

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
 Должность: РЕКТОР  
 Дата подписания: 30.08.2022 11:12:33  
 Уникальный программный ключ:  
 9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16




**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУнГПУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**(ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)**



Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.О	<b>Физическая и коллоидная химия</b>

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Биология. Химия
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Старший преподаватель			Меньшиков Владимир Владимирович

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра химии, экологии и методики обучения химии	Сутягин Андрей Александрович	11	13.06.2019	
Кафедра химии, экологии и методики обучения химии	Сутягин Андрей Александрович	1	10.09.2020	

**Раздел 1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения образовательной программы с указанием этапов их формирования**

Таблица 1 - Перечень компетенций, с указанием образовательных результатов в процессе освоения дисциплины (в соответствии с РПД)

<b>Формируемые компетенции</b>			
<b>Индикаторы ее достижения</b>	<b>Планируемые образовательные результаты по дисциплине</b>		
	<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
<b>ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</b>			
ОПК.8.1 Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения научного знания для осуществления педагогической деятельности.	З.1 Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии		
ОПК.8.2 Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на специальные научные знания.		У.1 Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	
ОПК.8.3 Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе научных знаний.			В.1 Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии

Компетенции связаны с дисциплинами и практиками через матрицу компетенций согласно таблице 2.

Таблица 2 - Компетенции, формируемые в результате обучения

<b>Код и наименование компетенции</b>	
<b>Составляющая учебного плана (дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции)</b>	<b>Вес дисциплины в формировании компетенции (100 / количество дисциплин, практик)</b>
<b>ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</b>	
Безопасность жизнедеятельности	5,26
Основы математической обработки информации	5,26
Педагогика	5,26
Возрастная анатомия, физиология и гигиена	5,26
Основы медицинских знаний и здорового образа жизни	5,26
производственная практика (преддипломная)	5,26
Зоология	5,26
Ботаника	5,26
производственная практика (педагогическая)	5,26
Анатомия человека	5,26
Физиология человека и животных	5,26
<b>Физическая и коллоидная химия</b>	<b>5,26</b>
Комплексный экзамен по педагогике и психологии	5,26
Модуль 6 "Предметно - содержательный"	5,26
учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))	5,26
Экзамен по модулю "Модуль 3 "Здоровьесберегающий""	5,26
учебная практика (проектно-исследовательская работа)	5,26
учебная практика (ознакомительная по биологии)	5,26
Математика	5,26

Таблица 3 - Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Код компетенции	Этап базовой подготовки	Этап расширения и углубления подготовки	Этап профессионально-практической подготовки
ОПК-8	<p><b>Безопасность жизнедеятельности, Основы математической обработки информации, Педагогика, Возрастная анатомия, физиология и гигиена, Основы медицинских знаний и здорового образа жизни, производственная практика (преддипломная), Зоология, Ботаника, производственная практика (педагогическая), Анатомия человека, Физиология человека и животных, Физическая и коллоидная химия, Комплексный экзамен по педагогике и психологии, Модуль 6 "Предметно - содержательный", учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), Экзамен по модулю "Модуль 3 "Здоровьесберегающий"", учебная практика (проектно-исследовательская работа), учебная практика (ознакомительная по биологии), Математика</b></p>		<p>производственная практика (преддипломная), производственная практика (педагогическая), учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), учебная практика (проектно-исследовательская работа), учебная практика (ознакомительная по биологии)</p>

**Раздел 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4 - Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения учебной дисциплины (в соответствии с РПД)

№	Раздел		
Формируемые компетенции			
	<table><tr><th>Показатели сформированности (в терминах «знать», «уметь», «владеть»)</th><th>Виды оценочных средств</th></tr></table>	Показатели сформированности (в терминах «знать», «уметь», «владеть»)	Виды оценочных средств
Показатели сформированности (в терминах «знать», «уметь», «владеть»)	Виды оценочных средств		
1	Химическая термодинамика и электрохимия		
ОПК-8			
Знать	<table><tr><td>Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии</td><td>Опрос</td></tr></table>	Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос
Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос		
Уметь	<table><tr><td>Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии</td><td>Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе</td></tr></table>	Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе
Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе		
Владеть	<table><tr><td>Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии</td><td>Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи</td></tr></table>	Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи
Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи		
2	Химическая кинетика и катализ		
ОПК-8			
Знать	<table><tr><td>Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии</td><td>Опрос</td></tr></table>	Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос
Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос		
Уметь	<table><tr><td>Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии</td><td>Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе</td></tr></table>	Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе
Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе		
Владеть	<table><tr><td>Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии</td><td>Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе</td></tr></table>	Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе
Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе		
3	Коллоидная химия. Поверхностные явления		
ОПК-8			
Знать	<table><tr><td>Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии</td><td>Опрос</td></tr></table>	Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос
Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения физической и коллоидной химии	Опрос		
Уметь	<table><tr><td>Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии</td><td>Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи</td></tr></table>	Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи
Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на знания физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи		
Владеть	<table><tr><td>Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии</td><td>Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи</td></tr></table>	Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи
Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе знаний физической и коллоидной химии	Задача Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе Ситуационные задачи		

Таблица 5 - Описание уровней и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Код	Содержание компетенции			
Уровни освоения компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая оценка)	% освоения (рейтинговая оценка)
ОПК-8	ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний			

**Раздел 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**1. Оценочные средства для текущего контроля**

Раздел: Химическая термодинамика и электрохимия

*Задания для оценки знаний*

**1. Опрос:**

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа 1 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ПОСТОЯННОЙ КАЛОРИМЕТРА"

1. Что такое термохимия и на каком законе она основана?
2. Какой калориметр (адиабатический или изотермический) используется в данной работе и каково его основное уравнение?
3. Что такое теплоемкость?

Лабораторная работа 2 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ"

1. Первый закон термодинамики.
2. Чему равен тепловой эффект реакции в изохорном и изобарном процессах?
3. Что такое энтальпия?

Лабораторная работа 3 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛОТ"

1. Какому процессу отвечает нейтрализация сильной кислоты сильным основанием и чему равен тепловой эффект этой реакции?
2. Какие отличия в энергетике процесса наблюдаются при нейтрализации слабых электролитов?
3. Какие тепловые эффекты необходимо учитывать при экспериментальном измерении теплоты реакции нейтрализации?

Лабораторная работа 4 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТРОПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА"

1. Как вычисляют изменение энтропии при нагревании тел?
2. Как вычисляют изменение энтропии при фазовых переходах и из чего складывается теплота испарения?
3. От чего зависит изменение энтропии при расширении газов?

Лабораторная работа 5 "ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НАФТАЛИН-БЕНЗОТРИАЗОЛ" .

1. Методы термического анализа и вид кривых охлаждения расплавов индивидуальных веществ и их смесей.
2. Что такое линии ликвидуса, солидуса и какова степень свободы системы на линии ликвидуса?
3. Какими особенностями обладают кривые охлаждения эвтектик и чему равна степень свободы системы в эвтектической точке?

Лабораторная работа 6 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ И КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ СЛАБОГО ЭЛЕКТРОЛИТА" .

1. Чем обусловлена электропроводность растворов электролитов и что вызывает распад молекул электролита на ионы?
2. Что такое удельная электропроводность, ее единицы и зависимость от концентрации?
3. Что такое молярная электропроводность, ее единицы и зависимость от концентрации?

Лабораторная работа 11 "ИЗМЕРЕНИЕ ЭДС МЕДНО-ЦИНКОВОГО ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА И ПОЛЯРИЗАЦИИ В НЕМ".

1. Электродный потенциал и уравнение Нернста, нормальный водородный электрод.
2. Электроды (полуэлементы), электродвижущая сила и реакции, которые происходят при работе гальванического элемента.
3. Что такое гальванический элемент и чем определяется величина его ЭДС? Что такое поляризация?

Лабораторная работа 12 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЯНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ".

1. Какой гальванический элемент возникает в ячейке с инертными электродами при электролизе раствора серной кислоты?
2. Какой гальванический элемент возникает в ячейке с инертными электродами при электролизе раствора соляной кислоты?
3. Что такое напряжение разложения и перенапряжение?

## Лабораторная работа 13 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ РАСТВОРОВ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ КИСЛОТ".

1. Суть метода кондуктометрического титрования.

2. Каков характер и причины изменения электропроводности раствора при нейтрализации кислоты щелочью?

3. Как можно заметить момент нейтрализации кислоты основанием при использовании величины электропроводности?

### Задания для оценки умений

#### 1. Задача:

Задания к лабораторным занятиям раздела 1

Задание к лабораторному занятию 1

1. Что такое теплоемкость? Ее виды.

2. Считая газ идеальным, рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания: 18 г гелия от 15 до 75 градусов Цельсия в изохорном процессе и 10 г азота от 50 до 200 град. Цельсия в изобарном процессе.

3. Рассчитать количество теплоты в кДж, необходимое для нагревания: 0,27 кг гидроксида натрия от 15 до 850С, если зависимость молярной теплоемкости вещества от температуры имеет вид:  $C = 7,34 + 0,125 T + 13,4 \cdot 10^{-5} T^2$

и 0,18 кг газообразного метанола от 30 до 600С, если зависимость молярной теплоемкости вещества от температуры имеет вид:  $C = 15,3 + 0,105 T - 3,1 \cdot 10^{-5} T^2$

4. Сформулировать первый закон термодинамики (словесно и в виде уравнения).

Задание к лабораторному занятию 2

1. Определить работу изотермического расширения водорода, если удельный объем газа меняется от 0,8 до 1,2 л/г при температуре 280 градусов Цельсия и массе газа 4,5 г.

2. Определить работу адиабатического расширения газа (считая его идеальным), если имеется 12 г кислорода, изменяющего температуру от 150 до 25 градусов Цельсия.

3. Определить теплоту, затраченную на изохорное нагревание газа, и изменение внутренней энергии, если 15 л кислорода меняют температуру от 0 до +300 градусов Цельсия.

4. Определить работу расширения газа, нагреваемого при постоянном давлении, а также изменение внутренней энергии, если удельный объем газа меняется от 0,6 до 1,6 л/г, масса газа равна 6 г, молярная масса равна 4, величина давления равна 100 кПа.

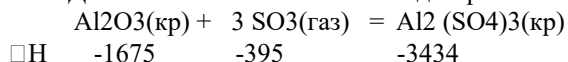
5. Теплота испарения этанола при давлении 100 кПа составляет 42 кДж/моль. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении спирта массой 40 г:

а) с образованием пара с удельным объемом 0,5 л/г;

б) с образованием пара, обладающего свойствами идеального газа. Объемом жидкости пренебречь!

Задание к лабораторному занятию 3

1. Определить тепловые эффекты указанной ниже реакции при постоянном давлении и постоянном объеме, если протекает она при 298 К, а тепловые эффекты образования веществ даны под соответствующими формулами в кДж/моль. Указать экзо- или эндотермичность реакции.



Обратить внимание на характер расчетов, если вместо теплот образования будут указаны теплоты сгорания.

2. Имеет место реакция:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 = 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$



где указаны теплоты образования веществ в кДж/моль при 250С.

Теплоемкости веществ зависят от температуры в форме:

Спропан =  $4,8 + 0,305 T$  Дж/моль.К

Свода =  $28,8 + 0,014 T$  - " -

Сдиоксид =  $36,5 + 0,028 T$  - " -

Скислород =  $28,3 + 0,0025 T$  - " -

Вычислить тепловой эффект реакции при 25 градусах Цельсия и при 125 градусах Цельсия, а также оценить температурный коэффициент теплового эффекта реакции, т.е. приращение эффекта на 1 градус.

3. Дать несколько формулировок второго закона термодинамики.

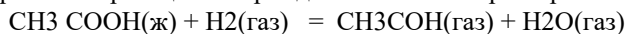
4. Какие процессы составляют цикл Карно и какое количество теплоты сообщается машине Карно и отдается холодильнику, если она работает при 400 - 100 градусах Цельсия и получает за цикл 20 кДж теплоты.

5. Определить изменение энтропии при нагревании 80 г аргона от 20 до 70 градусов Цельсия в изохорных условиях, а также изменение энтропии при плавлении 36 г льда при нуле градусов Цельсия, если удельная теплота плавления равна 0,48 кДж/г.

#### Задание к лабораторному занятию 5

1. Описать общие критерии термодинамического равновесия, дать понятие о характеристических функциях (примеры). Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

2. Дано уравнение реакции и термодинамические характеристики при 250С:



$\Delta H, \text{кДж/моль}$	-488	0	-166	-242
$S, \text{Дж/моль} \cdot \text{K}$	160	131	265	70
$C_p, \text{Дж/моль} \cdot \text{K}$	124	29	63	75

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии и энергии Гиббса при 25 градусах Цельсия, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 125 градусах Цельсия, если приращение теплоемкости в ходе реакции не зависит от температуры.

3. Используя уравнение изотермы реакции, вычислить изменение энергии Гиббса системы, величину химического сродства и указать направление самопроизвольного течения процесса Аммиак = водород + азот

если при 450 градусах Цельсия константа равновесия  $K(p)=150$ , давление аммиака 0,1 Па, водорода 10000 Па, азота 1000000 Па.

4. Имеет место равновесие между оксидом железа(3+), оксидом серы(6+) и сульфатом железа, где газообразным веществом является только оксид серы. При температуре системы 627 градусов Цельсия, давление оксида серы 13 кПа, а при температуре 681 градус Цельсия давление оксида серы 39 кПа. Определить константы равновесия при обеих температурах и теплоту процесса в указанном температурном интервале.

5. Написать уравнение изохоры химической реакции в дифференциальной и интегральной формах.

#### Задание к лабораторному занятию 6

1. Вычислить число степеней свободы (с указанием числа компонентов и числа фаз), величины  $K_p$  и  $K_c$  реакции с указанием единиц констант при следующих условиях:  $\text{ZnO(кр)} + 2 \text{HCl(г)} = \text{ZnCl}_2(\text{кр}) + \text{H}_2\text{O(г)}$  если давление HCl 1 кПа, давление паров воды 50 кПа, температура 2500С.

2. Нарисовать и вкратце описать диаграмму состояния двухкомпонентной системы с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии и полной растворимостью в расплавленном. Правило рычага.

3. Оценить давление пара воды над 3 %-ным раствором сахарозы, если давление пара над чистой водой равно 2,2 кПа. Что такое коллигативные свойства растворов?

4. Сформулировать два закона Коновалова. Что такое азеотропный раствор и что такое перегонка растворов?

5. Растворимости нитрата калия при 20 и 52 градусах Цельсия равны соответственно 32 и 90 г на 100 г воды. Оценить теплоту растворения соли, выражая растворимость в мольных долях.

6. Что такое коллигативные свойства растворов и какие коллигативные свойства вы знаете? Рассчитать изменения температур замерзания и кипения раствора 50 г стеариновой кислоты в 2 л бензола, если криоскопическая постоянная бензола 5,1, эбулиоскопическая 2,64.

7. Найти осмотические давления 1 %-го раствора глицерина при 20 град. Цельсия и 2 %-го раствора сахарозы при 10 градусах Цельсия.

8. Рассчитать для 0,05 М раствора хлорида бария осмотическое давление при 15 градусах Цельсия, если степень диссоциации 0,9, а также вычислить степень диссоциации, если понижение температуры замерзания составило 0,26 град, а величина криоскопической постоянной воды равна 1,86.

9. Для раствора муравьиной кислоты известно следующее: концентрация 0,16%, молярная электропроводимость при данной концентрации равна 0,0027 м<sup>2</sup>/Ом•моль, электрическая подвижность катиона равна 0,035 м<sup>2</sup>/Ом•моль, электрическая подвижность аниона 0,006 м<sup>2</sup>/Ом•моль. Определить степень и константу диссоциации, удельную электропроводимость и рН среды.

10. Для 0,003 М раствора нитрата кальция рассчитать величину ионной силы, коэффициент активности, величину активности и толщину ионной атмосферы. Найти отношение толщины ионной атмосферы к радиусу молекул воды, считая, что последний равен 1,5·10<sup>-10</sup> м. Температуру принять комнатную.

#### Задание к лабораторному занятию 7

1. Охарактеризуйте две группы электрохимических процессов. Что такое электрохимический и электродный потенциалы? Напишите уравнение Нернста.

2. Классифицировать электроды, написать схему цепи и вычислить их электродные потенциалы:

Олово/сульфат олова(2+),  $\phi(o)=-0,14\text{В}$ ,  $C=0,04\text{М}$ , коэффициент активности 0,35, температура 18оС,



Свинец/оксид свинца(2+)/гидроксид калия,  $\varphi(\text{о}) = -0,578 \text{ В}$ ,  $C = 0,002 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,33, температура 20 $^{\circ}\text{С}$ .

