



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ В ПИЩЕВОЙ  
БИОТЕХНОЛОГИИ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
**19.03.01 БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Профиль программы  
**«ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Институт агроинженерии и пищевых систем  
Кафедра Химии

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.2: Демонстрирует понимание роли каждого раздела химии в повседневной жизни и решении профессиональных задач. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Поверхностные явления и дисперсные системы в пищевой биотехнологии	<p>Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции</p> <p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию поверхностных явлений;</li> <li>- основные закономерности адсорбции и поверхностных явлений;</li> <li>- термодинамику поверхностных явлений;</li> <li>- характеристики ПАВ и ВМС.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить изотермы адсорбции;</li> <li>- рассчитывать Гиббсовскую адсорбцию водных растворов ПАВ;</li> <li>- различать поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правилами и навыками:</li> <li>- работы с приборами;</li> <li>- постановки простейшего эксперимента и оценки его результатов;</li> <li>- использования учебной и технической литературы, а также использования информационных материалов из Интернета.</li> </ul>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;

- задания по контрольным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- вопросы для зачета.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

#### **3.1 Тестовые задания.**

Тестовые задания используются для оценки освоения основных тем дисциплины и приведены в Приложении № 1. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после рассмотрения на лекциях и лабораторных занятиях соответствующих тем. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по результатам тестирования в семестре, проходит тестирование повторно.

Тестирование предусматривает выбор правильного ответа на вопрос или задание из предлагаемых вариантов ответа. Оценка определяется количеством допущенных при выборе ошибок (таблица 2).

Таблица 2 - Методические рекомендации по оценке тестовых заданий

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений
80-100	отлично (зачтено)
70-79	хорошо (зачтено)
50-69	удовлетворительно (зачтено)
менее 50	не удовлетворительно (не зачтено)

#### **3.2 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам**

Непременным условием успешного усвоения дисциплины является выполнение лабораторного практикума. Его целью является формирование у обучающихся навыков самостоятельной экспериментальной работы, умения анализировать полученные результаты и формулировать выводы по лабораторным работам.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в Приложении № 2.

Студент, самостоятельно выполнивший лабораторную работу, правильно оформивший отчёт и ответивший на вопросы по теме лабораторной работы, получает оценку «зачтено» или оценку по пятибалльной системе.

### 3.3 Задания по контрольным работам

Контрольная работа включает задания, выполнение которых будет способствовать освоению материала основных тем дисциплины. При выполнении заданий контрольной работы обучающемуся необходимо обращаться к рекомендуемым учебникам и учебным пособиям, конспекту лекций, что способствует развитию навыков самостоятельной работы с учебной литературой. Также следует посещать консультации.

Обучающийся, выполнивший все задания своего варианта контрольной работы, работу над ошибками в случае необходимости, и ответивший на вопросы по темам контрольных работ получает по ним оценку «зачтено».

Контрольные задания приведены в Приложении № 3.

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К зачету допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины (получившие положительные оценки по результатам тестирования);
- выполнившие и защитившие все предусмотренные лабораторным практикумом лабораторные работы;
- выполнившие и защитившие контрольную работу.

4.2 В Приложении № 4 приведены типовые вопросы для зачета по дисциплине.

4.4 Основой для определения оценки на зачете служит уровень усвоения учебного материала (таблица 3).

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 3).

Таблица 3 - Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отноше-	Обладает частичными и разрозненными знаниями,	Обладает минимальным набором зна-	Обладает набором знаний, достаточ-	Обладает полной знаний и системным

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
нии изучаемых объектов	которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	ний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	ным для системного взгляда на изучаемый объект	взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3.Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Поверхностные явления и дисперсные системы в пищевой биотехнологии» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, (профиль «Пищевая биотехнология»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 25.04.2022 г.)

Заведующий кафедрой



Б. Ю. Воротников

Приложение № 1

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант 1

Вопрос 1. Самопроизвольно протекающий процесс . . .	
1. Требуется затраты энергии извне.	2. Протекает при постоянном давлении.
3. Не требует затраты энергии извне.	4. Протекает при постоянном объеме.

Вопрос 2. Энергия активации адсорбции характеризует . . .	
1. Избыточную энергию, достаточную для осуществления данной реакции.	2. Энергию, необходимую для перевода системы из одного агрегатного состояния в другое.
3. Энергию, необходимую для нагревания 1 моль вещества на 1 градус.	4. Энергию, выделяющуюся в результате реакции.

Вопрос 3. Система приходит в состояние равновесия . . .	
1. Когда система требует затраты энергии извне.	2. Когда процесс протекает при постоянном давлении.
3. Когда процесс протекает при постоянном объеме.	4. Когда свободная энергия достигает минимального значения.

