

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ М.Х. Хоконов

«_____» _____ 20____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
_____ Б.И. Кунижев

«_____» _____ 20____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ МЕЖФАЗНЫХ ЯВЛЕНИЙ»

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 – ФИЗИКА

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

«Физика конденсированного состояния вещества»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Введение в физику межфазных явлений» /
сост. Шебзухова И.Г. – Нальчик: КБГУ, 2021. – 44 с.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния вещества» в 5, 6 семестрах 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	28
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	30
7.1.	<i>Нормативно-законодательные акты</i>	30
7.2.	<i>Основная литература</i>	30
7.3.	<i>Дополнительная литература</i>	31
7.4.	<i>Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)</i>	32
7.5.	<i>Интернет-ресурсы</i>	32
7.6.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	35
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	39
9.	Приложения	41

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель курса – ознакомление бакалавров, специализирующихся по физике конденсированного состояния, с терминологией, экспериментальными и теоретическими методами физики межфазных явлений в равновесных системах.

Задача курса ознакомить студентов с основными понятиями и методами изучения межфазных явлений в равновесных условиях, характеристиками межфазного слоя (избыточные термодинамические потенциалы, поверхностное напряжение и натяжение, адсорбция и т.д.), фундаментальными уравнениями термодинамики поверхностных явлений, методами расчета адсорбции, а также с методами определения состава поверхностного слоя. В задачу спецкурса входит также изложение основных достижений в КБГУ по физике межфазных явлений.

Кроме того, подготовка к практическим занятиям требует от бакалавров изучение журнальных статей и переводов с иностранного языка научных статей, выступления с докладами на практических занятиях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Молекулярная физика»; «Дифференциальные уравнения, вариационное исчисление» и др.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах. Дисциплина преподается посредством чтения лекций и проведения практических занятий.

На лекциях излагаются основные положения теоретического материала.

Практические занятия направлены на закрепление лекционного материала, освоение основных способов решения теоретических и экспериментальных задач по данному курсу.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональных (ПКС):

способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных сред, анализа межфазных процессов и взаимодействия излучений с веществом (ПКС-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: терминологию, экспериментальные и теоретические методы физики межфазных явлений и фазовых переходов в равновесных системах.

Уметь: уметь выбирать способы определения параметров, характеризующих взаимодействия различных фаз.

Владеть: основными понятиями и методами изучения межфазных явлений в равновесных условиях; характеристиками межфазного слоя, фундаментальными уравнениями термодинамики поверхностных явлений, методами расчета поверхностных характеристик.

Приобрести опыт: экспериментальных и теоретических исследований поверхностей гомогенных и гетерогенных систем, а также интерпретаций полученных результатов.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Введение в физику межфазных явлений», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	Введение. Предмет и методы физики межфазных явлений.	Естественные науки и методы физики межфазных явлений (ФМЯ). Физические явления в межфазном слое. Экспериментальные методы изучения межфазных границ. Научное значение и практическое применение ФМЯ.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
2	Классификация фазовых переходов.	Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Докритические, критические, закритические фазовые переходы. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.	ПКС-1	
3	Термодинамика. Основные сведения из термодинамики.	Термодинамическая система и параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
4	Законы термодинамики. Термодинамические потенциалы.	Законы термодинамики. Термодинамические потенциалы и их использование в ФМЯ. Уравнение Гиббса – Дюгема.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
5	Твердые тела кристаллические и аморфные.	Некоторые сведения о кристаллах. Элементы геометрии кристаллической решетки. Элементы симметрии. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллических решеток.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
6	Типы связей в молекулах. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.	Типы связи в молекулах. Классификация твердых тел по типам связи: молекулярные кристаллы, кристаллы с водородной связью, ковалентные и ионные кристаллы, металлы.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
7	Морфология поверхностей разделов фаз.	Виды межфазных границ в однокомпонентных системах. Структура границы раздела кристалл-пар. Межфазная граница кристалл–расплав. Поверхность раздела жидкость–пар.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР

8	Основные характеристики межфазного слоя.	Поверхностное напряжение. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение. Формула Баккера. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы. Связь между γ_{im} и f_{ω} и между σ и f_{ω} .	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
9	Термодинамика плоского межфазного слоя.	Два метода изучения термодинамики межфазных явлений. Метод разделяющей поверхности (метод Гиббса). Метод слоя конечной толщины (метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма - Русанова).	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
10	Адсорбционное уравнение Гиббса	Адсорбционное уравнение Гиббса. Связь между различными вариантами определения адсорбции.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
11	Равновесие межфазных границ.	Уравнения капиллярности. Некоторые применения уравнений капиллярности.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР
12	Термодинамика искривленного поверхностного слоя.	Формула Томсона. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела фаз.	ПКС-1	ДЗ, РК, Т, К, КР

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля. Выполнение домашнего задания (ДЗ), коллоквиума (К), тестирования (Т), рубежный контроль (РК), курсовая работа (КР) и т.д.

На изучение курса отводится 216 часов (6 з.е.), из них: контактная работа 136 ч., в том числе лекционных – 68 часов; практических (семинарских) – 68 часов; самостоятельная работа студента 80 часов; завершается зачетами в 5 и 6 семестрах и зачетом по КР в 5 семестре.

Структура дисциплины (модуля) «Введение в физику межфазных явлений»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	108	108	216
Контактная работа (в часах):	51	85	136
<i>Лекции (Л)</i>	34	34	68
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	51	68
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах):	57	23	80
Расчетно-графическое задание			
Реферат (Р)			
Эссе (Э)			
Контрольная работа (КР)			
Самостоятельное изучение разделов	20		
Курсовой проект (КП),	28		

курсовая работа (КР)			
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9	18
Вид промежуточной аттестации	Зачет Зачет по КР	Зачет	Зачеты в 5 и 6 семестрах, Зачет по КР в 5 сем.