3. Классифицировать электроды, написать схему цепи и вычислить электродные потенциалы:

Платина, газ. хлор/соляная кислота,  $\varphi(\text{о}) = +1,35 \text{ В}$ ,  $C = 0,6 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,4, давление газа 0,25 атм, температура 23 $^{\circ}\text{С}$ .

Платина/олово(4+)/олово(2+),  $\varphi(\text{о}) = +0,15 \text{ В}$ , акт. олова(4+) 0,04 М, олова(2+) 0,01 М, температура 26 $^{\circ}\text{С}$ .

4. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе, рассчитать ЭДС гальванического элемента, составленного из свинцово-оксидного электрода второго рода ( $\varphi(\text{о}) = -0,578 \text{ В}$ ,  $C = 0,004 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,2) и медного электрода первого рода ( $\varphi(\text{о}) = +0,34 \text{ В}$ ,  $C = 0,5 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,05) при температуре 25 $^{\circ}\text{С}$ . Оценить изменение энергии Гиббса в элементе, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен 0,0004 В/К.

5. Описать, как составляется электрохимическая цепь при измерении электродного потенциала неизвестного электрода и как оценивается знак потенциала.

#### Задание к лабораторному занятию 8

1. Написать схему цепи и вычислить ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух водородных электродов (давление газа 0,64 и 1,44 атм, конц.  $\text{HCl}$  0,01 и 0,001 М, коэффициенты активности 0,7 и 0,8 соответственно) при температуре 13 $^{\circ}\text{С}$ . Вычислить изменение энергии Гиббса для реакции в элементе.

2. Описать анодные и катодные процессы при электролизе. Написать уравнение для массы вещества, подвергшегося электролизу.

3. Сколько времени надо проводить электролиз 40 мл 0,4 М раствора сульфата меди током 0,4 А до полного выделения меди, если выход по току равен 80 % ?

4. Сколько времени надо проводить электролиз по условиям задачи 3, чтобы покрыть пластинку размером 1 м<sup>2</sup> слоем меди толщиной 40 мкм (плотность меди 890 кг/м<sup>3</sup>) ?

5. При электролизе раствора соли меди на катоде выделяется 0,5 г меди. Количественно охарактеризовать анодный процесс, если он идет

а) в растворе сульфата меди и электроды инертные,

б) в растворе хлорида меди и электроды медные.

6. Определить общее изменение массы раствора электролита, если ток силой 2,2 А в течение 2 часов проходит через раствор сульфата меди с выходом по току 95 %.

#### Задание к лабораторному занятию 9

1. Перечислить с краткой характеристикой виды поляризации.

2. В интервале перенапряжений от 0 до 0,7 В с шагом не более 0,1 В вычислить и представить графически зависимость плотности тока от перенапряжения, если ток обмена равен  $5 \cdot 10^{-8} \text{ А/см}^2$ , заряд иона 2, доли перенапряжений для катодной и анодной составляющих процесса 0,45 и 0,55 соответственно.

3. Вычислить предельный ток диффузии, если коэффициент диффузии равен  $2,10 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{сек}$ , толщина слоя диффузии  $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ , концентрация электролита 0,001 моль/л, заряд иона 2.

4. Вычислить перенапряжение реакции выделения водорода на серебре, если константы уравнения Тафеля в вольтах равны:  $a = 0,320$ ,  $b = 0,06$ . Плотность тока равна  $0,003 \text{ А/см}^2$ .

5. Две пластинки из меди и цинка опущены в слабый раствор кислоты. Опишите, что будет происходить на каждой из пластинок в трех случаях:

а) пластинки не соединены друг с другом,

б) пластинки соединены металлической проволочкой,

в) на пластинках поддерживается разность потенциалов (за счет внешнего источника напряжения) большая, чем их равновесная разность.

## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1. «Нагревание систем. Расширение газов. Закон Гесса, расчеты внутренней энергии и энтальпии»

Вариант 1

1. Зависимость теплоемкости гематита  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от температуры выражается уравнением:

$$C = 104 + 0,06 T - 1,8 \cdot 10^6 T^{-2} \text{ Дж/моль.К.}$$

Вычислить количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг гематита от 16 до 138 $^{\circ}\text{С}$ .

2. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении 90 г воды при 100 $^{\circ}\text{С}$ ,

$P = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , если теплота парообразования составляет 40,7 кДж/моль, удельный объем пара 1,6 л/г.

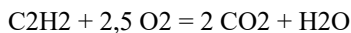
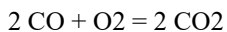
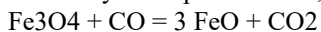
3. Вычислить изменение энтальпии реакции сгорания этилена:  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$  при 25 и 125 град. Цельсия, сопоставить температурный коэффициент теплового эффекта реакции с  $\varphi(\text{о})$  реакции при 75

градусах Цельсия, если:

	этилен	диоксид углерода	вода	кислород
Энтальпия образования при 25 <sup>о</sup> С, кДж/моль	+ 52,3	-395	- 242	0
Теплоемкость, Дж/моль*К	30 + 0,067 Т	36,5 + 0,028Т	29 + 0,014 Т	28 + 0,0025 Т

4. 54 г льда нагревают от -20 до +20 град. Цельсия с плавлением при 0 град. Цельсия. Теплоемкость льда равна 36 Дж/моль.К, воды 76 Дж/моль.К, теплота плавления 6 кДж/моль. Найти изменение энтропии для каждого из трех процессов и изобразить графически накопление энтропии в системе при указанном повышении температуры.

5. Пользуясь справочником, найти изменение энтропии для указанных ниже реакций в стандартных условиях:

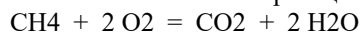


Вариант 2

1. Температурная зависимость теплоемкости кристоболита ( $\text{SiO}_2$ ) выражается уравнением:  $C = 72 + 0,002 \text{ T} - 2,7 \cdot 10^6 \text{ T}^{-2}$  Дж/моль.К. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания 0,8 кг кристоболита от 32 до 452 градусов Цельсия.

2. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении 90 г воды при нормальных условиях, если теплота парообразования 40,7 кДж/моль и водяной пар обладает свойствами идеального газа.

3. Вычислить изменение энтальпии реакции сгорания метана:

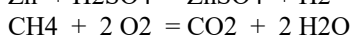
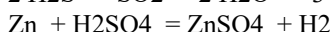
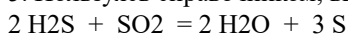


при 25 и 125 градусах Цельсия, сопоставить температурный коэффициент теплового эффекта реакции с  $\Delta C$  реакции при 75 градусах Цельсия, если

	метан	диоксид углерода	вода	Кислород
Энтальпия образования при 25 <sup>о</sup> С, кДж/моль	-74,9	-395	-242	0
Теплоемкость, Дж/моль*К	14,1 + 0.075 Т	36,5 + 0,025Т	29 + 0,014 Т	28 + 0,0025 Т

4. 54 г воды нагревают от 80 до 120 градусов Цельсия с испарением при 100 градусах. Теплоемкость воды 76 Дж/моль.К, пара 33 Дж/моль.К, теплота испарения 40,7 кДж/моль. Найти изменение энтропии в каждом из трех процессов и изобразить графически накопление энтропии в системе при повышении температуры.

5. Пользуясь справочником, вычислить изменения энтропии указанных ниже реакций в стандартных условиях:



## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Оценка термодинамических функций и свойств растворов неэлектролитов и электролитов»

Вариант 1.

1. Имеются данные (25 градусов Цельсия):

	$2\text{H}_2(\text{г}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) + \text{H}_2(\text{г})$	
$\Delta H$ , кДж/моль	+227	-285
$S$ , Дж/моль.К	201	70
$C_P$ ,	44	75

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии, энергии Гиббса реакции при 25 градусах Цельсия в изобарно-изотермических условиях, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 90 градусах Цельсия, если от температуры не зависит: а) приращение теплоемкости; б) приращение энтропии реакции.

2. Вычислить константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$ , величину химического сродства и число степеней свободы системы:  $2 \text{C}(\text{кр}) + 2 \text{H}_2(\text{г}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$  если  $P(\text{водорода}) = 50 \text{ кПа}$ ,  $P(\text{этилена}) = 35 \text{ кПа}$ , температура 620 градусов Цельсия.

3. Для 5 %-го раствора глюкозы рассчитать относительное понижение давления пара воды и понижение температуры замерзания, если  $K(\text{воды}) = 1,86$ , плотность воды 970 кг/м<sup>3</sup>.

4. Для раствора муравьиной кислоты имеются данные:  $C = 0,3 \%$ , молярная электропроводность  $0,002 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ , подвижность катиона  $0,035$ , аниона  $0,006 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ . Определить степень и константу диссоциации раствора, удельную электропроводность и pH среды.

5. Для  $0,01 - 0,001 - 0,0001 \text{ М}$  растворов хлорида натрия вычислить величины ионной силы, коэффициентов активности, активности и толщины ионных атмосфер. Построить график зависимости коэффициента активности от концентрации.

#### Вариант 2.

1. Имеются данные (25 градусов Цельсия):

	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 2,5 \text{ O}_2(\text{г}) = 2 \text{ CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$			
$\Delta H$ , кДж/моль	+ 227	0	-395	-285
$S$ , Дж/моль*К	301	205	214	70
$CP$ , Дж/моль*К	44	29,4	37	75

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии и энергии Гиббса реакции при 25 градусах Цельсия, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 100 градусах Цельсия, если от температуры не зависит: а) приращение энтропии и б) приращение теплоемкости реакции.

2. Вычислить константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$ , величину химического сродства и число степеней свободы системы:  $2 \text{ C}(\text{кр}) + 3 \text{ H}_2(\text{г}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$   
если  $P(\text{водород}) = 80 \text{ кПа}$ ,  $P(\text{этан}) = 20 \text{ кПа}$ , температура 923 градусов Цельсия.

3. Для 2 %-го раствора хлорида калия (степень диссоциации 0,99) рассчитать повышение температуры кипения ( $E(\text{воды}) = 0,52$ , плотность  $980 \text{ кг/м}^3$ ) и осмотическое давление.

4. Для раствора уксусной кислоты имеются данные:  $C = 1,5 \%$ , удельная электропроводность  $0,07 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$ , электрическая подвижность катиона  $0,035$ , аниона  $0,004 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ . Определить степень и константу диссоциации, молярную электропроводность данного раствора и pH среды.

5. Для  $0,009 - 0,003 - 0,001$  растворов сульфата калия вычислить величины ионной силы, коэффициентов активностей, активностей и толщин ионных слоев. Построить график зависимости коэффициента активности от концентрации.

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Электрохимия»

##### Вариант 1.

1. а) Вычислить потенциал медного электрода, погруженного при 18 градусах Цельсия в  $0,005 \text{ М}$  раствор сульфата меди, если  $\phi(o) = +0,34 \text{ В}$ , коэффициент активности  $0,53$ . Составить схему цепи.

б) Написать схему цепи и вычислить ЭДС элемента, составленного из двух водородных электродов (давление газа  $1 \text{ атм}$ ), погруженных в  $0,01$  и  $0,005 \text{ М}$  растворы азотной кислоты при 25 град. Цельсия. Коэффициент активности первого раствора  $0,89$ , второго  $0,91$ . Вычислить также изменение энергии Гиббса при реакции в элементе.

2. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе и вычислить его ЭДС, если он составлен из ртутно-сульфатного электрода ( $\phi(o) = +0,615 \text{ В}$ ) и железо(3+)/железо(2+) электрода ( $\phi(o) = +0,77 \text{ В}$ ) при температуре 25 град. Цельсия, концентрации соли в первом электроде  $0,1 \text{ М}$  (коэффициента активности  $0,1$ ), концентрации соли железа(2+)  $0,1 \text{ М}$ , железа(3+)  $0,01 \text{ М}$ , коэффициента активности  $0,2$ . Оценить изменение энергии Гиббса, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен  $-0,0004 \text{ В/К}$

3. Ток силой  $2,2 \text{ А}$  проходит через раствор медного купороса в течение 2 часов. Какова масса выделившейся на катоде меди, если выход по току составил  $94 \%$ ?

4. Ток, проходя через раствор кислоты, выделяет за 8 мин  $140 \text{ мл}$  газообразного водорода, измеренного при  $15^\circ\text{C}$  под давлением  $97500 \text{ Па}$ . Вычислить силу тока, если выход по току составлял  $93\%$ .

5. В интервале плотности тока от  $0,000001$  до  $0,01 \text{ А/см}^2$  вычислить и представить в полулогарифмических координатах график зависимости перенапряжения от плотности тока для реакции катодного выделения водорода на свинце, если константы уравнения Тафеля в вольтах равны:  $a = 1,533$ ,  $b = 0,118$ . Предполагая, что наиболее медленной стадией является разряд, оценить плотность тока обмена ионов водорода на свинце.

##### Вариант 2

1. а) Написать схему цепи и вычислить потенциал свинцово-сульфатного электрода, если температура  $20^\circ\text{C}$ ,  $\phi(o) = -0,356 \text{ В}$ , концентрация раствора соли  $0,01 \text{ М}$ , коэффициент активности  $0,41$ .

б) Написать схему цепи и вычислить ЭДС гальванического элемента, состоящего из двух платиновых проволок, погруженных в два раствора смесей солей трех- и четырехвалентного титана, если отношения активностей солей в первом растворе равно 1, а во втором 0,1,  $\varphi(o)=+0,04$  В, температура 25 град. Цельсия. Вычислить также изменение энергии Гиббса для реакции в элементе.

2. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе и рассчитать ЭДС гальванического элемента, составленного из медного электрода в растворе сульфата меди ( $\varphi(o)=+0,34$  В, конц. соли 0,05 М, коэффициент активности 0,33) и водородного электрода, погруженного в 0,002 М раствор кислоты (коэффициент активности 0,81) при давлении газообразного водорода 0,5 атм и температуре 20<sup>о</sup>С. Оценить изменение энергии Гиббса, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен -0,0002 В/К.

3. Через раствор медного купороса пропускали ток в течение 30 мин, при этом выделилось 0,25 г меди с выходом по току 92%. Определить показание амперметра.

4. При электролизе раствора хлорида натрия было получено 400 мл 4%-го раствора гидроксида натрия плотностью 1,04 г/мл. За это время в кулонометре выделилось 20,2 г меди из раствора сульфата меди. Вычислить выход по току и количество электричества в кулонах.

5. Построить кривую зависимости силы тока на электроде от перенапряжения в интервале от нуля плотности тока до предельного тока диффузии, если характеристики электро-химической системы таковы: площадь электрода 10 см<sup>2</sup>, коэффициент диффузии электролита  $2 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>/сек, толщина слоя диффузии 0,002 см, ток обмена  $1 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup>, концентрация электролита 0,01 моль/л, заряд иона 2, доли перенапряжения катодного и анодного процессов равны 0,5.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 1 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ПОСТОЯННОЙ КАЛОРИМЕТРА" [8, с. 8-11]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 2 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ" [8, с. 12-15]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 3 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛОТ" [8, с. 16-18]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 4 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТРОПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА" [8, с. 19-21]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 5 "ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НАФТАЛИН-БЕНЗОТРИАЗОЛ" [8, с. 21-24]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 6 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ И КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ СЛАБОГО ЭЛЕКТРОЛИТА " [8, с. 24-27].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 11 "ИЗМЕРЕНИЕ ЭДС МЕДНО-ЦИНКОВОГО ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА И ПОЛЯРИЗАЦИИ В НЕМ" [8, с. 42-45].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 12 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЯНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ". [8, с. 46-49]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 13 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ РАСТВОРОВ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ КИСЛОТ" [8, с. 50-52]

### Задания для оценки владений

#### 1. Задача:

Задания к лабораторным занятиям раздела 1

Задание к лабораторному занятию 1

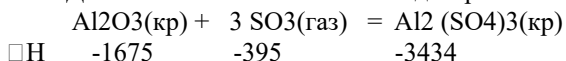
1. Что такое теплоемкость? Ее виды.
2. Считая газ идеальным, рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания: 18 г гелия от 15 до 75 градусов Цельсия в изохорном процессе и 10 г азота от 50 до 200 град. Цельсия в изобарном процессе.
3. Рассчитать количество теплоты в кДж, необходимое для нагревания: 0,27кг гидроксида натрия от 15 до 850С, если зависимость молярной теплоемкости вещества от температуры имеет вид:  $C = 7,34 + 0,125 T + 13,4 \cdot 10^{-5} T^2$  и 0,18кг газообразного метанола от 30 до 600С, если зависимость молярной теплоемкости вещества от температуры имеет вид:  $C = 15,3 + 0,105 T - 3,1 \cdot 10^{-5} T^2$
4. Сформулировать первый закон термодинамики (словесно и в виде уравнения).

