

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.05.2022 14:38:11  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673076c1a593da138

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физическая и коллоидная химия**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии»**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной  
образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» является формирование фундаментального подхода к анализу основных закономерностей различных физико-химических, биохимических, иных сложных явлений природы и технологических процессов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.1. Знать основные естественнонаучные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа, моделирования и статистической обработки результатов
		ОПК-1.2. Уметь применять на практике основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания окружающего мира, проведения экспериментальных исследований, понимания механизмов химико-технологических и других производственных процессов
		ОПК-1.3. Способность применять на практике методы математического анализа и моделирования химико-технологических процессов, грамотно обрабатывать результаты проведенных исследований и испытаний
ОПК-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов и (или) оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-2.1. Знать теоретические основы химической технологии, механизмы и схемы производственных химико-технологических процессов и устройство аппаратов, а также основы процессов и аппаратов защиты окружающей среды
		ОПК-2.2. Уметь использовать разные источники информации и оценивать их информационную безопасность и достоверность; использовать современные поисковые системы и базы данных, в том числе данные спутникового наблюдения; расшифровывать данные ДЗЗ, применять ГИС-технологии
		ОПК-2.3. Способность применять на практике стандартные программные продукты при разработке проектов в области ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и в области защиты окружающей среды

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «**Физическая и коллоидная химия**» относится к базовой компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экология, Неорганическая химия, Органическая химия, Химия окружающей среды, Радиоэкология, Введение в специальность, Основы биохимии, Геологические основы проектирования, Геологические основы рационального природопользования	Биологические методы контроля состояния ОС, Физико-химические методы контроля загрязняющих веществ, Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов, Геохимия, Глобальные и региональные изменения климата, Техногенные системы и экологический риск
ОПК-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов и (или) оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Математика, Физика, Информатика, Неорганическая химия, Органическая химия, Основы биохимии, Общая химическая технология, Системы управления химико-технологическими процессами, Методы математической статистики, Вредные и опасные вещества в промышленности, Вредные и опасные производственные факторы, Техника и технологии альтернативной энергетики	Биологические методы контроля состояния ОС, Процессы и аппараты химической технологии, Процессы и аппараты защиты окружающей среды, Электротехника, ГИС в экологии и природопользовании, Основы применения результатов космической деятельности для оценки влияния объектов энергетики и нефтехимии на окружающую среду, Ресурсосберегающие технологии и управление отходами, Ресурсосберегающие и малоотходные технологии, Modern Technologies for Nature Protection

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физическая и коллоидная химия» составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		5			
Контактная работа, ак.ч.	144	51			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	17	17			
Лабораторные работы (ЛР)	34	34			
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	76	76			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	17	17			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144		
	зач.ед.	4	4		

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНО-ЗАОЧНОЙ** формы обучения\*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.					
Лекции (ЛК)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.					
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.				
	зач.ед.				

\* - заполняется в случае реализации программы в очно-заочной форме

Таблица 4.3. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ЗАОЧНОЙ** формы обучения\*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.					
Лекции (ЛК)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.					
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.				
	зач.ед.				

\* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Основные понятия и определения	Тема 1.1. Основные понятия и определения. Химическая термодинамика. Термодинамические системы. Термодинамические параметры. Классификация термодинамических систем. Уравнения состояния. Термодинамический процесс. Функции состояния (потенциальные функции). Свойства полного дифференциала.	ЛК
	Тема 1.2. Скрытые теплоты. Теплота процесса. Работа процесса. Энергия. Энтальпия. Нулевое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Расчет теплоты (общая расчетная формула). Связь энтальпии с теплотой. Теплоемкость (молярная, удельная, средняя). Расчет теплоемкости. Механическая работа.	ЛК, ЛР
Раздел 2. Термохимические расчеты	Тема 1.1. Теплота как функция состояния. Термохимические уравнения. Тепловой эффект хим. реакции. Основной закон термохимии и его классический пример. Простые вещества. Стандартные условия. Таблицы термодинамических величин. Расчет стандартных энтальпий. Уравнение Кирхгоффа. Температурный коэффициент теплового эффекта и фазовых превращений. Алгоритм расчета энтальпии.	ЛК, ЛР
Раздел 3. Потенциалы и направление процессов в химии	Тема 3.1. Энтропия. Процессы самопроизвольные и квазистатические. Равновесные процессы. Формулировки II начала ТД. Термодинамическая вероятность. Абсолютная температура. Расчет изменения энтропии различных процессов: изобарический, изохорический, изотермический. Третье начало термодинамики. Абсолютная энтропия. Характеристические функции: внутренняя энергия, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса. Максимальная полезная работа. Основное уравнение термодинамики. Примеры решения задач.	ЛК, ЛР
Раздел 4. Химическое и электрохимическое равновесие	Тема 4.1. Химический потенциал. Его свойства. Физический смысл химического потенциала. Химическая переменная и достижение равновесия. Изотерма химической реакции. Константы равновесия. Взаимосвязь между константами. Изобара химической реакции. Общее условие хим. равновесия. Изотерма химической реакции. Расчет состава равновесной смеси. Электродные потенциалы и электродвижущие силы. Химическое равновесие в гетерогенных системах.	ЛК, ЛР
Раздел 5. Фазовое равновесие и учение о растворах	Тема 5.1. Фазы. Правило фаз Гиббса. Критерии направления процесса. Тепловое равновесие. Механическое равновесие. Фазовое равновесие. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Равновесие с газовой фазой, Равновесие без газовой фазы. Примеры. Число степеней свободы. Примеры. Правило фаз и однокомпонентные системы. Фазовые диаграммы воды.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>Тема 5.2. Фазовые диаграммы растворимости. Идеальные растворы. Равновесие по отношению к растворителю. Равновесие с газовой фазой. Эбуллиоскопическая константа. Криоскопическая константа. Давление пара над раствором нелетучих веществ. Идеальные жидкие растворы. Равновесие по отношению к растворенному веществу. Закон Генри. Равновесие с жидкой фазой. Осмос. Электропроводность растворов.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 6. Химическая кинетика	<p>Тема 6.1. Формальная химическая кинетика. Классификации химических реакций. Элементарные реакции. Глубина превращения реакции. Скорость химической реакции (истинная, средняя). Основной постулат химической кинетики. Для элементарной реакции. Для сложной реакции. Примеры. Реакции нулевого порядка. Реакции первого порядка. Реакции второго порядка. Последовательность расчета кинетических данных. Влияние температуры на скорость химической реакции. Расчет энергии активации. Сложные реакции.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 7. Термодинамика поверхностных явлений и адсорбция	<p>Тема 7.1. Поверхностный молекулярный слой на границе раздела фаз. Самопроизвольные процессы на границе раздела фаз. Поверхностная энергия. Краевой угол смачивания. Поверхностное натяжение жидкостей. Уравнения адсорбции. Адсорбция из растворов. Адсорбционное уравнение Гиббса. Адсорбционные зависимости. Адсорбционное уравнение для двухкомпонентного раствора. Форма адсорбционного уравнения Гиббса для практических расчетов. Изотермы поверхностного натяжения. Модельные изотермы адсорбции.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 8. Коллоидное состояние вещества и свойства дисперсных систем	<p>Тема 8.1. Определение дисперсных систем. Признаки коллоидного состояния. Задачи коллоидной химии. Принципы классификации дисперсных систем: по дисперсности, по топографическому признаку (количественные признаки), по агрегатному состоянию, по межфазному взаимодействию, по структуре. Получение дисперсных систем. Диспергирование тв. фазы. Диспергирование газов. Диспергирование жидкостей. Методы конденсации. Правила получения дисперсных систем конденсационными методами. Методы пептизации.</p>	ЛК, ЛР
	<p>Тема 8.2. Электрокинетические явления. Коагуляция. Двойной электрический слой. Правило Фаянса-Паннета-Пескова. Заряд поверхности. Электрокинетический потенциал. Электроосмос и электрофорез. Потенциалы течения и седиментации. Устойчивость гидрофобных зольей. Молекулярно-кинетические и коллигативные свойства дисперсий.</p>	ЛК, ЛР

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Мультимедийная аудитория для проведения лекционных и практических занятий
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Лаборатория по физической химии, оснащенная необходимым оборудованием: колориметр КФК-2; поляриметр круговой СМ-2; иономер универсальный ЭВ-74; прибор для определение температуры плавления; кондуктометр анион -410 К, рН-метр/иономер анион 410К; рефрактометр ИРФ-23; информационные стенды; реактивы, химическая посуда, в соответствии с лабораторными работами.
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература

1. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия. 4-е издание. Москва: Изд.центр «Академия», 2008. 288 с.
2. Зимон А.Д. Физическая химия. Москва: «Агар», 2006. 320 с.
3. Ипполитов Е.Г., Артёмов А.В., Батраков В.В. Физическая химия. Москва: Изд.центр «Академия», 2005. 448 с.
4. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Москва: Высш.шк., 1993. 560 с.
5. Краткий справочник физико-химических величин. Под редакцией Равделя А.А. и Пономарёвой А.М. Санкт-Петербург: «Иван Фёдоров», 2002. 240 с.