Таблица 3. Лекционные занятия

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела
		5 и 6-ой семестры
1	Введение. Предмет физики межфазных явлений.	Естественные науки и методы физики межфазных явлений (ФМЯ). Физические явления в межфазном слое. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе. Экспериментальные методы изучения межфазных границ. Научное значение и практическое применение ФМЯ.
2	Классификация фазовых переходов.	Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Докритические, критические, закритические переходы. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.
2	Термодинамика. Основные сведения из термодинамики.	Термодинамическая система и параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен. Законы термодинамики. Термодинамические потенциалы и их использование в ФМЯ. Уравнение Гиббса – Дюгема.
3	Твердое тело. Кристаллическое и аморфное	Некоторые сведения о кристаллах. Элементы геометрии кристаллической решетки. Параметры решетки, символы узла, направления, плоскости, индексы Миллера. Элементарные решетки Браве, трансляционные группы. Координационное число, ретикулярная плотность, плотность упаковки. Элементарная ячейка Вигнера-Зейтца.
4	Элементы симметрии.	Элементы симметрии кристаллической решетки. Линейные преобразования. Трансляция, ротационная симметрия, инверсия, отображение в плоскости.
5	Реальные кристаллы.	Дефекты кристаллической решетки. Сингулярная грань, вицинальная грань.
6	Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.	Типы сил связи в молекулах. Дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействия. Молекулярные кристаллы. Кристаллы с водородной связью. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Насыщенность и направленность ковалентной связи. Металлы.
7	Морфология поверхности раздела фаз.	Виды межфазных границ в однокомпонентных системах. Структура границ раздела «кристалл – пар», «жидкость – пар». Межфазная граница раздела «кристалл – расплав», «кристалл – кристалл».
8	Основные характеристики межфазного слоя.	Поверхностное напряжение. Компоненты тензора поверхностного напряжения. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение. Формула Баккера.

		Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы.
9	Два метода изучения термодинамики межфазных явлений.	Метод разделяющей поверхности (метод Гиббса). Метод слоя конечной толщины (метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма - Русанова). Связь между компонентами тензора поверхностного напряжения и поверхностным натяжением, поверхностным натяжением и свободной поверхностной энергией.
10	Адсорбция.	Адсорбционное уравнение Гиббса. Абсолютная и относительная адсорбции Гиббса. Связь между различными вариантами определения адсорбции.
11	Равновесие межфазных границ.	Уравнения гетерогенного равновесия. Уравнения капиллярности. Частные случаи первого и второго уравнений капиллярности.
12	Термодинамика искривленного поверхностного слоя.	Формула Томсона. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела. Размерный эффект поверхностного натяжения.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ раздела	СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ
1	Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
2	Практическое применение ФМЯ в технике и технологии.
3	Термодинамическая система и параметры состояния. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы докритические, критические и закритические.
4	Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен. Химический потенциал.
5	Начала термодинамики. Интенсивные и экстенсивные величины.
6	Второе начало термодинамики. Энтропия.
7	Термодинамические функции или потенциалы (U , F , G , H , Ω) и их использование в ФМЯ. Уравнение Гиббса – Дюгема. Фундаментальные уравнения Гиббса, уравнения состояния, соотношения Максвелла.
8	Элементы геометрии кристаллической решетки. Решетки Браве, трансляционные группы. Элементы симметрии кристаллической решетки.
9	Реальные кристаллы, типы дефектов кристаллической решетки. Сингулярная и вихревая грани.
10	Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц. Силы Ван-дер-Ваальса, дисперсионные, ориентационные, индукционные взаимодействия. Особенности ковалентной, ионной, металлической связей.
11	Структура границы раздела «кристалл – пар».

12	Структура границы раздела «жидкость – пар»
13	Структура границы раздела «кристалл – расплав» и «кристалл – кристалл».
14	Основные характеристики межфазного слоя. Поверхностное напряжение, поверхностное натяжения, свободная поверхностная энергия, связь между ними.
15	Фундаментальные уравнения термодинамики плоского межфазного слоя. Избыточные термодинамические потенциалы поверхности раздела фаз в методе Гиббса и в методе слоя конечной толщины.
16	Адсорбция. Абсолютная адсорбция. Относительная адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса.
17	Связь между различными вариантами адсорбции («М»-, «N»-, «V»- варианты).
18	Термодинамика искривленного поверхностного слоя. Формула Томсона. Положение поверхности натяжения.
19	Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела. Размерный эффект поверхностного натяжения.
20	Равновесие межфазных границ. Первое и второе уравнения капиллярности. Частные случаи уравнений капиллярности.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрен

Таблица 6. Курсовые работы

№№	Темы
1	Изучение поверхностных свойств в методе Гиббса.
2	Изучение поверхностных свойств в методе слоя конечной толщины.
3	Межфазные границы. Морфология поверхности раздела фаз.
4	Относительная адсорбция. Уравнение Гиббса.
5	Фундаментальные уравнения термодинамики плоского межфазного слоя в методе геометрической разделяющей поверхности.
6	Термодинамика плоского межфазного слоя в методе слоя конечной толщины.
7	Связь между характеристиками поверхности раздела фаз.
8	Основные характеристики межфазного слоя.
9	Силовые характеристики поверхностного слоя (поверхностное напряжение, поверхностное натяжение).
10	Энергетические характеристики межфазного слоя.
11	Размерный эффект поверхностного натяжения.

Таблица 7. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№	Содержание занятий
1	Основные понятия и определения физики межфазных явлений.
2	Виды межфазных границ в однокомпонентной системе. Примеры.
3	Практическое применение ФМЯ в технике и технологии.
4	Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.
5	Законы термодинамики.
6	Энтропия. Третье начало термодинамики.
7	Интенсивные и экстенсивные величины.
8	Термодинамические потенциалы.
9	Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы. Удельная поверхностная энергия.
10	Элементы геометрии кристаллической структуры твердых тел. Элементы симметрии.

11	Классификация твердых тел по типам связи атомов, молекул, ионов.
12	Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
13	Особенности поверхностей раздела кристалл-пар, кристалл-расплав и жидкость-пар.
14	Поверхностное напряжение. Компоненты тензора поверхностного напряжения.
15	Адсорбция. Абсолютная адсорбция. Относительная адсорбция.
16	Связь между различными вариантами адсорбции (относительной адсорбцией и адсорбциями в «М»-, «V»-, «N»-вариантах).
17	Адсорбционное уравнение Гиббса.
18	Два метода изучения термодинамики межфазных явлений.
19	Метод разделяющей поверхности. Избыточные термодинамические потенциалы в методе Гиббса.
20	Метод слоя конечной толщины (метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма - Русанова). Избыточные термодинамические потенциалы в методе слоя.
21	Первое и второе уравнения капиллярности.
22	Размерный эффект поверхностного натяжения. Формула Томсона.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» для устного опроса (контролируемые компетенции ПКС-1):

Тема 1. Введение.