Задание к лабораторному занятию 2

1. Определить работу изотермического расширения водорода, если удельный объем газа меняется от 0,8 до 1,2 л/г при температуре 280 градусов Цельсия и массе газа 4,5 г.
2. Определить работу адиабатического расширения газа (считая его идеальным), если имеется 12 г кислорода, изменяющего температуру от 150 до 25 градусов Цельсия.
3. Определить теплоту, затраченную на изохорное нагревание газа, и изменение внутренней энергии, если 15 л кислорода меняют температуру от 0 до +300 градусов Цельсия.
4. Определить работу расширения газа, нагреваемого при постоянном давлении, а также изменение внутренней энергии, если удельный объем газа меняется от 0,6 до 1,6 л/г, масса газа равна 6 г, молярная масса равна 4, величина давления равна 100 кПа.
5. Теплота испарения этанола при давлении 100 кПа составляет 42 кДж/моль. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении спирта массой 40 г:
  - а) с образованием пара с удельным объемом 0,5 л/г;
  - б) с образованием пара, обладающего свойствами идеального газа. Объемом жидкости пренебречь!

Задание к лабораторному занятию 3

1. Определить тепловые эффекты указанной ниже реакции при постоянном давлении и постоянном объеме, если протекает она при 298 К, а тепловые эффекты образования веществ даны под соответствующими формулами в кДж/моль. Указать экзо- или эндотермичность реакции.



Обратить внимание на характер расчетов, если вместо теплот образования будут указаны теплоты сгорания.

2. Имеет место реакция:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 = 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$



где указаны теплоты образования веществ в кДж/моль при 25оС.

Теплоемкости веществ зависят от температуры в форме:

- |           |   |                   |           |
|-----------|---|-------------------|-----------|
| Спропан   | = | $4,8 + 0,305 T$   | Дж/моль.К |
| Свода     | = | $28,8 + 0,014 T$  | - " -     |
| Сдиоксид  | = | $36,5 + 0,028 T$  | - " -     |
| Скислород | = | $28,3 + 0,0025 T$ | - " -     |

Вычислить тепловой эффект реакции при 25 градусах Цельсия и при 125 градусах Цельсия, а также оценить температурный коэффициент теплового эффекта реакции, т.е. приращение эффекта на 1 градус.

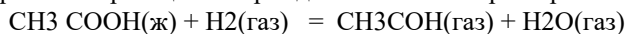
3. Дать несколько формулировок второго закона термодинамики.
4. Какие процессы составляют цикл Карно и какое количество теплоты сообщается машине Карно и отдается холодильнику, если она работает при 400 - 100 градусах Цельсия и получает за цикл 20 кДж теплоты.

5. Определить изменение энтропии при нагревании 80 г аргона от 20 до 70 градусов Цельсия в изохорных условиях, а также изменение энтропии при плавлении 36 г льда при нуле градусов Цельсия, если удельная теплота плавления равна 0,48 кДж/г.

#### Задание к лабораторному занятию 5

1. Описать общие критерии термодинамического равновесия, дать понятие о характеристических функциях (примеры). Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

2. Дано уравнение реакции и термодинамические характеристики при 250С:



$\Delta H, \text{кДж/моль}$	-488	0	-166	-242
$S, \text{Дж/моль} \cdot \text{K}$	160	131	265	70
$C_p, \text{Дж/моль} \cdot \text{K}$	124	29	63	75

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии и энергии Гиббса при 25 градусах Цельсия, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 125 градусах Цельсия, если приращение теплоемкости в ходе реакции не зависит от температуры.

3. Используя уравнение изотермы реакции, вычислить изменение энергии Гиббса системы, величину химического сродства и указать направление самопроизвольного течения процесса Аммиак = водород + азот

если при 450 градусах Цельсия константа равновесия  $K(p)=150$ , давление аммиака 0,1 Па, водорода 10000 Па, азота 1000000 Па.

4. Имеет место равновесие между оксидом железа(3+), оксидом серы(6+) и сульфатом железа, где газообразным веществом является только оксид серы. При температуре системы 627 градусов Цельсия, давление оксида серы 13 кПа, а при температуре 681 градус Цельсия давление оксида серы 39 кПа. Определить константы равновесия при обеих температурах и теплоту процесса в указанном температурном интервале.

5. Написать уравнение изохоры химической реакции в дифференциальной и интегральной формах.

#### Задание к лабораторному занятию 6

1. Вычислить число степеней свободы (с указанием числа компонентов и числа фаз), величины  $K_p$  и  $K_c$  реакции с указанием единиц констант при следующих условиях:  $\text{ZnO(кр)} + 2 \text{HCl(г)} = \text{ZnCl}_2(\text{кр}) + \text{H}_2\text{O(г)}$  если давление HCl 1 кПа, давление паров воды 50 кПа, температура 2500С.

2. Нарисовать и вкратце описать диаграмму состояния двухкомпонентной системы с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии и полной растворимостью в расплавленном. Правило рычага.

3. Оценить давление пара воды над 3 %-ным раствором сахарозы, если давление пара над чистой водой равно 2,2 кПа. Что такое коллигативные свойства растворов?

4. Сформулировать два закона Коновалова. Что такое азеотропный раствор и что такое перегонка растворов?

5. Растворимости нитрата калия при 20 и 52 градусах Цельсия равны соответственно 32 и 90 г на 100 г воды. Оценить теплоту растворения соли, выражая растворимость в мольных долях.

6. Что такое коллигативные свойства растворов и какие коллигативные свойства вы знаете? Рассчитать изменения температур замерзания и кипения раствора 50 г стеариновой кислоты в 2 л бензола, если криоскопическая постоянная бензола 5,1, эбулиоскопическая 2,64.

7. Найти осмотические давления 1 %-го раствора глицерина при 20 град. Цельсия и 2 %-го раствора сахарозы при 10 градусах Цельсия.

8. Рассчитать для 0,05 М раствора хлорида бария осмотическое давление при 15 градусах Цельсия, если степень диссоциации 0,9, а также вычислить степень диссоциации, если понижение температуры замерзания составило 0,26 град, а величина криоскопической постоянной воды равна 1,86.

9. Для раствора муравьиной кислоты известно следующее: концентрация 0,16%, молярная электропроводимость при данной концентрации равна 0,0027 м<sup>2</sup>/Ом•моль, электрическая подвижность катиона равна 0,035 м<sup>2</sup>/Ом•моль, электрическая подвижность аниона 0,006 м<sup>2</sup>/Ом•моль. Определить степень и константу диссоциации, удельную электропроводимость и pH среды.

10. Для 0,003 М раствора нитрата кальция рассчитать величину ионной силы, коэффициент активности, величину активности и толщину ионной атмосферы. Найти отношение толщины ионной атмосферы к радиусу молекул воды, считая, что последний равен 1,5·10<sup>-10</sup> м. Температуру принять комнатную.

#### Задание к лабораторному занятию 7

1. Охарактеризуйте две группы электрохимических процессов. Что такое электрохимический и электродный потенциалы? Напишите уравнение Нернста.

2. Классифицировать электроды, написать схему цепи и вычислить их электродные потенциалы:

Олово/сульфат олова(2+),  $\phi(\text{o})=-0,14\text{В}$ ,  $C=0,04\text{М}$ , коэффициент активности 0,35, температура 18оС,

Свинец/оксид свинца(2+)/гидроксид калия,  $\varphi(\text{о}) = -0,578 \text{ В}$ ,  $C = 0,002 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,33, температура 20 $^{\circ}\text{С}$ .

3. Классифицировать электроды, написать схему цепи и вычислить электродные потенциалы:

Платина, газ. хлор/соляная кислота,  $\varphi(\text{о}) = +1,35 \text{ В}$ ,  $C = 0,6 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,4, давление газа 0,25 атм, температура 23 $^{\circ}\text{С}$ .

Платина/олово(4+)/олово(2+),  $\varphi(\text{о}) = +0,15 \text{ В}$ , акт. олова(4+) 0,04 М, олова(2+) 0,01 М, температура 26 $^{\circ}\text{С}$ .

4. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе, рассчитать ЭДС гальванического элемента, составленного из свинцово-оксидного электрода второго рода ( $\varphi(\text{о}) = -0,578 \text{ В}$ ,  $C = 0,004 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,2) и медного электрода первого рода ( $\varphi(\text{о}) = +0,34 \text{ В}$ ,  $C = 0,5 \text{ М}$ , коэффициент активности 0,05) при температуре 25 $^{\circ}\text{С}$ . Оценить изменение энергии Гиббса в элементе, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен 0,0004 В/К.

5. Описать, как составляется электрохимическая цепь при измерении электродного потенциала неизвестного электрода и как оценивается знак потенциала.

#### Задание к лабораторному занятию 8

1. Написать схему цепи и вычислить ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух водородных электродов (давление газа 0,64 и 1,44 атм, конц.  $\text{HCl}$  0,01 и 0,001 М, коэффициенты активности 0,7 и 0,8 соответственно) при температуре 13 $^{\circ}\text{С}$ . Вычислить изменение энергии Гиббса для реакции в элементе.

2. Описать анодные и катодные процессы при электролизе. Написать уравнение для массы вещества, подвергшегося электролизу.

3. Сколько времени надо проводить электролиз 40 мл 0,4 М раствора сульфата меди током 0,4 А до полного выделения меди, если выход по току равен 80 % ?

4. Сколько времени надо проводить электролиз по условиям задачи 3, чтобы покрыть пластинку размером 1 м<sup>2</sup> слоем меди толщиной 40 мкм (плотность меди 890 кг/м<sup>3</sup>) ?

5. При электролизе раствора соли меди на катоде выделяется 0,5 г меди. Количественно охарактеризовать анодный процесс, если он идет

а) в растворе сульфата меди и электроды инертные,

б) в растворе хлорида меди и электроды медные.

6. Определить общее изменение массы раствора электролита, если ток силой 2,2 А в течение 2 часов проходит через раствор сульфата меди с выходом по току 95 %.

#### Задание к лабораторному занятию 9

1. Перечислить с краткой характеристикой виды поляризации.

2. В интервале перенапряжений от 0 до 0,7 В с шагом не более 0,1 В вычислить и представить графически зависимость плотности тока от перенапряжения, если ток обмена равен  $5 \cdot 10^{-8} \text{ А/см}^2$ , заряд иона 2, доли перенапряжений для катодной и анодной составляющих процесса 0,45 и 0,55 соответственно.

3. Вычислить предельный ток диффузии, если коэффициент диффузии равен  $2,10 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{сек}$ , толщина слоя диффузии  $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ , концентрация электролита 0,001 моль/л, заряд иона 2.

4. Вычислить перенапряжение реакции выделения водорода на серебре, если константы уравнения Тафеля в вольтах равны:  $a = 0,320$ ,  $b = 0,06$ . Плотность тока равна  $0,003 \text{ А/см}^2$ .

5. Две пластинки из меди и цинка опущены в слабый раствор кислоты. Опишите, что будет происходить на каждой из пластинок в трех случаях:

а) пластинки не соединены друг с другом,

б) пластинки соединены металлической проволочкой,

в) на пластинках поддерживается разность потенциалов (за счет внешнего источника напряжения) большая, чем их равновесная разность.

## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1. «Нагревание систем. Расширение газов. Закон Гесса, расчеты внутренней энергии и энтальпии»

Вариант 1

1. Зависимость теплоемкости гематита  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  от температуры выражается уравнением:

$$C = 104 + 0,06 T - 1,8 \cdot 10^6 T^{-2} \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}.$$

Вычислить количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг гематита от 16 до 138 $^{\circ}\text{С}$ .

2. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении 90 г воды при 100 $^{\circ}\text{С}$ ,

$P = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , если теплота парообразования составляет 40,7 кДж/моль, удельный объем пара 1,6 л/г.

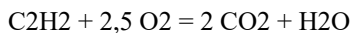
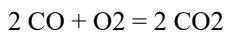
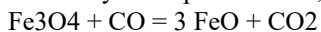
3. Вычислить изменение энтальпии реакции сгорания этилена:  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$  при 25 и 125 град. Цельсия, сопоставить температурный коэффициент теплового эффекта реакции с  $\Delta C$  реакции при 75

градусах Цельсия, если:

	этилен	диоксид углерода	вода	кислород
Энтальпия образования при 25 <sup>о</sup> С, кДж/моль	+ 52,3	-395	- 242	0
Теплоемкость, Дж/моль*К	30 + 0,067 Т	36,5 + 0,028Т	29 + 0,014 Т	28 + 0,0025 Т

4. 54 г льда нагревают от -20 до +20 град. Цельсия с плавлением при 0 град. Цельсия. Теплоемкость льда равна 36 Дж/моль.К, воды 76 Дж/моль.К, теплота плавления 6 кДж/моль. Найти изменение энтропии для каждого из трех процессов и изобразить графически накопление энтропии в системе при указанном повышении температуры.

5. Пользуясь справочником, найти изменение энтропии для указанных ниже реакций в стандартных условиях:

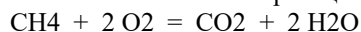


Вариант 2

1. Температурная зависимость теплоемкости кристоболита ( $\text{SiO}_2$ ) выражается уравнением:  $C = 72 + 0,002 \text{ T} - 2,7 \cdot 10^6 \text{ T}^{-2}$  Дж/моль.К. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания 0,8 кг кристоболита от 32 до 452 градусов Цельсия.

2. Найти изменение внутренней энергии и энтальпии при испарении 90 г воды при нормальных условиях, если теплота парообразования 40,7 кДж/моль и водяной пар обладает свойствами идеального газа.

3. Вычислить изменение энтальпии реакции сгорания метана:

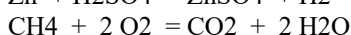
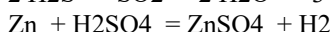
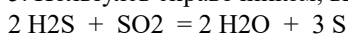


при 25 и 125 градусах Цельсия, сопоставить температурный коэффициент теплового эффекта реакции с  $\Delta C$  реакции при 75 градусах Цельсия, если

	метан	диоксид углерода	вода	Кислород
Энтальпия образования при 25 <sup>о</sup> С, кДж/моль	-74,9	-395	-242	0
Теплоемкость, Дж/моль*К	14,1 + 0.075 Т	36,5 + 0,025Т	29 + 0,014 Т	28 + 0,0025 Т

4. 54 г воды нагревают от 80 до 120 градусов Цельсия с испарением при 100 градусах. Теплоемкость воды 76 Дж/моль.К, пара 33 Дж/моль.К, теплота испарения 40,7 кДж/моль. Найти изменение энтропии в каждом из трех процессов и изобразить графически накопление энтропии в системе при повышении температуры.

5. Пользуясь справочником, вычислить изменения энтропии указанных ниже реакций в стандартных условиях:



## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Оценка термодинамических функций и свойств растворов неэлектролитов и электролитов»

Вариант 1.

1. Имеются данные (25 градусов Цельсия):

	$2\text{H}_2(\text{г}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) + \text{H}_2(\text{г})$			
$\Delta H$ , кДж/моль	+227	-285	-485	0
S, Дж/моль.К	201	70	160	131
СР,	44	75	124	29

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии, энергии Гиббса реакции при 25 градусах Цельсия в изобарно-изотермических условиях, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 90 градусах Цельсия, если от температуры не зависит: а) приращение теплоемкости; б) приращение энтропии реакции.

2. Вычислить константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$ , величину химического сродства и число степеней свободы системы:  $2 \text{C}(\text{кр}) + 2 \text{H}_2(\text{г}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$  если  $P(\text{водорода}) = 50 \text{ кПа}$ ,  $P(\text{этилена}) = 35 \text{ кПа}$ , температура 620 градусов Цельсия.

3. Для 5 %-го раствора глюкозы рассчитать относительное понижение давления пара воды и понижение температуры замерзания, если  $K(\text{воды}) = 1,86$ , плотность воды 970 кг/м<sup>3</sup>.



4. Для раствора муравьиной кислоты имеются данные:  $C = 0,3 \%$ , молярная электропроводность  $0,002 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ , подвижность катиона  $0,035$ , аниона  $0,006 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ . Определить степень и константу диссоциации раствора, удельную электропроводность и pH среды.

5. Для  $0,01 - 0,001 - 0,0001 \text{ М}$  растворов хлорида натрия вычислить величины ионной силы, коэффициентов активности, активности и толщины ионных атмосфер. Построить график зависимости коэффициента активности от концентрации.