### б) Дополнительная литература

1. Основы физической химии. Теория и задачи. Еремин В.В., Каргов С.И. и др. Учеб.пособие для ВУЗов. Москва: Изд-во «Экзамен», 2005. 480 с.
2. Основы физической химии. Теория и задачи. Учеб.пособие для ВУЗов. Москва: Изд-во «Экзамен», 2005. 480 с.
3. Голиков Г.А. Руководство по физической химии. М.: ВШ, 2008. 383 с.
4. Эткинс П. Физическая химия. В 2-х томах. М.: Мир, 1980
5. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия. М.: Изд.центр «Академия», 2008. 288 с.
6. Слесарёв В.И. Химия. Основы химии живого. Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. 784 с.
7. Ф.Даниэльс, Р.Олберти. Физическая химия. М.:Мир, 1998. 645 с.
8. Романовский Б.В. Основы катализа, М.: Бином, 2013
9. Пригожин И., Кондепуди Д., Современная термодинамика, М., Мир, 2002.

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- [Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН](#)
- [ЭБС «Университетская библиотека онлайн»](#)
- [ЭБС Юрайт](#)
- [ЭБС «Консультант студента»](#)
- [ЭБС «Лань»](#)
- [ЭБС «Троицкий мост»](#)

2. Базы данных и поисковые системы:

- [электронный фонд правовой и нормативно-технической документации](#)
- [поисковая система Google Scholar](#)
- [реферативная база данных SCOPUS](#)
- [поисковик по академическим ресурсам](#). Более 1000000000 источников
- [поиск по содержанию 20 тысяч мировых библиотек](#)

3. Информационные справочные системы

- [Википедия](#)
- [Научно-популярный портал](#)



**Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины /модуля\*:**

1. Курс лекций по дисциплине «**Физическая и коллоидная химия**».
2. Лабораторный практикум по дисциплине «**Физическая и коллоидная химия**» (при наличии лабораторных работ).
3. Ссылки на внешние ресурсы в сети Интернет.

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «**Физическая и коллоидная химия**» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

**Примерный перечень оценочных средств**

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i><b>Аудиторная работа</b></i>			
1.	<b>Экзамен</b>	Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета
2.	<b>Контрольная работа</b>	Средство контроля, организованное как аудиторное занятие, на котором обучающимся необходимо самостоятельно продемонстрировать усвоение учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
<i><b>Самостоятельная работа</b></i>			
3.	<b>Подготовка к практическим работам</b>	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов	Комплект разноуровневых задач и заданий

		<p>изучения в рамках определенного раздела дисциплины;</p> <p>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.</p>	
--	--	---	--

## Примеры тестов для контроля знаний

### Раздел 1. Физическая химия

1. Какое утверждение не отвечает модели идеального газа?
  - а) Частицы не имеют собственного объема
  - б) Между частицами действуют межмолекулярные силы взаимодействия
  - в) Все столкновения частиц упруги и не ведут к потере кинетической энергии
  - г) Температура газа зависит от кинетической энергии движения его частиц
  
2. Какое свойство не присуще газам?
  - а) Сжимаемость
  - б) Текучесть
  - в) Броуновское движение
  - г) Поверхностное натяжение
  
3. Какие условия для газов считаются «нормальными»?
  - а)  $P=101,325 \text{ атм}$ ;  $T=298 \text{ К}$
  - б)  $P=760 \text{ мм рт. ст.}$ ;  $T=100^\circ\text{C}$
  - в)  $P=101,325 \text{ кПа}$ ;  $T=273,15 \text{ К}$
  - г)  $P=1,013 \text{ Па}$ ;  $T=0^\circ\text{C}$
  
4. Что подразумевается под приведением газа к нормальным условиям?
  - а) Вычисление объема, занимаемого 1 моль газа
  - б) Вычисление объема, который бы занимал газ при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 1 атм.
  - в) Вычисление объема, который занял бы данный газ при температуре 298 К и 1 атм.
  - г) Нет правильного ответа
  
5. При нормальных условиях 22,4 л это:
  - а) 1 л воды в виде пара
  - б) Объем  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул любого газа
  - в) Молярный объем любого газа
  - г) Объем 18 г воды в виде пара
  
6. Универсальная газовая постоянная равна. Для каких условий она рассчитана?
  - а)  $P=101,325 \text{ кПа}$ ;  $T=298 \text{ К}$
  - б)  $P=101,325 \text{ кПа}$ ;  $T=273,15 \text{ К}$
  - в)  $P=100 \text{ кПа}$ ;  $T=273,15 \text{ К}$
  - г)  $P=1 \text{ кПа}$ ;  $T=298 \text{ К}$
  
7. Какие размерности не присущи универсальной газовой постоянной?
  - а) Дж/К
  - б) Дж/кмоль К
  - в) Л атм/моль К
  - г) Па/моль К

8. Что такое парциальное давление газа?  
 а) Давление 1 моль газа  
 б) Часть общего давления газовой смеси, которая приходится на долю данного газа  
 в) Давление газа при нормальных условиях  
 г) Давление, которым обладал бы газ, если бы при той же температуре занимал молярный объем

