



## 1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Коллоидная химия
Семестр обучения	7
Общий объем дисциплины, ЗЕ	6
Формы текущего контроля	устный опрос/коллоквиум/отчет по лабораторной работе/индивидуальное задание
Форма промежуточной аттестации	экзамен

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации.

## 2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Коллоидная химия» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. ИОПК-1.3. Формулирует заключения и	<i>Допороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> не знает основных законов коллоидной химии <i>Уметь:</i> не умеет решать типовые задачи <i>Владеть (обладать навыками):</i> не владеет навыками работы с учебной литературой
		<i>Пороговый уровень</i>	<i>Знать:</i> затрудняется в определении базовых понятий и формулировок основных законов, описывающих дисперсные системы <i>Уметь:</i> умеет решать задачи по некоторым разделам дисциплины по алгоритму <i>Владеть (обладать навыками):</i> владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч. с использованием электронных ресурсов
		<i>Достаточный уровень</i>	<i>Знать:</i> имеет представление о содержании основных законов химии, но допускает неточности в формулировках

	<p>выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>		<p><i>Уметь</i>: умеет решать задачи самостоятельно с незначительными погрешностями <i>Владеть (обладать навыками)</i>: владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины</p>
		<i>Продвинутый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: дает точные формулировки основных законов, правильно использует терминологию коллоидной химии и других химических дисциплин <i>Уметь</i>: умеет самостоятельно решать задачи по всем раздела дисциплины <i>Владеть (обладать навыками)</i>: владеет навыками анализа учебной информации, формулировками, выводами и участия в дискуссии</p>
<p>ОПК-2 - Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.</p>	<p>ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности. ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и</p>	<i>Допороговый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: не знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности <i>Уметь</i>: не умеет проводить синтез веществ с применением известных методик <i>Владеть (обладать навыками)</i>: не может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ</p>
		<i>Пороговый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; имеет представление, как проводить синтез веществ с применением известных методик</p>

	материалов с использованием серийного научного оборудования.		<p><i>Уметь</i>: умеет проводить синтез химических веществ при наличии методики</p> <p><i>Владеть (обладать навыками)</i>: может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений</p>
		<i>Достаточный уровень</i>	<p><i>Знать</i>: знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; знает, как проводить синтез веществ с применением известных методик; знаком со стандартными операциями для определения свойств веществ</p> <p><i>Уметь</i>: умеет проводить синтез веществ; умеет анализировать полученные результаты и проводить стандартные действия при использовании серийного оборудования</p> <p><i>Владеть (обладать навыками)</i>: может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ; может анализировать полученные результаты</p>
		<i>Продвинутый уровень</i>	<p><i>Знать</i>: знает, как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; знает, как проводить синтез веществ с применением известных методик; знаком со стандартными операциями для определения свойств веществ; знаком с современным состоянием проблематики дисциплины</p> <p><i>Уметь</i>: умеет проводить синтез веществ; умеет анализировать полученные</p>

			<p>результаты и проводить стандартные действия при использовании серийного оборудования; умеет самостоятельно спланировать эксперимент и методики эксперимента</p> <p><i>Владеть (обладать навыками):</i> может проводить стандартные химические операции: синтез химических соединений, анализ полученных веществ; может анализировать полученные результаты; может при необходимости корректировать проведение экспериментальной работы</p>
--	--	--	---

#### Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент изучил все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.

## 2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

### 2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Основные задачи и направления коллоидной химии. Классификация дисперсных систем: по размерам частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию среды и фазы, по межфазному взаимодействию, лиофильные и лиофобные дисперсные системы, сходство и различие между ними и растворами высокомолекулярных веществ. Методы получения и молекулярные коллоиды. Специфические свойства дисперсных систем. Значение поверхностных явлений в таких системах. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии. Основные пути современного развития коллоидной химии. Лабораторная работа «Получение лиофобных золей»	Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2
2	Тема 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение. Диффузия. Осмотическое давление. Седиментационно-диффузионное равновесие. Седиментационный анализ. Лабораторная работа «Седиментационный анализ суспензий»	Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3
3	Тема 3. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света дисперсными системами. Лабораторная работа «Получение лиофобных золей»	Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3
4	Тема 4. Поверхностные явления в дисперсных системах. Избыточная поверхностная энергия и пути ее уменьшения. Адсорбция. Основные понятия адсорбции. Классификации адсорбции. Экспериментальные зависимости в адсорбции. <i>Адсорбция на границе раздела газ - твердое тело.</i> Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Потенциальная теория Поляни. Теория БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов. Капиллярные явления в дисперсных системах. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярная конденсация. <i>Адсорбция на границе раздела газ - жидкость.</i>	Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3