#### Вариант 2.

1. Имеются данные (25 градусов Цельсия):

	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 2,5 \text{ O}_2(\text{г}) = 2 \text{ CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$			
$\Delta H$ , кДж/моль	+ 227	0	-395	-285
$S$ , Дж/моль*К	301	205	214	70
$CP$ , Дж/моль*К	44	29,4	37	75

Определить изменение энтальпии, внутренней энергии, энтропии и энергии Гиббса реакции при 25 градусах Цельсия, направление реакции, а также изменение энергии Гиббса при 100 градусах Цельсия, если от температуры не зависит: а) приращение энтропии и б) приращение теплоемкости реакции.

2. Вычислить константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$ , величину химического сродства и число степеней свободы системы:  $2 \text{ C}(\text{кр}) + 3 \text{ H}_2(\text{г}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$   
если  $P(\text{водород}) = 80 \text{ кПа}$ ,  $P(\text{этан}) = 20 \text{ кПа}$ , температура 923 градусов Цельсия.

3. Для 2 %-го раствора хлорида калия (степень диссоциации 0,99) рассчитать повышение температуры кипения ( $E(\text{воды}) = 0,52$ , плотность  $980 \text{ кг/м}^3$ ) и осмотическое давление.

4. Для раствора уксусной кислоты имеются данные:  $C = 1,5 \%$ , удельная электропроводность  $0,07 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$ , электрическая подвижность катиона  $0,035$ , аниона  $0,004 \text{ м}^2/\text{Ом}\cdot\text{моль}$ . Определить степень и константу диссоциации, молярную электропроводность данного раствора и pH среды.

5. Для  $0,009 - 0,003 - 0,001$  растворов сульфата калия вычислить величины ионной силы, коэффициентов активностей, активностей и толщин ионных слоев. Построить график зависимости коэффициента активности от концентрации.

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Электрохимия»

##### Вариант 1.

1. а) Вычислить потенциал медного электрода, погруженного при 18 градусах Цельсия в  $0,005 \text{ М}$  раствор сульфата меди, если  $\phi(o) = +0,34 \text{ В}$ , коэффициент активности  $0,53$ . Составить схему цепи.

б) Написать схему цепи и вычислить ЭДС элемента, составленного из двух водородных электродов (давление газа  $1 \text{ атм}$ ), погруженных в  $0,01$  и  $0,005 \text{ М}$  растворы азотной кислоты при 25 град. Цельсия. Коэффициент активности первого раствора  $0,89$ , второго  $0,91$ . Вычислить также изменение энергии Гиббса при реакции в элементе.

2. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе и вычислить его ЭДС, если он составлен из ртутно-сульфатного электрода ( $\phi(o) = +0,615 \text{ В}$ ) и железо(3+)/железо(2+) электрода ( $\phi(o) = +0,77 \text{ В}$ ) при температуре 25 град. Цельсия, концентрации соли в первом электроде  $0,1 \text{ М}$  (коэффициента активности  $0,1$ ), концентрации соли железа(2+)  $0,1 \text{ М}$ , железа(3+)  $0,01 \text{ М}$ , коэффициента активности  $0,2$ . Оценить изменение энергии Гиббса, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен  $-0,0004 \text{ В/К}$

3. Ток силой  $2,2 \text{ А}$  проходит через раствор медного купороса в течение 2 часов. Какова масса выделившейся на катоде меди, если выход по току составил  $94 \%$ ?

4. Ток, проходя через раствор кислоты, выделяет за 8 мин  $140 \text{ мл}$  газообразного водорода, измеренного при  $15^\circ\text{C}$  под давлением  $97500 \text{ Па}$ . Вычислить силу тока, если выход по току составлял  $93 \%$ .

5. В интервале плотности тока от  $0,000001$  до  $0,01 \text{ А/см}^2$  вычислить и представить в полулогарифмических координатах график зависимости перенапряжения от плотности тока для реакции катодного выделения водорода на свинце, если константы уравнения Тафеля в вольтах равны:  $a = 1,533$ ,  $b = 0,118$ . Предполагая, что наиболее медленной стадией является разряд, оценить плотность тока обмена ионов водорода на свинце.

##### Вариант 2

1. а) Написать схему цепи и вычислить потенциал свинцово-сульфатного электрода, если температура  $20$  град. Цельсия,  $\phi(o) = -0,356 \text{ В}$ , концентрация раствора соли  $0,01 \text{ М}$ , коэффициент активности  $0,41$ .

б) Написать схему цепи и вычислить ЭДС гальванического элемента, состоящего из двух платиновых проволок, погруженных в два раствора смесей солей трех- и четырехвалентного титана, если отношения активностей солей в первом растворе равно 1, а во втором 0,1,  $\varphi(o)=+0,04$  В, температура 25 град. Цельсия. Вычислить также изменение энергии Гиббса для реакции в элементе.

2. Написать схему цепи, уравнение реакции в элементе и рассчитать ЭДС гальванического элемента, составленного из медного электрода в растворе сульфата меди ( $\varphi(o)=+0,34$  В, конц. соли 0,05 М, коэффициент активности 0,33) и водородного электрода, погруженного в 0,002 М раствор кислоты (коэффициент активности 0,81) при давлении газообразного водорода 0,5 атм и температуре 20<sup>о</sup>С. Оценить изменение энергии Гиббса, энтропии и энтальпии, если температурный коэффициент ЭДС равен -0,0002 В/К.

3. Через раствор медного купороса пропускали ток в течение 30 мин, при этом выделилось 0,25 г меди с выходом по току 92%. Определить показание амперметра.

4. При электролизе раствора хлорида натрия было получено 400 мл 4%-го раствора гидроксида натрия плотностью 1,04 г/мл. За это время в кулонометре выделилось 20,2 г меди из раствора сульфата меди. Вычислить выход по току и количество электричества в кулонах.

5. Построить кривую зависимости силы тока на электроде от перенапряжения в интервале от нуля плотности тока до предельного тока диффузии, если характеристики электро-химической системы таковы: площадь электрода 10 см<sup>2</sup>, коэффициент диффузии электролита  $2 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>/сек, толщина слоя диффузии 0,002 см, ток обмена  $1 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup>, концентрация электролита 0,01 моль/л, заряд иона 2, доли перенапряжения катодного и анодного процессов равны 0,5.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 1 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ПОСТОЯННОЙ КАЛОРИМЕТРА" [8, с. 8-11]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 2 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ" [8, с. 12-15]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 3 "КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛОТ" [8, с. 16-18]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 4 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТРОПИИ ПЛАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА" [8, с. 19-21]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 5 "ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НАФТАЛИН-БЕНЗОТРИАЗОЛ" [8, с. 21-24]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 6 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ И КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ СЛАБОГО ЭЛЕКТРОЛИТА " [8, с. 24-27].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 11 "ИЗМЕРЕНИЕ ЭДС МЕДНО-ЦИНКОВОГО ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА И ПОЛЯРИЗАЦИИ В НЕМ" [8, с. 42-45].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 12 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЯНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ". [8, с. 46-49]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 13 "КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ РАСТВОРОВ СИЛЬНЫХ И СЛАБЫХ КИСЛОТ" [8, с. 50-52]

#### 4. Ситуационные задачи:

Задание: по выбранной теме составить ситуационную задачу и решить ее.

Тематика ситуационных задач к разделу «Химическая термодинамика» (1, 2 законы термодинамики )

1. Синтез искусственных алмазов.
2. Вечный двигатель первого и второго рода.
3. Заблуждение I. Согласно второму началу термодинамики не могут протекать.
4. Процессы, ведущие к организации и усложнению систем.
5. Заблуждение II: «Тепловая смерть Вселенной».
6. Заблуждение III. Согласно третьему началу термодинамики энтропия при абсолютном нуле равна нулю.
7. Заблуждение IV: Недостижимость абсолютного нуля может быть доказана исходя из второго начала термодинамики.
8. Заблуждение V: «Информационная энтропия» (энтропия Шеннона)– тождественна физической энтропии.
10. Демон Максвелла.
11. Термодинамическая модель функционирования интеллектуальной сенсорной системы.
12. Синергетическая теория информации часть. Информационные функции и энтропия Больцмана
13. Ахиллесова пята термодинамики.
14. Беспорядок существования: как энтропия движет Вселенной.
15. Возрастание энтропии и открытые системы.
16. Как энтропия управляет нашей жизнью.
17. К вопросу о понятии социальной энтропии.
18. Контроль над системой и энтропия.
19. Лежит ли в основе Любви и отношений – энтропия?
20. Наше сознание может быть побочным эффектом энтропии.
21. Негэнтропия Э. Шредингера, голая кожа и эволюция.
22. Негэнтропия и информативность.
23. Основные свойства энтропии.
24. Парадокс Гиббса – отсутствие непрерывности для энтропии...
25. Парадокс Гиббса – энтропия и термодинамическая вероятность.
26. Парадокс Гиббса с точки зрения математики.
27. Парадокс необратимости.
28. Паралогизмы энтропии.
29. Психическая энтропия. Состояние ума.
30. Старение – уступка энтропии? – Парадоксы жизни.
31. Статистический смысл энтропии.
32. Синергетическая теория информации часть. Информационные функции и энтропия Больцмана.
33. Термодинамическая модель функционирования интеллектуальной сенсорной системы.
34. Термодинамика, энтропия, хаос, порядок и эволюция.
35. «Тепловая смерть» Вселенной: что это такое.
36. Что такое энтропия и как с ней бороться.
37. Эволюция взглядов на понятие энтропии.
38. Эволюция как сопротивление энтропии.
39. Энтропия Вселенной и парадокс черных дыр.
40. Энтропия и парадокс божественного вмешательства.
41. Энтропия и парадокс Гиббса.
42. Энтропия растет с течением времени или создает его?
43. Энтропия как координата теплообмена.
44. Энтропия – мера хаоса.
45. Энтропия как аспект концептуализации «порядок–хаос» в философской интерпретации воли.
46. Энтропия как мера молекулярного беспорядка
47. Энтропийный подход как неотъемлемый атрибут получения информации и знаний.
48. Энтропийная модель портфельного управления проектно-ориентированной организацией.
49. Энтропийный анализ технических систем с разноразмерной организацией.

## *Задания для оценки знаний*

### **1. Опрос:**

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа 7 "ВОЛЮМОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА"

1. Дать определение скорости реакции и закона действия масс.
2. Что такое порядок реакции? Классификация химических реакций по их порядку.
3. Как зависит концентрация остающегося вещества от времени в реакции первого порядка? Что такое половинное время реакции?

Лабораторная работа 9 "ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ДЕГИДРАТАЦИИ МЕДНОГО КУПОРОСА".

1. Что такое гетерогенная реакция и от чего зависит ее скорость?
2. Что такое топохимическое превращение и каковы особенности развития этого превращения во времени?
3. Общее уравнение кинетики топохимической реакции и связь константы  $n$  с особенностями процесса.

Лабораторная работа 10 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ ДЛЯ РЕАКЦИИ МУРЕКСИДА И ИОНА

1. Что такое скорость химической реакции?
2. В чем разница между мгновенной и средней скоростью реакции (по определению)?
3. Как можно найти значение скорости по графику зависимости от времени концентрации участвующих в реакции веществ?
4. Что происходит с мгновенной скоростью реакции по мере ее протекания? С чем, по вашему, это может быть связано?
5. Как изменяется средняя скорость реакции по мере увеличения интервала, на котором она рассчитывается?

## *Задания для оценки умений*

### **1. Контрольная работа по разделу/теме:**

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Химическая кинетика»

Вариант 1.

1. Содержание исходного вещества в обратимой реакции в зависимости от времени дано таблицей:

Время, мин 0 8 20 бесконечность

Конц., моль/л 0,8 0,6 0,48 0,05

Построить график зависимости концентрации превратившегося вещества от времени, найти константу равновесия, константы скорости прямой и обратной реакций.

2. В цепной реакции константа зарождения цепи равна 0,8 мин<sup>(-1)</sup>, константа разветвления 0,8 мин<sup>(-1)</sup>, константа обрыва 0,4 мин<sup>(-1)</sup>. Рассчитать концентрацию активных частиц через: 0 - 1 - 2 - 4 - 10 мин после начала реакции и построить график. Сделать вывод -возможен ли взрыв ?

3. Величина константы скорости  $K = 5.10^{12} \exp(-100000/RT)$  сек<sup>-1</sup>. При какой температуре половинное время реакции равно одной минуте ?

4. Определить коэффициент массопередачи (массопереноса), диффузионное и кинетическое сопротивления гетерогенной реакции, если коэффициент диффузии равен  $2.10^{-9}$  м<sup>2</sup>/сек, толщина диффузионного слоя  $1.10^{-5}$  м,  $K = 4.10^{-4}$  сек<sup>-1</sup>, площадь 1,6 м<sup>2</sup>. Оценить скорость реакции при концентрации  $C = 0,1$  М.

5. Для ферментативной реакции константа Михаэлиса равна  $2,5.10^{-2}$  М,  $K_p = 2.10^4$  сек<sup>-1</sup>, концентрация энзима  $10^{-6}$  М. Рассчитать скорость реакции при концентрациях субстрата: 0 - 0,001 - 0,005 - 0,025 - 0,125 М, построить график, оценить максимальную скорость реакции и указать – какой порядок имеет она по субстрату и по энзиму при малых и больших концентрациях субстрата ?

Вариант 2.

1. Бертолетова соль разлагается при нагревании по двум направлениям: с выделением и без выделения кислорода. Степень превращения вещества через 30 мин составила 40 %, отношение двух направлений в молях: 3 к 2. Определить константы скорости обеих реакций.

2. Идет реакция  $A \rightarrow B \rightarrow C$ . Начальная концентрация вещества А равна 0,6 М,  $K_1 = 0,15$  час<sup>-1</sup>,  $K_2 = 0,07$  час<sup>-1</sup>. Вычислить концентрации промежуточного вещества при времени: 0 - 3 - 7 - 14 - 40 час, построить график и отметить время максимальной концентрации промежуточного вещества.
3. Две реакции одинакового порядка имеют равные предэкспоненциальные множители. Энергии активации их различаются на 23 кДж/моль. Рассчитать отношение констант скоростей реакций при 27 градусах Цельсия.
4. Поверхностное натяжение равно 0,072 н/м, температура кипения 373 К, теплота испарения 40 кДж/моль, мол.масса 18 г/моль, плотность вещества 1000 кг/м<sup>3</sup>, температура переохлаждения 3 градуса. Оценить критический радиус зародыша, сравнить его с радиусом отдельной молекулы. Оценить критическую величину энергии Гиббса зародышеобразования в расчете на моль вещества.
5. Концентрация вещества и время заданы таблицей:
- |               |   |     |      |     |
|---------------|---|-----|------|-----|
| Время, час    | 0 | 1   | 2    | 4   |
| Конц., моль/л | 5 | 3,7 | 2,74 | 1,5 |
- Построить график зависимости концентрации оставшегося и превратившегося вещества от времени, определить порядок и константу скорости реакции, а также половинное время.

## 2. Отчет по лабораторной работе:

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 7 "ВОЛЮМОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА" [8, с. 28-30]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе «Изучение сенсibilизации органических красителей»

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 9 "ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ДЕГИДРАТАЦИИ МЕДНОГО КУПОРОСА" [8, с. 34-37]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 10 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ ДЛЯ РЕАКЦИИ МУРЕКСИДА И ИОНА ГИДРОКСОНИЯ" [8, с. 38-41]

## Задания для оценки владений

### 1. Задача:

Задание к лабораторному занятию 12

1. Что такое скорость химической реакции? Сформулировать закон действия масс. Что такое порядок реакции, и какого порядка реакции бывают?
2. Построить график зависимости скорости реакции от концентрации, если константа скорости реакции равна 0,06, порядок реакции равен 2/3, а концентрации равны 0,025, 0,125 и 0,336 моль/л.
3. Рассчитать половинное время реакции и концентрацию вещества, оставшегося через 45 мин после начала реакции, если  $C_0 = 1,1$  моль/л,  $K = 0,18$  л/моль·мин, порядок реакции равен 2.
4. Для обратимой реакции имеются данные:  
время, мин: 0 20 бесконечность

конц., моль        1 0,5        0,06

Вычислить константу равновесия, константы скоростей прямого и обратного процессов и степень превращения вещества за промежуток времени 30 мин.

5. Бертолетова соль при нагревании разлагается по двум направлениям

( $\text{KCl} + \text{O}_2$  и  $\text{KCl} + \text{KClO}_4$ ) в соотношении 3:1. Определить константы скоростей обеих реакций, если степень превращения вещества через 35 мин составила 40 процентов.

