:	64,3
Лекции	16
Лабораторные занятия	30
из них, в форме практической подготовки	30
Практические занятия	16
из них, в форме практической подготовки	16
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	70
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 6 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия

		Обще е кол- во	из них, в форме практи ческой подгото вки	Обще е кол- во	из них, в форме практи ческой подгото вки
Тема 1. Жидкие кристаллы, анизотропные жидкости. История открытия, химическое строение мезоморфных молекул, гомологические ряды. Жидкокристаллические смеси.	1	2	2	1	1
Тема 2. Симметрия. Элементы и преобразования симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии.	2	2	2	2	2
Тема 3. Ближний и дальний порядки. Ориентационный и трансляционный порядки. Ближний и дальний порядки. Иерархия пространственных масштабов структуры вещества и упорядоченности.	1	2	2	1	1
Тема 4. Симметрия и упорядоченность. Взаимоотношение симметрии системы и ее упорядоченности. Нарушение симметрии и квазисредние. Жидкокристаллическое состояние вещества.	1	2	2	1	1
Тема 5. Классификация жидких кристаллов. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы и их классификация. Каламитики и дискотики. Экзотические мезофазы полярных молекул. Амфифильные молекулы. Мицеллы и температура Крафта.	1	2	2	1	1
Тема 6. Экспериментальные методы исследования физических свойств и применение жидких кристаллов. Электрические, оптические, магнитные, реологические и акустические свойства жидких кристаллов и их применение.	1	2	2	1	1
Тема 7. Континуальная теория жидких кристаллов. Теория ориентационной упругости нематических и холестерических жидких кристаллов. Модули ориентационной упругости Франка. Упругие свойства смектиков.	2	2	2	2	2
Тема 8. Диамагнитные и диэлектрические свойства жидких кристаллов. Ориентирующее влияние электрических и магнитных полей и ограничивающих поверхностей на жидкие кристаллы. Граничные условия и методы ориентации жидких кристаллов. Переходы Фредерикса.	1	2	2	1	1

Тема 9. Дефекты и текстуры. Дефекты в нематиках. Дисклинации, ядра, стенки. Индексы Франка. Дефекты в холестериках и смектиках. Текстуры.	1	2	2	1	1
Тема 10. Гидродинамика нематических и холестерических жидких кристаллов. Гидродинамика нематиков и холестериков Лесли-Эриксона. Коэффициенты Лесли. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкостей. Вращательная вязкость.	1	2	2	1	1
Тема 11. Теория упругости и гидродинамика смектиков. Теория упругости и гидродинамика смектиков А, В и С. Флуктуационная неустойчивость дальнего порядка в гидродинамическом пределе в смектиках А и С. Стабилизирующее воздействие внешних полей и поверхностей.	2	4	4	2	2
Тема 12. Поведение нематиков и смектиков С в изменяющихся магнитных полях. Пульсирующие, вращающиеся, конические поля. Магнитоакустика жидких кристаллов.	1	4	4	1	1
Тема 13. Жидкокристаллические полимеры. Классификация, физические свойства и применение.	1	2	2	1	1
Итого:	16	30	30	16	16

Практическая подготовка

Тема	Задание на практическую подготовку (практические занятия)	количество часов
Тема 1. Жидкие кристаллы, анизотропные жидкости. История открытия, химическое строение мезоморфных молекул, гомологические ряды. Жидкокристаллические смеси.	Решение задач	1
Тема 2. Симметрия. Элементы и преобразования симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии.	Решение задач	2
Тема 3. Ближний и дальний порядки. Ориентационный и трансляционный порядки. Ближний и дальний порядки. Иерархия пространственных масштабов структуры вещества и упорядоченности.	Решение задач	1
Тема 4. Симметрия и упорядоченность. Взаимоотношение симметрии системы и ее упорядоченности.	Решение задач	1