9. Как соотносятся между собой объемная ( $\varphi$ ) и молярная (молярная) ( $\chi$ ) доли газов в смеси?  
 а) Объемная больше  
 б) Молярная больше  
 в) Они равны  
 г) Нет правильного ответа

10. Какой объем занимает 1 моль воды при нормальных условиях?  
 а) 18 л  
 б) 22,4 л  
 в) 18 мл  
 г) 22,4 мл

11. Как изменится молярный объем газа при увеличении температуры от 30°C до 90°C при постоянном давлении?  
 а) Увеличится в 3 раза  
 б) Увеличится в 1,2 раза  
 в) Уменьшится в 3 раза  
 г) Не изменится, так как молярный объем зависит только от давления

12. Укажите, какому определению соответствуют законы (начала) термодинамики:

Первое начало	а) Все самопроизвольно протекающие процессы обязательно сопровождаются увеличением суммарной энтропии системы и ее окружения
Второе начало	б) Энтропия чистых веществ, существующих в виде идеальных кристаллов, при температуре абсолютного нуля равна нулю
Третье начало	в) Энергия может превращаться (переходить) из одного вида в другой, но не может исчезать или возникать

13. Математическое выражение первого закона термодинамики для изолированной системы в условиях:

Изотермического процесса	а) $Q = \Delta U$
Изохорного процесса	б) $Q = \Delta H$
Изобарного процесса	в) $Q = A$

14. Установите соответствие

Закон Лавуазье – Лапласа	а) Тепловой эффект химической реакции не зависит от промежуточных стадий, а определяется только начальным и конечным состоянием системы
Закон Г. И. Гесса	б) Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более горячему
Тепловой закон Нернста	в) Абсолютный нуль недостижим
Постулат Клаузиуса.	г) Теплота разложения данного химического соединения на простые вещества численно равна теплоте образования этого соединения из соответствующих простых веществ, но имеет обратный знак

15. Стандартная молярная энтальпия образования различных соединений – это тепловой эффект образования 1 моля химического соединения из простых веществ, которые находятся в устойчивых при 1 атм и 298 К состояниях, при изобарном процессе  $\Delta H^0_{обр}(298)$ . Какая запись соответствует стандартной молярной энтальпии образования воды?

- а)  $\Delta H_{\text{обр}}^0\{298 \text{ K}, 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})\} = -571,6 \text{ кДж/моль}$
- б)  $\Delta H_{\text{обр}}^0\{298 \text{ K}, \text{H}_2\text{O}(\text{ж})\} = -285,8 \text{ кДж/моль}$
- в)  $\Delta H_{\text{обр}}^0\{298 \text{ K}, \text{H}_2\text{O}(\text{г})\} = -241,8 \text{ кДж/моль}$
- г) Нет правильного ответа

16. Дифференциальная молярная теплота растворения – это количество теплоты, поглощающейся или выделяющейся при растворении...

- а) 1 моля вещества в 1 л растворителя
- б) 1 г вещества в 100 г растворителя
- в) 1 моля вещества в некотором количестве чистого растворителя
- г) 1 моля вещества в очень большом (300 моль/моль вещества) количестве растворителя

17. При каких условиях теплота реакции можно оценить энтальпией процесса?

- 1.  $P = \text{const}$
- 2.  $P = \text{const}; T = \text{const}$
- 3.  $V = \text{const}$
- 4.  $T = \text{const}; V = \text{const}$

19. Какие операции необходимы при написании термохимических уравнений? Указание...

- а) стехиометрических коэффициентов
- б) агрегатного состояния всех веществ
- в) стандартных энтальпий образования всех веществ
- г) теплового эффекта (энтальпии) химической реакции

20. Какое определение не отвечает содержанию понятия «энтропия»? Энтропия – это мера...

а) перехода энергии в такую форму, из которой она уже не может самопроизвольно переходить в другие формы

- б) изменения системы в максимально вероятном направлении
- в) беспорядка (хаоса) в системе
- г) теплового эффекта процесса

21. Осуществление каких процессов с точки зрения второго закона термодинамики невозможно?

- а) два вещества, начальные температуры которых различны, после контакта принимают одинаковое значение температуры
- б) два газа, находящиеся в разных частях сосуда, разделенного перегородкой, равномерно перемешиваются после ее удаления
- в) снижение концентрации растворенного вещества на границе раздела фаз: «раствор – поверхность активного вещества – воздух»
- г) самопроизвольная диффузия растворителя через полупроницаемую мембрану из разбавленного раствора в концентрированный раствор

22. Энтропия – мера направленности процесса в изолированной системе:

1) $\Delta S = 0$	реакция протекает слева направо
2) $\Delta S > 0$	реакция протекает справа налево
3) $\Delta S < 0$	в системе наступило равновесие

23. Мерой какого явления, протекающего в закрытой системе, служит термодинамическая функция состояния:

1) энтальпия	необратимости процесса
2) энтропия	теплового эффекта химической реакции
3) энергия Гиббса	направленности процесса

24. Какое определение не отвечает содержанию понятия «свободная энергия Гиббса»? Свободная энергия Гиббса – это мера...