#### Задание к лабораторному занятию 13

1. Реакция идет по схеме:  $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$ . Найти концентрацию вещества В при условии, что начальная концентрация вещества А равна 0,8 моль/л, константа скорости первой реакции 0,1 час<sup>-1</sup>, константа скорости второй реакции 0,05 час<sup>-1</sup>, время после начала реакции 10 час.

2. В цепной реакции константа зарождения цепи равна 1,2 мин<sup>-1</sup>, константа разветвления 1,2 мин<sup>-1</sup>, константа обрыва цепи 0,6 мин<sup>-1</sup>. Рассчитать концентрацию активных частиц через 1 мин после начала реакции.

3.  $K = 2,5 \cdot 10^{13} \exp(-80000/RT)$  сек<sup>-1</sup>. При какой температуре период полураспада в реакции будет равен 1000 мин.

4. Построить график зависимости  $\ln K$  от  $1/T$  и рассчитать энергию активации реакции, если:

температура, градус Цельсия:    5    30        50

K, сек<sup>-1</sup>                                0,00002   0,0004   0,0036

5. Какой смысл вкладывают в слова «процесс протекает в кинетической или в диффузионной области»? Определить коэффициент массопереноса, диффузионное и кинетическое сопротивления, если коэффициент диффузии равен 10<sup>-10</sup> м<sup>2</sup>/сек, толщина (глубина) диффузионного слоя 3·10<sup>-6</sup> м, константа скорости реакции 0,0003 сек<sup>-1</sup>, площадь 0,8 м<sup>2</sup>.

#### Задание к лабораторному занятию 14

1. Начертите график зависимости изменения энергии Гиббса зародыша конденсированной фазы от его размера и поясните. Оцените критическую величину энергии Гиббса и критический радиус зародыша, если температура фазового перехода равна 323 К, теплота перехода 50 кДж/моль, молярная масса вещества 18 г/моль, плотность 950 кг/м<sup>3</sup>, переохлаждение 1,6 градуса, поверхностное натяжение на границе раздела фаз 0,065 н/м.

2. Для начальной стадии роста частиц осадка (степень реакции много меньше единицы) установлены следующие соотношения между относительной скоростью превращения и степенью превращения:

скорость:                                0,033   0,048

степень превращения в %:    0,15        0,45

Установить характер процесса (диффузионный или кинетический)?

3. Константы общего топохимического уравнения равны:  $k = 1,2$ ,  $n = 2$ . Рассчитать степень превращения вещества в процентах при времени реакции, равном 0,4.

4. Охарактеризовать гомогенный и гетерогенный катализ. Указать природу каталитического действия и объяснить, что понимается под кажущимся порядком и кажущейся константой скорости реакции при гетерогенном катализе.

5. Вычислить скорость ферментативной реакции, если константа Михаэлиса равна 0,022, константа необратимой реакции 2000, концентрация энзима 0,000001 М, концентрация субстрата 0,001 М.

## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Химическая кинетика»

#### Вариант 1.

1. Содержание исходного вещества в обратимой реакции в зависимости от времени дано таблицей:

Время, мин    0    8    20    бесконечность

Конц., моль/л    0,8   0,6   0,48    0,05

Построить график зависимости концентрации превратившегося вещества от времени, найти константу равновесия, константы скорости прямой и обратной реакций.

2. В цепной реакции константа зарождения цепи равна 0,8 мин<sup>-1</sup>, константа разветвления 0,8 мин<sup>-1</sup>, константа обрыва 0,4 мин<sup>-1</sup>. Рассчитать концентрацию активных частиц через: 0 - 1 - 2 - 4 - 10 мин после начала реакции и построить график. Сделать вывод -возможен ли взрыв ?

3. Величина константы скорости  $K = 5 \cdot 10^{12} \exp(-100000/RT)$  сек<sup>-1</sup>. При какой температуре половинное время реакции равно одной минуте ?

4. Определить коэффициент массопередачи (массопереноса), диффузионное и кинетическое сопротивления гетерогенной реакции, если коэффициент диффузии равен  $2 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/сек, толщина диффузионного слоя  $1 \cdot 10^{-5}$  м,  $K = 4 \cdot 10^{-4}$  сек<sup>-1</sup>, площадь 1,6 м<sup>2</sup>. Оценить скорость реакции при концентрации  $C = 0,1$  М.
5. Для ферментативной реакции константа Михаэлиса равна  $2,5 \cdot 10^{-2}$  М,  $K_p = 2 \cdot 10^4$  сек<sup>-1</sup>, концентрация энзима  $10^{-6}$  М. Рассчитать скорость реакции при концентрациях субстрата: 0 - 0,001 - 0,005 - 0,025 - 0,125 М, построить график, оценить максимальную скорость реакции и указать – какой порядок имеет она по субстрату и по энзиму при малых и больших концентрациях субстрата ?

#### Вариант 2.

1. Бертолетова соль разлагается при нагревании по двум направлениям: с выделением и без выделения кислорода. Степень превращения вещества через 30 мин составила 40 %, отношение двух направлений в молях: 3 к 2. Определить константы скорости обеих реакций.
2. Идет реакция  $A \rightarrow B \rightarrow C$ . Начальная концентрация вещества А равна 0,6 М,  $K_1 = 0,15$  час<sup>-1</sup>,  $K_2 = 0,07$  час<sup>-1</sup>. Вычислить концентрации промежуточного вещества при времени: 0 - 3 - 7 - 14 - 40 час, построить график и отметить время максимальной концентрации промежуточного вещества.
3. Две реакции одинакового порядка имеют равные предэкспоненциальные множители. Энергии активации их различаются на 23 кДж/моль. Рассчитать отношение констант скоростей реакций при 27 градусах Цельсия.
4. Поверхностное натяжение равно 0,072 н/м, температура кипения 373 К, теплота испарения 40 кДж/моль, мол.масса 18 г/моль, плотность вещества 1000 кг/м<sup>3</sup>, температура переохлаждения 3 градуса. Оценить критический радиус зародыша, сравнить его с радиусом отдельной молекулы. Оценить критическую величину энергии Гиббса зародышеобразования в расчете на моль вещества.
5. Концентрация вещества и время заданы таблицей:
- |               |   |     |      |     |
|---------------|---|-----|------|-----|
| Время, час    | 0 | 1   | 2    | 4   |
| Конц., моль/л | 5 | 3,7 | 2,74 | 1,5 |
- Построить график зависимости концентрации оставшегося и превратившегося вещества от времени, определить порядок и константу скорости реакции, а также половинное время.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 7 "ВОЛЮМОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА" [8, с. 28-30]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе «Изучение сенсibilизации органических красителей»

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 9 "ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ДЕГИДРАТАЦИИ МЕДНОГО КУПОРОСА" [8, с. 34-37]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 10 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ ДЛЯ РЕАКЦИИ МУРЕКСИДА И ИОНА ГИДРОКСОНИЯ" [8, с. 38-41]

*Задания для оценки знаний*

**1. Опрос:**

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа 14 " ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ БУТИЛОВОГО СПИРТА МЕТОДОМ СЧЕТА КАПЕЛЬ".

1. Молекулярное давление и поверхностное натяжение, обозначения и единицы.
2. Что такое адсорбция? Какие вещества понижают поверхностное натяжение воды? Уравнение Гиббса.
3. Что такое поверхностная активность? Расчетная формула для поверхностного натяжения в методе счета капель.

Лабораторная работа 23 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА АКТИВИРОВАННОМ УГЛЕ И СИЛИКАГЕЛЕ".

1. Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют?
2. Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной адсорбции. Каково соотношение между избыточной и абсолютной адсорбцией?
3. Дайте определения мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции, приведите уравнения.

Лабораторная работа 24 "ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ИОНОВ С ПОМОЩЬЮ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ".

1. Для решения каких задач применяется метод ионообменной хроматографии?
2. На каких принципах основано хроматографическое разделение отдельных ионов?
3. Какие ионообменные смолы используют для разделения анионов?

Лабораторная работа 18 "ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДОВ".

1. Классификация дисперсных систем по размерам частиц.
2. Какие оптические явления не характерны для коллоидов и почему, а также что такое явление Тиндаля?
3. Как зависит интенсивность рассеяния света и мутность коллоидной системы от числа частиц, их размера и длины волны света?

Лабораторная работа 19 "ПОЛУЧЕНИЕ КОЛЛОИДОВ И ИХ АГРЕГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА".

1. Методы получения и очистки коллоидных систем.
2. Привести примеры стабилизаторов коллоидных систем.
3. Строение мицеллы, потенциалопределяющие ионы, противоионы, их местонахождение.
4. Коагуляция, порог коагуляции, правило Шульце–Гарди.

Лабораторная работа 20 "ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА ЖЕЛАТИНА".

1. Белки как полиэлектролиты. Природа их амфотерности.
2. Влияние величины заряда молекулы полиэлектролита на конфигурацию макромолекул.
3. Влияние величины заряда молекулы полиэлектролита на величину вязкости раствора.

Лабораторная работа 21. "НАБУХАНИЕ РЕЗИНЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВМВ".

1. Какие вещества называют высокомолекулярными?
2. Классификация высокомолекулярных веществ по составу цепи и ее форме.
3. Набухание, его виды и избирательность.
4. Особенности молекулярных перегруппировок в полимерах и установления в них механического равновесия. Что такое релаксация?
5. Что такое релаксация напряжения, ползучесть и упругое последствие?
6. Как вы понимаете механический гистерозис и чему равна работа при механическом гистерозисе?

Лабораторная работа 22 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСТИНКЦИИ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА".

1. Сформулировать понятия денситотетрия и турбодиметрия. В чем сходство и различие?
2. Записать формулы мицеллы серы, полученной в данном опыте.
3. Записать формулы стерических множителей для сферических и палочковидных молекул.

Лабораторная работа 15 "СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВ".

1. Поверхностно-активные вещества: определение, особенности строения и поведения на границе раздела фаз.
2. Уравнение Шишковского. Как связана поверхностная активность с молярной массой ПАВ?
3. Расчетная формула метода наибольшего давления газового пузырька.



Лабораторная работа 17 "ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ТКАНИ".

1. В чем причина появления после опыта влагонепроницаемости ткани с точки зрения физической химии?
2. Каковы методы нанесения водоотталкивающей пропитки для ХБ тканей?
3. Как изменилась прочность, намокаемость, воздухопроницаемость и сминаемость ткани после пропитки?

*Задания для оценки умений*

**1. Задача:**

Задание к лабораторному занятию 18

1. Что называется молекулярным давлением и поверхностным натяжением? В каких единицах выражается последняя величина?
2. Определить поверхность раздела фаз в системе, число частиц в ней, избыток энергии, если она представляет собой эмульсию из 80 г бензола с поверхностным натяжением 0,03 Н/м, плотностью 860 кг/м<sup>3</sup> и радиусом частиц 2 мкм. Определить также радиус частиц, которому соответствовало бы 10%-ное повышение давления пара по сравнению с давлением насыщенного пара над плоской поверхностью.
3. Число капель, которым вытекает стандартная жидкость из сталагмометра, равно 60. Поверхностное натяжение 0,065 Н/м, плотность 1000 кг/м<sup>3</sup>. Найти поверхностное натяжение другой жидкости, наибольшее давление газового пузырька в приборе Ребиндера и высоту поднятия в капилляре радиусом 0,02 см, если число капель в сталагмометре для другой жидкости составляет 118, плотность 700 кг/м<sup>3</sup>, а давление газового пузырька стандартной жидкости 50 мм водяного столба.
4. Найти работу когезии и адгезии жидкости на фторопласте, если поверхностное натяжение на границе жидкость-газ 0,073 Н/м, краевой угол 108 град, коэффициент растекания - 100 мДж/м<sup>2</sup>.
5. Что такое поверхностно-активные вещества? Каков характер их строения? Как ведут они себя на границах раздела фаз?

Задание к лабораторному занятию 19

1. Вычислить поверхностное натяжение раствора уксусной кислоты, поверхностную активность, адсорбцию по Гиббсу при концентрации 0,03 кмоль/м<sup>3</sup>, поперечное сечение молекулы, ее длину, если поверхностное натяжение воды 0,072 Н/м, константа "а" уравнения Шишковского 0,025Н/м, константа "в" 15 м<sup>3</sup>/кмоль, плотность 800 кг/м<sup>3</sup>, температура 20 градусов Цельсия.
2. Какие из ионов: калий, натрий, иодид, сульфат, алюминий, нитрат, железо(3+) или хлорид - будут лучше адсорбироваться на поверхности?  
а) иодида серебра; б) сульфата бария?
3. Вычислить величину адсорбции по Ленгмюру, если предельная величина адсорбции равна 1.10<sup>-5</sup> моль/м<sup>2</sup>, константа "в" равна 15 л/моль, концентрация адсорбтива 0,2 моль/л.
4. Вычислить величину адсорбции по Фрейндлиху, если константа "к" равна 6.10<sup>-5</sup> моль/м<sup>2</sup>, константа "n" равна 1,5, концентрация адсорбтива 0,12 моль/л.
5. Рассчитать величину адсорбции по БЭТ, если  $\Gamma_0 = 0,3$  моль/кг, константа "С" = 25, величина относительного давления газа 0,1.
6. Начертить пять типов изотерм адсорбции согласно классификации теории БЭТ, дать понятие о моно- и полимолекулярной адсорбции. Перечислить силы, ответственные за физическую и химическую адсорбции.

Задание к лабораторному занятию 20

1. Классифицировать нижеуказанные системы по агрегатному состоянию фаз и дисперсности: отвердевшая пластмасса с частицами красителя размером 0,5 мкм, такая же окрашенная неотвердевшая пластмасса, вата с размером волокон 40 мкм.  
Ответ: отвердевшая пластмасса - Т/Т, микрогетерогенная; неотвердевшая - Т/Ж, микрогетерогенная; вата - Т/Г - грубодисперсная.
2. Вычислить мутность системы, если радиус частиц 0,02 мкм, содержание дисперсной фазы 0,00025 г/см<sup>3</sup>, плотность вещества частиц 0,95 г/см<sup>3</sup>, коэффициент преломления частиц 1,75, коэффициент преломления среды 1,33, длина волны света 500 нм.

3. Найти величину смещения коллоидной частицы при броуновском движении, если радиус частиц 0,1 мкм, время диффузии 10 сек, температура 400С, вязкость среды 0,0006 н·сек/м<sup>2</sup>.
4. Вычислить скорость седиментации, если радиус частиц 1,1 мкм, плотность вещества частиц 2500 кг/м<sup>3</sup>, плотность среды 900 кг/м<sup>3</sup>, вязкость среды 0,0009 н·сек/м<sup>2</sup>.
5. Потенциал поверхности равен 20 мВ, концентрация электролита нитрата аммония 0,001 моль/л, температура 250С. Вычислить электрический потенциал на расстоянии 4 нм от границы раздела фаз.

Задание к лабораторному занятию 20

1. Потенциал поверхности равен 190 мВ, концентрация электролита нитрата аммония 0,001 моль/л, температура 250С. Рассчитать величину электрического потенциала на расстоянии 20 нм от границы раздела фаз.
2. Написать формулу мицеллы сульфата бария в избытке серной кислоты.
3. Указать знак заряда коллоидной частицы в задаче 2, определить величину электрокинетического потенциала в мВ, если смещение коллоидной частицы в электрическом поле за 200 сек составило 0,12 см, разность потенциалов на электродах 5 В, расстояние между электродами 0,04 м, диэлектрическая проницаемость среды 81, вязкость Среда 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>.
4. Какие примерно пороги коагуляции имеют каждый из указанных ниже электролитов по отношению к мицелле, описанной в задаче 2: хлорид натрия, сульфат натрия, нитрат алюминия?
5. Начальное содержание частиц в коллоидной системе равно  $5 \cdot 10^{13}$  штук в м<sup>3</sup>. Температура системы 240С, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Вычислить число частиц в единице объема системы через 200 мин после начала быстрой коагуляции. Определить половинное время коагуляции.
6. На 1000 мл золотого золя для его защиты требуется 4 мл 0,5 %-го раствора технического желатина. Определить защитное число.

Задание к лабораторному занятию 21

1. Вязкость растворов высокомолекулярных веществ. Различные выражения величины вязкости. Особенность вязкости растворов ВМВ, ее аномалии. Гели и студни. Факторы геле- и студнеобразования. Механические свойства. Тиксотропия. Синерезис.
2. Написать схему строения мицеллы сульфата кальция в избытке сульфата калия. Указать ядро, потенциалоопределяющие ионы, противоионы, диффузную и адсорбционную части двойного слоя. Для электролитов: нитрат калия, нитрат тория (4+), гексациано (3+)феррат калия, нитрат стронция и сульфат натрия – указать примерные пороги коагуляции по отношению к написанной в задаче мицелле.
3. Растворы высокомолекулярных веществ. Особенности действия закона Рауля в случае таких растворов. Представление о теории Флори-Хаггинса, уравнение состояния растворов ВМВ, оптические свойства.