Вопрос 4. Процесс самопроизвольного перераспределения компонентов системы между поверхностным слоем и объемной фазой называется . . .	
1. Абсорбцией.	2. Адсорбцией.
3. Хемосорбцией.	4. Когезией.

Вопрос 5. Процесс объемного поглощения компонентов системы жидкостью или твердым телом называется . . .	
1. Абсорбцией.	2. Адсорбцией.
3. Хемосорбцией.	4. Когезией.

Вопрос 6. Поверхностное натяжение есть величина, измеряемая ( $P, T = \text{const}$ ) . . .	
1. Внутренней энергией, приходящейся на	2. Энергией Гиббса, приходящейся на еди-

единицу массы.	ницу массы.
3. Энергией Гиббса, приходящейся на единицу объема.	4. Энергией Гиббса, приходящейся на единицу поверхности.

Вопрос 7. Единица измерения поверхностного натяжения выражается в ...	
1. Н/м <sup>2</sup> .	2. Дж/м <sup>3</sup> .
3. Дж/м <sup>2</sup> .	4. м/Н.

Вопрос 8. Физическая адсорбции переходит в химическую (хемосорбцию) ...	
1. При охлаждении адсорбента на 1 градус.	2. При уменьшении температуры.
3. При нагревании адсорбента на 1 градус.	4. При нагревании до температуры, обеспечивающей энергию активации процессу химической адсорбции.

Вопрос 9. Хемосорбция увеличивается при ...	
1. Увеличении температуры.	2. Уменьшении температуры.
3. Увеличении свободной энергии Гиббса.	4. Увеличении свободной энергии Гельмгольца.

Вопрос 10. Физическая адсорбция может быть ...	
1. Только монослойной	2. Только многослойной.
3. Только двухслойной.	4. Как монослойной, так и многослойной.

Вопрос 11. В процессе хемосорбции по сравнению с физической адсорбцией теплоты выделяется ...	
1. Значительно большее количество.	2. Одинаковое количество.
3. Всегда 10 Дж/моль.	4. Значительно меньшее количество.

Вопрос 12. Решающим фактором при физической адсорбции является, ...	
1. Природа адсорбента.	2. Природа адсорбтива.
3. Энергия активации процесса.	4. Величина поверхности адсорбента.



Вопрос 13. Отличие физической адсорбции от хемосорбции состоит в том, что . . .	
1. Данное вещество примерно одинаково адсорбируется на разных адсорбентах.	2. Любое вещество адсорбируется только при отрицательных температурах.
3. Физическая адсорбция происходит только при комнатной температуре.	4. Выделяется большее количество теплоты.

Вопрос 14. Ионообменная адсорбция – это процесс . . .	
1. Самопроизвольного перераспределения компонентов системы между поверхностным слоем и объемной фазой.	2. Обмена ионов между раствором и ионообменником (ионитом).
3. Накопления растворенного вещества в поверхностном слое.	4.Обеднения поверхностного слоя, растворенным веществом.

Вопрос 15. Органические и неорганические иониты	
1. Не растворимы как в воде, так и органических растворителях.	2. Не растворимы в органических растворителях.
3. Растворимы в воде.	4. Не растворимы в воде.

### Вариант 2

Вопрос 1. Направление протекания самопроизвольного химического процесса можно определить, исходя из . . .	
1. Знака изменения стандартной энергии Гиббса процесса.	2. Анализа энтропийного и энтальпийного факторов.
3. Значения константы равновесия.	4. Уравнения изотермы Вант-Гоффа.

Вопрос 2. Значение свободной энергии Гиббса предполагает наступление равновесия в закрытой системе при $P, T = \text{const}$ , если . . .	
1. $\Delta G > 0$	2. $\Delta G < 0$
3. $\Delta G = 0$	4. $\Delta G$ не является критерием наступления равновесия

Вопрос 3. Процесс взаимодействия поглощаемого компонента с адсорбентом с образование нового химического вещества называется . . .
---

1. Абсорбцией.	2. Хемосорбцией.
3. Адсорбцией.	4. Когезией.

Вопрос 4. Физическая адсорбция происходит под действием . . .	
1. Ван-дер Ваальсовых сил межмолекулярного взаимодействия.	2. Водородных связей.
3. Химических сил.	4. Электростатических сил.

Вопрос 5. Изотерма адсорбции это . . .	
1. Линейная зависимость адсорбции от температуры.	2. Зависимость адсорбции от концентрации адсорбтива при постоянной температуре.
3. Зависимость адсорбции от объема адсорбтива.	4. Зависимость адсорбции от температуры.