1. Естественные науки и методы физики межфазных явлений (ФМЯ).
2. Фаза и компонента.
3. Агрегатные и фазовые состояния.
4. Правила фаз Гиббса.
5. Физические явления в межфазном слое.
6. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
7. Экспериментальные методы изучения межфазных границ.
8. Научное значение и практическое применение ФМЯ.

Тема 2. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.

1. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Детерминант устойчивости и коэффициенты устойчивости.
2. Предкритические, критические и закритические фазовые переходы.
3. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту.
4. Фазовые переходы первого и второго рода.

Тема 3. Основные сведения из термодинамики.

1. Термодинамическая система и параметры состояния.
2. Термодинамическое равновесие.
3. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.

Тема 4. Законы термодинамики. Термодинамические потенциалы.

1. Законы термодинамики.
2. Термодинамические потенциалы и их использование в ФМЯ.
3. Термическое, механическое и химическое условия равновесия.
4. Уравнение Гиббса – Дюгема.

Тема 5. Твердые тела кристаллические и аморфные.

1. Элементы геометрии кристаллической решетки.
2. Линейные преобразования.
3. Элементы симметрии (трансляция, ротационная симметрия, инверсия, отображение в плоскости).
4. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической решетки.

Тема 6. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.

1. Типы связи в молекулах.
2. Классификация твердых тел по типам связи.
3. Молекулярные кристаллы.
4. Кристаллы с водородной связью.
5. Ковалентные кристаллы.
6. Ионные кристаллы.
7. Металлы.

Тема 7. Морфология поверхностей разделов фаз.

1. Структура границы раздела кристалл–пар.
2. Межфазная граница кристалл–расплав.
3. Поверхность раздела жидкость–пар.

Тема 8. Основные характеристики межфазного слоя.

1. Поверхностное напряжение. Компоненты тензора поверхностного напряжения.
2. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
3. Формула Баккера.
4. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы.
5. Связь между γ_{im} и f_{ω} и между σ и f_{ω} .

Тема 9. Термодинамика плоского межфазного слоя

1. Два метода изучения термодинамики межфазных явлений.
2. Метод разделяющей поверхности (метод Гиббса).
3. Избыточные термодинамические потенциалы в методе Гиббса.
4. Метод слоя конечной толщины (метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма - Русанова).
5. Избыточные термодинамические потенциалы в методе слоя.

Тема 10. Адсорбция.

- 1.Адсорбционное уравнение Гиббса.
- 2.Абсолютная и относительная адсорбции.
3. Связь между различными вариантами определения адсорбции.

Тема 11. Равновесие межфазных границ

1. Уравнения капиллярности.
2. Частные случаи первого и второго уравнений капиллярности.
3. Некоторые применения уравнений капиллярности.

Тема 12. Термодинамика искривленного поверхностного слоя.

- 1.Формула Томсона.
- 2.Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела.
- 3.Зависимость поверхностного натяжения от размера сферической частицы.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

5 баллов, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение основных понятий физики межфазных явлений;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

4 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

3 балла, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (контролируемые компетенции ПКС-1):

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» сформирован в соответствии с тематикой самостоятельных занятий.

1. Основные понятия и определения физики межфазных явлений.

2. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе. Примеры.
3. Практическое применение ФМЯ в технике и технологии.
4. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.
5. Законы термодинамики.
6. Энтропия. Третье начало термодинамики.
7. Интенсивные и экстенсивные величины.
8. Термодинамические потенциалы.
9. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко.
10. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.
11. Элементы геометрии кристаллической решетки.
12. Элементы симметрии.
13. Типы сил связи в молекулах.
14. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.
15. Виды межфазных границ.
16. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы.
17. Поверхностное напряжение. Компоненты тензора поверхностного натяжения.
18. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
19. Связь поверхностных характеристик.
20. Адсорбция. Абсолютная адсорбция. Относительная адсорбция.
21. Связь между различными вариантами адсорбции (относительная адсорбция и адсорбция в «М»-, «V»-, «N»-вариантах).
22. Адсорбционное уравнение Гиббса.
23. Два метода изучения термодинамики межфазных явлений.
24. Метод Гиббса. Фундаментальные уравнения Гиббса в методе разделяющей поверхности.
25. Метод слоя конечной толщины (метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма - Русанова). Фундаментальные уравнения в методе слоя.
26. Формула Томсона. Фундаментальные уравнения Гиббса для сферической поверхности раздела.
27. Первое и второе уравнения капиллярности.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

«отлично» (5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде;

«хорошо» (4 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает;

«удовлетворительно» (3 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей;

«неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

5.1.3. Темы курсовых работ (Положение о курсовой работе (проекте) - <https://kbsu.ru/wp-content/uploads/2019/03/polozhenie-o-kursovoj-rabote-proekte.pdf> (контролируемая компетенция ПКС-1):

Темы курсовых работ дается в таблице 6.

Требования к курсовой работе:

Общий объем доклада 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять

табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль.

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 70%.

Критерии оценки курсовой работы:

Критерии оценки курсовой работы:

«отлично» (91-100 __ баллов) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите курсовой работы: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

«хорошо» (81-90 баллов) – выполнены основные требования к курсовой работе и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (61-80 баллов) – имеются существенные отступления от требований к курсовой работе. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании курсовой работы или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительно» (менее 60 баллов) – тема курсовой работы не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

5.2. Оценочные материалы для контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Вопросы на коллоквиумах по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений»

Коллоквиум № 1

по темам: «Введение», «Фазовые переходы и их классификация», «Основные термодинамические потенциалы», «Элементы кристаллографии», «Классификация твердых тел по типам связи», «Структура границы раздела кристалл- пар; кристалл – расплав и жидкость – пар»

Основные понятия и определения ФМЯ (фаза, компонент, агрегатные и фазовые состояния и т.д.)

1. Физические явления на межфазных границах.
2. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко.
3. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту.
4. Термодинамическая система и параметры состояния.
5. Термодинамическое равновесие.
6. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.
7. Термодинамические потенциалы (E, F).
8. Термодинамические потенциалы (G, H, Ω).
9. Элементы геометрии кристаллической решетки. Элементы симметрии.
10. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.
11. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
12. Структура границы раздела кристалл- пар.
13. Межфазная граница кристалл – расплав.
14. Поверхность раздела жидкость – пар.