Задание к лабораторному занятию 21

1. Смещение частиц коллоидного золя при электрофорезе за 1 час составило 2 см. Разность потенциалов на электродах 40 В при расстоянии между ними 0,3 м. Диэлектрическая проницаемость жидкости 80, вязкость 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Вычислить электрокинетический потенциал.
2. При исследовании электроосмоса скорость движения жидкости составила 1 мкм в секунду. Расстояние между электродами 0,3 м, разность потенциалов 6 В, диэлектрическая проницаемость растворителя 80, вязкость 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Вычислить электрокинетический потенциал на границе раздела фаз.
3. Рассчитать радиус частиц оксида металла, если оптическая плотность суспензии в кювете толщиной 5 см равна 0,5 при длине волны света 550 нм. Весовое содержание дисперсной фазы равно 0,0006 г/см<sup>3</sup>, плотность вещества 4 г/см<sup>3</sup>, коэффициент преломления вещества 2,4, коэффициент преломления жидкости 1,33.

Задание к лабораторному занятию 21

1. Рассчитать мутность дисперсии латекса, если радиус частиц равен  $2 \cdot 10^{-6}$  см, весовое содержание 0,0004 г/см<sup>3</sup>, плотность вещества 0,95 г/см<sup>3</sup>, коэффициент преломления вещества частиц 1,65, коэффициент преломления среды 1,33, длина волны света 500 нм.

2. Вычислить скорость седиментации частиц дисперсной фазы, если радиус частиц составляет 3 мкм, плотность вещества дисперсной фазы 2200 кг/м<sup>3</sup>, плотность среды 1000 кг/м<sup>3</sup>, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Определить время, за которое частица осядет на 20 см.

3. Найти величину смещения коллоидных частиц при броуновском движении, если частицы имеют радиус 0,02 мкм и 2 мкм, время наблюдения 30 сек, температура 300С, величина вязкости среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>.

Задание к лабораторному занятию 22

1. Величины удельной вязкости и составы растворов ВМВ даны в таблице:

содержание, г/мл: 1,7          2,5          2,95

удельная вязкость: 0,184      0,276      0,33

Построить график зависимости приведенной вязкости от содержания вещества в растворе, оценить приведенную вязкость при  $C \rightarrow 0$  и вычислить молярную массу вещества, если характеристики уравнения Марка-Гувинка таковы:  $K = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $\alpha = 0,67$ .

3. По данным о составе растворов и их оптической мутности построить график в координатах уравнения Дебая и оценить молярную массу растворенного вещества, считая, что  $H = 3 \cdot 10^{-10}$  моль·см<sup>2</sup>/г<sup>2</sup>.

содержание, г/мл:  $0,5 \cdot 10^{-3}$      $1 \cdot 10^{-3}$      $2 \cdot 10^{-3}$      $4 \cdot 10^{-3}$

мутность, см-1:  $1,7 \cdot 10^{-8}$      $2,7 \cdot 10^{-8}$      $4 \cdot 10^{-8}$      $5 \cdot 10^{-8}$

4. Критическая концентрация мицеллообразования сульфата общей формулой  $C_nH_{2n+1}SO_4Na$  равна 0,01 моль/л. Установить точную формулу ПАВа, ККМ в г/л, мицеллярную массу, число агрегации, изменение энергии Гиббса при мицеллообразовании при 250С.

## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Поверхностные явления»

Вариант 1.

1. Определить число частиц, поверхность раздела фаз, избыток энергии системы, избыточное давление жидкости в отдельной капле и избыточное давление насыщенного пара частиц дисперсной фазы, если система представляет собой капли ртути общей массой 15 г с поверхностным натяжением 0,475 Н/м, плотностью вещества 13500 кг/м<sup>3</sup> и радиусом частиц 0,02 мкм. Давление насыщенного пара над плоской поверхностью равно 0,4 Па.

2. Рассчитать поверхностное натяжение растворов уксусной кислоты при температуре 180С и концентрациях: 0 - 0,03 - 0,06 - 0,12 - 0,24 кмоль/м<sup>3</sup>, если поверхностное натяжение раст-ворителя равно 0,072 Н/м, константа “в” в уравнении Шишковского равна 15 м<sup>3</sup>/кмоль, длина молекулы ПАВ составляет 0,7 нм, плотность вещества ПАВ 880 кг/м<sup>3</sup>. Построить график: натяжение - концентрация, определить максимальную адсорбцию, площадь, приходящуюся на моль вещества и на одну молекулу, а также поверхностную активность и адсорбцию по Гиббсу при  $C = 0,03$  кмоль/м<sup>3</sup>.

3. Константы уравнения Ленгмюра равны:  $\Gamma_{\max} = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/м<sup>2</sup>,  $v = 10$  л/моль. Вычислить величины адсорбции при концентрациях: 0 - 0,05 - 0,2 - 0,8 - 1,6 моль/л и построить график.

4. Для адсорбции и концентрации имеются данные:

конц., моль/л    0,025      0,1          0,4          0,8

адс., моль/м<sup>2</sup>:  $0,1 \cdot 10^{-6}$      $0,21 \cdot 10^{-6}$      $0,42 \cdot 10^{-6}$      $0,59 \cdot 10^{-6}$

Построить линейную форму графика уравнения Фрейндлиха и найти его константы.

5. Поверхностное натяжение раствора некоторого ПАВ дано в таблице:

конц., моль/л          0    0,03    0,06    0,12    0,25    0,5

пов.натяж., мДж/м<sup>2</sup>    72   69    61          52      44      38

Построить по этим данным график зависимости поверхностного натяжения от концентрации, графически преобразовать его в график зависимости адсорбции от концентрации, оценить величины “в” и “ $\Gamma_{\max}$ ” для последнего графика, полагая, что это - изотерма Ленгмюра.

Вариант 2.

1. Определить число частиц, величину поверхности раздела фаз, избыток энергии и избыточное давление в капле жидкости, если это капли ртути общей массой 17 г, поверхностным натяжением 0,475 н/м, плотностью 13500 кг/м<sup>3</sup> и радиусом капель 10 мкм. Определить радиус капли, который соответствует 15 %-ному повышению давления насыщенного пара по сравнению с давлением пара над плоской поверхностью.

2. Константы уравнения Шишковского для раствора пропионовой кислоты равны:  $a = 0,025$  н/м,  $b = 35$  мЗ/кмоль, поверхностное натяжение растворителя 0,072 н/м. Рассчитать поверхностное натяжение растворов при  $C$ : 0 - 0,02 - 0,04 - 0,10 - 0,20 кмоль/мЗ и построить график: натяжение – концентрация. Определить максимальную адсорбцию, площадь, занимаемую одним молекул ПАВ, и поперечное сечение молекулы, ее длину, а также поверхностную активность и адсорбцию по Гиббсу при  $C = 0,02$  кмоль/мЗ, если температура равна 20оС, плотность вещества кислоты 890 кг/мЗ.

3. Константы уравнения Фрейндлиха равны:  $K = 8 \cdot 10^{-6}$  моль/м<sup>2</sup>,  $n = 2$ . Вычислить величины адсорбции при концентрациях: 0,1 - 0,3 - 0,6 - 0,8 - 1,5 моль/л и построить график.

4. Для концентрации и адсорбции имеются данные:

конц., моль/л	0,025	0,1	0,4	0,8
адс., моль/м <sup>2</sup>	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$

Построить линеаризованную форму графика уравнения Ленгмюра и найти его константы.

5. Данные об адсорбции бутанола на границе раздела фаз даны в таблице:

конц., моль/л	0,06	0,125	0,25	0,5
адс., моль/м <sup>2</sup>	$2 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-6}$

Построить график, оценить площадь поперечного сечения одной молекулы, а также оценить площадь, занимаемую одним миллиграммом бутанола.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Оптические свойства коллоидных систем»

### Вариант 1

1. Имеются следующие системы: эмульсия касторового масла в воде с размером частиц 5 мкм, гидрозоль оксида железа с размером частиц 0,05 мкм и порошок красителя с размером частиц 0,25 мкм. Классифицировать системы по агрегатному состоянию фаз и дисперсности.

2. Рассчитать мутность в см<sup>-1</sup> дисперсии латекса, если радиус частиц  $2,8 \cdot 10^{-6}$  см, весовая концентрация 0,0002 г/смЗ, плотность вещества частиц 0,945 г/смЗ, показатель преломления вещества частиц 1,655, среды 1,333. Расчет провести для длины волны света  $4 \cdot 10^{-5}$  и  $6 \cdot 10^{-5}$  см. Определить также оптическую плотность системы для луча длиной 10 см.

3. Написать схемы строения мицелл: а) хлорида серебра в избытке хлорида калия и б) гидроксида никеля в избытке хлорида никеля. Для электролитов: фосфат калия, нитрат бария, сульфат алюминия, гексацианоферрат (3) калия, сульфат лития – написать примерные пороги коагуляции по отношению к мицеллам а) и б).

### Вариант 2

1. В сосудах диаметр капель эмульсии масла зависит от способа приготовления и при ручном взбалтывании составляет 20 мкм, а при машинном перемешивании 4 мкм. Определить дисперсность, удельную поверхность дисперсной фазы, а также отношение этих величин, если плотность масла равна  $1,1 \cdot 10^3$  кг/мЗ.

2. При конденсации тумана, состоящего из капель цинка, образовалось  $12 \cdot 10^{-6}$  мЗ жидкого цинка. Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж/м<sup>2</sup>. Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого цинка.

3. Рассчитайте давление насыщенных паров ( $p$ ) над каплями воды с дисперсностью  $D = 0,1$  нм<sup>-1</sup> при температуре 293 К. Давление паров воды над плоской поверхностью при этой температуре  $p_s = 2338$  Па, плотность воды 0,998 г/смЗ, поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м<sup>2</sup>.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем»

### Вариант 1

1. Используя уравнение Эйнштейна, определить вязкость золя диоксида титана, если массовая доля дисперсной фазы составляет 25 %, плотность твердого вещества равна 4 г/смЗ, плотность воды 1 г/смЗ, вязкость воды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>.

2. Определить объем жидкости, прошедший через трубку, если радиус трубки равен 1 мм, длина 20 см, время 5 мин, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>, разность давлений 0,1 Па.

3. Начальное число частиц в коллоидной системе равно  $1 \cdot 10^{14}$  частиц/мЗ, температура 250С, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Вычислить число частиц в единице объема через 2 минуты после начала коагуляции.

4. Рассчитать молекулярную массу полистирола в толуоле используя экспериментальные данные осмометрического метода ( $T=293\text{ C}$ )

Концентрация раствора кг/м <sup>3</sup>	2,91	4,96	7,82	9,69	12,0
Разность уровней ,м	0,95	1,67	2,78	3,51	4,50

5. Определить мицеллярную массу сульфомыла, считая формулу его мицелл шарообразной. Величина коэффициента диффузии в воде при  $T=295\text{ C}$  равна  $1,246 \cdot 10^{-3}\text{ м}^2/\text{с}$ , плотность вещества  $\rho = 1,136 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ , вязкость  $= 1 \cdot 10^{-3}\text{ н с/м}^2$

#### Вариант 2

1. Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при  $293\text{ K}$  на высоте  $h = 8.56\text{ см}$  концентрация частиц изменяется в  $e$  раз. Плотность золота  $\rho = 19,3\text{ г/см}^3$ , плотность воды  $\rho_0 = 1.0\text{ г/см}^3$ .

2. Рассчитайте осмотическое давление 30%-ного гидрозоля  $\text{SiO}_2$  при  $293.2\text{ K}$ , если удельная поверхность частиц  $S_{уд} = 2.7 \cdot 10^5\text{ м}^2/\text{кг}$ . Плотность частиц гидрозоля  $\text{SiO}_2$   $\rho = 2.2\text{ г/см}^3$ , плотность среды  $\rho_0 = 1.0\text{ г/см}^3$ .

3. Рассчитать ММ полиамида в метаноле по опытным данным метода ультрацентрифугирования: константа седиментации при бесконечном разведении раствора  $S_0 = 1.95$ ; константа уравнения  $K = 1.86 \cdot 10^{-2}$ ,  $b = 0.47$ .

4. Определите электрокинетический потенциал на границе раздела фаз керамический фильтр-водный раствор  $\text{KCl}$ , если при протекании раствора под давлением  $2 \cdot 10^4\text{ Па}$ , потенциал течения равен  $U = 6.5 \cdot 10^{-3}\text{ В}$ . Удельная электропроводность среды  $\lambda = 0.141\text{ см}^2 \cdot \text{м}^{-1}$ , вязкость  $1.3 \cdot 10^{-2}\text{ Па} \cdot \text{с}$ , относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 80.1$ , электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{ Ф/м}$ .

5. Рассчитайте  $\xi$ -потенциал частиц полистирольного латекса: смещений цветной границы золя при электрофорезе составляет  $a = 2.5 \cdot 10^{-2}\text{ м}$  за время  $\tau = 60\text{ мин}$ . Напряжение, приложенное к концам электродов  $E = 115\text{ В}$ . Расстояние между электродами  $l = 0.55\text{ м}$ . Диэлектрическая проницаемость среды равна 81. Вязкость среды  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}\text{ Па} \cdot \text{с}$ . Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{ Ф/м}$ .

### 3. Отчет по лабораторной работе:

#### ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 14 " ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ БУТИЛОВОГО СПИРТА МЕТОДОМ СЧЕТА КАПЕЛЬ" [8, с. 53-56]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 23 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА АКТИВИРОВАННОМ УГЛЕ И СИЛИКАГЕЛЕ" [8, с. 85-89]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 24 "ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ИОНОВ С ПОМОЩЬЮ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ" [8, с. 90-92].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 18 "ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДОВ" [8, с. 65-67]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 19 "ПОЛУЧЕНИЕ КОЛЛОИДОВ И ИХ АГРЕГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА " [8, с. 68-70]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 20 "ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА ЖЕЛАТИНА" [8, с. 71-73]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 21. "НАБУХАНИЕ РЕЗИНЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВМВ" [8, с. 75-80]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 22 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСТИНКЦИИ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА". [8, с. 81-84]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 15 "СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВ" [8, с. 57-59]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 17 "ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ТКАНИ" [8, с. 63-64]

#### **4. Ситуационные задачи:**

Задание: по выбранной теме составить ситуационную задачу и решить ее.

Тематика ситуационных задач к разделу «Коллоидная химия» (к лабораторным занятиям 18-22).

1.  $10^{20}$  ударов в секунду.
2. Жидкокристаллические вещества.
3. Зыбучие пески.
4. И твердое тело и жидкость.
5. Кровь и питьевая вода.
6. Мал золотник да дорог (наночастицы).
7. Неньютоновские жидкости.
8. Оловянная чума.
9. Пища растений.
10. Сферическая форма капли в кабине космического корабля.
11. Человек – ходячий коллоид.
12. Электрокардиограмма.
13. Вареные яйца.
14. Внутри нас волейбольная площадка и «футбольное поле».
15. Волосы, глина и уголь.
16. Голубая окраска неба, жемчуг, красные сигналы светофора.
17. Джин вырвавшийся из темницы (аэрозоли).
18. Кривое зеркало.
19. Опреснение морской воды и искусственная почка.
20. Почему у слона большие уши, а камни плачут?
21. Борьба за чистоту сферы обитания.
22. Буровые скважины и плавунцы.
23. Вода и верблюды.
24. Водяные пауки.
25. Как с гуся вода.
26. Морские желуди и термиты.
27. Нефть и молоко.
28. Парадокс ПАВ – не только ПАВ.
29. Пластин, резина и бетон.
30. Слезы дельфина и скользкая вода.
31. Хлеб, дерево, изумруд.
32. Эмульгирование внутри нас.

#### ***Задания для оценки владений***

##### **1. Задача:**

#### Задание к лабораторному занятию 18

1. Что называется молекулярным давлением и поверхностным натяжением? В каких единицах выражается последняя величина?
2. Определить поверхность раздела фаз в системе, число частиц в ней, избыток энергии, если она представляет собой эмульсию из 80 г бензола с поверхностным натяжением 0,03 Н/м, плотностью 860 кг/м<sup>3</sup> и радиусом частиц 2 мкм. Определить также радиус частиц, которому соответствовало бы 10%-ное повышение давления пара по сравнению с давлением насыщенного пара над плоской поверхностью.
3. Число капель, которым вытекает стандартная жидкость из сталагмометра, равно 60. Поверхностное натяжение 0,065 Н/м, плотность 1000 кг/м<sup>3</sup>. Найти поверхностное натяжение другой жидкости, наибольшее давление газового пузырька в приборе Ребиндера и высоту поднятия в капилляре радиусом 0,02 см, если число капель в сталагмометре для другой жидкости составляет 118, плотность 700 кг/м<sup>3</sup>, а давление газового пузырька стандартной жидкости 50 мм водяного столба.
4. Найти работу когезии и адгезии жидкости на фторопласте, если поверхностное натяжение на границе жидкость-газ 0,073 Н/м, краевой угол 108 град, коэффициент растекания - 100 мДж/м<sup>2</sup>.
5. Что такое поверхностно-активные вещества? Каков характер их строения? Как ведут они себя на границах раздела фаз?

