

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### *Коллоидная химия, 8 семестр*

Код, направление подготовки	<b>04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия</b>
Направленность (профиль)	<b>Аналитическая химия</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>
Кафедра-разработчик	<b>Химии</b>
Выпускающая кафедра	<b>Химии</b>

Типовые задания для контрольной работы:

#### **Тема 1. Коллоидное состояние вещества**

1. Что изучает коллоидная химия?
2. Микрофльтрация и ультрафльтрация.
3. Гетерокоагуляция как метод разделения дисперсий; микрофлотация.
4. Применение коагулянтов и флокулянтов для очистки воды.
5. Электрофльтрация.
6. Мембранные методы разделения дисперсий.
7. Какие поверхностные явления изучает коллоидная химия?
8. Что является мерой гетерогенности и степени раздробленности, и какова связь между ними?

#### **Тема 2. Поверхностные явления в дисперсных системах**

1. Что такое поверхностное натяжение, и в каких единицах оно измеряется?
2. Поверхностное натяжение, механизм возникновения, связь с удельной по-верхностной энергией.
3. Факторы, влияющие на величину поверхностного натяжения. Полная поверхностная энергия.
4. Сущность основных способов определения поверхностного натяжения на границе жидкость – газ.
5. Поверхностно – активные вещества (ПАВ), особенности их химической природы, классификация, применение.
6. Поверхностная активность, физический смысл, метод определения. Факторы, влияющие на величину поверхностной активности. Правило Траубе.
7. Гиббсовская адсорбция, движущая сила, механизм, способ определения. Фундаментальное уравнение Гиббса.
8. Почему поверхностное натяжение изменяется с изменением температуры?
9. Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
10. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел?

11. На чем основано определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца и сталагмометрическим методом?
12. Как и почему зависит поверхностное натяжение от температуры?
13. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
14. Как влияет температура на теплоту и энтропию образования единицы поверхности и на полную поверхностную энергию неассоциированных жидкостей?
15. При каких условиях жидкость будет подниматься в капиллярных трубках?
16. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия?
17. Чем объясняется выпуклость и вогнутость мениска в капиллярных трубках?

### **Тема 3. Капиллярные явления. Капиллярное давление. Закон Лапласа**

1. Как зависит давление пара от кривизны поверхности жидкости.
2. Закон Томсона.
3. Что такое капиллярная конденсация и каков ее механизм.
4. Изотермическая перегонка вещества.
5. Зависимость растворимости от кривизны поверхности дисперсных частиц (закон Гиббса-Оствальда-Фрейндлиха).
6. Равновесная форма кристаллов (закон Гиббса-Кюри-Вульфа).
7. Смачивание. Краевой угол.
8. Закон Юнга (силовой и энергетический выводы).
9. Работа когезии.
10. Работа адгезии.
11. Соотношение между работами когезии и адгезии при смачивании.
12. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена, капиллярная постоянная жидкости.
13. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел (лиофильных и лиофобных).
14. Полное смачивание (термодинамическое условие).
15. Понятие о поверхностных силах второго рода и расклинивающим давлении.
16. Линия трехфазного контакта (линия смачивания); линейное натяжение.
17. Уравнение краевого угла смачивания с учетом линейного натяжения.
18. Капиллярное течение в пористых средах.
19. Практические приложения (вытеснение нефти, течение в невесомости и др.).
20. Основные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел.

### **Тема 4. Поверхностные явления на границе раздела фаз**

1. Разрушение и измельчение (диспергирование) твердых тел как физико-химический процесс образования новой поверхности.
2. Теория Гриффитса, условие самопроизвольного распространения трещин.
3. Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности как следствие снижения поверхностной энергии твердых тел.
4. Основные формы проявления эффекта: пластифицирование, возникновение хрупкости, самопроизвольное диспергирование.
5. Термодинамические условия проявления эффекта Ребиндера.
6. Влияние химической природы твердых тел и жидкостей на возможность его проявления.
7. Электрокапиллярный эффект.
8. Проявление эффекта Ребиндера в природных и технологических процессах (примеры).
9. Повышение прочности при растворении поверхностного слоя кристаллов (эффект Иоффе).

