

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии  
Шестаков А.С.  
15.06.2018



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.17 Коллоидная химия**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**  
04.03.01 Химия
- 2. Профиль подготовки/специализация:** органическая и полимерная химия, теоретическая и экспериментальная химия
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
- 6. Составители программы:**  
Вережников Виктор Николаевич, доктор химических наук, профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2020/2021 **Семестр(ы):** 6

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс коллоидной химии ставит целью формирование представлений об универсальности дисперсного микрогетерогенного состояния веществ, природных объектов, раскрытие фундаментальных проблем физикохимии дисперсных систем и роли поверхностных явлений в них, ознакомление с основными свойствами этих систем и методами их исследования и регулирования.

Задачи курса:

- изучение фундаментальных понятий и проблем в области физикохимии дисперсных систем и поверхностных явлений;
- раскрытие теоретических и экспериментальных основ современных представлений о коллоидных процессах и управлении ими;
- рассмотрение технических приложений науки о коллоидах;
- освоение экспериментальных методов исследования коллоидных систем и поверхностных явлений.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** курс входит в блок Б1, базовую часть. Студент для изучения курса должен освоить курсы органической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии, иметь представление об основных классах неорганических и органических веществ и их реакционной способности. Дисциплина является предшествующей для курсов Б1.Б.18 Высокомолекулярные соединения; Б1.В.13 Физико-химия полимеров, Б1.В.16 Коллоидная химия дисперсий полимеров и ПАВ, ФТД.В.01 Реология дисперсных систем

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы осуществления деятельности. владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки при выполнении профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	знать: признаки объектов коллоидной химии; классификацию дисперсных систем уметь: использовать представление об универсальности дисперсного состояния веществ и природных объектов владеть: термодинамическими, кинетическими, оптическими, реологическими методами исследования дисперсных систем

ОПК-2	Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p>знать: методы получения и стабилизации дисперсных систем</p> <p>уметь: определять величины, характеризующие агрегативную и кинетическую устойчивость свобододисперсных систем</p> <p>владеть: навыками проведения эксперимента по синтезу лиофобных золей и определению их дисперсных характеристик</p>
ПК-1	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p>знать: физико-химические основы методов исследования дисперсных систем</p> <p>уметь: определять порог быстрой коагуляции электролитами, поверхностное натяжение, мутность, размер частиц оптическим методом,</p> <p>владеть: основами физико-химических методов исследования дисперсных систем</p>
ПК-2	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p>знать: физико-химические основы методов исследования дисперсных систем</p> <p>уметь: определять коллоидно-химические характеристики дисперсных систем методами вискозиметрии, динамического рассеяния света и т.д.</p> <p>владеть: основами физико-химических методов исследования дисперсных систем; методологией расчета их основных характеристик</p>
ПК-3	Владение системы фундаментальных химических понятий	<p>знать: - классификацию дисперсных систем, основные количественные закономерности коллоидной химии</p> <p>уметь: - использовать основные понятия науки о дисперсном состоянии вещества: учение о поверхностных явлениях, свойствах адсорбционных слоев, устойчивости и стабилизации, структурообразовании в дисперсных системах</p> <p>Владеть: - представлениями о механизме действия поверхностно-активных веществ, о лиофильности и самопроизвольном диспергировании, физико-химической механики</p>
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>знать: - физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность перемещаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химии, в том числе особо опасных веществ;</p> <p>уметь: - использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ;</p> <p>- устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов;</p> <p>- оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п.</p> <p>владеть: - навыками безопасной работы в химической лаборатории;</p> <p>- навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 4 / 144.**

**Форма промежуточной аттестации – экзамен**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		6 семестр		
Аудиторные занятия	72	72		
в том числе:				
лекции	36	36		
практические	0	0		
лабораторные	36	36		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации <i>экзамен</i>	36	36		
Итого:	144	144		