#### Задание к лабораторному занятию 19

1. Вычислить поверхностное натяжение раствора уксусной кислоты, поверхностную активность, адсорбцию по Гиббсу при концентрации 0,03 кмоль/м<sup>3</sup>, поперечное сечение молекулы, ее длину, если поверхностное натяжение воды 0,072 Н/м, константа "а" уравнения Шишковского 0,025Н/м, константа "в" 15 м<sup>3</sup>/кмоль, плотность 800 кг/м<sup>3</sup>, температура 20 градусов Цельсия.
2. Какие из ионов: калий, натрий, иодид, сульфат, алюминий, нитрат, железо(3+) или хлорид - будут лучше адсорбироваться на поверхности?  
а) иодида серебра; б) сульфата бария?
3. Вычислить величину адсорбции по Ленгмюру, если предельная величина адсорбции равна 1.10<sup>-5</sup> моль/м<sup>2</sup>, константа "в" равна 15 л/моль, концентрация адсорбтива 0,2 моль/л.
4. Вычислить величину адсорбции по Фрейндлиху, если константа "к" равна 6.10<sup>-5</sup> моль/м<sup>2</sup>, константа "n" равна 1,5, концентрация адсорбтива 0,12 моль/л.
5. Рассчитать величину адсорбции по БЭТ, если  $\Gamma_0 = 0,3$  моль/кг, константа "С" = 25, величина относительного давления газа 0,1.
6. Начертить пять типов изотерм адсорбции согласно классификации теории БЭТ, дать понятие о моно- и полимолекулярной адсорбции. Перечислить силы, ответственные за физическую и химическую адсорбции.

#### Задание к лабораторному занятию 20

1. Классифицировать нижеуказанные системы по агрегатному состоянию фаз и дисперсности: отвердевшая пластмасса с частицами красителя размером 0,5 мкм, такая же окрашенная неотвердевшая пластмасса, вата с размером волокон 40 мкм.  
Ответ: отвердевшая пластмасса - Т/Т, микрогетерогенная; неотвердевшая - Т/Ж, микрогетерогенная; вата - Т/Г - грубодисперсная.
2. Вычислить мутность системы, если радиус частиц 0,02 мкм, содержание дисперсной фазы 0,00025 г/см<sup>3</sup>, плотность вещества частиц 0,95 г/см<sup>3</sup>, коэффициент преломления частиц 1,75, коэффициент преломления среды 1,33, длина волны света 500 нм.
3. Найти величину смещения коллоидной частицы при броуновском движении, если радиус частиц 0,1 мкм, время диффузии 10 сек, температура 400С, вязкость среды 0,0006 н.сек/м<sup>2</sup>.
4. Вычислить скорость седиментации, если радиус частиц 1,1 мкм, плотность вещества частиц 2500 кг/м<sup>3</sup>, плотность среды 900 кг/м<sup>3</sup>, вязкость среды 0,0009 н·сек/м<sup>2</sup>.
5. Потенциал поверхности равен 20 мВ, концентрация электролита нитрата аммония 0,001 моль/л, температура 250С. Вычислить электрический потенциал на расстоянии 4 нм от границы раздела фаз.

#### Задание к лабораторному занятию 20

1. Потенциал поверхности равен 190 мВ, концентрация электролита нитрата аммония 0,001 моль/л, температура 250С. Рассчитать величину электрического потенциала на расстоянии 20 нм от границы раздела фаз.





## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Поверхностные явления»

#### Вариант 1.

1. Определить число частиц, поверхность раздела фаз, избыток энергии системы, избыточное давление жидкости в отдельной капле и избыточное давление насыщенного пара частиц дисперсной фазы, если система представляет собой капли ртути общей массой 15 г с поверхностным натяжением 0,475 Н/м, плотностью вещества 13500 кг/м<sup>3</sup> и радиусом частиц 0,02 мкм. Давление насыщенного пара над плоской поверхностью равно 0,4 Па.

2. Рассчитать поверхностное натяжение растворов уксусной кислоты при температуре 18°C и концентрациях: 0 - 0,03 - 0,06 - 0,12 - 0,24 кмоль/м<sup>3</sup>, если поверхностное натяжение раст-ворителя равно 0,072 Н/м, константа “в” в уравнении Шишковского равна 15 м<sup>3</sup>/кмоль, длина молекулы ПАВ составляет 0,7 нм, плотность вещества ПАВ 880 кг/м<sup>3</sup>. Построить график: натяжение - концентрация, определить максимальную адсорбцию, площадь, приходящуюся на моль вещества и на одну молекулу, а также поверхностную активность и адсорбцию по Гиббсу при  $C = 0,03$  кмоль/м<sup>3</sup>.

3. Константы уравнения Ленгмюра равны:  $\Gamma_{\text{макс}} = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/м<sup>2</sup>,  $b = 10$  л/моль. Вычислить величины адсорбции при концентрациях: 0 - 0,05 - 0,2 - 0,8 - 1,6 моль/л и построить график.

4. Для адсорбции и концентрации имеются данные:

конц., моль/л	0,025	0,1	0,4	0,8
адс., моль/м <sup>2</sup> :	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,21 \cdot 10^{-6}$	$0,42 \cdot 10^{-6}$	$0,59 \cdot 10^{-6}$

Построить линейную форму графика уравнения Фрейндлиха и найти его константы.

5. Поверхностное натяжение раствора некоторого ПАВ дано в таблице:

конц., моль/л	0	0,03	0,06	0,12	0,25	0,5
пов.натяж., мДж/м <sup>2</sup>	72	69	61	52	44	38

Построить по этим данным график зависимости поверхностного натяжения от концентрации, графически преобразовать его в график зависимости адсорбции от концентрации, оценить величины “b” и “ $\Gamma_{\text{макс}}$ ” для последнего графика, полагая, что это - изотерма Ленгмюра.

#### Вариант 2.

1. Определить число частиц, величину поверхности раздела фаз, избыток энергии и избыточное давление в капле жидкости, если это капли ртути общей массой 17 г, поверхностным натяжением 0,475 н/м, плотностью 13500 кг/м<sup>3</sup> и радиусом капель 10 мкм. Определить радиус капли, который соответствует 15 %-ному повышению давления насыщенного пара по сравнению с давлением пара над плоской поверхностью.

2. Константы уравнения Шишковского для раствора пропионовой кислоты равны:  $a = 0,025$  н/м,  $b = 35$  м<sup>3</sup>/кмоль, поверхностное натяжение растворителя 0,072 н/м. Рассчитать поверхностное натяжение растворов при  $C$ : 0 - 0,02 - 0,04 - 0,10 - 0,20 кмоль/м<sup>3</sup> и построить график: натяжение – концентрация. Определить максимальную адсорбцию, площадь, занимаемую одним моле ПАВ, и поперечное сечение молекулы, ее длину, а также поверхностную активность и адсорбцию по Гиббсу при  $C = 0,02$  кмоль/м<sup>3</sup>, если температура равна 20°C, плотность вещества кислоты 890 кг/м<sup>3</sup>.

3. Константы уравнения Фрейндлиха равны:  $K = 8 \cdot 10^{-6}$  моль/м<sup>2</sup>,  $n = 2$ . Вычислить величины адсорбции при концентрациях: 0,1 - 0,3 - 0,6 - 0,8 - 1,5 моль/л и построить график.

4. Для концентрации и адсорбции имеются данные:

конц., моль/л	0,025	0,1	0,4	0,8
адс., моль/м <sup>2</sup>	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$6,6 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$

Построить линеаризованную форму графика уравнения Ленгмюра и найти его константы.

5. Данные об адсорбции бутанола на границе раздела фаз даны в таблице:

конц., моль/л	0,06	0,125	0,25	0,5
адс., моль/м <sup>2</sup>	$2 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-6}$

Построить график, оценить площадь поперечного сечения одной молекулы, а также оценить площадь, занимаемую одним миллиграммом бутанола.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Оптические свойства коллоидных систем»

#### Вариант 1

1. Имеются следующие системы: эмульсия касторового масла в воде с размером частиц 5 мкм, гидрозоль оксида железа с размером частиц 0,05 мкм и порошок красителя с размером частиц 0,25 мкм. Классифицировать системы по агрегатному состоянию фаз и дисперсности.

2. Рассчитать мутность в см-1 дисперсии латекса, если радиус частиц  $2,8 \cdot 10^{-6}$  см, весовая концентрация 0,0002 г/см<sup>3</sup>, плотность вещества частиц 0,945 г/см<sup>3</sup>, показатель преломления вещества частиц 1,655, среды 1,333. Расчет провести для длины волны света  $4 \cdot 10^{-5}$  и  $6 \cdot 10^{-5}$  см. Определить также оптическую плотность системы для луча длиной 10 см.

3. Написать схемы строения мицелл: а) хлорида серебра в избытке хлорида калия и б) гидроксида никеля в избытке хлорида никеля. Для электролитов: фосфат калия, нитрат бария, сульфат алюминия, гексацианоферрат (3) калия, сульфат лития – написать примерные пороги коагуляции по отношению к мицеллам а) и б).

#### Вариант 2

1. В сосудах диаметр каплей эмульсии масла зависит от способа приготовления и при ручном взбалтывании составляет 20 мкм, а при машинном перемешивании 4 мкм. Определить дисперсность, удельную поверхность дисперсной фазы, а также отношение этих величин, если плотность масла равна  $1,1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

2. При конденсации тумана, состоящего из капель цинка, образовалось  $12 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup> жидкого цинка. Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж/м<sup>2</sup>. Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого цинка.

3. Рассчитайте давление насыщенных паров (р) над каплями воды с дисперсностью  $D = 0,1$  нм-1 при температуре 293 К. Давление паров воды над плоской поверхностью при этой температуре  $p_s = 2338$  Па, плотность воды 0,998 г/см<sup>3</sup>, поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м<sup>2</sup>.

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем»

##### Вариант 1

1. Используя уравнение Эйнштейна, определить вязкость золя диоксида титана, если массовая доля дисперсной фазы составляет 25 %, плотность твердого вещества равна 4 г/см<sup>3</sup>, плотность воды 1 г/см<sup>3</sup>, вязкость воды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>.

2. Определить объем жидкости, прошедший через трубку, если радиус трубки равен 1 мм, длина 20 см, время 5 мин, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>, разность давлений 0,1 Па.

3. Начальное число частиц в коллоидной системе равно  $1 \cdot 10^{14}$  частиц/м<sup>3</sup>, температура 250С, вязкость среды 0,001 н·сек/м<sup>2</sup>. Вычислить число частиц в единице объема через 2 минуты после начала коагуляции.

4. Рассчитать молекулярную массу полистирола в толуоле используя экспериментальные данные осмометрического метода (T=293 С)

Концентрация раствора кг/м <sup>3</sup>	2,91	4,96	7,82	9,69	12,0
Разность уровней ,м	0,95	1,67	2,78	3,51	4,50

5. Определить мицеллярную массу сульфомыла, считая формулу его мицелл шарообразной. Величина коэффициента диффузии в воде при T=295 С равна  $1,246 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/с, плотность вещества  $\rho = 1,136 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $= 1 \cdot 10^{-3}$  н·сек/м<sup>2</sup>

##### Вариант 2

1. Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при 293К на высоте  $h = 8,56$  см концентрация частиц изменяется в е раз. Плотность золота  $\rho = 19,3$  г/см<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_0 = 1,0$  г/см<sup>3</sup>.

2. Рассчитайте осмотическое давление 30%-ного гидрозоля SiO<sub>2</sub> при 293,2 К, если удельная поверхность частиц  $S_{уд} = 2,7 \cdot 10^5$  м<sup>2</sup>/кг. Плотность частиц гидрозоля SiO<sub>2</sub>  $\rho = 2,2$  г/см<sup>3</sup>, плотность среды  $\rho_0 = 1,0$  г/см<sup>3</sup>.

3. Рассчитать ММ полиамида в метаноле по опытным данным метода ультрацентрифугирования: константа седиментации при бесконечном разведении раствора  $S_0 = 1,95$ ; константа уравнения  $K = 1,86 \cdot 10^{-2}$ ,  $b = 0,47$ .

4. Определите электрокинетический потенциал на границе раздела фаз керамический фильтр-водный раствор KCl, если при протекании раствора под давлением  $2 \cdot 10^4$  Па, потенциал течения равен  $U = 6.5 \cdot 10^{-3}$  В. Удельная электропроводность среды  $\lambda = 0.141 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ , вязкость  $1.3 \cdot 10^{-2}$  Па·с, относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 80.1$ , электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

5. Рассчитайте  $\xi$ -потенциал частиц полистирольного латекса: смещения цветной границы золя при электрофорезе составляет  $a = 2.5 \cdot 10^{-2}$  м за время  $\tau = 60$  мин. Напряжение, приложенное к концам электродов  $E = 115$  В. Расстояние между электродами  $l = 0.55$  м. Диэлектрическая проницаемость среды равна 81. Вязкость среды  $\eta = 1.10^{-3}$  Па·с. Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

#### ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета рекомендуется:

1. Внимательно изучить материал предстоящей лабораторной работы и составить план ее выполнения.
2. Уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, рисункам установок для опытов, навыкам безопасного проведения эксперимента) и отметить эту информацию в лабораторной тетради.
3. Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно, в строгой последовательности, приведенной в лабораторной тетради, и в соответствии с требованиями охраны труда.
4. При подготовке к работе и до ее выполнения студенту необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у него затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя.
7. Лабораторные записи необходимо вести аккуратно, поэтапно, в соответствии с порядком выполнения лабораторной работы. Важно в лабораторную тетрадь заносить все результаты измерений и проводимые в ходе работы расчеты. Основные этапы проведения опытов и их результаты можно заносить в виде записи, либо в табличном или графическом виде (в зависимости от выполняемой работы).

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 14 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ БУТИЛОВОГО СПИРТА МЕТОДОМ СЧЕТА КАПЕЛЬ" [8, с. 53-56]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 23 "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА АКТИВИРОВАННОМ УГЛЕ И СИЛИКАГЕЛЕ" [8, с. 85-89]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 24 "ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ИОНОВ С ПОМОЩЬЮ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ" [8, с. 90-92].

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 18 "ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДОВ" [8, с. 65-67]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 19 "ПОЛУЧЕНИЕ КОЛЛОИДОВ И ИХ АГРЕГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА " [8, с. 68-70]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 20 "ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА ЖЕЛАТИНА" [8, с. 71-73]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 21. "НАБУХАНИЕ РЕЗИНЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВМВ" [8, с. 75-80]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 22 "ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСТИНКЦИИ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА". [8, с. 81-84]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 15 "СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВ" [8, с. 57-59]

Оформление и подготовка отчета по лабораторной работе 17 "ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОЙ ТКАНИ" [8, с. 63-64]

### 4. Ситуационные задачи:

Задание: по выбранной теме составить ситуационную задачу и решить ее.

Тематика ситуационных задач к разделу «Коллоидная химия» (к лабораторным занятиям 18-22).

1.  $10^{20}$  ударов в секунду.
2. Жидкокристаллические вещества.
3. Зыбучие пески.
4. И твердое тело и жидкость.
5. Кровь и питьевая вода.
6. Мал золотник да дорог (наночастицы).
7. Неньютоновские жидкости.
8. Оловянная чума.
9. Пища растений.
10. Сферическая форма капли в кабине космического корабля.
11. Человек – ходячий коллоид.
12. Электрокардиограмма.
13. Вареные яйца.
14. Внутри нас волейбольная площадка и «футбольное поле».
15. Волосы, глина и уголь.
16. Голубая окраска неба, жемчуг, красные сигналы светофора.
17. Джин вырвавшийся из темницы (аэрозоли).
18. Кривое зеркало.
19. Опреснение морской воды и искусственная почка.
20. Почему у слона большие уши, а камни плачут?
21. Борьба за чистоту сферы обитания.
22. Буровые скважины и пловуны.
23. Вода и верблюды.
24. Водяные пауки.
25. Как с гуся вода.
26. Морские желуди и термиты.
27. Нефть и молоко.
28. Парадокс ПАВ – не только ПАВ.
29. Пластелин, резина и бетон.
30. Слезы дельфина и скользкая вода.
31. Хлеб, дерево, изумруд.
32. Эмульгирование внутри нас.