- а) устойчивости химического соединения
- б) связанной или утраченной энергии
- в) самопроизвольной осуществимости процесса
- г) энергии, доступной для выполнения работы

25. Энергия Гиббса связана с энтальпией и энтропией соотношением:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ . В каком из случаев реакция неосуществима при любых температурах и реакция осуществима при любых температурах:

- а)  $\Delta H > 0; \Delta S > 0$
- б)  $\Delta H > 0; \Delta S < 0$
- в)  $\Delta H < 0; \Delta S < 0$
- г)  $\Delta H < 0; \Delta S > 0$

## Раздел 2. Коллоидная химия

1. Основной причиной образования ДЭС является

- а) специфическая адсорбция ионов на поверхности,
- б) ориентация и адсорбция молекулы растворителя на поверхности,
- в) наличие нескомпенсированных сил межмолекулярного взаимодействия,
- г) все причины обуславливают образование ДЭС.

2. Какое строение имеет мицелла золя, полученного при сливании растворов  $K_2SO_4$  и  $BaCl_2$ , если в избытке имеется  $BaCl_2$ ?

- а)  $\{m[BaSO_4] nCl^{-(n-x)} K^+\}^{x-} K^+$
- б)  $\{m[BaSO_4] nBa^{2+} (2n-x) Cl^-\}^{x+} xCl^-$
- в)  $\{m[BaSO_4] nSO_4^{2-} (2n-x) K^+\}^{x-} xK^+$
- г)  $\{m[BaSO_4] nBa^{2+} (2n-x) Cl^-\}^{x-} xK^+$

3. Какие из приведенных веществ (в случае водных растворов) относятся к ПАВ?

1) $CH_3OON$	1,2
2) $Al(OH)_3$	2,3
3) $C_4H_9OH$	2,4
4) $C_4H_9COO H$	1,3,4

4. При каких условиях соблюдаются правило Дюкло-Траубе?

- а) при больших концентрациях ПАВ
- б) при малых концентрациях ПАВ
- в) при сравнительно высоких температурах.
- г) при любых условиях.

6. Какие из приведенных веществ (в случае водных растворов) относятся к ПИВ?

1) $Ba(OH)_2$	4
2) $C_6H_{11}OH$	2,3,4
3) $C_6H_{12}O_6$	1,3
4) $C_{18}H_{37}NH_3Cl$	1

7. Какие вещества относятся к ПИВ?

- а) вещества, снижающие при растворении поверхностное натяжение растворителя;
- б) вещества, повышающие при растворении поверхностное натяжение растворителя;
- в) вещества, не изменяющие при растворении поверхности натяжения растворителя;
- г) все органические вещества, независимо от их природы.

8. Каковы размеры частиц коллоидного раствора?

- а)  $> 100$  нм
- б) 1- 100 нм
- в) 1-1000 нм
- г) меньше 100 нм.

9. Основные признаки дисперсных систем:

- а) гетерогенность;

- б) высокая раздробленность;
- в) высокая раздробленность и гетерогенность;
- г) гомогенность.

10. Что называют дисперсной фазой?

- а) совокупность измельченных частиц;
- б) среду, в которой равномерно распределены частицы;
- в) окружающую жидкость;
- г) окружающую жидкость и совокупность измельченных частиц.

11. Какая формула соответствует определению «дисперсности»?

- а)  $D = a$  [М]
- б)  $D = 1/a$  [М<sup>-1</sup>]
- в)  $D = r$  [М]
- г)  $D = ar$  [М<sup>2</sup>]

12. Удельная поверхность частиц определяется формулой:

- а)  $S_{уд} = S_0 / V$ , где  $S_0$  – общая поверхность частиц дисперсной фазы
- б)  $S_{уд} = S_0 \cdot V$ , где  $V$  – общий объем раздробленного вещества
- в)  $S_{уд} = V / S_0$

13. Удельную поверхность частиц можно определить по формуле ( $S$  – общая поверхность частиц дисперсной фазы,  $m$  – масса всех частиц)

- а)  $S_{уд} = S_0 \cdot m$
- б)  $S_{уд} = 1 / (S_0 \cdot m)$
- в)  $S_{уд} = S_0 / m$
- г)  $S_{уд} = m / S_0$

14. Чем обусловлено выделение систем с определенным размером частиц в особый класс коллоидных систем?

- а) повышенной реакционной способностью
- б) однородностью окраски
- в) интенсивностью окраски
- г) 1,2,3

15. С чем связано резкое изменение свойств вещества с повышением дисперсности?