Коллоквиум № 2

по темам: «Изотермическая работа образования поверхности», «Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы и связь между ними», «Два метода изучения термодинамики межфазных явлений», «Термодинамика искривленного поверхностного слоя»

1. Поверхностное напряжение, компоненты тензора поверхностного напряжения.
2. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
3. Формула Баккера.
4. Связь компонентов тензора поверхностного напряжения и поверхностного натяжения.
5. Связь поверхностного натяжения и удельной поверхностной энергии.
6. Фундаментальные уравнения Гиббса термодинамических потенциалов внутренней энергии и свободной энергии, связь между ними.
7. Фундаментальные уравнения Гиббса термодинамических потенциалов: энтальпии, свободной энтальпии, большого термодинамического потенциала и их связь.
8. Два метода изучения термодинамики межфазных явлений.
9. Метод Гиббса.
10. Метод слоя конечной толщины.
11. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы
12. Удельные избыточные термодинамические потенциалы

Коллоквиум № 3

по темам: «Адсорбция», «Адсорбционное уравнение Гиббса», «Уравнения Гиббса для сферической поверхности раздела», «Равновесие межфазных границ»

1. Абсолютная и относительная адсорбция.
2. Адсорбционное уравнение Гиббса.
3. Адсорбция по Гугенгейму – Адаму.
4. Связь между различными вариантами определения адсорбции.
5. Сферическая поверхность раздела. Формула Томсона. Размерный эффект поверхностного натяжения.
6. Уравнения капиллярности.
7. Некоторые применения уравнений капиллярности.

5.2.2. Оценочные материалы для контрольной работы по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений» (контролируемые компетенции: ПКС-1)

Типовые варианты контрольных работ:

Вариант 1.

1. Основные понятия и определения ФМЯ.
2. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Плазма - состояние вещества, при котором оно находится всостоянии.
 - а) жидком,
 - б) твердом,
 - в) газообразном,
 - г) ионизированном.
 2. В твердых телах количество основных типов дефектов кристаллической структуры может достигать ...
 - а) 1
 - б) 2
 - в) 3
 - г) 4
 3. Макроскопически однородная по своим физико-химическим свойствам система называется ...
 - а) компонентой
 - б) фазой
 - в) примесью
 - г) замкнутой

Вариант 2.

1. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
2. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Второстепенной или близкой к сингулярной грани плоскость принято называть...
 - а) ретикулярной
 - б) ротационной
 - в) вицинальной
 - г) приповерхностной
 2. В методе дифракции электронов низкой энергии для исследования поверхностей кристаллов энергия электронов в зондирующем пучке составляет...
 - а) от нескольких тысячных эВ до нескольких сотых эВ
 - б) от нескольких эВ до сотен эВ
 - в) от нескольких сотен эВ до сотен тысяч эВ
 - г) от нескольких МэВ до десятков МэВ
 3. Сингулярные грани – это грани...
 - а) с малыми индексами и максимальными энергиями
 - б) с малыми индексами и минимальной свободной энергией
 - в) с большими индексами и максимальными энергиями
 - г) с большими индексами и минимальной энергией

Вариант 3.

1. Поверхностное напряжение и его связь с поверхностным натяжением
2. Удельные термодинамические потенциалы
3. Выберите правильный ответ.
 1. Сингулярная грань обычно является....
 - а) шероховатой
 - б) гладкой
 - в) ступенчатой
 - г) сетчатой
 2. Ретикулярная плотность – это число частиц, приходящиеся на.... – объем одной элементарной ячейки кристалла с гранецентрированной кубической структурой
 - а) на единицу площади грани
 - б) на всю площадь поверхности, ограничивающую объем элементарной ячейки кристалла
 - в) объем одной элементарной ячейки кристалла с гранецентрированной кубической структурой
 3. При низких температурах на сингулярных гранях кристалла концентрация автоадсорбированных атомов и вакансий на поверхности обычно...
 - а) исчезающе малая
 - б) малая
 - в) большая
 - г) огромная

Вариант 4.

- 1 Абсолютная и относительная адсорбция.
2. Формула Томсона. Сферическая поверхность раздела фаз.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Для приповерхностных слоев молекулярных кристаллов характерно...
 - а) уменьшение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, усиливающегося с глубиной
 - б) уменьшение межплоскостного расстояния в приповерхностной области
 - в) увеличение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, возрастающее с глубиной
 - г) увеличение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, уменьшающееся с глубиной.
 2. Межатомные расстояния на изолированной плоской сетке молекулярных кристаллов больше, чем в объеме, примерно на
 - а) на 0.1 – 0.5 %
 - б) на 0.5 – 1.5 %
 - в) на 5 – 10 %
 - г) на 10 – 15 %
 3. Грани с малыми индексами и минимальной свободной поверхностной энергией называют ...
 - а) вицинальной гранью
 - б) гранью с большой элементарной ячейкой
 - в) термодинамически неустойчивой гранью
 - г) сингулярной гранью

Вариант 5.

1. Адсорбция по Гугенгейму – Адаму.
2. Уравнения капиллярности.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Объединенный закон первого и второго начал термодинамики также называется ...
 - а) уравнением Гиббса – Дюгема
 - б) фундаментальным уравнением Гиббса для внутренней энергии
 - в) уравнением Дюгема
 - г) уравнением Гиббса.
 2. Функция $F = E - TS$ называется ...
 - а) энергией Гельмгольца
 - б) связанной энергией
 - в) свободной энергией
 - г) энергией Гиббса
 3. Произведение TS называется ...
 - а) энергией Гельмгольца
 - б) связанной энергией
 - в) свободной энергией
 - г) энергией Гиббса

Вариант 6.

1. Основные понятия и определения (фаза, компонент, правило фаз и т.д.)
2. Термодинамические потенциалы (E , F)
3. Выберите правильный ответ
 1. Параметры, характеризующие пространственное расположение не входящих в исследуемую систему окружающих тел, называются ...
 - а) внешними
 - б) внутренними
 - в) интенсивными
 - г) экстенсивными
 2. Какие из перечисленных параметров являются внешними?
 - а) объем
 - б) напряженность электрического поля
 - в) температура
 - г) давление
 - д) внутренняя энергия
 - е) напряженность магнитного поля
 3. Какие из перечисленных параметров являются внутренними?
 - а) объем
 - в) температура
 - г) давление
 - д) внутренняя энергия
 - е) напряженность электрического поля
 - ж) напряженность магнитного поля

Вариант 7.

1. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
2. Классификация фазовых переходов по Семенченко.

3. Выберите правильный ответ.

1. В изолированной неравновесной системе ее энтропия S при любых внутренних процессах возрастает и при наступлении равновесия достигает максимального значения

- а) первое начало термодинамики
- б) второе начало термодинамики
- в) третье начало термодинамики

2. Термодинамическая система имеет однозначную функцию состояния E , изменение которой при любом процессе равно сумме энергий внешних воздействий, т.е. в замкнутой системе $E = \text{const}$.

- а) первое начало термодинамики
- б) второе начало термодинамики
- в) третье начало термодинамики

3. Энтропия конденсированной равновесной системы при $T = 0$ равна нулю.

- а) первое начало термодинамики
- б) второе начало термодинамики
- в) третье начало термодинамики

Вариант 8.

1. Поверхностное напряжение и его связь с поверхностным натяжением.

2. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы и связь между ними (dE , dF)

3. Выберите правильный ответ

1. Третье начало термодинамики можно сформулировать следующим образом:

а) Термодинамическая система имеет однозначную функцию состояния E , изменение которой при любом процессе равно сумме энергий внешних воздействий, т.е. в замкнутой системе $E = \text{const}$.

б) В изолированной неравновесной системе ее энтропия S при любых внутренних процессах возрастает и при наступлении равновесия достигает максимального значения

в) Энтропия конденсированной равновесной системы при $T = 0$ равна нулю.

г) Существует функция состояния - температура, характеризующая степень нагретости тела, и она одинакова для всех частей изолированной равновесной системы

2. Утверждение, что существует функция состояния - температура, характеризующая степень нагретости тела, и она одинакова для всех частей изолированной равновесной системы, называется ...

- а) нулевым началом термодинамики
- б) первым началом термодинамики
- в) вторым началом термодинамики
- г) третьим началом термодинамики.

3. В 1865 году понятие "энтропии" было введено

- а) Клаузиусом
- б) Гиббсом
- в) Планком
- г) Дюгеймом

Вариант 9.

1. Удельные термодинамические потенциалы.

2. Два метода изучения термодинамики межфазных явлений: метод Гиббса.

3. Выберите правильный ответ

1. Грань $\{100\}$ куба обладает ротационной осью симметрии ... порядка

- а) второго
- б) третьего
- в) четвертого
- г) пятого

2. Интенсивными называются параметры ...

- а) зависящие от совокупного движения и пространственного распределения входящих в систему микрочастиц
- б) характеризующие пространственное расположение не входящих в исследуемую систему окружающих тел
- в) не зависящие от массы системы (числа частиц)
- г) пропорциональные массе системы (числу частиц)

3. Экстенсивными называются параметры ...

- а) зависящие от совокупного движения и пространственного распределения входящих в систему микрочастиц
- б) характеризующие пространственное расположение не входящих в исследуемую систему окружающих тел
- в) не зависящие от массы системы (числа частиц)
- г) пропорциональные массе системы (числу частиц)

Вариант 10.

1. Уравнение Гиббса-Дюгема.

2. Адсорбционное уравнение Гиббса.

3. Выберите правильный ответ

- 1. Термодинамическими параметрами называются признаки, характеризующие состояние системы и ее отношение к окружающей среде
 - а) количественные макроскопические
 - б) количественные микроскопические
 - в) качественные макроскопические
 - г) качественные микроскопические

2. Небольшое расширение решетки в направлении перпендикулярном к поверхности, т.е. увеличение межплоскостных расстояний в приповерхностной области, уменьшающееся с глубиной, наблюдается у ...

- а) ионных кристаллов
- б) молекулярных кристаллов
- в) металлов
- г) полупроводников

3. Процесс называется обратимым, если ...

- а) изменение состояния системы можно провести в обратной последовательности без каких-либо изменений в окружающей среде
- б) изменение состояния системы можно провести в той же последовательности без каких-либо изменений в окружающей среде
- в) термодинамические параметры увеличиваются в результате этого процесса
- г) термодинамические параметры уменьшаются в результате этого процесса

5.2.3. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений» (контролируемые компетенции ПКС-1):

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – open.kbsu.ru

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Выберите правильный ответ

1. Опытным законом, не лежащим в основе термодинамики, является ...

-: Закон сохранения энергии

+: Закон Дальтона

-: Недостижимость абсолютного нуля конечным числом процессов

-: Возрастание энтропии в изолированной системе

2. Термодинамической системой называется любое тело, содержащее ...

-: бесконечно малое число частиц

-: малое число частиц

+: большое число частиц

+: только частицы твердого тела или жидкости

3. Интенсивным термодинамическим параметром является ...

-: энтропия

-: число частиц

+: давление

-: магнитная индукция

4. К экстенсивным термодинамическим параметрам относятся ...

-: температура

+: энтропия

-: химический потенциал

-: напряженность магнитного поля

5. Изменение энергии системы при изменении числа частиц i -го сорта на единицу при постоянстве термических и силовых воздействий, а также при неизменности количества всех других частиц называется ...

-: адиабатическим потенциалом

-: изохорно-изотермическим потенциалом

-: изобарно-изотермическим потенциалом

+: химическим потенциалом

6. Различают ... основных типа взаимодействия термодинамической системы со средой.

-: 9

-: 6

-: 2

+: 3

7. Передача энергии при помощи неупорядоченного движения частиц называется....

-: движением

+: теплообменом

-: массообменом

-: работой

8. Изменение энергии системы вследствие обмена частицами системы с окружающей средой, если система открыта, называется...

- + : массообменом
- : движением
- : теплообменом
- : работой

9. Силовое взаимодействие системы со средой, при котором энергия передается системе ориентированным перемещением внешних тел, называется...

- : энтропией
- : изменением внутренней энергии
- + : работой
- : теплотой

10. Энтропия имеет размерность, ...

- + : совпадающую с размерностью теплоемкости
- : совпадающую с размерностью энтальпии
- : совпадающую с размерностью внутренней энергии
- : совпадающую с размерностью теплоты

11. В согласии с ... началом термодинамики, изменение однозначной функции состояния E термодинамической системы при любом процессе равно сумме энергий внешних воздействий.