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1.	Предмет и значение коллоидной химии	Определение коллоидной химии как науки. Признаки коллоидных систем. Объективные критерии границ коллоидного состояния. Основные проблемы коллоидной науки. Виды классификации коллоидных систем. Прикладное значение коллоидной химии. Выдающиеся коллоидники А.В. Думанский, П.А. Ребиндер, Р.Э. Нейман.
1.2	Поверхностные явления и адсорбция	Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Понятие о поверхностном слое. Поверхностное натяжение. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Капиллярное давление. Капиллярное поднятие. «Плоские капилляры». Влияние кривизны поверхности на химический потенциал и давление насыщенного пара. Уравнение Томсона (Кельвина). Явления, обусловленные кривизной поверхности. Адсорбция. Молекулярная адсорбция из растворов. Изотермы поверхностного натяжения. Связь между адсорбцией и поверхностным натяжением. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение адсорбции Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Обобщение уравнений Гиббса и Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Использование поверхностных пленок. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Смачивание. Адгезия. Общая характеристика явления смачивания. Связь между смачиванием и адгезией. Неограниченное растекание жидкости. Регулирование смачивания с помощью ПАВ. Флотация.
1.3	Электроповерхностные свойства дисперсных систем	Причины возникновения электрического заряда на дисперсных частицах. Электрокинетические явления и электрокинетический потенциал. Строение ДЭС Теория плоского ДЭС Теория диффузного ДЭС. Теория Штерна Электрокинетические явления. Электроосмос. Электрофорез. Потенциал течения. Потенциал оседания. Практическое значение электрокинетических явлений.

1.4	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Общие положения. Коагуляция лиофобных золь электролитами. Кинетика коагуляции. Физическая теория устойчивости и коагуляции лиофобных коллоидов (теория ДЛФО). Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Суммарная потенциальная энергия взаимодействия частиц в зависимости от расстояния. Лиофильные дисперсные системы. Растворы коллоидных поверхностно-активных веществ
1.5	Физико-химические свойства дисперсных систем	Оптические свойства дисперсных систем. Общая характеристика Рассеяние света. Уравнение Рэлея. Ультрамикроскопия. Рассеяние света в гомогенных средах. Абсорбция (поглощение) света в коллоидных растворах. Закон Ламберта. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Поверхностные явления и адсорбция	Молекулярная адсорбция на границе раздела раствор/воздух
2.2	Электроповерхностные свойства дисперсных систем	Определение электрокинетического потенциала золь методом электрофореза
2.3	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Определение порога быстрой коагуляции латекса. Проверка совместимости закона Дерягина-Ландау
2.4	Физико-химические свойства дисперсных систем	Определение размера коллоидных частиц методом светорассеяния

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Лекции	Наименование раздела дисциплины				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Предмет и значение коллоидной химии	2			1	3
2	Поверхностная энергия и поверхностное натяжение	2			2	4
3	Капиллярное давление	2			2	4
4	Явления, обусловленные кривизной поверхности	2			2	4
5	Адсорбция. Связь с поверхностным натяжением	2		10	2	14
6	Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества	2			2	4
7	Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра	2			2	4
8	Обобщение уравнений Гиббса и Ленгмюра	2			2	4
9	Смачивание и адгезия	2			2	4
10	Регулирование смачивания. Флотация	2			2	4

11	Электрокинетические явления	2		10	2	14
12	Теория диффузного двойного электрического слоя	2			2	4
13	Теория Штерна	2			2	4
14	Электоосмос. Электрофорез	2			2	4
15	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем (общие положения)	2			2	4
16	Коагуляция лиофобных зольей электролитами	2		10	2	14
17	Основы теории ДЛФО	2			2	4
18	Оптические свойства дисперсных систем	2		6	2	10
19	Молекулярно-кинетические свойства ДС.	2			2	4
	Итого:	36		36	36	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

##### а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	<u>Гавронская Ю.Ю.</u> Коллоидная химия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю.Ю. Гавронская, В.Н. Пак .– Москва : Юрайт, 2018 .– 284, [3] с.
02	Яковлева А.А. Коллоидная химия : учебное пособие для вузов / А.А. Яковлева. – Москва : Юрайт, 2018 .– 209 с.
03	Коллоидная химия. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / В.Ф. Марков [и др.] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина .– Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Издательство Уральского университета, 2018 .– 185 с.
04	Сумм Б.Д. Коллоидная химия : учебник : [для студ. учреждений высш. проф. образования] / Б.Д. Сумм .— 4-е изд., перераб. — Москва : Академия, 2013 .— 238, с.
05	Щукин Е.Д. Коллоидная химия : учебник для академического бакалавриата / Е.Д.Щукин, А.В.Перцов, Е.А.Амелина. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 443 с.
06	Вережников В.Н. Избранные главы коллоидной химии (учебное пособие). 2011. <a href="http://e-science.ru/chemistry/e-book/">http://e-science.ru/chemistry/e-book/</a>