### **Тема 5. Адсорбция на поверхности раздела фаз**

1. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение.
2. Поверхностно-активные и -инактивные вещества (примеры).
3. Относительность понятия "поверхностная активность" (зависимость от природы контактирующих фаз). Поверхностно-активные металлы.
4. Термодинамика процесса адсорбции. Уравнение адсорбции Гиббса.
5. Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ).
6. Классификация ПАВ по молекулярному строению (анионо- и катионоактивные, неионогенные, амфолитные); области применения ПАВ. Высокомолекулярные ПАВ (примеры, отличия от низкомолекулярных ПАВ). Проблема биоразлагаемости ПАВ.
7. Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества). Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ.
8. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность, ее изменение в гомологических рядах ПАВ.
9. Термодинамическое обоснование правила Траубе-Дюкло.
10. Методы оценки поверхностной активности органических ПАВ. Работа адсорбции. Динамический характер адсорбционного равновесия на поверхности раздела раствор ПАВ - газ. Уравнение Лэнгмюра, его связь с уравнениями Гиббса, Шишковского и Фрумкина.
11. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое, ориентация молекул в разреженных и в насыщенных слоях.
12. Уравнение состояния монослоя ПАВ. Расчет размеров молекул ПАВ.
13. Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ; поверхностное давление; методы его измерения.
14. Изотермы двухмерного давления. Основные типы пленок: газообразные, жидкорастянутые, жидкие, твердые.
15. Условия перехода пленки от одного состояния к другому.
16. Слои Лэнгмюра - Блоджетт как самоорганизованные коллоидные структуры.
17. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей.
18. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
19. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация твердой поверхности.
20. Управление смачиванием в процессах флотации.
21. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смазочное действие и на граничное трение.

### **Тема 6. Электроповерхностные явления в дисперсных системах**

1. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС.
2. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии.
3. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна, Грэма).
4. Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита.
5. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания; теория Гельмгольца-Смолуховского.
6. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала.
7. Строение мицеллы гидрофобного золя.
8. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидных частиц. Основы ионного обмена.

9. Лиотропные ряды. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах; методы определения изоэлектрической точки. Практические приложения электрокинетических явлений.
10. Электрокапиллярные явления. Понятие об электроповерхностных явлениях: капиллярном осмосе, диффузиофорезе.

### **Тема 7. Устойчивость дисперсных систем**

1. Диспергационные методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей).
2. Роль ПАВ в процессах получения дисперсных систем.
3. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел.
4. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования. Процессы диспергирования в природе и технике.
5. Конденсационные способы получения дисперсных систем. Образование зелей в процессе химических реакций
6. Термодинамика гомогенного и гетерогенного образования коллоидных частиц при фазовых переходах 1-го рода (теория Гиббса-Фольмера).
7. Работа образования зародышей новой фазы. Образование частиц дисперсной фазы в процессах кристаллизации из растворов, конденсации пересыщенного пара, кипения. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах.
8. Основные методы очистки зелей (диализ и ультрафильтрация).
9. Коллоидно-химические свойства ВМС.
10. Методы определения концентрации и размеров частиц зелей.
11. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; критерий самопроизвольного диспергирования (критерий Ребиндера-Щукина).
12. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), основные методы определения ККМ.
13. Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела раствор ПАВ - воздух в гомологических рядах ПАВ.
14. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ.
15. Термодинамика мицеллообразования: тепловые эффекты, роль гидрофобных взаимодействий, диаграмма фазовых состояний, температурная зависимость ККМ; точка Крафта.
16. Солюбилизация (коллоидное растворение органических веществ в прямых мицеллах). Относительная солюбилизация, зависимость от температуры и концентрации. Солюбилизация в неводных средах.
17. Микроэмульсии; строение микрокапель, условия образования, фазовая диаграммы.
18. Практические приложения мицеллярных систем и микроэмульсий (в химии, нефтедобычи, биологии).
19. Седиментационная устойчивость.
20. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
21. Диффузия в коллоидных системах. Закон Эйнштейна.
22. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Константа седиментации.
23. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам; интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка.
24. Седиментационно-диффузионное равновесие. Метод Перрена определения числа Авогадро.
25. Применение ультрацентрифуг для измерения массы ультрадисперсных частиц и макромолекул (Думанский, Сведберг).
26. Теория устойчивости гидрофобных зелей (теория ДЛФО).
27. Термодинамика тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Учет молекулярной природы контактирующих фаз, для тонких пленок и сферических частиц. Электростатическая составляющая расклинивающего

давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними.

28. Основные факторы, влияющие на агрегативную устойчивость дисперсных систем.
29. Эффективная упругость тонких пленок.
30. Эффект Марангони-Гиббса; причины возникновения.
31. Гидродинамические особенности утоньшения пленок.
32. Структурно-механический барьер (теория Ребиндера).
33. Реологические свойства адсорбционных слоев ПАВ - стабилизаторов коллоидов коллоидных систем.
34. Защитные коллоиды.
35. Порог коагуляции; зависимость критической концентрации электролита от размера и заряда коагулирующего иона (правило Шульце - Гарди).
36. Антагонизм и синергизм в действии электролитов на процесс коагуляции.
37. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (концентрационная и нейтрализационная коагуляция).
38. Обоснование правила Шульце-Гарди и критерия Эйлера-Корфа в теории ДЛФО.
39. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция (определения, примеры).
40. Кинетика коагуляции. Теория быстрой коагуляции (Смолуховский); основные положения теории медленной коагуляции (Н. Фукс). Обратимость процесса коагуляции. Пептизация.