Вопрос 6. Хемосорбция является . . .	
1. Мономолекулярной.	2. Только многослойной.
3. Только двухслойной.	4. Как монослойной, так и многослойной.

Вопрос 7. С повышением температуры поверхностное натяжение чистых жидкостей . . .	
1. Возрастает.	2. Уменьшается.
3. Не изменяется.	4. Изменяется экстремально.

Вопрос 8. Поверхностно - активные вещества (ПАВ) – это . . .	
1. Вещества, поглощающие свет.	2. Вещества, повышающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз.
3. Вещества, понижающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз.	4. Вещества, не влияющие на поверхностное натяжение на границе раздела фаз.

Вопрос 9. Поверхностная активность (степень уменьшения поверхностного натяжения) с увеличением длины углеводородного радикала молекулы ПАВ . . .	
1. Не изменяется.	2. Возрастает.
3. Уменьшается.	4. Уменьшается в 2 раза.

Вопрос 10. В хемосорбции большое значение имеет ...	
1. Степень шероховатости.	2. Величина поверхности
3. Энергетический фактор.	4. Величина коэффициента диффузии.

Вопрос 11. Ионообменная адсорбция – это ...	
1. Обмен ионами между адсорбентом и раствором.	2. Обмен ионами между адсорбентами.
3. Химическое взаимодействие между адсорбентом и адсорбтивом.	4. Увеличение заряда поверхности адсорбента.

Вопрос 12. При адсорбции электролитов преимущественно адсорбируются ...	
1. Только катионы.	2. Только анионы,
3. Катионы или анионы.	4. Одновременно катионы и анионы.

Вопрос 13. Ионообменники (иониты) – это ...	
1. Аморфные полиэлектролиты, поглощающие анионы.	2. Аморфные полиэлектролиты, поглощающие катионы.
3. Жидкие адсорбенты.	4. Высокомолекулярные полиэлектролиты, состоящие из синтетического нерастворимого каркаса с привитыми функциональными группами кислотного или основного характера.

Вопрос 14. К неорганическим синтетическим ионитам относятся ...	
1. Силикагели, пермутиты, труднорастворимые оксиды и гидроксиды некоторых металлов (алюминия, хрома циркония и др.).	2. Оксиды железа.
3. Карбонаты щелочно-земельных металлов.	4. Активированный уголь.

Вопрос 15. К органическим искусственным ионитам относятся ...	
1. Полисахариды.	2. Ионообменные смолы с развитой поверхностью.

3. Вазелин.	4. Парафины.
-------------	--------------

### Вариант 3

Вопрос 1. Самопроизвольно могут протекать только те процессы, которые приводят . . .	
1. Приводят к увеличению свободной энергии системы.	2. Приводят к росту давления.
3. Приводят к понижению свободной энергии системы.	4. Приводят к уменьшению давления.

Вопрос 2. Вещество, на поверхности которого адсорбируется другое вещество называется . . .	
1. Адсорбтивом.	2. Абсорбатором.
3. Адсорбатором.	4. Адсорбентом.

Вопрос 3. Система приходит в состояние равновесия, когда . . .	
1. Процесс протекает при постоянном давлении.	2. Свободная энергия достигает минимального значения.
3. Свободная энергия достигает максимального значения.	4. Процесс протекает при постоянном объеме.

Вопрос 4. Адсорбцию вызывают . . .	
1. Силы Ван-дер-Ваальса.	2. Силы Борна.
3. Индукционные силы.	4. Химические силы.

Вопрос 5. С увеличением температуры десорбция при физической адсорбции . . .	
1. Уменьшается.	2. Увеличивается.
3. Не изменяется.	4. Достигает минимума.

Вопрос 6. Хемосорбционный слой . . .	
1. Отсутствует при высоких температурах.	2. Распадается с увеличением температуры.
3. Препятствует диффузии реагента вглубь адсорбента.	4. Предшествует физической адсорбции.

Вопрос 7. Десорбция – процесс обратный ...	
1. Абсорбции.	2. Адсорбции.
3. Хемосорбции.	4. Когезии.

Вопрос 8. В отличие от физической адсорбции хемосорбция специфична, т. е. ...	
1. Данное вещество хемосорбируется только на определенных адсорбентах.	2. Протекает только при определенных температурах.
3. Протекает только при температурах .	4. Протекает только при комнатной температуре.

Вопрос 9. При хемосорбции теплота адсорбции по сравнению с физической адсорбцией ...	
1. Значительно меньше.	2. Значительно больше.
3. Больше в два раза.	4. Меньше в два раза.