- а) с большим запасом свободной поверхностной энергии Гиббса, обусловленной большой поверхностью раздела
- б) энергией Гельмгольца
- в) 1,2
- г) с увеличением гетерогенности

16. Какие самопроизвольные процессы приводят к снижению запаса поверхностной энергии?

- а) пептизация
- б) адсорбция
- в) уменьшение площади поверхности
- г) 2,3

17. Что называют электрофорезом?

- а) движение коллоидных частиц в электрическом поле
- б) движение жидкой среды коллоидных систем под действием внешнего электрического поля
- в) движение дисперсионной среды
- г) перемещение коллоидных частиц и дисперсионной среды под действием внешнего электрического поля.

18. Зо́ль может быть получен путем двойного обмена между хроматом калия и нитратом свинца:  $K_2CrO_4 + Pb(NO_3)_2(\text{избыток}) = PbCrO_4\downarrow + 2KNO_3$ , Составьте схему строения мицеллы и укажите какие ионы являются: а) потенциалообразующими; б) противоионами адсорбционного слоя; в) противоионами диффузного слоя.

- а)  $Pb^{3+}; K^+; K^+$
- б)  $K^+; NO_3^-; NO_3^-$
- в)  $Pb^{2+}; NO_3^-; NO_3^-$
- г)  $K^+; CrO_4^{2-}; CrO_2^{2-}$

19. Какую группу электролитов можно выбрать для проверки правила Шульце – Гарди в случае мицеллы  $\{m[CuS] S^{2-} (2n-x) Na^+ \}^{x-} \cdot xNa^+$

- а)  $KNO_3; K_2SO_4; K_3PO_4$
- б)  $KNO_3; Ba(NO_3)_2; Al(NO_3)_3$
- в)  $KCl; NaCl; AlCl_3$
- г)  $K_2SO_4; BaCl_2; AlCl_3$

20. Какими свойствами иона определяется его коагулирующая сила?

- а) знаком заряда иона
- б) величиной заряда иона
- в) размером иона
- г) всеми перечисленными свойствами

21. Каким физическим явлением обусловлен эффект Тиндаля?

- а) преломлением света
- б) поглощением света
- в) светорассеянием
- г) отражением света

22. Назовите причины, которые могут привести к коагуляции коллоидной системы.

1) нагревание и охлаждение	2,4,5
2) действие электромагнитных полей	1,3
3) механические воздействия	1,3,5
4) действие жестких излучений	1,2,3,4,5
5) химические агенты	

23. Что называется порогом коагуляции?

1) объем золя, скоагулированный 1 молем электролита	2
2) критическое значение концентрации коагулирующего электролита в золе	1
3) объем электролита, при добавлении которого к исследуемому золю, произошла его коагуляция	3

24. При каких соотношениях  $\lambda$  - длины волны падающего света, и  $r$  – размер частицы, конус Тиндаля проявляется наиболее ярко?

- а)  $\lambda$  соизмерима с  $r$
- б)  $\lambda \gg r$
- в)  $\lambda \ll r$
- г) 4) при любых отношениях

25. Чему равен порог коагуляции  $C_k$  [ммоль/л], если коагуляция произошла при добавлении 2 мл 0,01 М раствора  $Ca(NO_3)_2$  к 5 мл золя?

- 1.  $2 \cdot 10^{-2}$
- 2.  $4 \cdot 10^{-3}$

3.  $1.4 \cdot 10^{-3}$

4.  $2.8 \cdot 10^{-3}$

26. Какому понятию соответствует данное определение: концентрирование вещества одной фазы на поверхности другой фазы?

- а) хемосорбция
- б) адсорбция
- в) абсорбция
- г) нет правильного варианта ответа

27. По какому признаку можно судить о начале коагуляции?

- а) по лёгкому помутнению
- б) увеличению опалесценции
- в) выпадению осадка
- г) любое внешнее изменение золя говорит о его коагуляции

28. Какие из перечисленных свойств коллоидных систем проявляются так же и в истинных растворах?

1) рассеяние света	1,2,6
2) явление диализа	3,6
3) наличие осмотического давления	1,2,3,4,5,6
4) коагуляции под действием электролита	1,2,3,5,6,

29. Граница скольжения – это ... (закончить определение):

а) геометрическая поверхность, по которой происходит разделение («разрыв» мицеллы на коллоидную частицу и диффузный слой при движении ее под действием электрического поля.

б) геометрическая поверхность, по которой происходит «разрыв» мицеллы на ядро и адсорбционный слой противоионов

в) геометрическая поверхность, по которой происходит разделение мицеллы на агрегат и потенциалопределяющие ионы

г) геометрическая поверхность, по которой происходит разделение мицеллы на ядро и диффузный слой противоионов

30. Коллоидные системы термодинамически неустойчивы ( $\Delta G > 0$ ,  $\Delta H > T\Delta S$ ), так как:

- 1. частицы дисперсной фазы совершают броуновское движение
- 2. дисперсионная среда и частицы дисперсной фазы противоположно заряжены.
- 3. обладают большим избытком поверхностной энергии
- 4. имеют незначительный избыток поверхностной энергии

31. Кинетическая устойчивость обусловлена тем, что:

а) коллоидные частицы находятся в броуновском тепловом движении, что препятствует оседанию частиц под влиянием силы тяжести.