#### **Тема 8. Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах**

1. Закономерности течения свободно-дисперсных систем под действием приложенного давления.
  2. Закон Ньютона. Влияние концентрации и формы частиц дисперсной фазы на закономерности течения (закон Энштейна).
  3. Структурообразование в дисперсных системах. Возникновение и развитие пространственных структур. Природа контактов между элементами структур.
  4. Периодические структуры. Образование и свойства гелей.
  5. Коагуляционные структуры. Условия образования, механические свойства; явление тиксотропии.
  6. Кристаллизационные структуры. Механические свойства кристаллизационных структур.
  7. Описание дисперсных систем на основе реологических моделей (Максвелла, Кельвина, Бингама, Шведова). Полная реологическая кривая.
  8. Физико-химические методы регулирования структурно-механических свойств дисперсных систем на различных стадиях их формирования как основная задача физико-химической механики.
- 4 Золь иодида серебра получен методом химической конденсации по реакции иодида калия и нитрата серебра в избытке последнего. Написать формулу мицеллы. Рассчитать порог коагуляции, указать природу коагулирующего иона, если коагуляция наблюдалась при добавлении 0,5 мл 0,001 моль-экв./л раствора иодида калия к 15 мл золя.

#### **Тема 9. Эмульсии, пены и аэрозоли. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды**

1. Роль аэрозолей в загрязнении окружающей среды.
2. Эмульсии. Классификация, определение степени дисперсности.
3. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий.
4. Роль гидрофильно-липофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий.
5. Эмульсионные пленки; их строение и факторы, влияющие на устойчивость эмульсионных пленок. Обращение фаз в эмульсиях. Твердые эмульгаторы.
6. Методы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий.
7. Пены. Строение пен и их классификация. Кратность пен.

8. Пенообразователи, эффективность их влияния и связь с гидрофильно-липофильным балансом используемых ПАВ.
9. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ.
10. Пенные пленки, строение, факторы устойчивости. Черные пленки.
11. Практическое применение пен (примеры). Использование пен для моделирования физико-химических процессов (зарождение и перемещение дислокаций и др.).
12. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы.
13. Методы получения и измерения размеров аэрозольных частиц.
14. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей (высоко- и грубодисперсных).
15. Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц.
16. Агрегативная устойчивость аэрозолей.
17. Способы и особенности разрушения аэрозолей.
18. Практическое использование аэрозолей (примеры).
19. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем.
20. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

### Примеры практических заданий для контрольной работы

1. Определите толщину гидратной оболочки частиц оксида железа, если при массовой концентрации  $0,35 \text{ кг/м}^3$ , частичная концентрация золя равна  $2 \cdot 10^{18} \text{ частиц/м}^3$ . Плотность оксида железа примите равной  $5,2 \text{ г/см}^3$ . Средний сдвиг  $\bar{\Delta}$  частиц за 5 секунд составляет 8 мкм. Вязкость дисперсионной среды  $\eta = 1,5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , температура  $t = 25^\circ\text{C}$ .
2. Рассчитайте емкость диффузного слоя частиц дисперсной фазы. Дисперсионной средой является водный раствор  $\text{CaCl}_2$ , с концентрацией  $2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$  при  $283 \text{ К}$  и  $\epsilon = 83,8$ . Определите, во сколько раз изменится емкость, если к раствору  $\text{CaCl}_2$  добавить равный объем водного раствора  $\text{NaCl}$  такой же молярной концентрации.
3. В три колбы налито по 50 мл золя гидроксида железа. Чтобы вызвать коагуляцию золя, потребовалось добавить в первую колбу 5,30 мл 1 н.  $\text{KCl}$ , в другую 31,6 мл 0,01 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , в третью 18,7 мл 0,001 н.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Вычислить порог коагуляции каждого электролита и определить знак заряда золя.
4. Определите частичную концентрацию золя оксида хрома с массовой концентрацией  $0,08 \text{ кг/м}^3$  используя следующие данные: коэффициент диффузии  $D$  составляет  $2,5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$ , вязкость среды  $\eta = 1,5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , температура  $t = 20^\circ\text{C}$ , толщина гидратного слоя  $\delta = 1,8 \text{ нм}$ , плотность оксида хрома  $\rho = 5,6 \text{ г/см}^3$ .
5. Вычислить электрофоретическую скорость частиц золя золота, если градиент потенциала равен  $850 \text{ В/м}$ , а  $\zeta$ -потенциал составляет  $89,5 \text{ мВ}$ . Вязкость среды  $0,001 \text{ Н}\cdot\text{сек/м}^2$ , а диэлектрическая проницаемость 81. Частицы имеют цилиндрическую форму.
6. Рассчитайте толщину диффузного ионного слоя  $\lambda$  на поверхности пластинки при  $300 \text{ К}$  в водном растворе, 1 л которого содержит 0,01 г  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  (индифферентный электролит). Относительная диэлектрическая проницаемость раствора равна 76,5. Во сколько раз изменится  $\lambda$ , если раствор разбавить деионизированной водой в 4 раза?
7. Рассчитайте  $\xi$ -потенциал частиц бентонитовой глины по результатам электрофореза при следующих условиях: расстояние между электродами равно 25 см, напряжение