Вопрос 10. Поверхностно - инактивные вещества (ПИВ) – это ...	
1. Вещества, поглощающие свет.	2. Вещества, понижающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз.
3. Вещества, повышающие поверхностное натяжение на границе раздела фаз.	4. Вещества, не влияющие на поверхностное натяжение на границе раздела фаз.

Вопрос 11. Теплота смачивания водой больше, чем органическими жидкостями, если ...	
1. Поверхность гидрофильная.	2. Поверхность гидрофобная.
3. Поверхность шероховатая.	4. Поверхность гладкая.

Вопрос 12. Дисперсные системы, в которых частицы связаны друг с другом межмолекулярными силами и вследствие этого неспособны к взаимному перемещению, относятся к ...	
1. Порошкам.	2. Связнодисперсным системам.
3. Свободнодисперсным системам.	4. Золям.

Вопрос 13. Иониты используют, для . . .	
1. Изменения кислотности среды.	2. Увеличения солей кальция.
3. Уменьшения жесткости воды и ее обес-соливания.	4. Увеличения электропроводности.

Вопрос 14. Ионообменная адсорбция происходит путем . . .	
1. Эквивалентного обмена ионов одинакового знака.	2. Эквивалентного обмена ионов противоположных знаков.
3. Эквивалентного обмена ионов одинакового знака и одинаковой зарядности.	4.. Эквивалентного обмена ионов разного знака, но одинаковой зарядности.

Вопрос 15. К неорганическим природным ионитам относятся . . .	
1. Цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты, различные слюды.	2. Оксиды железа.
3. Карбонаты щелочно-земельных металлов.	4.Активированный уголь.

## Приложение № 2

### ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

**Тема: Адсорбция ПАВ на границе раздела твердое тело – раствор**

**Лабораторная работа № 1 (4 часа). Исследование адсорбции ПАВ из водного раствора на твердом адсорбенте**

**Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работ**

1. Что называется адсорбцией?
2. Причина адсорбции.
3. Чем отличается адсорбция от хемосорбции?
4. Что понимается под абсорбцией?
5. Что называется адсорбтивом, адсорбатом? Приведите примеры.
6. Рассмотрите процесс адсорбции уксусной кислоты на активированном угле.
7. Какие адсорбенты применяются для очистки воды от органических примесей?
8. Анализ уравнения Фрейндлиха.
9. Какие адсорбенты используют для адсорбции органических веществ из водных растворов? Почему?

**Лабораторная работа № 2 (4 часа). Исследование адсорбции ПАВ из водного раствора на твердом адсорбенте при разных температурах**

**Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Влияние температуры на адсорбцию и десорбцию.
2. Влияние температуры на хемосорбцию.
3. Теплота адсорбции.
4. В чем основное отличие физической адсорбции от хемосорбции?
5. В чем состоит сущность капиллярной конденсации.
6. В чем особенность адсорбции на пористых сорбентах?
7. Полимолекулярная адсорбция, теории БЭТ.
8. Капиллярная конденсация.

**Тема: Адсорбция на границе раздела раствор - газ**

**Лабораторная работа № 3 (4 часа). Исследование адсорбции ПАВ на границе раздела раствор - воздух**

**Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Какие уравнения описывают адсорбцию ПАВ на границе раздела жидкость-газ?
2. Что такое поверхностное натяжение? Единицы измерения.
3. Почему поверхностное натяжение уменьшается с повышением температуры?
4. Что называется изотермой поверхностного натяжения?
5. Что такое дифильность молекулы ПАВ?
6. Как ориентируются молекулы ПАВ на поверхности раздела фаз?
7. Запишите уравнение Гиббса, сделайте его анализ.
8. Запишите уравнение Ленгмюра, сделайте его анализ.

**Лабораторная работа № 4 (4 часа). Исследование адсорбции ПАВ одного гомологического ряда**

**Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Запишите уравнение Шишковского. Сделайте его анализ.
2. Сформулируйте правило Дюкло-Траубе.
3. Что называется поверхностной активностью?
4. В чем особенность адсорбции на границе раздела жидкость-газ?
5. Какие адсорбенты используют для адсорбции органических веществ из водных растворов? Почему?

**Лабораторная работа № 5 (4 часа). Исследование адсорбции веществ различной химической природы на границе раздела раствор-воздух**

**Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. В чем отличие поверхностно-инактивных веществ от поверхностно-активных?
2. Какие вещества относятся к поверхностно-неактивным? Какова их природа?
3. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации растворенного вещества.
4. Какая адсорбция называется отрицательной?
5. Какая адсорбция называется положительной?