- + : первым
- : вторым
- : третьим

12. В согласии с ... началом термодинамики, изменение однозначной функции состояния S термодинамической системы при обратимом процессе равно приведенной теплоте, поступающей в систему, а при необратимом процессе – больше приведенной теплоты.

- : первым
- + : вторым началом термодинамики
- : третьим началом термодинамики

13. Равенство энтропии конденсированной равновесной системы нулю при $T=0$ К известно как...

- : нулевое начало термодинамики
- : первое начало термодинамики
- : второе начало термодинамики
- + : третье начало термодинамики

14. Объединенный закон первого и второго начал термодинамики также называется ...

- : уравнением Гиббса – Дюгема
- + : фундаментальным уравнением Гиббса для внутренней энергии
- : уравнением Дюгема
- : уравнением Гиббса.

15. Функция $F = E - TS$ называется ...

- + : энергией Гельмгольца
- : связанной энергией
- + : свободной энергией
- : энергией Гиббса

16. Первое начало термодинамики имеет вид:

- : $dE = dQ + dA + dW$

- + : $dE = dQ + dA + dW$
- : $dE = dQ + dA + dW$
- : $dE = dQ + dA + dW$

17. Работа dA в общем случае совершается только ...

- : механическими силами
- : электрическими силами
- : магнитными силами
- + : всеми возможными силами

18. Состояние вещества, при котором отсутствует упругость к сдвигу, называется ...

- : жидким
- : твердым
- + : газообразным
- : аморфным

19. По В.К. Семенченко, число основных типов фазовых превращений составляет ...

- : 1
- : 2
- + : 3
- : 4

20. К фазовым переходам I-го рода относятся ...

- : критические переходы
- + : предкритические переходы
- : закритические переходы
- : любые фазовые переходы

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

21. Макроскопически однородная по своим физико-химическим свойствам часть термодинамической системы называется ...

- + : фазой
- + : Фазой
- + : ФАЗОЙ
- + : фаза
- + : Фаза

22. Состояние вещества, при котором тело обладает упругостью к сдвигу называется...

- + : твердым
- : жидким
- : газообразным
- : плазмой

23. Состояние вещества, при котором упругость к сдвигу крайне мала, называется...

- : твердым
- + : жидким
- : газообразным
- : плазмой

24. Состояние вещества, при котором отсутствует упругость к сдвигу, называется...

- : твердым
- : жидким
- + : газообразным

-: плазмой

25. Ионизированное состояние газа, характеризующееся той или иной степенью ионизации, называется...

-: твердым

-: жидким

-: газообразным

+: плазмой

26. Какие из этих дефектов можно считать точечными?

+: вакансии

+: атомы в междоузлиях

+: чужеродные атомы

-: винтовые дислокации

-: поверхность кристалла

-: микротрещины

27. Какие из этих дефектов являются линейными?

-: вакансии

+: винтовые дислокации

+: краевые дислокации смещения

-: поры

-: границы зерен в поликристалле

-: чужеродные атомы

28. Какие из этих дефектов являются плоскостными?

+: поверхность кристалла

+: границы зерен в поликристалле

+: дефекты упаковки

-: вакансии

-: винтовые дислокации смещения

-: поры

29. Винтовые дислокации относятся к ... дефектам

-: точечным

+: линейным

-: плоскостным

30. Краевые дислокации смещения относятся к ... дефектам

-: точечным

+: линейным

-: плоскостным

31. Силовое взаимодействие системы со средой, при котором энергия передается системе ориентированным перемещением внешних тел называется ...

-: теплообменом

+: работой

-: массообменом

32. Изменение энергии системы вследствие обмена системы частицами с окружающей средой, если система открытая, называется ...

-: теплообменом

-: работой

+: массообменом

33. Изменение энергии системы при изменении числа частиц i -го сорта на единицу при постоянстве термических и силовых воздействий, а также при постоянстве количества всех других частиц характеризуется ...

+: химическим потенциалом

+: химпотенциалом

+: Химическим потенциалом

+: Химпотенциалом

34. В изолированной неравновесной системе ее энтропия S при любых внутренних процессах возрастает и при наступлении равновесия достигает максимального значения

-: первое начало термодинамики

+: второе начало термодинамики

-: третье начало термодинамики

35. Энтропия конденсированной равновесной системы при $T = 0$ К равна нулю.

-: первое начало термодинамики

-: второе начало термодинамики

+: третье начало термодинамики

36. Параметры, полностью определяемые состоянием системы в любой момент времени, являются функциями ... системы

+: состояния

+: Состояния

+: функциями состояния

+: состояния системы

37. Какие из перечисленных параметров являются внешними?

+: объем

+: напряженность электрического поля

-: температура

-: давление

-: внутренняя энергия

+: напряженность магнитного поля

38. Какие из перечисленных параметров являются внутренними?

-: объем

+: температура

+: давление

+: внутренняя энергия

-: напряженность электрического поля

-: напряженность магнитного поля

39. Процесс называется обратимым, если ...

+: изменение состояния системы можно провести в обратной последовательности без каких-либо изменений в окружающей среде

-: изменение состояния системы можно провести в той же последовательности без каких-либо изменений в окружающей среде

-: термодинамические параметры увеличиваются в результате этого процесса

-: термодинамические параметры уменьшаются в результате этого процесса

40. При теплообмене энергия передается

+: при помощи неупорядоченного движения частиц

-: ориентированным перемещением внешних тел

-: в следствии обмена системы частицами с окружающей средой

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(1 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце 5 и 6 семестров и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений» в виде проведения зачетов в семестрах и зачета по курсовой работе в 5 семестре.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 25 баллов.

**5.3.1. Вопросы, выносимые на зачеты в 5 и 6 семестрах
(контролируемые компетенции ПКС-1):**

1. Естественные науки и методы ФМЯ.
2. Физические явления в межфазном слое.
3. Виды межфазных границ в однокомпонентной системе.
4. Экспериментальные методы изучения межфазных границ.
5. Научное значение и практическое применение ФМЯ.
6. Фазовое состояние вещества. Модификации твердых и жидких веществ.
7. Классификации фазовых переходов по В. Семенченко. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости.
8. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.
9. Термодинамическая система. Гомогенная и гетерогенная системы. Параметры состояния.
10. Условия термодинамического равновесия.
11. Внутренняя энергия. Работа. Теплообмен. Массообмен.
12. Работа механических сил в анизотропной гомогенной и гетерогенной системах.
13. Изотропная деформация объема и поверхности раздела фаз.
14. Законы термодинамики.
15. Термодинамические потенциалы и их использование в ФМЯ.
16. Фундаментальные уравнения Гиббса для термодинамических функций (внутренней энергии, свободной энергии, энтальпии, свободной энтальпии, большого термодинамического потенциала).
17. Условия термического, механического и химического равновесия фаз.