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
07	Нейман Р.Э. Диалектика науки о коллоидах / Р.Э. Нейман. - Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та., 1989. – 152 с.
08	Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г. Фролов. - М. : Химия, 1989. – 462 с.
09	Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. - Л. : Химия, 1984. – 368 с.
10	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. - М. : Высш. шк., 2004. - 444 с.
11	Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ / В.Н.Вережников, И.И.Гермашева, М.Ю.Крысин. – М. : ЛАНЬ, 2015. – 304 с.

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:**

№ п/п	Ресурс
12	Зональная научная библиотека ВГУ. <a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a>
13	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
14	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (*учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.*)

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Компьютер с программным обеспечением, с выходом в Интернет, мультимедийная техника.

Лабораторное и учебное оборудование:

- Аналитические весы
- Сушильный шкаф
- рН-метр-иономер «Эксперт-001»
- Нефелометр НФМ
- Тензиометр Дю Нуи
- Сталагмометр
- Электрофоретическая ячейка Чайковского
- Вискозиметры Оствальда-Пинкевича, ВПЖ и Уббелоде.
- Модульный спектрометр динамического и статического рассеяния света Photocor-Complex.
- Фотометр КФК-3 «ЗОМЗ»

Мультимедийная техника

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-7	Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы осуществления деятельности. Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки при выполнении профессиональной деятельности.	Разделы 1.1-1.5, 1.1-1.4	Ситуационная задача
ОПК-1	Знать: признаки объектов коллоидной химии; классификацию дисперсных систем	Раздел 1.1. Предмет и значение коллоидной химии	Ситуационная задача Тест
ОПК-2	Знать: методы получения и стабилизации дисперсных систем уметь: определять величины, характеризующие агрегативную и кинетическую устойчивость свобододисперсных систем Владеть: навыками проведения эксперимента по синтезу лиофобных зольей и определению их дисперсных характеристик	Раздел 1.4. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем	Ситуационная задача Тест
ПК-1	Знать: физико-химические основы методов исследования дисперсных систем уметь: определять порог быстрой коагуляции электролитами, поверхностное натяжение, мутность, размер частиц оптическим методом, Владеть: основами физико-химических методов исследования дисперсных систем.	Раздел 1.5. Физико-химические свойства дисперсных систем	Ситуационная задача
ПК-2	Знать: физико-химические основы методов исследования дисперсных систем	Разделы 2.1-2.4	Ситуационная задача
	Уметь: определять порог быстрой коагуляции электролитами, поверхностное натяжение, мутность, размер частиц оптическим методом,		
	Владеть: основами физико-химических методов исследования дисперсных систем.		



ПК-3	<p>Знать: - классификацию дисперсных систем, основные количественные закономерности коллоидной химии</p> <p>Уметь: - использовать основные понятия науки о дисперсном состоянии вещества: учение о поверхностных явлениях, свойствах адсорбционных слоев, устойчивости и стабилизации, структурообразовании в дисперсных системах</p> <p>Владеть: - представлениями о механизме действия поверхностно-активных веществ, о лиофильности и самопроизвольном диспергировании.</p>	Разделы 1.1-1.5	Ситуационная задача Тест
ПК-7	<p>Знать: физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность перемещаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химии полимеров, в том числе особо опасных веществ;</p> <p>Уметь: использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ; - устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов; - оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п.</p> <p>Владеть: навыками безопасной работы в химической лаборатории; - навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности</p>	Разделы 2.1-2.4	Ситуационная задача

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом науки о дисперсных системах
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять теоретические знания, решать практические задачи;
- 5) владение способами синтеза ДС и методами их исследования; данные критерии в большей степени относятся к экзамену

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание учебного материала и владение понятийным аппаратом в области коллоидной науки, умение связывать теорию с решением практических задач, владение теоретическими основами коллоидной химии, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрирована связь теории с практикой, или содержатся отдельные пробелы в знании вопросов теории,	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания теории, или не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, или имеет не полное представление о способах получения и исследования ДС, допускает существенные ошибки в написании формул.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в рассмотрении теоретических вопросов, не может привести конкретные примеры на поставленные вопросы.	–	Неудовлетворительно