### **Тема: Поверхностная активность**

**Лабораторная работа № 6 (4 часа). Исследование влияния температуры на энергию поверхностного слоя**

#### **Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Анализ фундаментального уравнения Гиббса для поверхностного слоя.
2. Поверхностное натяжение как часть внутренней энергии.
3. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.
4. При какой температуре поверхностное натяжение равно нулю?
5. Запишите уравнение, позволяющее рассчитать поверхностное натяжение в зависимости от температуры.
6. Почему жидкость стремится уменьшить свою поверхность?

### **Тема: Ионообменная адсорбция**

**Лабораторная работа № 7 (4 часа). Изучение ионообменной адсорбции**

#### **Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Что называется ионообменной адсорбцией?
2. Что представляют собой ионнообменные адсорбенты?
3. Какие ионы будут преимущественно адсорбироваться на поверхности ионных кристаллов?
4. Классификация ионитов по: природе, виду функциональных групп, знаку обменивающихся ионов.
5. Каковы особенности структуры природных и синтетических ионитов?
6. В чем особенности адсорбции ионов на кристалле?
7. Как зависит ионообменная адсорбция от заряда ионов?
8. Где в общественном питании используется ионообменная адсорбция?
9. Как провести деионизацию воды с помощью ионообменников?

### **Тема: Лиофильные дисперсные системы. Мицеллярные растворы ПАВ**

**Лабораторная работа № 8 (2 часа). Определение ККМ водорастворимого коллоидного ПАВ двумя методами: измерения электропроводности и поверхностного натяжения раствора**

#### **Контрольные вопросы (для защиты лабораторной работы)**

1. Что такое коллоидная мицелла? Какие вещества образуют коллоидную мицеллу?
2. Что называется критической концентрацией мицеллообразования (ККМ)?
3. Что такое солюбилизация?
4. Методы определения ККМ.
5. На чем основан метод определения ККМ водорастворимого коллоидного ПАВ измерением электропроводности?
6. На чем основан метод определения ККМ водорастворимого коллоидного ПАВ измерением поверхностного натяжения?

### Приложение № 3

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Студент выполняет один вариант в каждом задании. Номер варианта каждого задания выбирается по двум последним цифрам шифра, приведенного в студенческом билете и в зачетной книжке, и числу вариантов данного задания. При этом возможны следующие случаи: 1) число, задаваемое последними цифрами шифра, меньше или равно числу вариантов задания; например, последние цифры шифра 28, следовательно, необходимо выполнить 28-й вариант 1-го задания; 2) число, задаваемое последними цифрами шифра, больше числа вариантов; например, последние цифры 85, необходимо выполнить задание, номер варианта которого равен остатку от деления этого числа на число вариантов задания, т.е. в первом задании делим 85 на 35 и получаем в остатке 15, следовательно, необходимо выполнить 15-й вариант; если числа делятся без остатка, то выполняется последний вариант.

#### Задание 1. Энергия поверхностного слоя

1. Определите энергию Гиббса поверхности 5 г тумана воды, если поверхностное натяжение капель жидкости составляет  $71.96 \text{ мДж/м}^2$ , а дисперсность частиц  $60 \text{ мкм}^{-1}$ . Плотность воды примите равной  $0.997 \text{ г/см}^3$ .

2. Аэрозоль ртути сконденсировался в виде большой капли объемом  $3.5 \text{ см}^3$ . Определите, насколько уменьшилось поверхностная энергия ртути, если дисперсность аэрозоля составляла  $10 \text{ мкм}^{-1}$ .

3. По зависимости поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) от температуры определить температурный коэффициент поверхностного натяжения ртути:

Температура, К	313	363	413	443
Поверхностное натяжение, Н/м	0.4797	0.4687	0.4564	0.4494

4. По зависимости поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) от температуры определить температурный коэффициент поверхностного натяжения метанола и полную поверхностную энергию:

Температура, К	273	283	293	303	313
Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$ , Н/м	24.5	23.5	22.6	21.8	20.9

5. По зависимости поверхностного натяжения ( $\sigma$ ) от температуры определить графически температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола и полную поверхностную энергию:

Температура, К	353	363	373	383	393
Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$ , Н/м	20.48	19.16	18.02	16.85	15.71

6. Определите поверхностное натяжение бензола при 293, 313 и 343 К. Примите, что полная поверхностная энергия не зависит от температуры и для бензола равна 61.9 мДж/м<sup>2</sup>. температурный коэффициент  $d\sigma/dT = -0.13$  мДж/(м<sup>2</sup>·К).

7. Рассчитайте полную поверхностную энергию 5 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 55% (масс.) и дисперсностью 3 мкм<sup>-1</sup> при температуре 313 К. Плотность бензола 0.858 г/см<sup>3</sup>, межфазное поверхностное натяжение 26.13 мДж/м<sup>2</sup>, температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола  $d\sigma/dT = -0.13$  мДж/(м<sup>2</sup>·К).