	<p>Термодинамические функция поверхностного слоя. Метод избыточных величин Гиббса. Поверхностное натяжение. Правило Антонова. Вывод адсорбционного уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и неактивные вещества (ПАВ и ПНВ). Применение уравнения Ленгмюра для адсорбции на границе раздела газ жидкость. Уравнение Шишковского. Правило Траубе-Дюкло. Поверхностные пленки. Весы Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев. Адсорбция на границе твердое тело-раствор. Молекулярная адсорбция. Лабораторная работа «Исследование процессов адсорбции ПАВ на границах раздела раствор-воздух и твердое тело - раствор»</p>		
5	<p>Тема 5. Электрические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления: электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал оседания. Причины возникновения электрокинетических явлений. Двойной электрический слой (ДЭС). Пути возникновения ДЭС. Теории строения ДЭС. Теория Гельмгольца-Перрена. Теория Гуи-Чепмена. Вывод основного уравнения. Расчет поверхностной плотности заряда. Эффективная толщина ДЭС. Теория Штерна. Влияние различных факторов на строение ДЭС. Современные представления о строении ДЭС. Определение электрокинетического потенциала из электрофореза и электроосмоса. Практическое значение электрокинетических явлений. Лабораторная работа «Электрофоретическое определение дзетта-потенциала»</p>	<p>Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе</p>	<p>ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3</p>
6	<p>Тема 6. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Устойчивость лиофильных систем. Критерий Шукина-Ребиндера. Критические эмульсии. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Солюбизация. Моющее действие коллоидных ПАВ. Устойчивость лиофобных систем. Агрегативная и кинетическая устойчивость. Коагуляция лиофобных систем. Кинетика быстрой коагуляции. Теория устойчивости лиофобных систем. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление. Расчет составляющих расклинивающего давления. Два типа коагуляции по Дерягину: концентрационная и нейтрализационная. Объяснение правила Шульце-Гарди в теории</p>	<p>Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе</p>	<p>ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3</p>

	ДЛФО. Адсорбционно-сольватный барьер. Лабораторная работа «Исследование коагуляции лиофобных золь и проверка правила Шульце-Гарди»		
7	Тема 7. Дисперсные системы: золи, эмульсии, суспензии, пены. Общие характеристики аэрозолей, порошков, лиозолей, суспензий, эмульсий и пен. Устойчивость дисперсных систем. Особенности стабилизации и разрушения конкретных дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз аэрозолей, гидрозолей и суспензий, эмульсий, пен. Агрегативная устойчивость. Примеры практического использования суспензий, лиозолей, эмульсий, пен и аэрозолей. Лабораторная работа «Получение прямой и обратной эмульсий», лабораторная работа «Определение критической концентрации мицеллообразования водорастворимого коллоидного ПАВ»	Коллоквиум, индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2, ИОПК 2.3
8	Тема 8. Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем. Простейшие модели механического поведения систем. Реологические модели дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах. Вязкость дисперсных систем. Адсорбционное понижение твердости тел. Эффект Ребиндера	Коллоквиум	ИОПК 1.1., ИОПК 1.2, ИОПК 2.1, ИОПК 2.2

## 2.2 Содержание оценочных средств

### 2.2.1 Пример перечня вопросов к коллоквиуму:

1. Классификация дисперсных систем: по размерам частиц дисперсной фазы; по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды; по интенсивности межфазного взаимодействия; по подвижности частиц дисперсной фазы.
2. Оптические свойства дисперсных систем.
3. Рассеяние света, уравнение Рэлея и анализ его, условия применимости уравнения.
4. Методы исследования, основанные на светорассеянии: нефелометрия, ультрамикроскопия, турбидиметрия.
5. Поглощение света и окраска золь.
6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
7. Универсальность молекулярно-кинетических свойств истинных растворов и дисперсных систем.
8. Броуновское движение. Связь между средним сдвигом частиц и коэффициентом диффузии. Закон Эйнштейна–Смолуховского.
9. Особенности диффузии в коллоидных системах. Закон Фика и анализ его.
10. Осмотические явления в коллоидных системах и их роль в биологических объектах.
11. Седиментационно–диффузионное равновесие. Гипсометрический закон, анализ уравнения и условия его применения.
12. Седиментация и седиментационный анализ. Условия соблюдения закона Стокса при седиментации.



13. Методы и приемы седиментационного анализа. Математическая обработка кривых оседания.
14. Интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам и их анализ.
15. Получение дисперсных систем. Методы конденсации, диспергирования, пептизации.
16. Адсорбция. Основные понятия: адсорбция, адсорбент, адсорбат, количественная характеристика адсорбции, теплота адсорбции.
17. Классификации адсорбции: по агрегатному состоянию соприкасающихся фаз, по природе сил, действующих между адсорбатом и адсорбентом. Критерии физической и химической адсорбции. Природа адсорбционных сил.

## 2.2.2 Примеры индивидуальных заданий:

### Задание 2

1. Классификация дисперсных систем.
  2. Каково строение мицеллы? Приведите примеры
  3. Вычислите величину среднего смещения частицы гидрозоля Ag за 10 с, если радиус частицы  $5 \cdot 10^{-6}$  см, вязкость среды 0,01 пуаз и температура 20°C. Каков коэффициент диффузии частиц в этом гидрозоле?
  4. Для гидрозоля  $Al_2O_3$  рассчитайте высоту, на которой концентрация частиц уменьшится в 2,7 раза. Удельная поверхность фазы гидрозоля  $10^9$  м<sup>-1</sup>, плотность  $Al_2O_3$  4 г/см<sup>3</sup>, плотность дисперсионной среды 1 г/см<sup>3</sup>, температура 293К. Частицы сферические.
  5. Определите поверхностное натяжение бензола при 293, 313 и 343К. Примите, что полная поверхностная энергия не зависит от температуры и для бензола равна 61,9 мДж/м<sup>2</sup>. Температурный коэффициент для поверхностного натяжения равен  $-0,13$  мДж/(м<sup>2</sup>·К).
  6. Частицы аэрозоля  $SiO_2$  в водной среде при pH = 6,2 имеют электрокинетический потенциал, равный  $-34,7 \cdot 10^{-3}$  В. На какое расстояние и к какому электроду сместятся частицы за 30 мин, если напряжение в приборе для электрофореза 110 В, расстояние между электродами 25 см, относительная диэлектрическая проницаемость среды 80,1, вязкость  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с.
  7. Ниже приведены данные по адсорбции паров воды макропористым силикагелем при комнатной температуре:

$P \cdot 10^{-2}$ , Па	3,04	4,68	7,72	11,69	14,03	17,77
A, моль/кг	4,44	6,22	9,22	11,67	13,22	14,89
- Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную емкость ( $A_{max}$ ) силикагеля.
8. Какое количество раствора  $Al_2(SO_4)_3$  концентрации 0,01 кмоль/м<sup>3</sup> требуется для коагуляции  $1 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> золя  $As_2O_3$ ? Порог коагуляции  $96 \cdot 10^{-6}$  кмоль/м<sup>3</sup>.