18. Уравнения Гиббса – Дюгема.
19. Элементы геометрии кристаллической решетки, элементарные решетки Браве, трансляционные группы.
20. Символы узловой прямой, узловой плоскости, индексы Миллера.
21. Элементы симметрии кристаллических решеток. Линейные преобразования.
22. Определители матрицы линейных преобразований при трансляции, вращении, инверсии, отображении в плоскости.
23. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах.
24. Типы связи в молекулах. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.
25. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-Ваальсова связь (дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействия).
26. Кристаллы с водородной связью, ионные кристаллы, металлы.
27. Ковалентные кристаллы. Направленность и насыщенность ковалентной связи.
28. Особенности структуры поверхности раздела ионных, молекулярных, ковалентных и металлических кристаллов на границе с собственным паром. Смещение частиц в нормальном и тангенциальном направлениях.
29. Особенности поверхности равновесного кристалла (соотношение Кюри-Вульфа). Естественная шероховатость поверхности равновесного кристалла, равновесная поверхность поликристалла.
30. Сингулярная и вицинальная грани. Дефекты на вицинальной грани равновесного кристалла.
31. Особенности структуры поверхности раздела фаз.
32. Поверхность раздела кристалл – пар.
33. Поверхность раздела жидкость – пар.
34. Межфазная граница раздела кристалл – расплав, кристалл – кристалл.
35. Поверхностное напряжение. Компоненты тензора поверхностного напряжения.
36. Изотермическая работа образования поверхности. Поверхностное натяжение.
37. Формула Баккера.
38. Избыточные поверхностные термодинамические потенциалы.
39. Связь между компонентами тензора поверхностного напряжения и поверхностным натяжением, между поверхностным натяжением и свободной поверхностной энергией.
40. Два метода изучения термодинамики плоского межфазного слоя.
41. Метод разделяющей поверхности (метод Гиббса). Избыточные термодинамические потенциалы в методе Гиббса.
42. Удельные избыточные термодинамические потенциалы в методе Гиббса.
43. Абсолютная и относительная адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсова (эквивалентная) поверхность раздела.
44. Метод Ван – дер – Ваальса – Гугенгейма – Русанова. Эффективная толщина переходного слоя.
45. Полные и удельные избыточные термодинамические потенциалы в методе слоя.
46. Понятие адсорбции. Адсорбция и поверхностная сегрегация.
47. Адсорбция физическая и химическая.
48. Величина адсорбции по Гиббсу и Гугенгейму – Адаму.
49. Связь между различными вариантами определения адсорбции.
50. Равновесие межфазных границ. Первое и второе уравнения капиллярности.
51. Частные случаи уравнений капиллярности.
52. Термодинамика искривленного поверхностного слоя. Формула Томсона. Поверхность натяжения.
53. Фундаментальные термодинамические соотношения для сферической поверхности раздела. Адсорбционное уравнение Гиббса для искривленной поверхности.
54. Размерный эффект поверхностного натяжения.
- 55.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

Зачет (25 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок.

«незачет» – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма баллов (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 25 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» в 5 и 6 семестрах являются зачеты в 5 и 6 семестрах и курсовая работа в 5 семестре.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания, защита курсовой работы.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ПКС-1 представлены в таблице 8.

Таблица 8. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Наименование компетенции	Индикаторы достижений	Основные показатели оценки результатов обучения	Оценочные средства
ПКС-1: Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных сред, анализа межфазных процессов и взаимодействия излучений с веществом	ПКС-1.1: Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний	Знать: - терминологию, экспериментальные и теоретические методы физики межфазных явлений и фазовых переходов в равновесных системах.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1.</i>); типичные оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1.</i>); типичные оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2.</i>); типичные тестовые задания (<i>раздел 5.2.3.</i>); типичные оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)
		Уметь: - уметь выбирать способы определения параметров, характеризующих взаимодействия раз-	Типичные оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1.</i>); типичные оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1.</i>); типичные оценочные материалы

		личных фаз.	для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)
		Владеть: - основными понятиями и методами изучения межфазных явлений в равновесных условиях; - характеристиками межфазного слоя и фундаментальными уравнениями термодинамики поверхностных явлений; - методами расчета адсорбции.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)
	ПКС-1.2: Способен применять полученные знания для анализа и практического использования свойств конденсированных фаз и нанообъектов	Знать: - взаимосвязь свойств и параметров характеризующих межфазные границы; - сферу практического применения полученных знаний.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)
		Уметь: количественно и качественно анализировать свойства конденсированных фаз, нанообъектов и межфазных явлений.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i> .)
		Владеть: методами определения и практического применения свойств конденсированных сред	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)

	ПКС-1.3: Способен применять математические методы обработки результатов исследования	Знать: - теорию и методику обработки результатов измерений, определения погрешностей	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1.</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3.</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3.</i>)
		Уметь: - проводить обработку результатов исследования математическим методом, а также с помощью автоматизированных программ.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1.</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1.</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3.</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3</i>)
		Владеть: - навыками применения математических методов обработки результатов исследования.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые оценочные материалы для коллоквиума (<i>раздел 5.2.1.</i>); типовые оценочные материалы для контрольной работы (<i>раздел 5.2.2</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.3.</i>); типовые оценочные материалы к зачету (<i>раздел 5.3.</i>)

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность использовать современные методы исследования свойств конденсированных сред, анализа межфазных процессов и взаимодействия излучений с веществом (ПКС-1).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 № 891 ("Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2020 г. № 59412).