8. Во сколько раз изменится запас свободной поверхностной энергии водяного тумана, если радиус его капелек увеличится от  $1 \cdot 10^{-6}$  до  $1.2 \cdot 10^{-3}$  м при 288 К.

## Задание 2. Поверхностное натяжение

1. Рассчитайте избыточное давление внутри капель бензола, равновесных с паром, если удельная поверхность системы составляет  $6 \cdot 10^8$  м<sup>-1</sup>, а поверхностное натяжение бензола 28.87 мДж/м<sup>2</sup> при 293 К.

2. Рассчитайте избыточное давление в капле воды (за счет кривизны) с удельной поверхностью  $3 \cdot 10^6$  м<sup>-1</sup> при температуре 313 К, если поверхностное натяжение воды при 298 К составляет 71.96 мДж/м<sup>2</sup>, а температурный коэффициент поверхностного натяжения воды  $d\sigma/dT = -0.16$  мДж/(м<sup>2</sup>·К).

3. Рассчитайте капиллярное давление в ртути с дисперсностью 1 мкм<sup>-1</sup>, если поверхностное натяжение ртути составляет 0.475 Дж/м<sup>2</sup>.

4. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если в капилляре с диаметром 2 мм, если она поднимается на высоту 15 мм. Плотность жидкости 0.998 г/см<sup>3</sup>, краевой угол мениска равен 0°. Сделайте предположение о природе жидкости.

5. Для определения поверхностного натяжения воды взвешивают капли, отрывающиеся от капилляра, и измеряют диаметр капли в момент ее отрыва. Оказалось что масса

318 капель воды равна 5 г, а диаметр шейки капли – 0.7 мм. Рассчитайте поверхностное натяжение воды.

6. Поверхностное натяжение жидкости, смачивающей стекло, измеряют, определяя высоту между уровнями двух менисков в U – образной капиллярной трубке; диаметры капилляров колен трубки равны 1 и 10 мм. Рассчитайте поверхностное натяжение жидкости с плотностью  $0.998 \text{ г/см}^3$ , зная, что разность двух уровней менисков в капиллярах составляет 9 мм.

7. На какую высоту поднимается вода между двумя вертикальными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0.5 мм. Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны  $0.997 \text{ г/см}^3$  и  $71.96 \text{ мДж/м}^2$ . Краевой угол  $\theta$  примите равным  $0^\circ$ .

8. Между двумя параллельными пластинками находятся слой воды толщиной 0.5 мкм. Рассчитайте давление, сжимающее пластины. Если угол смачивания  $\theta = 0^\circ$ , поверхностное натяжение воды равно  $71.96 \text{ мДж/м}^2$ . Определите силу, которую необходимо приложить для отрыва пластин друг от друга, если размер каждой  $10 \times 10 \text{ см}$ .

9. Найдите поверхностное натяжение анилина, если с помощью сталагмометра Траубе получены следующие данные: число капель анилина 42, плотность его  $\rho = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ , число капель воды 18. Температура опыта 288 К, поверхностное натяжение воды  $\sigma_0 = 73.26 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ .

### Задание 3. Адсорбционное равновесие

1. Вычислите адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела водного раствора с воздухом при 273 К и концентрации  $c = 0.1 \text{ кмоль/м}^3$ , если зависимость поверхностного натяжения от концентрации выражается уравнением Шишковского:

$$\sigma = \sigma_0 - 16.7 \cdot 10^{-3} \ln(1 + 21.5c)$$

2. Найдите адсорбцию пропионовой кислоты на поверхности раздела водный раствор – воздух при 273 К и концентрации  $0.5 \text{ кмоль/м}^3$  по константам Шишковского:  $a = 12.5 \cdot 10^{-3}$  и  $b = 7.73$ .

3. Используя уравнение Ленгмюра, вычислить адсорбцию пропионовой кислоты на поверхности раздела водный раствор – воздух при 293 К и концентрации  $c = 0.1 \text{ кмоль/м}^3$ , если известны константы уравнения Шишковского:  $a = 12.8 \cdot 10^{-3}$ ,  $b = 7.16$ .

4. Вычислите по формуле Ленгмюра величину адсорбции изоамилового спирта концентрации  $c = 0.1$  кмоль/м<sup>3</sup> на поверхности раздела водный раствор – воздух при 292 К по данным константам:  $\Gamma_{\infty} = 8.7 \cdot 10^{-9}$  кмоль/м<sup>2</sup>,  $b = 42$ .