### Задание 3

1. Что такое поверхностное натяжение, в каких единицах оно измеряется? Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкости и твердых тел?
2. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены.
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 6 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 40 %(масс.) и дисперсностью 5 мкм<sup>-1</sup> при температуре 303 К. Плотность бензола 0,858 г/см<sup>3</sup>; межфазное поверхностное натяжение 26,13 мДж/м<sup>2</sup>, а температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола равен  $-0,13$  мДж/(м<sup>2</sup>·К).
4. При исследовании адсорбции уксусной кислоты на древесном угле из водных растворов объемом 200 мл получены результаты:

Масса угля, г	3,96	3,94	4,00	4,12	4,04	4,00
Концентрация кислоты, ммоль/л						

до введения угля    503,0   252,2   126,0   62,8   31,4   15,7  
равновесная        434,0   202,0   89,9   34,7   11,3   3,33

Покажите, что эти данные удовлетворяют изотерме адсорбции Фрейндлиха. Рассчитайте константы этого уравнения.

5. Рассчитайте электрофоретическую скорость передвижения частиц золя сульфида мышьяка по следующим данным:  $\zeta$ -потенциал частиц равен  $-42,3$  мВ, расстояние между электродами  $0,4$  м, внешняя разность потенциалов  $149$  В, вязкость среды  $1 \cdot 10^{-3}$  Пае, относительная диэлектрическая проницаемость  $80,1$ .

6. Порог коагуляции отрицательно заряженного гидрозоля  $As_2S_3$  под действием  $KCl$  равен  $4,910^{-2}$  моль/л. С помощью правил Шульце – Гарди и Дерягина – Ландау для этого золя рассчитайте пороги коагуляции, вызываемой следующими электролитами:  $K_2SO_4$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ ,  $AlCl_3$  и  $Al_2(SO_4)$ .

7. Вычислите средний диаметр частиц гидрозоля золота, если подсчет числа частиц в двух слоях, удаленных друг от друга на  $0,1$  мм, дал в верхнем слое  $408$  штук, а в нижнем  $779$ . Плотность золота  $19,3$  г/см<sup>3</sup>, температура  $19^\circ C$ .

8. Осмотическое давление гидрозоля золота с концентрацией  $2$  кг/м<sup>3</sup> при  $253$  К равно  $374$  Па. Рассчитайте коэффициент диффузии частиц в этих условиях, если плотность золота  $19,3$  г/см<sup>3</sup>, вязкость среды  $110^{-3}$  Пае. Форма частиц сферическая.

#### Задание 4

1. Охарактеризуйте известные Вам оптические методы исследования дисперсных систем.  
2. Как зависит толщина двойного электрического слоя от концентрации электролита в растворе? Какое состояние дисперсной системы называется изоэлектрическим?

3. Для определения поверхностного натяжения воды взвешивают капли, отрывающиеся от капилляра, и измеряют диаметр шейки 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.

4. Рассчитайте величину  $\zeta$ -потенциала на границе водный раствор  $KCl$  – мембрана из полистирола. В процессе электроосмоса объемная скорость равнялась  $1510^{-10}$  м<sup>3</sup>/с, сила тока  $I = 710^{-3}$  А, удельная электрическая проводимость среды  $\chi = 910^{-2}$  ом<sup>-1</sup>м<sup>-1</sup>, вязкость  $\eta = 10^{-3}$  Нс/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81$ , электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,8510^{-12}$  Ф/м. (26,9 мВ)

5. Во сколько раз уменьшится порог коагуляции золя  $As_2S_3$ , если для коагуляции  $1010^{-6}$  м<sup>3</sup> золя, вместо  $NaCl$ , использовать  $MgCl_2$  и  $AlCl_3$ ? Концентрация и объем растворов электролитов, необходимых для коагуляции, приведены в таблице. Каков заряд частиц золя?

Электролит	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>
C, кмоль/м <sup>3</sup>	0,5	0,0036	0,01
V10 <sup>6</sup> ,м <sup>3</sup>	1,2	0,4	0,1

6. Имеются следующие данные по адсорбции СО на древесном угле при  $273$  К:

P, мм.рт.ст	100	200	300	400	500	600	700
A, ммоль/г	46,2	83,3	113,4	140,2	164,6	185,6	205,6

Проверьте, подчиняются ли эти данные уравнению Ленгмюра. Рассчитайте константы этого уравнения.

7. Рассчитайте время, за которое сферические частицы стекла оседают в воде на расстояние  $1$  см, если дисперсность частиц  $0,1$  мкм<sup>-1</sup>, плотность дисперсной фазы и дисперсионной среды соответственно равны  $2,4$  и  $1,0$  г/см<sup>3</sup>. Вязкость дисперсионной среды  $110^{-3}$  Пае.

8. Пользуясь уравнением Релея, сравните интенсивности рассеянного дисперсной системой света при освещении синим светом ( $\lambda_1 = 410$  нм) и красным светом ( $\lambda_2 = 630$  нм). Интенсивности падающих монохроматических пучков света одинаковы.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры и в Moodle

## 2.3 Методические рекомендации

### 2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, практических занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов.