7.2. Основная литература

1. Сырков А. Г. Элементы физики поверхности и нанотехнология. Учение и законы Веймарна: учебное пособие / А. Г. Сырков ; под редакцией Н. Р. Прокопчука. - Санкт-Петербург : Из-

дательство Политехнического университета, 2018. - 206 с.: ил. ; 20 см. - Библиогр. в конце гл. - 100 экз

2. Дадашев Р.Х., Термодинамика поверхностных явлений [Электронный ресурс] / Дадашев Р.Х.; Под ред. Х.Б. Хоконова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-0832-4 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108324.html>

3. Товбин Ю.К., Молекулярная теория адсорбции в пористых телах [Электронный ресурс] / Товбин Ю.К. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-9221-1431-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114318.html>

4. Мамонова М.В., Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы [Электронный ресурс] / Мамонова М.В., Прудников В.В., Прудникова И.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1236-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112369.html>

1. Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества [Электронный ресурс] / Делоне Н.Б. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - ISBN 978-5-9221-1261-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112611.html>

2. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика [Электронный ресурс] / Салем Р.Р. - М: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 352 с. - ISBN 5-9221-0078-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100785.html>

3. Улитин М.В. Поверхностные явления. Адсорбция [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Улитин М.В., Филиппов Д.В., Федорова А.А. - Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2014. - 206 с. - ISBN -- - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_025.html

4. Барыбин А.А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина - Красноярск: СФУ, 2011. - ISBN 978-5-7638-2396-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763823967.html>

7.3. Дополнительная литература

№	Автор	Название	Издат-во	Год
1	Русанов А.И.	Лекции по термодинамике поверхностей: учебное пособие для вузов. Учебники для вузов.	СПб.: Лань, 240 с.	2013
2	Задумкин С.Н., Хоконов Х.Б., Карамурзов Б.С., Алчагиров Б.Б., Таова Т.М.	Физика межфазных явлений в конденсированных средах.	Нальчик: КБГУ. 246 с.	2014
3	Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б., Карамурзов Б.С.	Методы и приборы для исследований в области физики межфазных явлений в конденсированных веществах (Специальный физический практикум).	Нальчик: КБГУ. Учебное пособие.	2017. 152 с. (500 экз.)
4	Б.Б. Алчагиров, Ф.Ф. Дышекова, З.А. Коков	Автоматизированная экспериментальная установка для определения быстрых изменений поверхностного натяжения жидкометаллических расплавов и краевых углов смачивания ими поверхностей твердых тел.	Приборы. (Москва) 2017. № 2 (200). С. 18 - 28.	2017.
5	Несис Е.И.	Фазовые переходы в равновесных и неравновесных системах.	Ставрополь: Изд-во СГУ.	2006.
6	Алчагиров Б.Б.,	Расчеты адсорбции компонентов, состава и		

	Хоконов Х.Б., Чочаева А.М.	толщины поверхностных слоев бинарных металлических растворов (Учебно- методическое пособие).	Нальчик: КБГУ. 58с.	2004.
7	Ролдугин В.И.	Физикохимия поверхности. Учебник- монография.	Долгопруд- ный: Изда- ТЕЛЬСКИЙ Дом «Интеллект», 568 с.	2008
8	Оно С., Кондо С.	Молекулярная теория поверхностного натя- жения в жидкостях	М.: ЛИ	1968
9	Попель С.И.	Поверхностные явления в расплавах.	М.: Метал- лургия	1994
10	Зенгуил Э.	Физика поверхности.	М.: Мир	1990
11	Русанов А.И. Прохоров В.А.	Межфазная тензиометрия.	СПб.: Химия	1994
12	Гиббс Д.В. М.	Термодинамические работы.	Л.: Гостехиз- дат,	1950
13	Семенченко В.К.	Поверхностные явления в металлах и спла- вах.	М.: Гостехиз- дат	1957
14	Роулинсон Дж., Уидом Б.	Молекулярная теория капиллярности.	М.: Мир	1986
15	Русанов А.И.	Фазовые равновесия и поверхностные явле- ния.	Л: Химия	1973
16	Дадашев Р.Х.	Термодинамика поверхностных явлений.	М.: Физмат- лит	2007
17	Задумкин С.Н., Хоконов Х.Б.	Методы изучения межфазных границ.	Киев:Наукова Думка	1977
18	Задумкин С.Н. Хоконов Х.Б.	Физика межфазных явлений.	Учебно- методические разработки в 5 частях	1976- 1978

7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Журналы

Журналы РАН: ЖФХ (Журнал физической химии), Расплавы, ФММ (Физика металлов и металловедение), ПТЭ (Приборы и техника эксперимента), Поверхность, Успехи ФН (физических) наук, ЖТФ (Журнал технической физики, Перспективные материалы и т.д.

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

1. <http://elibrary.ru>
2. www.studentlibrary.ru
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. www.ufn.ru
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>

общие информационные, справочные и поисковые:

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2021-2022 уч.г.)**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	«Web of Science» (WOS)	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Компания Thomson Reuters Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http://www.scopus.com	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» Сублицензионный договор № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ
4.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ

5.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollelib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №288СЛ/04-2021 От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №12ЕП/223 от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №7821/21 от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

7.6. Методические рекомендации по изучению дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» для обучающихся

Цель курса «Введение в физику межфазных явлений» - ознакомление бакалавров, специализирующихся по физике конденсированного состояния, с терминологией, экспериментальными и теоретическими методами физики межфазных явлений в равновесных системах.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям. Кроме того, подготовка к практическим занятиям требует от бакалавров изучения журнальных статей и переводов с иностранного языка научных статей.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила и приемы конспектирования лекций.

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;

- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературы);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выде-

лить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Зачеты в 5 и 6 семестрах и курсовая работа в 5 семестре являются формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать 25 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на зачетные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в устной форме.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего зачет. На подготовку ответа на билет на зачете отводится 30 минут.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Введение в физику межфазных явлений» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образова-

тельным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Введение в физику межфазных явлений» по направлению подготовки 03.03.02 Физика; Профиль «Физика конденсированного состояния вещества» на 2021-2022 учебный год.

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики протокол № ____ от " ____ " _____ 2021 ____ г.

Заведующий кафедрой _____ / М.Х. Хоконов /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

Критерии оценки качества освоения дисциплины (для зачетной дисциплины)

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без проце- дуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: ПКС-1: Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных сред, анализа межфазных процессов и взаимодействия излучений в веществе.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи заче- та)	Обучающийся проявляет компетенции ПКС-1, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
5	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. При решении задач показывает глубокие знания материала, свободно использует необходимые.