Нарушение симметрии и квазисредние. Жидкокристаллическое состояние вещества.		
Тема 5. Классификация жидких кристаллов. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы и их классификация. Каламитики и дискотики. Экзотические мезофазы полярных молекул. Амфифильные молекулы. Мицеллы и температура Крафта.	Решение задач	1
Тема 6. Экспериментальные методы исследования физических свойств и применение жидких кристаллов. Электрические, оптические, магнитные, реологические и акустические свойства жидких кристаллов и их применение.	Решение задач	1
Тема 7. Континуальная теория жидких кристаллов. Теория ориентационной упругости нематических и холестерических жидких кристаллов. Модули ориентационной упругости Франка. Упругие свойства смектиков.	Решение задач	2
Тема 8. Диамагнитные и диэлектрические свойства жидких кристаллов. Ориентирующее влияние электрических и магнитных полей и ограничивающих поверхностей на жидкие кристаллы. Граничные условия и методы ориентации жидких кристаллов. Переходы Фредерикса.	Решение задач	1
Тема 9. Дефекты и текстуры. Дефекты в нематиках. Дисклинации, ядра, стенки. Индексы Франка. Дефекты в холестериках и смектиках. Текстуры.	Решение задач	1
Тема 10. Гидродинамика нематических и холестерических жидких кристаллов. Гидродинамика нематиков и холестериков Лесли-Эриксона. Коэффициенты Лесли. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкостей. Вращательная вязкость.	Решение задач	1
Тема 11. Теория упругости и гидродинамика смектиков. Теория упругости и гидродинамика	Решение задач	2

смектиков А, В и С. Флуктуационная неустойчивость дальнего порядка в гидродинамическом пределе в смектиках А и С. Стабилизирующее воздействие внешних полей и поверхностей.		
Тема 12. Поведение нематиков и смектиков С в изменяющихся магнитных полях. Пульсирующие, вращающиеся, конические поля. Магнитоакустика жидких кристаллов.	Решение задач	1
Тема 13. Жидкокристаллические полимеры. Классификация, физические свойства и применение.	Решение задач	1

Тема	Задание на практическую подготовку (лабораторные занятия)	количество часов
Тема 1. Жидкие кристаллы, анизотропные жидкости. История открытия, химическое строение мезоморфных молекул, гомологические ряды. Жидкокристаллические смеси.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 2. Симметрия. Элементы и преобразования симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 3. Ближний и дальний порядки. Ориентационный и трансляционный порядки. Ближний и дальний порядки. Иерархия пространственных масштабов структуры вещества и упорядоченности.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 4. Симметрия и упорядоченность. Взаимоотношение симметрии системы и ее упорядоченности. Нарушение симметрии и квазисредние. Жидкокристаллическое состояние вещества.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 5. Классификация жидких кристаллов. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы и их классификация. Каламитики и дискотики. Экзотические мезофазы полярных	Выполнение лабораторной работы	2

молекул. Амфифильные молекулы. Мицеллы и температура Крафта.		
Тема 6. Экспериментальные методы исследования физических свойств и применение жидких кристаллов. Электрические, оптические, магнитные, реологические и акустические свойства жидких кристаллов и их применение.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 7. Континуальная теория жидких кристаллов. Теория ориентационной упругости нематических и холестерических жидких кристаллов. Модули ориентационной упругости Франка. Упругие свойства смектиков.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 8. Диамагнитные и диэлектрические свойства жидких кристаллов. Ориентирующее влияние электрических и магнитных полей и ограничивающих поверхностей на жидкие кристаллы. Граничные условия и методы ориентации жидких кристаллов. Переходы Фредерикса.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 9. Дефекты и текстуры. Дефекты в нематиках. Дисклинации, ядра, стенки. Индексы Франка. Дефекты в холестериках и смектиках. Текстуры.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 10. Гидродинамика нематических и холестерических жидких кристаллов. Гидродинамика нематиков и холестериков Лесли-Эриксона. Коэффициенты Лесли. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкостей. Вращательная вязкость.	Выполнение лабораторной работы	2
Тема 11. Теория упругости и гидродинамика смектиков. Теория упругости и гидродинамика смектиков А, В и С. Флуктуационная неустойчивость дальнего порядка в гидродинамическом пределе в смектиках А и С. Стабилизирующее воздействие внешних полей и поверхностей.	Выполнение лабораторной работы	4
Тема 12. Поведение нематиков и смектиков С в изменяющихся магнитных полях. Пульсирующие, вращающиеся, конические поля.	Выполнение лабораторной работы	4