5. Используя уравнение Ленгмюра, вычислить величину адсорбции азота на цеолите при давлении  $p = 2.8 \cdot 10^2$  н/м<sup>2</sup>,  $\Gamma_{\infty} = 38.9 \cdot 10^{-3}$  кг/кг, а  $b = 0.156 \cdot 10^{-2}$ .

6. Найти площадь, приходящуюся на одну молекулу в насыщенном слое анилина на поверхности его водного раствора, если предельная адсорбция  $\Gamma_{\infty} = 6.0 \cdot 10^{-9}$  кмоль/м<sup>2</sup>.

7. По константам уравнения Ленгмюра  $\Gamma_{\infty} = 182 \cdot 10^{-3}$  и  $b = 0.1 \cdot 10^{-2}$  рассчитать и построить кривую адсорбции углекислого газа на активированном угле в пределах следующих равновесных давлений газа:  $10 \cdot 10^{-2}$  -  $400 \cdot 10^2$  н/м<sup>2</sup>.

8. Используя константы эмпирического уравнения Фрейндлиха  $\beta = 1.6 \cdot 10^{-3}$  и  $\alpha = 0.48$ , построить кривую адсорбции углекислого газа на активированном угле при 271 К в интервале давлений от  $2 \cdot 10^2$  до  $30 \cdot 10^2$  н/м<sup>2</sup>.

#### **Задание 4. Ионообменная адсорбция**

1. В 200 мл 0.12 н. раствора NaOH ввели 5 г воздушно-сухого сильнокислотного катионита в H<sup>+</sup>-форме. После установления равновесия отфильтровали 100 мл раствора, для нейтрализации которого потребовалось 20 мл 0.12 н. раствора HCl. Определите полную обменную емкость катионита.

2. В 150 мл раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с концентрацией 0.110 моль/л ввели 3 г сильноосновного анионита в OH<sup>-</sup>-форме. После установления равновесия ионного обмена отобрали 50 мл раствора, для нейтрализации которого потребовалось 22 мл раствора KOH концентрацией 0.05 моль/л. Рассчитайте полную обменную емкость анионита.

3. Полная обменная емкость сухого сульфокатионита КУ-2-8 в Na<sup>+</sup>-форме равна 4,8 моль/кг. Определите предельно возможное количество (в г) кобальта(II) и бария(II), которое может сорбировать из соответствующих растворов 1 кг исходного ионита.

4. Полная обменная емкость анионита АВ-17-8 в Cl<sup>-</sup>-форме равна 4/2 моль/кг. Рассчитайте предельно возможное количество (в г) кобальта(II) и золота(III), которое может сорбировать 1 кг исходного ионита из растворов хлороводородной кислоты, если указанные элементы находятся в виде комплексных анионов [CoCl<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> и [AuCl<sub>4</sub>]<sup>-</sup>.

5. Рассчитайте количество сульфокатионита в H<sup>+</sup>-форме и анионита в OH<sup>-</sup>-форме, необходимое для очистки 1000 м<sup>3</sup> природной воды, содержащей 0.025 г/л NaCl, 0.04 г/л

$\text{MgSO}_4$ , 0.12 г/л  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Полная обменная емкость катионита 4.2 моль/кг, анионита — 3.5 моль/кг.

6. Определите, какое количество (в кг) морской воды можно обессолить с помощью хроматографических колонок, содержащих 1 кг катионита и 1 кг анионита, если динамическая обменная емкость каждого ионита равна 3.5 моль/кг. Концентрация солей, преобладающих в воде, в % (масс.):  $\text{NaCl}$  - 2.74,  $\text{MgCl}_2$  - 0,33,  $\text{MgSO}_4$  - 0,23.

7. Ввели 3 г полистирольного сульфокатионита в  $\text{H}^+$ -форме, полная обменная емкость которого 5.12 моль/кг, в 0.2 л водного раствора  $\text{CsCl}$  исходной концентрации  $8 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Определить равновесные концентрации ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{Cs}^+$  в растворе и в ионите, если константа ионообменного равновесия равна  $K_{\text{MН}} = 2.7$ .

8. В раствор, содержащий 0,028 моль/л  $\text{RbCl}$ , ввели 5 г формальдегидного сульфокатионита в  $\text{Na}^+$ -форме и смесь выдержали до достижения равновесия ионного обмена. Рассчитайте, какая часть рубидия будет адсорбироваться, если константа равновесия  $K_{\text{Rb/Na}} = 4/3$ , полная обменная емкость 3,5 моль/кг ( $\text{Na}^+$ -форма ионита), объем раствора 0.21 л.