### 2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

- коллоквиум  
«зачет/незачет»
- индивидуальное задание  
«зачет/незачет»
- отчет по лабораторной работе  
«зачет/незачет»

## 3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

### 3.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам.

Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа, из них 1 час на подготовку ответа, 30 минут на устный ответ.

Первая часть представляет собой один вопрос, проверяющих ИОПК-1.2. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-1.3. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Третья часть содержит одну задачу, проверяющих ИОПК-1.1 и оформленные в виде решения. Ответы на третью часть предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Ответ на вопрос первой части дается в развёрнутой форме. Содержание вопросов соответствует содержанию дисциплины (п.8).

### 3.2 Примеры экзаменационных билетов

#### Министерство образования и науки Российской Федерации



#### Томский государственный университет

#### Химический факультет

#### ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

#### Б И Л Е Т № 1

1. Специфические особенности дисперсных систем.
2. Теория Гуи – Чепмена. Основные положения. Первое интегрирование уравнения Пуассона. Анализ результатов интегрирования.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

Министерство образования и науки Российской Федерации



**Томский государственный университет**

**Химический факультет**

**ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

**Б И Л Е Т № 2**

1. Методы определения размеров частиц. Седиментационный анализ.
2. Электрокинетические явления. Механизм возникновения ДЭС.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**



**Томский государственный университет**

**Химический факультет**

**ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

**Билет № 3**

1. Классификация дисперсных систем.
2. Теория Гуи – Чепмена. Второе интегрирование уравнения Гельмгольца – Пуассона.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**



**Томский государственный университет**

**Химический факультет**

**ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

**Билет № 4**

1. Адсорбция. Классификация адсорбции. Основные экспериментальные зависимости, описывающие адсорбцию.
2. Достоинства и недостатки теории Гуи – Чепмена. Теория Штерна. Строение ДЭС по Штерну.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**



**Томский государственный университет  
Химический факультет  
ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Билет № 5

1. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Основные положения. Вывод уравнения изотермы.
2. Строение мицеллы лиофобного золя. Влияние индифферентного и неиндифферентного электролитов на строение ДЭС.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**



**Томский государственный университет  
Химический факультет  
ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Билет № 6

1. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Основные положения. Модель адсорбционного слоя. Характеристическая кривая.
2. Электрокинетический потенциал. Методы определения  $\xi$  – потенциала.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**



**Томский государственный университет  
Химический факультет  
ЭКЗАМЕН ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Билет № 7.

1. Теория БЭТ. Основные положения. Уравнение изотермы, его линейная форма. Расчет емкости монослоя.
2. Леофильные и лиофобные золи. Относительная устойчивость лиофобных зольей. Электролитная коагуляция. Правило Шульце – Гарди.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Водянкина О.В.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры и в Moodle

### 3.3. Критерии оценивания

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора по теме вопросов билета.

Оценка «хорошо» выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы экзаменационного билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера. Оценка «хорошо» должна выставляться студенту, недостаточно четко и полно ответившему на уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос экзаменационного билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов экзаменатора. Неудовлетворительная оценка выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы билета.

## 4 Оценочные средства для контроля остаточных знаний

### Билет 1

1) Коллоидная химия – наука, изучающая ...

1. свойства веществ в дисперсном состоянии и явления, происходящие на границе раздела фаз
2. физико-химические особенности взаимодействия двух или нескольких веществ
3. закономерности физико-химического анализа твердых веществ

2) Если  $\sigma$  – поверхностное натяжение, а тело имеет цилиндрическую поверхность с отрицательной кривизной радиуса ( $r$ ), то согласно уравнению Лапласа избыточное внутреннее давление  $\Delta p$  в нем равно

1.  $\sigma \cdot r$
2.  $-2\sigma \cdot r$
3.  $\sigma/r$
4.  $-\sigma/r$
5.  $2\sigma/r$
6.  $-2\sigma/r$

3) Единицы измерения поверхностного натяжения

1. Дж/м<sup>2</sup>;
2. Дж/м<sup>3</sup>;
3. Дж/моль;



### Билет 3

- 1) Степень раздробленности дисперсной фазы системы, характеризующаяся величиной удельной поверхности частиц или их линейным размером – это ...
1. дисперсионная среда
  2. дисперсность
  3. дислокация
- 2) При физической адсорбции поверхностное натяжение
1. не меняется
  2. уменьшается
  3. повышается
- 3) Капиллярные явления обусловлены влиянием
1. дисперсности на давление насыщенных паров
  2. дисперсности на внутреннее давление
  3. дисперсности на растворимость
  4. дисперсности на поверхностное натяжение
- 4) К поверхностным явлениям в дисперсных системах относятся:
1. выпадение в осадок;
  2. адсорбция;
  3. расслоение эмульсии;
  4. зародышеобразование;
  5. испарение.
- 5) При увеличении плотности дисперсной фазы  $\rho$  скорость седиментации
1. увеличится
  2. уменьшится
  3. не изменится
- 6) Толщина диффузного слоя  $\lambda$  – это расстояние, на котором потенциал диффузной части ДЭС фд
1. снижается до нуля
  2. снижается в два раза
  3. уменьшается в  $e$  раз
  4. изменяется в  $e/2$  раз
- 7) Поверхностно – активные вещества (ПАВ)
1. понижают поверхностное натяжение
  2. повышают поверхностное натяжение
  3. не изменяют поверхностное натяжение
  4. адсорбируются на межфазной поверхности
- 8) При смешивании растворов фосфата натрия и сульфата алюминия (избыток) образуются мицеллы следующего строения
1.  $\{m [AlPO_4] nSO_4^{2-} (2n-2x)Na^+ \}^{2-} 2xNa^+$
  2.  $\{m [AlPO_4] nPO_4^{3-} (3n-3x)Na^+ \}^{3-} 3xNa^+$
  3.  $\{m [Al_2(SO_4)_3] nPO_4^{3-} (3n-3x)Na^+ \}^{3-} 3xNa^+$
  4.  $\{m [AlPO_4] nAl^{3+} 1,5(n-x)SO_4^{2-} \}^{3+} 1,5xSO_4^{2-}$



9) Структурообразование – это ...

1. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
2. слияние капель дисперсной фазы
3. образование дисперсной системы из осадка или геля
4. перенос вещества от мелких частиц к крупным
5. образование структурной сетки из частиц дисперсной фазы

10) Гомогенная конденсация отличается от гетерогенной тем, что

1. при гомогенной конденсации зародыши возникают внутри объема исходной фазы в результате флуктуации плотности или концентрации
2. при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности посторонних частиц
3. при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности стенок сосуда, в котором находится исходная система

Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### Билет 4

1) Поверхностные явления – это ...

1. процессы, возникающие при действии внешнего электрического поля
2. процессы, возникающие в результате взаимодействия сопряженных фаз и происходящие на границе раздела фаз и в межфазном поверхностном слое
3. процессы, возникающие за счет движения дисперсной фазы или дисперсионной среды

2) Адсорбентом называют

1. адсорбирующееся вещество
2. менее конденсированную фазу адсорбционной системы
3. более конденсированную фазу адсорбционной системы, на поверхности которой происходит адсорбция

3) Уменьшение радиуса кривизны вогнутого мениска жидкости в капилляре

- 1.увеличивает высоту капиллярного поднятия
- 2.уменьшает высоту капиллярного поднятия
- 3.не изменяет высоту капиллярного поднятия

4) Хемосорбция отличается от физической адсорбции:

1. большим тепловым эффектом и обратимостью;
2. незначительным тепловым эффектом и необратимостью;
3. незначительным тепловым эффектом и обратимостью;
4. обусловлена силами Ван-дер-Ваальса и с повышением температуры уменьшается;
5. большим тепловым эффектом и необратимостью.

5) При уменьшении плотности дисперсной фазы  $\rho$  скорость седиментации

4. увеличится



## Билет 5

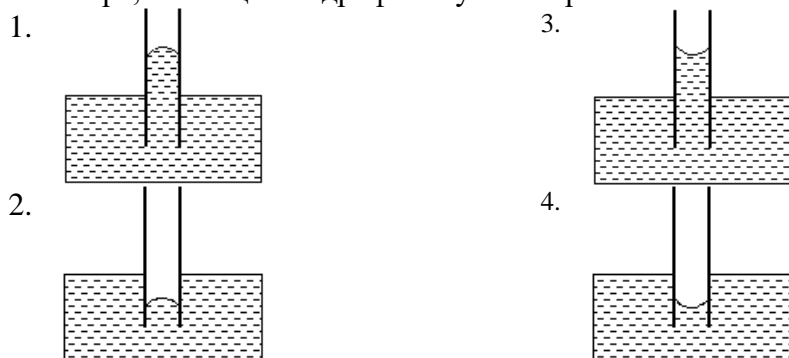
1) Коллоидное состояние вещества, характеризующееся раздробленностью (дисперсностью) одной из фаз, эта фаза называется ....

1. эмульсией
2. дисперсионной средой
3. мицеллой
4. дисперсной фазой

2) Адсорбатом называют

1. адсорбирующееся вещество
2. более конденсированную фазу адсорбционной системы
3. менее конденсированную фазу адсорбционной системы

3) Рисунок, на котором правильно показано положение и форма мениска воды в капилляре, имеющем гидрофильную поверхность



4) Повышение температуры при физической адсорбции газов и паров:

1. не влияет на величину адсорбции;
2. ведет к росту адсорбции;
3. ведет к уменьшению адсорбции.

5) Электролит, который заряжает поверхность капель эмульсии бензола в воде положительно

1. NaCl
2. ZnSO<sub>4</sub>
3. C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COONa
4. C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>NH<sub>3</sub>Cl

6) Закон Эйнштейна – Смолуховского выражается соотношением

- 1  $B = 6\pi\eta r$
- 2  $\overline{\Delta^2} = 2D\tau$
- 3  $D = k_B T / B$
- 4  $u = \frac{v(\rho - \rho_0)g}{B}$

7) Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) – это концентрация, при которой

1. раствор ПАВ становится лиофильной дисперсной системой
2. начинается быстрая коагуляция
3. сферические мицеллы становятся цилиндрическими
4. начинают образовываться мицеллы

8) При смешивании растворов сульфида калия (избыток) и нитрата серебра образуются мицеллы следующего строения

1.  $\{m [AgNO_3] nS^{2-} (2n-2x)K^+\}^{2-} 2xK^+$
2.  $\{m[Ag_2S]nS^{2-} (2n-2x)K^+\}^{2-} 2xK^+$
3.  $\{m[Ag_2S]nAg^+ (n-x)NO_3^{3-}\}^+ xNO_3^{3-}$
4.  $\{m[AgNO_3]nAg^+ 0,5(n-x)S^{2-}\}^+ 0,5xS^{2-}$

9) Пептизация – это ...

1. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
2. слияние капель дисперсной фазы
3. образование дисперсной системы из осадка или геля
4. перенос вещества от мелких частиц к крупным
5. образование структурной сетки из частиц дисперсной фазы

10) Выберите правильное утверждение, касающееся работы зародышеобразования при гомогенной и гетерогенной конденсациях

1. величина работы гомогенного зародышеобразования больше величины работы гетерогенного зародышеобразования
2. величина работы гомогенного зародышеобразования меньше величины работы гетерогенного зародышеобразования
3. величины этих работ одинаковы

Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### Билет 6

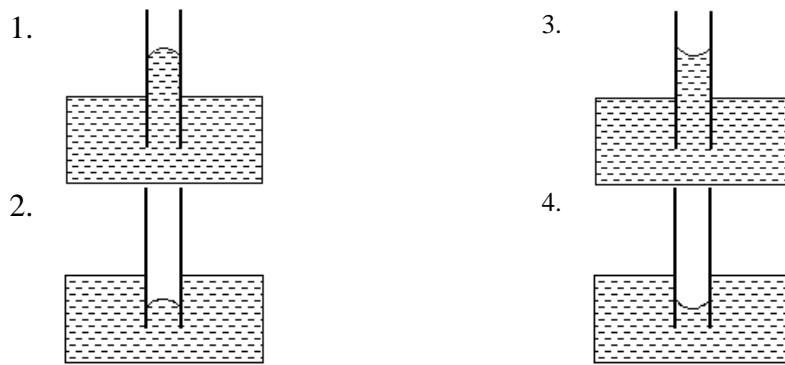
1) Среда, в которой находится дисперсная фаза, называется ....

1. водная среда
2. среда растворителя
3. дисперсионная среда

2) Если  $g$  – поверхностная активность;  $\sigma$  – поверхностное натяжение;  $c$  – концентрация. Выражение, определяющее величину поверхностной активности,  $g =$

- 1  $-\frac{d\sigma}{dc}$
- 2  $\frac{d\sigma}{dc}$
- 3  $\lim_{c \rightarrow 0} \left( -\frac{d\sigma}{dc} \right)$
- 4  $\lim_{c \rightarrow 0} \left( \frac{d\sigma}{dc} \right)$

3) Рисунок, на котором правильно показано положение и форма мениска воды в капилляре, имеющем гидрофобную поверхность



- 4) В теории БЭТ, в отличие от теории Ленгмюра, предполагается, что
1. адсорбционные центры энергетически неоднородны;
  2. на каждом адсорбционном центре адсорбируется только одна молекула;
  3. каждая адсорбированная молекула является новым адсорбционным центром;
  4. адсорбированные молекулы, находящиеся в соседних слоях не взаимодействуют друг с другом.
- 5) С помощью седиментационного анализа можно определить
1. размеры пор
  2. размеры капель эмульсий
  3. размеры частиц порошков
  4. поверхностное натяжение дисперсионной среды
- 6) Электролит, который заряжает поверхность капель эмульсии бензола в воде отрицательно
1. KCl
  2. Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  3. C<sub>14</sub>H<sub>29</sub>NH<sub>3</sub>Cl
  4. C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>SO<sub>4</sub>Na
- 7) Солюбилизация – это
1. растворение ПАВ в воде
  2. растворение веществ (нерастворимых в дисперсионной среде) в мицеллах ПАВ
  3. снижение поверхностного натяжения раствора в присутствии ПАВ
  4. повышение поверхностного натяжения раствора в присутствии ПАВ
- 8) При смешивании растворов гидроксида натрия (избыток) и сульфата меди (II) образуются мицеллы следующего строения
1.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2] n\text{OH}^- (n-x)\text{Na}^+\}^- x\text{Na}^+$
  2.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2] n\text{OH}^- (n-x)\text{Cu}^{2+}\}^- \text{Cu}^{2+}$
  3.  $\{m[\text{CuSO}_4] n\text{OH}^- (n-x)\text{Na}^+\}^- x\text{Na}^+$
  4.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2] n\text{Cu}^{2+} (n-x)\text{SO}_4^{2-}\}^{2+} x\text{SO}_4^{2-}$
- 9) Структурообразование – это ...
1. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
  2. слияние капель дисперсной фазы
  3. образование дисперсной системы из осадка или геля
  4. перенос вещества от мелких частиц к крупным
  5. образование структурной сетки из частиц дисперсной фазы

- 10) Гомогенная конденсация отличается от гетерогенной тем, что
1. при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности посторонних частиц
  2. при гомогенной конденсации зародыши возникают внутри объема исходной фазы в результате флуктуации плотности или концентрации
  3. при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности стенок сосуда, в котором находится исходная система

Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### Билет 7

1) Как называется дисперсная система, в которой дисперсной фазой и дисперсионной средой являются жидкости

1. суспензия
2. лиофобный коллоид
3. эмульсия

2) Единицы измерения поверхностной активности

1. Н/м
2. Н/м<sup>2</sup>
3. Н·м/моль
4. Н·м<sup>2</sup>/моль
5. Н·м<sup>2</sup>

3) Эффект Ребиндера заключается

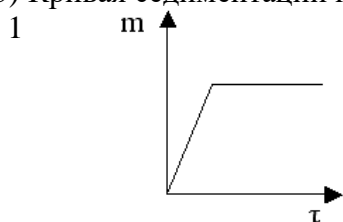
1. в росте растворимости частиц при уменьшении их размеров
2. в адсорбционном понижении прочности материалов в присутствии ПАВ
3. снижении температуры фазового перехода с ростом дисперсности частиц

4) Константа К, входящая в уравнение Ленгмюра  $a = a_{max} \frac{Kp}{1 + Kp}$  представляет собой

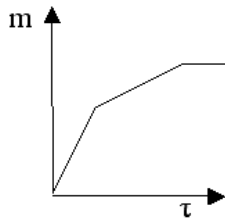
константу:

1. скорости адсорбции;
2. адсорбционного равновесия;
3. конденсации.