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

#### 19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Предмет и значение коллоидной химии
2. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение
3. Капиллярное давление
4. Явления, обусловленные кривизной поверхности
5. Адсорбция. Связь с поверхностным натяжением
6. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества
7. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра
8. Обобщение уравнений Гиббса и Ленгмюра
9. Смачивание и адгезия
10. Регулирование смачивания. Флотация
11. Электрокинетические явления
12. Теория диффузного двойного электрического слоя
13. Теория Штерна
14. Электроосмос. Электрофорез
15. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем (общие положения)
16. Коагуляция лиофобных золей электролитами
17. Основы теории ДЛФО
18. Оптические свойства дисперсных систем
19. Молекулярно-кинетические свойства ДС.

### 19.3.2 Перечень практических заданий

1. Молекулярная адсорбция из растворов
2. Определение электрокинетического потенциала
3. Определение порога быстрой коагуляции
4. Определение размера частиц методом светорассеяния

### 19.3.3 Тестовые задания

1. По какому признаку классифицируют дисперсные системы на ультрадисперсные (коллоидные), микрогетерогенные и грубодисперсные:

- А) по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- Б) по степени дисперсности;
- В) по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды;
- Г) по взаимодействию частиц дисперсной фазы.

Варианты ответа: 1) А; 2) Б; 3) В; 4) Г.

2. Выделите из приведенных характеристик те, которые относятся к *лиофобным* дисперсным системам:

- А) дисперсная фаза и дисперсионная среда сильно различаются по природе (полярности), характеру межмолекулярных (межмолекулярных) взаимодействий;
- Б) поверхностное натяжение на границе раздела фаз имеет очень низкое значение ( $\sigma \rightarrow 0$ );
- В) межмолекулярные силы сильно не скомпенсированы на поверхности раздела фаз;
- Г) при образовании дисперсной системы энергия диспергирования не компенсируется энергией межмолекулярного взаимодействия на образующейся поверхности и возрастанием энтропии;
- Д) система возникает в результате самопроизвольного диспергирования, при этом изменение энергии Гиббса  $\Delta G < 0$ ;
- Е) система термодинамически неустойчива, требуется наличие специального стабилизатора для предотвращения ее разрушения (коагуляции).

1) АДВ; 2) АВЕ; 3) АВГЕ; 4) БДЕ

3. Какие из приведенных выражений характеризуют поверхностное натяжение

$$\text{А) } \left( \frac{\partial F}{\partial n_i} \right)_{T, V, n_{j \neq i}} \quad \text{Б) } \left( \frac{\partial G}{\partial s} \right)_{T, P, n_i} \quad \text{В) } \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P \quad \text{Г) } \left( \frac{\partial U}{\partial s} \right)_{S, V, n_i} \quad ?$$

Варианты ответа: 1) АБ; 2) БГ; 3) ВГ; 4) ВА.

4. Расположите данные вещества в ряд по *возрастанию* поверхностного натяжения: (1) бензол; (2) вода; (3) гексан; (4) анилин.

Варианты ответа: 1) 1 < 3 < 4 < 2; 2) 3 < 1 < 4 < 2; 3) 3 < 1 < 4 < 2.

5. Жидкость находится  
 (А) в капле диаметром  $d$ ;  
 (Б) в смачиваемом капилляре с тем же диаметром;  
 (В) в широком сосуде (плоская поверхность);  
 (Г) между смачиваемыми пластинками, расположенными параллельно друг другу на расстоянии, равном  $d$ .

Какой ряд правильно отражает соотношение между величинами *давления насыщенного пара* для этих систем?

- 1)  $A = B > V > \Gamma$ ; 2)  $A > B > \Gamma > B$ ; 3)  $A > B < V < \Gamma$ ; 4)  $A < B = V > \Gamma$ .

6. Два стеклянных капилляра с радиусом  $r_1$  и  $r_2$  ( $r_1 > r_2$ ) частично погружены в воду. Высота капиллярного поднятия равна соответственно  $h_1$  и  $h_2$ . Какое соотношение справедливо:

Варианты ответа: 1)  $h_1 < h_2$  2)  $h_1 > h_2$  3)  $h_1 = h_2$  ?