Магнитоакустика жидких кристаллов.		
Тема 13. Жидкокристаллические полимеры. Классификация, физические свойства и применение.	Выполнение лабораторной работы	2

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Тема 1. Жидкие кристаллы, анизотропные жидкости.	Гомологические ряды.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [1], [2], [9].	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 2. Симметрия.	Пространственные группы симметрии.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [10]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация
Тема 3. Ближний и дальний порядки.	Ближний ориентационный порядок в ЖК полимерах.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [1], [2], [9], [10]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 4. Симметрия и упорядоченность.	Симметрия и порядок в лиотропных ЖК.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [1], [8], [9], [10].	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 5. Классификация жидких кристаллов.	Экзотические мезофазы полярных молекул.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [1], [2]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 6. Экспериментальные методы исследования физических свойств и применение жидких кристаллов.	Акустические свойства жидких кристаллов и их применение.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. [2], [5], [9].	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 7.	Теория	5	Работа с	Рекоменду	Конспект,

Континуальная теория жидких кристаллов.	ориентационной упругости холестерических жидких кристаллов.		литературой, конспект, решение задач	емяя литература. . [1], [2], [8], [9], [10].	решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 8. Диамагнитные и диэлектрические свойства жидких кристаллов.	Методы ориентации холестерических жидких кристаллов.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. . [1], [2].	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 9. Дефекты и текстуры.	Дефекты и текстуры в холестериках.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. . [1], [2]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 10. Гидродинамика нематических и холестерических жидких кристаллов.	Гидродинамика холестериков.	5	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. . [1], [2]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 11. Теория упругости и гидродинамика смектиков.	Флуктуации в смектике С.	6	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. . [1], [8], [9], [10]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 12. Поведение нематиков и смектиков С в изменяющихся магнитных полях.	Магнито-акустический гистерезис.	6	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература [5]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Тема 13. Жидкокристаллические полимеры.	Применение жидкокристаллических полимеров.	8	Работа с литературой, конспект, решение задач	Рекомендуемая литература. . [1], [2], [3]. Ресурсы Интернет	Конспект, решенные задачи, доклад, презентация.
Итого		70			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

(или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	
--	--

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	доклад, домашнее задание, лабораторная работа	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания лабораторной работы
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей владеть методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей	доклад, домашнее задание, практическая подготовка, лабораторная практическая подготовка	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания лабораторной работы Шкала оценивания практической подготовки

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания практической подготовки

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания лабораторной практической подготовки

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент выполнил 71-90% от всех лабораторных работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент выполнил 51-70% от всех лабораторных работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент выполнил 31-50% от всех лабораторных работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент выполнил 0-30% от всех лабораторных работ	0-1

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания на практическую подготовку

1. Найти элементы точечной симметрии нематического жидкого кристалла.
2. Найти элементы пространственной симметрии смектика А.
3. Найти предельную группу Кюри для однородного электрического поля.
4. Найти предельную группу Кюри для локально однородного магнитного поля.

5. Какие элементы симметрии несовместимы с геликоидальной структурой холестериков?
6. Какие жидкокристаллические фазы могут обладать сегнетоэлектрическими свойствами?
7. Определение жидкокристаллического состояния.
8. Параметры ориентационного и трансляционного порядков.
 9. Может ли превращение изотропной жидкости в нематик быть фазовым переходом второго рода?
10. Какие мезофазы не могут одновременно присутствовать на фазовой диаграмме одного вещества?
11. Какие экспериментальные методы позволяют изучать физические свойства объемных образцов жидких кристаллов?