#### **Задание 5. Дисперсные системы**

1. Вычислите удельную поверхность золя сернистого мышьяка, средний диаметр частицы которого равен  $120 \cdot 10^{-9}$  м, а плотность  $\rho = 3.43 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> (ответ дайте в м<sup>-1</sup> и м<sup>2</sup>/кг).

2. Определите величину удельной поверхности суспензии каолина (плотность которого  $\rho = 2.5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>), если ее частицы принять шарообразными и средний диаметр частиц равным  $0.5 \cdot 10^{-6}$  м. Суспензию считать монодисперсной.

3. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала 20 нм, а второго 100 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

4. Наночастицы золота известны своими каталитическими свойствами. Сколько наночастиц состава  $\text{Au}_8$  можно получить из 2.5 см<sup>3</sup> металла? Плотность золота составляет 19.3 г/см<sup>3</sup>.

5. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1.4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70 % ее объема.

6. Чему будет равна температура плавления порошка железа дисперсностью  $10^7 \text{ м}^{-1}$ , если справочная температура плавления железа 1806 К, величина поверхностного натяжения  $2.3 \text{ Дж/м}^2$ , а теплота плавления  $13.8 \text{ кДж/моль}$ ?

7. Чему будет размер частиц меди, если температура плавления медного порошка снизилась на 100 градусов по сравнению со справочной? Принять поверхностное натяжение меди  $1.43 \text{ Дж/м}^2$ , а теплоту плавления  $13.05 \text{ кДж/моль}$ .

8. Насколько снизится температура плавления натрия по сравнению со справочной (370.3 К), если после диспергирования средний размер частиц составил  $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ ? Принять поверхностное натяжение равным  $0.25 \text{ Дж/м}^2$ , а теплоту плавления  $2.6 \text{ кДж/моль}$ .

9. Рассчитайте температуру плавления кальция, состоящего из частиц дисперсностью  $2 \cdot 10^8 \text{ м}^{-1}$ ? Теплота плавления кальция  $8.66 \text{ кДж/моль}$ , поверхностное натяжение равным  $1.4 \text{ Дж/м}^2$ .

10. Справочная температура плавления свинца 600.6 К. Произойдет ли его плавление при 473 К, если дисперсность его порошка составляет  $2 \cdot 10^8 \text{ м}^{-1}$ ? Теплота плавления свинца  $4.77 \text{ кДж/моль}$ , величина поверхностного натяжения равным  $0.56 \text{ Дж/м}^2$ .

11. Изменится ли реакционная способность порошкообразной меди, если средний размер частиц составит 2 нм и 2 мкм? Поверхностное натяжение составляет  $1.356 \text{ Дж/м}^2$ .

12. Считая, что активность гетерогенного катализатора пропорциональна его поверхности, определите, во сколько раз надо уменьшить размер частиц катализатора, чтобы сократить его количество в 4 раза, но сохранить активность. Частицы считайте сферическими.

13. Определите температуру замерзания тонкораспыленной воды, размером 3 нм. Справочная теплота плавления  $6,02 \text{ кДж/моль}$ , поверхностное натяжение  $0.072 \text{ Дж/м}^2$ .



## Приложение № 4

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Дисперсность и термодинамические свойства тел.
2. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, агрегатному состоянию и взаимодействию между дисперсной фазой и дисперсионной средой.
3. Термодинамика поверхностных явлений.
4. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз.
5. Виды сорбции. Тепловые эффекты при адсорбции.
6. Влияние температуры на состояние адсорбционного равновесия. Десорбция.
7. Изотермы адсорбции. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.
8. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха.
9. Полимолекулярная адсорбция.
10. Фундаментальное уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества, поверхностно-нактивные вещества.
11. Уравнение Шишковского. Правило Траубе.
12. Адсорбция неэлектролитов. Правило уравнивания полярностей П.А.Ребиндера.
13. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
14. Адсорбция на гладких поверхностях и пористых адсорбентах.
15. Адгезия. Работа адгезии и когезии.
16. Смачивание и растекание жидкостей. Влияние адсорбционных слоев на смачивание.
17. Капиллярные явления.
18. Адсорбция электролитов. Правило Фаянса - Паннета – Пескова.
19. Ионный обмен. Природные и искусственные иониты.
20. Использование ионного обмена в водоподготовке, в технологии обработки водного сырья и очистке сточных вод в пищевой промышленности.
21. Иониты. Классификация.
22. Строение мицелл коллоидных ПАВ.
23. Явление солюбилизации.
24. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ.

25. Проблема устойчивости дисперсных систем. Седиментационная устойчивость. Агрегативная устойчивость.

26. Термодинамические основы и факторы устойчивости дисперсных систем.