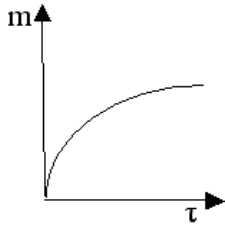
5) Кривая седиментации полидисперсной системы имеет вид



2



3

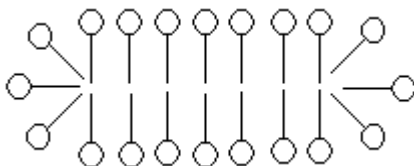


6) В теории Гуи-Чепмена строения ДЭС учитываются факторы

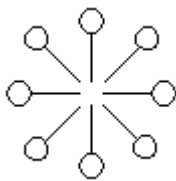
1. электростатические силы и тепловое движение противоионов
2. адсорбционные (специфические) силы
3. силы трения
4. размеры противоионов

7) В воде при достижении ККМ1 коллоидные ПАВ образуют мицеллы следующего строения

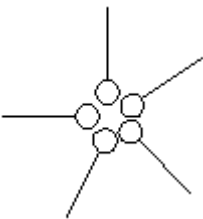
1



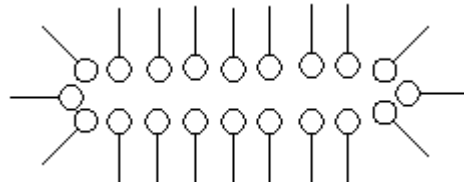
2



3



4



8) При смешивании растворов гидроксида натрия и сульфата меди (II) (избыток) образуются мицеллы следующего строения

1.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2] n\text{OH}^- (n-x)\text{Na}^+\}^- x\text{Na}^+$
2.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2]n\text{OH}^- (n-x)\text{Cu}^{2+}\}^- \text{Cu}^{2+}$
3.  $\{m[\text{CuSO}_4] n\text{OH}^- (n-x)\text{Na}^+\}^- x\text{Na}^+$
4.  $\{m[\text{Cu}(\text{OH})_2]n\text{Cu}^{2+} (n-x)\text{SO}_4^{2-}\}^{2+} x\text{SO}_4^{2-}$

9) Коагуляция – это ...

1. слияние капель дисперсной фазы

2. образование дисперсной системы из осадка или геля
3. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
4. перенос вещества от мелких частиц к крупным
5. образование структурной сетки из частиц дисперсной фазы

- 10) Если радиус зародыша новой фазы превышает критический радиус зародыша, то
1. происходит самопроизвольное исчезновение зародыша
  2. наступает метастабильное состояние
  3. происходит самопроизвольный рост зародыша

Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

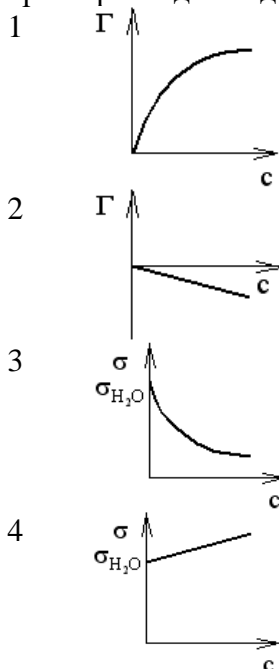
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### Билет 8

- 1) Для каких систем характерно сильное межфазное взаимодействие, и при образовании их энергия Гиббса уменьшается

1. лиофобные
2. лиофильные
3. аморфные

- 2) Правильный вариант зависимости гиббсовской адсорбции ( $\Gamma$ ) от концентрации ( $c$ ), характерные для водных растворов поверхностно-активных веществ



- 3) Если радиус зародыша новой фазы превышает критический радиус зародыша, то

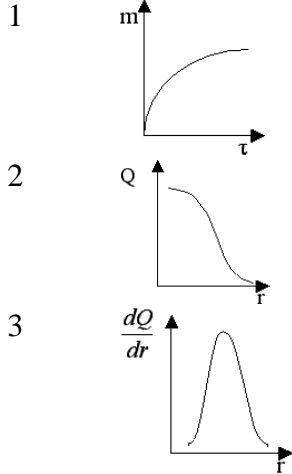
1. происходит самопроизвольное исчезновение зародыша
2. происходит самопроизвольный рост зародыша
3. наступает метастабильное состояние



4) При выводе уравнения БЭТ принимается, что

1. все слои адсорбата равноценны
2. слои адсорбата равноценны, за исключением первого слоя
3. число слоев адсорбата не является бесконечным
4. отсутствует взаимодействие между разными слоями адсорбата

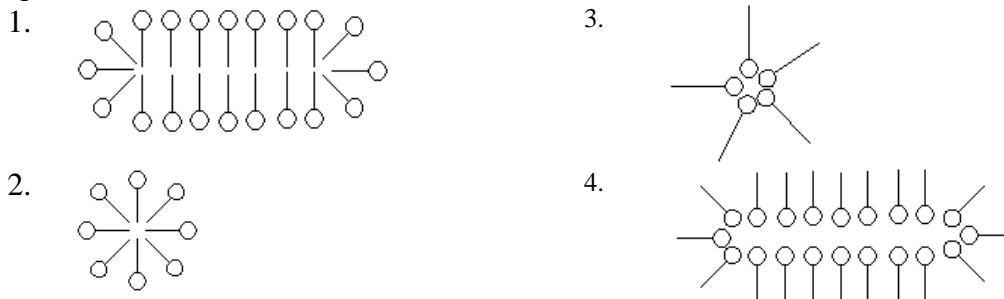
5) Вид дифференциальной кривой распределения частиц по радиусам дисперсной системы