б) коллоидные частицы не слипаются (не укрупняются) вследствие наличия электрического заряда

в) частицы имеют сольватные (гидратные) оболочки

г) всё выше перечисленное

32. Агрегативная устойчивость выражается в том, что:

а) Коллоидные частицы находятся в броуновском (тепловом) движении, что препятствует оседанию частиц под влиянием силы тяжести.

б) Коллоидные частицы не укрупняются (не слипаются)

в) Коллоидные частицы имеют на поверхности сольватные оболочки

г) 2,3



33. Какое из предложенных определений подчиняется правилу Шульце-Гарди:
- а) коагулирующим действием обладает тот ион электролита, который имеет заряд, противоположный заряду гранулы.
  - б) коагулирующим действием обладает тот ион электролита, который имеет заряд одноименный заряду гранулы
  - в) коагулирующее действие тем сильнее, чем выше заряд иона-коагулятора.
  - г) 1,3
34. Молоко, сырая нефть, являются представителями дисперсных систем типа:
- а) твёрдое в жидком
  - б) газообразное в жидком
  - в) жидкое в жидком
  - г) газообразное в газообразном
35. По степени взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды коллоидные растворы делятся на:
- а) лиофильные и лиофобные
  - б) свободнодисперсные и связнодисперсные
  - в) 1, 2
  - г) индифферентные и неиндифферентные
36. Поверхностное натяжение ( $\sigma$ , Дж/м<sup>2</sup>) - это:
- а) свободная энергия G
  - б) поверхностная энергия G<sub>s</sub>
  - в) избыток свободной энергии, отнесённый к единице площади поверхности
  - г) 1, 2
37. Молекулы ПАВ – это органические соединения, состоящие из:
- а) из двух лиофобных частей
  - б) из двух лиофильных частей
  - в) гидрофобной и гидрофильной частей
  - г) нет правильного варианта

## Примеры контрольных работ по темам дисциплины

### Физическая химия

#### Контрольная работа №1

№	Задание	Баллы
1.1	Стандартная теплота образования C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ж $\Delta H_{298}^0 = 49.04$ кДж/моль. Напишите уравнение реакции, к которой относится этот тепловой эффект.	1
1.2	Один моль одноатомного газа и один моль двухатомного газа изобарически нагреваются на 100 <sup>0</sup> С. Для какого из этих газов работа расширения будет больше?	1
1.3	Рассчитайте мольную энтропию кислорода при 150 <sup>0</sup> С и 1 атм., если энтропия при 25 <sup>0</sup> С равна 205.03 Дж/моль К, а зависимость мольной теплоёмкости от температуры выражается уравнением $\tilde{C}_p = 31.46 + 3.39 \times 10^{-3}T$ .	2
1.4	Вычислите изменение изобарного потенциала при изотермном сжатии 0.002 м <sup>3</sup> хлора при 298 К; $p_1=1.013 \times 10^5$ Па, $p_2=10.13 \times 10^5$ Па	1
1.5	Для реакции $2HCl_{(ж)} = H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ вычислить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии и энергии Гиббса в стандартных условиях при 298 К, используя справочные данные (табл.) и учитывая, что теплоемкость реагентов задается температурной зависимостью $C_p = \alpha + \beta T + \gamma T^2$ , Дж/моль К. Пересчитать тепловой эффект данной реакции на температуру 750 К в тех же условиях. Сделать вывод о направлении самопроизвольного процесса при 298 К при этих температурах в открытой системе. Какую функцию надо при этом выбрать?	5

		HCl (г)			Cl <sub>2</sub> (г)			H <sub>2</sub> (г)		
	$\Delta H^0_{обр\ 298}$ , кДж/моль	-92,31			0			0		
	$S^0_{298}$ , Дж/моль К	186,79			223,0			130,52		
	$C_p$ , Дж/моль К	$\alpha$	$\beta \times 10^3$	$\gamma \times 10^5$	$\alpha$	$\beta \times 10^3$	$\gamma \times 10^5$	$\alpha$	$\beta \times 10^3$	$\gamma \times 10^5$
		26,53	4,60	1,09	37,03	0,67	-2,85	27,28	3,26	0,50