7. Имеем двухфазные системы: (1) вода-бензол; (2) вода-гексан; (3) вода-анилин. Расположите эти системы в ряд по *убыванию* межфазного натяжения:

Варианты ответа: 1)  $2 > 1 > 3$ ; 2)  $1 > 2 > 3$ ; 3)  $3 > 1 > 2$ ; 4)  $3 > 2 > 1$ .

8. Химический потенциал вещества (1) возрастает; (2) уменьшается; (3) не изменяется при диспергировании, так как при этом доля поверхностной энергии, приходящейся на единицу объема тела (А) уменьшается; (Б) возрастает; (В) не изменяется.

Варианты ответа: 1) 1А 2) 1Б 3) 2В

9. Адсорбция – это

(А) самопроизвольное распределение компонентов системы между поверхностным слоем и объемной фазой;

(Б) самопроизвольное концентрирование газообразного или растворенного компонента гетерогенной системы в поверхностном слое;

(В) самопроизвольный процесс выравнивания химических потенциалов компонентов в объеме фаз и в поверхностном слое;

(Г) взаимодействие между приведенными в контакт поверхностями конденсированных тел разной природы:

(Д) изменение концентрации компонента в поверхностном слое по сравнению с объемной фазой, отнесенное к единице площади поверхности.

Какая комбинация этих определений содержит только правильные утверждения?

- 1) БВГ; 2) АВГД; 3) АБВД; 4) ГДБ

10. Молекулярная площадка ПАВ на поверхности пористого адсорбента  $S_m = 0,5 \text{ нм}^2$ , емкость монослоя равна  $3 \cdot 10^{-4}$  моль/кг. Чему равна удельная поверхность адсорбента

- 1) 90; 2) 180; 3) 9; 4) 15 ( $\text{м}^2 / \text{кг}$ )?

11. Укажите *неправильный* вариант выражения, описывающего равновесное распределение компонента гетерогенной системы между поверхностной и объемной фазой:

$$(1) \frac{a_v}{a_s} = \exp\left(\frac{\mu_s^o - \mu_v^o}{RT}\right); \quad (2) \frac{a_s}{a_v} = \exp\left(-\frac{\mu_s^o - \mu_v^o}{RT}\right); \quad (3) \frac{a_v}{a_s} = \exp\left(-\frac{\mu_v^o - \mu_s^o}{RT}\right)$$

Варианты ответа: 1) 1; 2) 2, 3; 3) 1, 3; 4) все правильные

12. Ниже приведены соотношения между работой адгезии ( $W_a$ ) и когезии ( $W_c$ ) в соответствии с уравнением Дюпре-Юнга при определенных значениях угла смачивания. Укажите, какие из них являются *правильными*:

1)  $\theta = 0^\circ$ ;  $W_a = W_c$

2)  $\theta = 90^\circ$ ;  $W_a = 0,5 W_c$

3)  $\theta = 180^\circ$ ;  $W_a = 2 W_c$

Варианты ответа: 1) 1, 2; 2) 2, 3; 3) 1, 3.

13. Различные типы межфазного взаимодействия, наблюдаемые в гетерогенных системах, характеризуются понятиями: (1) когезия; (2) смачивание; (3) растекание; (4) адгезия, которые имеют следующий смысл:

(А) притяжение атомов и молекул в объеме гомогенной фазы;

(Б) взаимодействие жидкости с твердым телом или с другой жидкостью при наличии контакта трех несмешивающихся фаз;

(В) взаимодействие между приведенными в контакт поверхностями конденсированных фаз разной природы;

(Г) взаимодействие между твердым телом и нанесенной на его поверхность жидкости в случае, когда работа адгезии превышает работу когезии жидкости.

Укажите вариант, в котором правильно соотнесены каждое понятие (цифра) и его содержание (буква):

1) 1Б; 2В; 3Г; 4А    2) 1А; 2Б; 3Г; 4В    3) 1В; 2Г; 3А; 4Б.

14. Известны значения постоянных уравнения изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра – предельная адсорбция ( $A_\infty$ ) и константа адсорбционного равновесия ( $K$ ). Какие параметры системы водный раствор ПАВ – твердый пористый адсорбент характеризуют эти величины и могут быть рассчитаны с их помощью?