б) Перезарядка поверхности возможна при добавлении

1. индифферентных электролитов
2. электролитов, содержащих специфически адсорбирующиеся ионы

7) В гептане при достижении ККМ<sub>1</sub> коллоидные ПАВ образуют мицеллы следующего строения



8) При смешивании растворов хлорида бария и сульфата натрия (избыток) образуются мицеллы следующего строения

1.  $\{m[\text{BaCl}_2] n\text{SO}_4^{2-} (2n-2x)\text{Na}^+ \}^{2-} 2x\text{Na}^+$
2.  $\{m[\text{BaSO}_4] n\text{Ba}^{2+} (2n-2x)\text{Cl}^- \}^{2+} 2x\text{Cl}^-$
3.  $\{m [\text{BaSO}_4] n\text{SO}_4^{2-} (2n-2x)\text{Na}^+ \}^{2-} 2x\text{Na}^+$
4.  $\{m[\text{BaCl}_2] n\text{Ba}^{2+} (n-x)\text{SO}_4^{2-} \}^{2+} x\text{SO}_4^{2-}$

9) Пептизация – это ...

1. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
2. слияние капель дисперсной фазы
3. образование дисперсной системы из осадка или геля
4. перенос вещества от мелких частиц к крупным
5. образование структурной сетки из частиц дисперсной фазы

10) Выберите правильное утверждение, касающееся работы зародышеобразования при гомогенной и гетерогенной конденсациях

1. величина работы гомогенного зародышеобразования меньше величины работы гетерогенного зародышеобразования
2. величина работы гомогенного зародышеобразования больше величины работы гетерогенного зародышеобразования
3. величины этих работ одинаковы

Фамилия, инициалы \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### Билет 10

1) Основные особенности коллоидного состояния вещества:

1. плотность раствора;
2. гетерогенность;
3. мутность раствора;
4. дисперсность;
5. вязкость раствора.

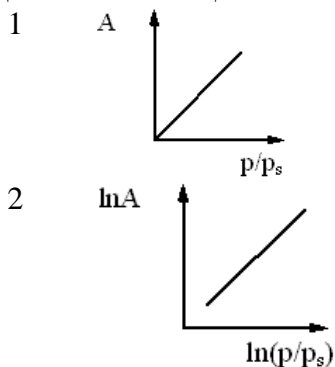
2) Явление, обусловленное межмолекулярным взаимодействием находящихся в контакте двух конденсированных фаз разной природы, называют

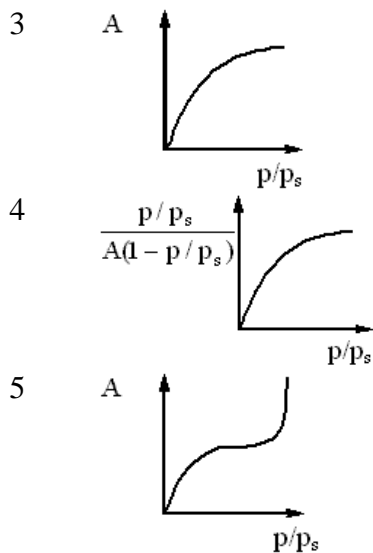
1. адсорбцией
2. адгезией
3. смачиванием
4. когезией

3) При физической адсорбции из всех физических взаимодействий наиболее универсальным является взаимодействие

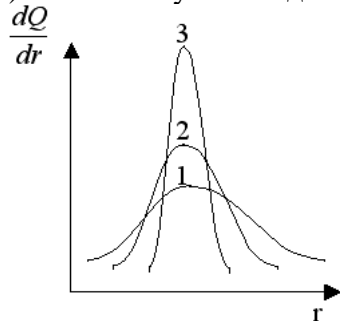
1. дисперсионное
2. ориентационное
3. индукционное

4) Выберите рисунок, на котором правильно показан общий вид изотермы полимолекулярной адсорбции (БЭТ). (A – адсорбция; p – равновесное давление пара; p<sub>s</sub> – давление насыщенного пара)





5) Наименьшую полидисперсность имеет система



6) При добавлении электролитов, содержащих специфически адсорбирующиеся ионы

1. меняется только адсорбционный слой ДЭС
2. меняется только диффузный слой ДЭС
3. меняется и адсорбционный и диффузный слой ДЭС
4. ДЭС не меняется

7) Расклинивающее давление – это

1. сила, действующая тангенциально к поверхности, отнесенная к единице длины периметра этой поверхности
2. разность гидростатических давлений в пленке, разделяющей частицы, и в окружающей пленку фазе
3. избыточное давление, возникающее в поверхностных слоях при их перекрытии
4. двумерное давление адсорбционной пленки ПАВ

8) При смешивании растворов фосфата натрия и сульфата алюминия (избыток) образуются мицеллы следующего строения

1.  $\{m [AlPO_4] nSO_4^{2-} (2n-2x)Na^+ \}^{2-} 2xNa^+$
2.  $\{m [AlPO_4] nPO_4^{3-} (3n-3x)Na^+ \}^{3-} 3xNa^+$
3.  $\{m [Al_2(SO_4)_3] nPO_4^{3-} (3n-3x)Na^+ \}^{3-} 3xNa^+$
4.  $\{m [AlPO_4] nAl^{3+} 1,5(n-x)SO_4^{2-} \}^{3+} 1,5xSO_4^{2-}$

9) Коагуляция – это ...

1. образование агрегатов из частиц дисперсной фазы под действием различных факторов
2. слияние капель дисперсной фазы
3. образование дисперсной системы из осадка или геля