### Контрольная работа №2

№	Задание	Баллы
1.1	Какое влияние на равновесное давление $H_2O$ в реакции $4HCl + O_2 = 2 H_2O_{(газ)} + 114,5 \text{ кДж}$ будут оказывать следующие изменения: а) повышение давления; б) повышение температуры; в) увеличение концентрации исходных веществ; г) добавление $He$ при $P=const$ ?	2
1.2	Выразить константы равновесия $K_p$ и $K_c$ реакции $PCl_5 = PCl_3 + Cl_2$ через равновесную степень диссоциации $\alpha_{равн}$ и общее давление в системе $P$ , считая реагенты идеальными газами. Рассчитать $K_p$ и $K_c$ при $250^\circ C$ , если при этой температуре и общем давлении $P=1,013 \times 10^5 \text{ Па}$ $\alpha_{равн} = 0,8$ . Определить при данной температуре направление самопроизвольного протекания реакции в стандартных условиях.	5
1.3	Рассчитать $K_p$ реакции $4HCl + O_2 = 2 H_2O_{(газ)} + 2Cl_2$ при $500 \text{ К}$ , если ее средний тепловой эффект $\Delta H = -114,5 \text{ кДж}$ , а $\Delta G^0_{298} = -164,6 \text{ кДж}$	3

### Контрольная работа №3

№	Задание	Баллы
1.1	Плотности жидкого и твердого олова при температуре плавления $231,90^\circ C$ равны $6,980 \text{ г/см}^3$ и $7,184 \text{ г/см}^3$ , соответственно. Теплота плавления олова равна $1,690 \text{ ккал/моль}$ . Определите температуру плавления олова под давлением $500 \text{ атм}$ . Молярная масса олова равна $118,7 \text{ г/моль}$ .	2
1.2	Используя справочные данные, определить концентрацию $10\%$ (масс.) водного раствора карбоната натрия с плотностью $1,102 \text{ г/см}^3$ ( $18^\circ C$ ) в величинах мольных процентов, молярной и моляльной концентраций.	2
1.3	Используя справочные данные, вычислить при $40^\circ C$ давление насыщенного пара раствора, содержащего $9,206 \text{ г}$ глицерина в $360 \text{ г}$ воды, если в этих условиях давление насыщенного пара воды составляет $55,32 \text{ мм рт.ст.}$	2
1.4	Степени диссоциации $0,01 \text{ М}$ водных растворов хлорида калия, нитрата меди, сульфата алюминия и трихлорида лантана равны максимально возможной величине. Расположите растворы этих веществ в порядке уменьшения температуры кипения при атмосферном давлении. Аргументировать ответ.	2
1.5	Сколько граммов глицерина следует растворить в $500 \text{ мл}$ водного раствора, чтобы осмотическое давление этого раствора при $18^\circ C$ стало равным $5 \text{ атм}$ ?	2

### Коллоидная химия

#### Контрольная работа №4

1	Определить удельную поверхность никеля $S_{уд}$ ( $\text{м}^2/\text{г}$ ) по данным адсорбции на нем стеариновой кислоты из раствора в бензоле, если максимальная адсорбция кислоты $\Gamma_{\max} = 4,8 \times 10^{-5} \text{ моль/г}$ . Площадь, занимаемая одной молекулой стеариновой кислоты в плотном монослое $V_0 = 20,5 \text{ \AA}^2$ .	15
2	Используя правило Дюкло-Траубе, оценить поверхностную активность капроновой кислоты $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ , если известно, что в указанном интервале концентраций поверхностное натяжение водного раствора масляной кислоты $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ изменяется следующим образом: $C_0$ , моль/л $3,125 \times 10^{-2}$ $6,250 \times 10^{-2}$ $\sigma$ , дн/см $65,8$ $60,4$	20
3	Вывести уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Как его можно представить в линейных координатах?	15

## **Методические указания для студента, слушателя с указанием компетенций, которые получают студенты в процессе самостоятельной работы**

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, первоисточников, подготовку сообщений, выступления на групповых занятиях, выполнение заданий преподавателя. Самостоятельная работа как вид учебного труда выполняется студентами без непосредственного участия преподавателя, но организуется и управляется им.

Самостоятельная работа студентов способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формированию навыков исследовательской работы и умению применять теоретические знания на практике.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Рабочая программа включает в себя цели освоения учебной дисциплины, определяет место дисциплины в структуре ОП бакалавриата, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, структуру и содержание дисциплины, образовательные технологии, а также учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

В процессе изучения дисциплины могут быть использованы следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение текущих домашних заданий;
- подготовка устных сообщений по заданной тематике;
- подготовка презентаций;
- работа с текстами и вопросами для самопроверки;
- поиск и обработка информации с использованием Интернет- технологий.

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры ФиКХ

---

Должность, БУП



---

Подпись

**Братчикова И.Г.**

---

Фамилия И.О.

---

Должность, БУП

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Зав. кафедрой ФиКХ

---

Наименование БУП



---

Подпись

**Чередниченко А.Г.**

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент департамента ЭБиМКП

---

Должность, БУП



---

Подпись

**Харламова М.Д.**

---

Фамилия И.О.