## 2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 1. Зачет

Вопросы к зачету:

1. Химическая термодинамика и ее ограничения. Основные понятия и величины: система, фаза, различные процессы. Понятие о термодинамически обратимом процессе и внутренней энергии. Теплоемкость (изохорная, изобарная), зависимость теплоемкости от температуры. Расчет количества теплоты, необходимой для нагревания системы.
2. Теплоемкость. Теплоемкость изохорная и изобарная, молярная и удельная. Теплоемкость одно- и двухатомных идеальных газов, а также металлов. Работа расширения идеальных газов в различных условиях. Первый закон термодинамики. Термодинамические функции состояния.
3. Первый закон термодинамики. Частные выражения его для изотермического, кругового, изохорного и изобарного процессов. Понятие об энтальпии. Связь между внутренней энергией и энтальпией. Термохимия и закон Гесса.
4. Закон Гесса. Теплоты образования и сгорания веществ, расчеты тепловых эффектов химических реакций по ним. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры (дифференциальный и интегральный аспекты). Калориметрия, виды калориметров.
5. Общая схема тепловой машины. Обратимый цикл Карно и коэффициент полезного действия. Понятие об энтропии. Второй закон термодинамики (разные его формулировки). Статистический характер второго закона термодинамики.
6. Второй закон термодинамики. Расчеты изменений энтропии в обратимых (нагревание, фазовый переход, расширение газа) и необратимых (передача теплоты, смешение газов) процессах. Третий закон термодинамики.
7. Понятие о характере распределения энергии в совокупности атомов. Распределение Больцмана (заклЮчительная формула и формулировка).

8. Объединение первого и второго законов термодинамики. Обобщение критериев равновесия (изохорно-изоэнтروпийный, изобарно-изоэнтропийный, изохорно-изоэнергетический, изохорно-изотермический и изобарно-изотермический процессы).
9. Характеристические функции – понятие и примеры. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал и условия химического равновесия.
10. Зависимость энергии Гиббса и химического потенциала от давления или концентрации компонента. Химическое равновесие в гомогенных системах.  $K_p$  и  $K_c$  и связь между ними. Уравнение изотермы химической реакции и химическое сродство.
11. Уравнения изохоры и изобары химической реакции, дифференциальная и интегральная формы. Особенности описания равновесий в гетерогенных и реальных системах. Коэффициент активности.
12. Фазовые равновесия. Понятия: фаза, составная часть, компонент системы и число степеней свободы. Условие фазового равновесия и правило фаз Гиббса. Роль правила фаз Гиббса в изменчивости параметров системы. Диаграмма состояния воды.
13. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах (фазовые диаграммы воды и серы). Давление пара твердых и жидких тел, уравнение Клаузиуса-Клапейрона и его вариации.
14. Способы описания состава растворов. Уравнение Гиббса-Дюгема. Растворимость газов в жидкостях, закон Генри и влияние условий равновесия на форму закона равновесия между газом над жидкой фазой и содержанием газа в жидкой фазе.
15. Давление насыщенного пара растворителя над раствором с нелетучим растворенным веществом. Закон Рауля и две формы его выражения. Отклонения от закона Рауля и понятие об идеальном или совершенном растворе. Энтальпия и энтропия смешения компонентов веществ.
16. Осмотическое давление, уравнение Вант-Гоффа. Роль осмоса в биологических системах.
17. Давление насыщенного пара над бинарными системами с обоими летучими компонентами. Идеальные и неидеальные смеси. Кипение двойных систем, законы Коновалова и возможности разделения смесей путем перегонки.
18. Взаимная растворимость жидкостей. Диаграмма растворимости и правило рычага. Давление пара над смесью ограниченно растворимых жидкостей. Распределение третьего компонента между двумя жидкими фазами. Уравнение Нернста-Шилова.
19. Диаграммы плавокости двухкомпонентных систем, нерастворимых друг в друге в твердом состоянии и ограниченно растворимых друг в друге в твердом состоянии. Ликвидус, солидус, эвтектика, правило рычага.
20. Двухкомпонентные системы, полностью растворимые друг в друге в твердом состоянии, и системы, образующие химические соединения. Сингулярная точка, конгруэнтность и инконгруэнтность.
21. Трехкомпонентные системы. Способы выражения состава – треугольник Гиббса. Простейшая диаграмма состояния, особенности эвтектических состояний в трехкомпонентных системах. Понятие о термическом анализе
22. Теория электролитической диссоциации. Причины разъединения ионов. Степень и константа диссоциации. Сильные и слабые электролиты, коллигативные свойства и изотонический коэффициент. Электропроводность растворов электролитов.
23. Электропроводность растворов электролитов – удельная и молярная. Слабые электролиты, закон Кольрауша. Представление о движении обычных ионов и ионов водорода. Кондуктометрическое титрование.
24. Понятие о теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Основные факторы образования ионной атмосферы. Понятие о плотности заряда, ионной силе, толщине ионной атмосферы. Зависимость толщины ионной атмосферы и коэффициента активности от ионной силы.
25. Коэффициент активности в растворах сильных электролитов и его связь с ионной силой. Электропроводность растворов сильных электролитов - понятие об электрофоретическом и релаксационном эффектах влияния ионной атмосферы. Уравнение Дебая-Онзагера и уравнение Кольрауша.
26. Взаимодействие ионов с растворителем. Модель Борна-Бьеррума для энергии гидратации и последующие модели. Числа гидратации и поведение молекул воды вблизи заряженных ионов. Энтропийные особенности сольватации.
27. Расширенная схема равновесий в растворах электролитов, включающая в себя ассоциацию сольватов. Протолитическая теория кислот и оснований. Сопряженные кислотно-основные пары. Ионизация растворителей с точки зрения протолитической теории. Типы растворителей и константа автопротолиза. Влияние растворителей на свойства кислот и оснований.
28. Электрохимический потенциал и равновесие в электрохимии. Электродный потенциал и уравнение Нернста. Двойной электрический слой.
29. . Классификация электродов: электроды первого рода, амальгамные и газовые. Электроды второго рода. Химические реакции в таких электродах, схема цепи и уравнения для электродных потенциалов. Окислительно-восстановительные и ионообменные электроды. Химические реакции в электродах, схема цепи и уравнение для электродного потенциала. Нормальный водородный электрод, электрохимический ряд напряжений.

30. Гальванические элементы (химические и концентрационные цепи), разность потенциалов между электродами и термодинамические соотношения, Диффузионный и контактный потенциалы. ЭДС гальванического элемента. Аккумуляторы.
31. Электролиз - катод, анод, катодные и анодные процессы, влияние вида электролита и материала электрода на процесс электролиза. Закон Фарадея и выход по току. Поляризационный гальванический элемент, напряжение разложения электролита и перенапряжение.
32. Изменение электродных потенциалов электродов под влиянием электрического тока. Поляризация и ее виды. Электрохимическая поляризация: связь силы тока на электроде с перенапряжением и ток обмена. Диффузионная поляризация и предельный ток диффузии. Перенапряжение выделения водорода. Уравнение Тафеля. Стадии электрохимического выделения водорода, понятие о рекомбинационной теории и теории медленного разряда.
33. . Анодное растворение и пассивность металлов, влияние посторонних ионов на пассивность металлов. Описание процессов пассивации.
34. Коррозия металлов, макро- и микро-гальваноземента. Сила тока в коррозионном элементе. Защита от коррозии. Металлические покрытия (анодные и катодные). Другие электрохимические методы защиты от коррозии.

## 2. Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Предмет химической кинетики.
2. Скорость реакции, закон действия масс.
3. Кинетическая классификация реакций (по порядку, молекулярности, сочетанию элементарных стадий и числу фаз).
4. Методы измерения скоростей реакций.
5. Кинетика необратимых реакций первого, второго, третьего и нулевого порядков.
6. Понятие о степени превращения вещества и половинном времени реакции, связь последней величины с константами скоростей реакций.
7. Оценка порядка реакции.
8. Кинетика сложных реакций первого порядка (обратимые, последовательные, параллельные, автокаталитические).
9. Влияние температуры на скорость реакций, энергия активации и энергетическая диаграмма хода химической реакции
10. Закон действующих масс. Константа химического равновесия.
11. Зависимость константы химического равновесия от температуры. Уравнение Вант-Гоффа.
12. Уравнение Аррениуса.
13. Равновесие. Принцип Ле-Шателье.
14. Цепные реакции, понятие о простых и разветвленных цепных реакциях.
15. Уравнение для содержания активных частиц и основные особенности цепного процесса.
16. Фотохимические реакции (четыре закона фотохимии и классификация реакций по квантовому выходу).
17. Понятие о модели активных столкновений в кинетике химических реакций.
18. Частота столкновений и энергетический барьер.
19. Понятие о теории переходного состояния в химической кинетике. Уравнение для константы скорости реакции в этой теории.
20. Гетерогенный катализ.
21. Яды и промоторы.
22. Стадии гетерогенного катализа и энергетическая диаграмма гетерогенно-каталитической реакции.
23. Особенности действия закона действующих масс в гетерогенном катализе.
24. Кажущиеся и истинные кинетические характеристики гетерогенно-каталитического процесса.
25. Представления о мультиплетной теории катализа Баландина, о теории активных ансамблей Кобозева и об электронной теории Писаржевского-Волькенштейна.
26. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений.
27. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул
28. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.
29. Необратимые реакции нулевого и второго порядков, определение константы скорости из опытных данных. Время полупревращения (при одинаковых концентрациях компонентов).
30. Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи). Принцип квазистационарных концентраций и область его применения.

31. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных данных. Сопоставление со схемой Ленгмюра-Хиншельвуда в гетерогенном катализ
32. Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции образования HBr.
33. Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.
34. Интерпретация предэкспоненциального множителя в статическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации
35. Кинетические характеристики элементарных процессов фотохимии. Принцип Франка-Кондона. Физические и химические свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии.
36. Механизмы кислотно-основных каталитических реакций и их классификация
37. Вещества Аррениуса и вещества Вант-Гоффа.
38. Кинетика ферментативных реакций с конкурентным ингибированием.
39. Кинетические особенности моно- и бимолекулярных реакций, возможность их перехода друг в друга, уравнение Линдемана и его анализ
40. Теория активированного комплекса и статический вывод основного уравнения. Взаимосвязь опытной и истинной энергии активации

### 3. Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем.
2. Методы получения и очистки коллоидных растворов.
3. Электрические свойства коллоидов. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления.
4. Влияние различных факторов на электрокинетический потенциал. Кинетическая и агрегативная устойчивость коллоидных растворов
5. Оптические свойства коллоидных растворов. Конус Тиндаля. Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
6. Нефелометрия.
7. Турбидиметрия.
8. Ультрамикроскопия.
9. Образование коллоидных частиц.
10. Строение различных видов коллоидных частиц. Мицеллы
11. Коагуляция. Золотое число.
12. Седиментация грубодисперсных суспензий нерастворимых веществ в жидкостях и проблемы дисперсионного анализа.
13. Пептизация.
14. Поверхностное натяжение на границах раздела фаз. Смачивание.
15. Капиллярные явления.
16. Поверхностно-активные вещества, их строение и поведение на границе раздела фаз. Оценка размеров молекул ПАВ по данным о предельной адсорбции.
17. Устойчивость микрогетерогенных и коллоидных дисперсий малорастворимых веществ в водных средах.
18. Пены. Кратность пены и форма ячейки. Факторы устойчивости пен. Кинетические особенности разрушения.
19. Латексы. Классификация, методы получения. Коллоидно-химические и технические свойства латексов.
20. Суспензии и эмульсии. Общие свойства и вязкость суспензий.
21. Лиофобные эмульсии. Основные свойства и классификация. Правило Банкрофта. Обращение фаз в эмульсиях.
22. Диффузия и седиментация Диффузионно-седиментационное равновесие. Седиментация и седиментационные методы анализа.
23. Осмотические явления в коллоидах.
24. Броуновское движение и флуктуация.
25. Понятие о кинетической и агрегативной устойчивости коллоидов
26. Молекулярнокинетические явления в коллоидах.
27. Работы Смолуховского и Перрена. Определение числа Авогадро.
28. Наноразмерные процессы и технологии.
29. Адсорбция и абсорбция.
30. Работы Ленгмюра о коллоидах.
31. Силы, действующие на молекулу на поверхности жидкости. Молекулярное давление и поверхностное натяжение.
32. Когезия и адгезия, уравнение Дюпре. Смачивание твердых тел. Краевой угол. Работа адгезии, уравнение Дюпре-Юнга
33. Условия механического равновесия фаз на границе воздуха, жидкости и твердого тела, уравнение Юнга.

34. Гидрофильные и олеофильные поверхности. Флотация. Значение в промышленных процессах.
35. Термодинамическая неравновесность дисперсных систем. Избыточное давление в капле и избыточное давление пара над каплей.
36. Сорбция газов твердыми телами. Виды сорбции. Уравнение Ленгмюра и следствия из него.
37. Молекулярная адсорбция из растворов и ее особенности. Уравнение Фрейндлиха. Влияние свойств адсорбента и адсорбтива на величину молекулярной адсорбции, обращение правила Траубе. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
38. Адсорбция ионов и ее основные особенности. Представление об адсорбционных силах и особенностях их действия. Силы Ван-дер-Ваальса между парой атомов и между атомом и поверхностью твердого тела.
39. Моно- и полимолекулярная адсорбция. Теплоты и кинетика адсорбции. Теории адсорбции. Уравнение Ленгмюра и уравнение БЭТ. Краткая характеристика типичных адсорбентов
40. Седиментация. Закон Архимеда. Уравнение для скорости седиментации сферической частицы и его ограничения. Способы контроля седиментации и обработки седиментационных кривых



## **Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Для текущего контроля используются следующие оценочные средства:

### **1. Задача**

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

### **2. Контрольная работа по разделу/теме**

Контрольная работа выполняется с целью проверки знаний и умений, полученных студентом в ходе лекционных и практических занятий и самостоятельного изучения дисциплины. Написание контрольной работы призвано установить степень усвоения студентами учебного материала раздела/темы и формирования соответствующих компетенций.

Подготовку к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данному разделу/теме и конспектов лекций.

Контрольная работа выполняется студентом в срок, установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде.

При оформлении контрольной работы следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

### **3. Опрос**

Опрос представляет собой совокупность развернутых ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Опрос может проводиться в устной и письменной форме.

Подготовка к опросу включает в себя:

- изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется опросом;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний;
- составление в мысленной форме ответов на поставленные вопросы.

### **4. Отчет по лабораторной работе**

При составлении и оформлении отчета следует придерживаться рекомендаций, представленных в методических указаниях по выполнению лабораторных работ по дисциплине.

### **5. Ситуационные задачи**

Ситуационная задача представляет собой задание, которое включает в себя характеристику ситуации из которой нужно выйти, или предложить ее исправить; охарактеризовать условия, в которых может возникнуть та или иная ситуация и предложить найти выход из нее и т.д.

При выполнении ситуационной задачи необходимо соблюдать следующие указания:

1. Внимательно прочитать текст предложенной задачи и вопросы к ней.
2. Все вопросы логично связаны с самой предложенной задачей, поэтому необходимо работать с каждым из вопросов отдельно.
3. Вопросы к задаче расположены по мере усложнения, поэтому желательно работать с ними в том порядке, в котором они поставлены.

## 2. Описание процедуры промежуточной аттестации

Оценка за зачет/экзамен может быть выставлена по результатам текущего рейтинга. Текущий рейтинг – это результаты выполнения практических работ в ходе обучения, контрольных работ, выполнения заданий к лекциям (при наличии) и др. видов заданий.

Результаты текущего рейтинга доводятся до студентов до начала экзаменационной сессии.

Цель зачета – проверка и оценка уровня полученных студентом специальных знаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации.

Зачет может проводиться как в формате, аналогичном проведению экзамена, так и в других формах, основанных на выполнении индивидуального или группового задания, позволяющего осуществить контроль знаний и полученных навыков.

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и итоговой аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

По результатам сдачи зачета выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой (или в форме компьютерного тестирования). Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и задачи. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся не позднее чем за один месяц до экзаменационной сессии.

В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп.

При любой форме проведения экзаменов по билетам экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы, задачи и примеры по программе данной дисциплины. Дополнительные вопросы также, как и основные вопросы билета, требуют развернутого ответа.