Задание для практической подготовки

Выполнение лабораторных работ:

1. Лабораторная работа №1. Изучение текстур и фазовых переходов жидких кристаллов.
2. Лабораторная работа №2. Изучение электропроводности нематических жидких кристаллов.
3. Лабораторная работа №3. Изучение электрогидродинамической неустойчивости в нематических жидких кристаллах.
4. Лабораторная работа № 4. Изучение эффекта динамического рассеяния света в жидких кристаллах.
5. Лабораторная работа № 5. Определение дисперсии двулучепреломления нематического жидкого кристалла.
6. Лабораторная работа № 6. Изучение перехода Фредерикса.

Примерные темы докладов

1. Импульсно-фазовый метод измерения акустических параметров.
2. Экспериментальная установка для измерения диэлектрической проницаемости в диапазоне низких частот.
3. Скорость и поглощение ультразвука в НЖК в окрестности перехода в изотропное состояние.
4. Диэлектрические свойства нематиков в СВЧ диапазоне.
5. Анизотропия диэлектрической проницаемости ориентированных нематических жидких кристаллов.
6. Диэлектрические свойства нематических жидких кристаллов во вращающемся магнитном поле.
7. Установка для измерения диэлектрической проницаемости в пульсирующем магнитном поле.
8. Индукционные зависимости поглощения ультразвука для стационарного магнитного поля при различных температурах.
9. Экспериментальная установка исследования ориентационной релаксации НЖК во вращающемся магнитном поле.
10. Экспериментальные исследования ориентационной релаксации в пульсирующем магнитном поле.
11. Измерение анизотропии скорости в нематических жидких кристаллах
12. Измерение частотной зависимости анизотропии поглощения ультразвука в НЖК.
13. Экспериментальные исследования диэлектрических и диамагнитных свойств НЖК в скрещенных электрических и магнитных полях.
14. Импульсно-фазовый метод измерения акустических параметров.
15. Экспериментальная установка для измерения диэлектрической проницаемости в диапазоне низких частот.
16. Скорость и поглощение ультразвука в НЖК в окрестности перехода в изотропное состояние.
17. Диэлектрические свойства нематиков в СВЧ диапазоне.

18. Анизотропия диэлектрической проницаемости ориентированных нематических жидких кристаллов.
19. Диэлектрические свойства нематических жидких кристаллов во вращающемся магнитном поле.
20. Установка для измерения диэлектрической проницаемости в пульсирующем магнитном поле.
21. Индукционные зависимости поглощения ультразвука для стационарного магнитного поля при различных температурах.
22. Экспериментальная установка исследования ориентационной релаксации НЖК во вращающемся магнитном поле.
23. Экспериментальные исследования ориентационной релаксации в пульсирующем магнитном поле.
24. Измерение анизотропии скорости в нематических жидких кристаллах
25. Измерение частотной зависимости анизотропии поглощения ультразвука в НЖК.
26. Экспериментальные исследования диэлектрических и диамагнитных свойств НЖК в скрещенных электрических и магнитных полях.
27. Сегнетоэлектрические жидкие кристаллы.
28. Теоремы Кюри и жидкие кристаллы.
29. Симметрия и законы сохранения в физике жидких кристаллов.
30. Магнитоакустические свойства жидких кристаллов.
31. Пьезоэлектрические жидкие кристаллы.
32. Многочастичные взаимодействия в жидких кристаллах.
33. Классификация жидких кристаллов.
34. Ближний и дальний порядок в жидких кристаллах.
35. Дефекты в жидких кристаллах.
36. Жидкие кристаллы в электрических и магнитных полях.
37. Лиотропные жидкие кристаллы.
38. Динамика жидких кристаллов.
39. Ультразвуковые методы исследования жидких кристаллов.
40. Математическое моделирование мезофаз.