(А) удельную поверхность адсорбента;

(Б) коэффициент  $\beta$  Дюкло-Траубе;

(В) сродство адсорбата к адсорбенту  $\Delta G^0$ ;

(Г) молекулярную площадку адсорбата;

(Д) энергию взаимодействия молекул адсорбата на поверхности адсорбента;

(Е) емкость адсорбционного слоя.

Укажите комбинацию этих характеристик, содержащую только правильные ответы:

1) АВГЕ; 2) АБВГ; 3) БДЕ; 4) АВГД

15. Для (1) поверхностно-активных веществ; (2) поверхностно-инактивных веществ; (3) поверхностно-неактивных веществ справедливо выражение

(А)  $\mu_s^0 > \mu_v^0$ ;    (Б)  $\mu_s^0 = \mu_v^0$ ;    (В)  $\mu_s^0 < \mu_v^0$

Укажите вариант, содержащий правильное сочетание типа вещества и соотношения стандартных химических потенциалов

1) 1В; 2А; 3Б    2) 1Б; 2 А; 3В    3) 1В; 2Б; 3А

16. На поверхности некоторого твердого тела при контакте с воздухом капля воды и капля углеводорода образуют в обоих случаях острый краевой угол ( $\theta < 90^\circ$ ). При погружении этого тела в воду капля углеводорода, нанесенная на его поверхность, приобретает такую форму, что угол между касательной к поверхности капли и твердой поверхностью больше  $90^\circ$ . Отсюда следует, что данное тело

- 1) гидрофобно;
- 2) гидрофильно;
- 3) приведенных данных недостаточно для однозначного вывода.

Варианты ответа: 1) 1; 2) 2; 3) 3.

17. Какие два из приведенных уравнений являются уравнением Дюпре-Юнга

(А)  $W_a = \sigma_{жг} (1 + \cos\theta)$ ; (Б)  $W_a = W_c + \sigma_{тг} \cos\theta$ ; (В)  $W = 2\sigma_{жг} \cos\theta$ ; (Г)  $2W_a = W_c (1 + \cos\theta)$ ?

Варианты ответа: 1) БГ; 2) АБ; 3) БВ; 4) АГ

18. В системе вода-углеводород-ПАВ (углеводородный радикал молекулы ПАВ – прямая насыщенная алкильная цепь) правило Дюкло-Траубе выполняется ( $\beta > 1$ )

- 1) при адсорбции ПАВ из водного раствора на границе с углеводородом
- 2) при адсорбции ПАВ из углеводородной фазы на границе с водой;
- 3) в обоих случаях,

потому что

(А) работа переноса углеводородного радикала из водной фазы в неполярную является аддитивной функцией числа метиленовых групп;

(Б) работа переноса полярной группы в водную фазу из неполярной зависит от ее гидрофильности (энергии гидратации).

Варианты ответа: 1) 1Б; 2) 1А ; 3) 3АБ.

19. Зависимость поверхностной активности от длины углеводородного радикала молекулы ПАВ выражается уравнением  $\ln G_n = \text{const} + n\Delta W/RT$ ,

где  $n$  – число углеродных атомов в прямой насыщенной алкильной цепи, а  $\Delta W$  – работа обратимого изотермического процесса переноса

(А) 1 моля молекул ПАВ из объема раствора в поверхностный слой;

(Б) 1 моля полярных групп молекул ПАВ из объема раствора в поверхностный слой

(В) 1 моля метиленовых групп молекул ПАВ из объема раствора в поверхностный слой;

Варианты ответа: 1) А; 2) Б; 3) В

20. Как ориентируются

(1) олеат-анионы  $\text{RCOO}^-$  на поверхности частиц латекса полистирола из водной фазы;

(2) катионы додециламмония  $\text{RNH}_3^+$  на поверхности кварца из водного раствора:

(А) полярная группа закрепляется на поверхности частицы (взаимодействует с поверхностными атомами твердой фазы), а углеводородный радикал обращается в сторону водной фазы;

(Б) углеводородный радикал располагается на поверхности частицы, а полярная группа втягивается в водную фазу

Варианты ответа: 1) 1А; 2Б; 2) 1Б; 2Б; 3) 1Б; 2А.

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.