Примерные вопросы к экзамену

1. Жидкие кристаллы, анизотропные жидкости. История открытия, химическое строение мезоморфных молекул, гомологические ряды.
2. Точечные и пространственные группы симметрии.
3. Ориентационный и трансляционный порядки. Ближний и дальний порядки.
4. Классификация жидких кристаллов. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы.
5. Лиотропные жидкие кристаллы. Амфифильные молекулы. Мицеллы и температура Крафта. Классификация Лузатти.
6. Электрические, оптические, магнитные, реологические и акустические свойства жидких кристаллов и их применение.
7. Континуальная теория жидких кристаллов. Упругие свойства смектиков.
8. Ориентирующее влияние электрических и магнитных полей и ограничивающих поверхностей на жидкие кристаллы. Граничные условия и методы ориентации жидких кристаллов. Переходы Фредерикса.
9. Гидродинамика нематических жидких кристаллов Лесли-Эриксона. Коэффициенты Лесли. Коэффициенты сдвиговой и объемной вязкостей.
10. Симметрия. Элементы и преобразования симметрии.
11. Симметрия и физические свойства. Теоремы Кюри.
12. Взаимоотношение симметрии системы и ее упорядоченности. Жидкокристаллическое состояние вещества.
13. Термотропные жидкие кристаллы и их классификация. Каламитики и дискотики. Экзотические мезофазы полярных молекул.
14. Полимезоморфизм и молекулярные модели мезофаз.

15. Экспериментальные методы исследования физических свойств и применение жидких кристаллов.
16. Континуальная теория жидких кристаллов. Теория ориентационной упругости нематических жидких кристаллов. Модули ориентационной упругости Франка.
17. Диаманитные и диэлектрические свойства нематических жидких кристаллов.
18. Дефекты в нематиках. Дисклинации, ядра, стенки. Индексы Франка.
19. Вращательная вязкость. Поведение нематиков в вращающихся магнитных полях.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов - это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания экзамена.

Критерии оценивания	Баллы
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	15-20
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	8-14
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-7

Итоговая шкалы выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе
отлично	81 – 100
хорошо	61 - 80
удовлетворительно	41 - 60
неудовлетворительно	0-40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела: учеб.пособие / Г. И. Епифанов. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 288с. – Текст: непосредственный.
Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47045-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Савельев И.В. Курс общей физики. т.3. квантовая оптика; атомная физика; физика твердого тела; физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - 8-е изд. - СПб. : Лань, 2007. - 320с. – Текст: непосредственный.

6.2. Дополнительная литература

3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела: учеб.пособие для вузов / Ю. А. Стрекалов, Н. А. Тенякова. - М. : Инфра-М, 2013. - 307с. – Текст: непосредственный.
5. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2018. - 307 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00967-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959952> (дата обращения: 23.06.2023). – Режим доступа: по подписке.
6. Абрамчук, Н. С. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю. Д. Третьякова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-1048-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110488.html> (дата обращения: 23.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
7. Де Жен П. Физика жидких кристаллов. М. Мир. 1977.
8. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М. Мир. 1980. С.344
9. Пикин С.А., Блинов Л.М. Жидкие кристаллы. М., Наука, 1982. С.208.
10. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983. С.320.
11. Хабибуллаев П.К., Геворкян Э.В., Лагунов А.С. Реология жидких кристаллов. Т.ФАН. 1992. С. 300.
12. Беляев В.В. Вязкость нематических жидких кристаллов / В. В. Беляев. - М. : Физматлит, 2002. - 224с. – Текст: непосредственный.

13. **Беляев, В.В.** Жидкие кристаллы в начале XXI века: моногр. / В. В. Беляев, Г. С. Чилая. - М. : МГОУ, 2015. - 136с. – Текст: непосредственный.
14. Анисимов М.А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах. М., Наука, 1987. С.272.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц. Е.М. Механика жидких кристаллов // Теория упругости. — М.: Наука, 2003. — С. 264.
16. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и статистической физике. М. «Высшая школа», 1997. С.352.
17. Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике. М., Наука, 1982.
18. Сонин А. С. Жидкие кристаллы. Первые сто лет. Книга 1. От открытия до Второй мировой войны. 2015.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства
ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)
7-zip
Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.