составляет 100 В, за 15 мин частицы перемещаются на 6 мм к аноду, относительная диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon = 78,2$  (при 298 К), вязкость  $\eta = 8,94 \cdot 10^{-4}$  Па с.

8. Коагуляция отрицательного золя трехсернистого мышьяка вызывается катионами. Пороги коагуляции для электролитов  $KNO_3$ ,  $MgCl_2$  и  $AlCl_3$  соответственно равны 50,0; 0,72; 0,093 ммоль/л золя. Как относятся между собой коагулирующие способности катионов разной валентности?

9. Во сколько раз работа адгезии воды к золоту ( $\theta = 66^\circ$ ) больше работы адгезии воды к парафину ( $\theta = 110^\circ$ )?

10. Краевой угол для воды на коже человека при 20 °С равен  $75^\circ$ , а на полиэтилене -  $103^\circ$ . При этой температуре  $\sigma(H_2O) = 72,75$  мДж/м<sup>2</sup>. На сколько больше работа адгезии в первом случае по сравнению со вторым?

11. Предложить способ получения золя кремниевой кислоты, записать уравнение реакции, формулу мицеллы, описать оптические свойства.

12. Определите, возможно ли растекание водного раствора валериановой кислоты по поверхности ртути исходя из значений поверхностного и межфазного натяжения:  $\sigma_{\text{раствор-воздух}} = 25$  мДж/м<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{Hg-воздух}} = 475$  мДж/м<sup>2</sup>,  $\sigma_{\text{Hg-р-р}} = 329$  мДж/м<sup>2</sup>. Если раствор будет растекаться по поверхности ртути, то как при этом ориентируются полярные группы валериановой кислоты: к воде или к ртути? Объясните почему.

13. Определить величину адсорбции и поверхностную активность водного раствора при 20°С, содержащего 20 мг/л каприловой кислоты ( $C_7H_{15}COOH$ ), поверхностное натяжение раствора 48 мН/м, поверхностное натяжение воды составляет 72,2 мН/м.

14. Рассчитайте равновесное давление паров над каплями воды с дисперсностью  $20 \text{ мкм}^{-1}$  при температуре 333 К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293 К составляет 72,75 мДж/м<sup>2</sup>, а температурный коэффициент поверхностного натяжения  $\frac{d\sigma}{dt} = -0,16$  мДж/(м<sup>2</sup>·К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 60°С равно 20,58 кПа, а плотность воды 0,983 г/см<sup>3</sup>.

15. Рассчитайте и постройте изотерму Гиббсовской адсорбции ПАВ по зависимости межфазного натяжения на границе гептан-водный раствор при 20°С. Определите поверхностную активность. Межфазное натяжение на границе гептан-вода (в отсутствие ПАВ) равно  $\sigma_0 = 51,0$  мДж/м<sup>2</sup>.

### Образцы вариантов контрольной работы

#### Вариант №

1. Классификация дисперсных систем. Особенности ультрамикрорегетерогенного состояния (наносостояния).
2. Капиллярное давление. Закон Лапласа и его следствия.
3. Рассчитать адсорбцию, поверхностную активность олеата натрия при 20 °С на поверхности раствора, если поверхностное натяжение воды  $72,7 \cdot 10^{-3}$  Н/м, а поверхностное натяжение раствора составляет  $62,0 \cdot 10^{-3}$  Н/м, концентрация олеата натрия составляет 20 г/л.
4. Золь иодида серебра получен методом химической конденсации по реакции иодида калия и нитрата серебра в избытке последнего. Написать формулу мицеллы, рассчитать порог коагуляции, указать природу коагулирующего иона, если коагуляция наблюдалась при добавлении 0,5 мл 0,001 моль-экв./л раствора иодида калия к 20 мл золя.

#### Вариант №

1. Мицеллообразование в водных и неводных средах. Термодинамика мицеллообразования. Мицеллообразование и солюбилизация в прямых и обратных мицеллах. Микроэмульсии.
2. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от концентрации ПАВ. Поверхностная активность. Уравнение Шишковского. Теоретическое обоснование правила Дюкло-Траубе.
3. Рассчитать величину адсорбции и поверхностную активность при температуре 25 °С для водного раствора, содержащего 20 мг/л миристиновой кислоты ( $C_{13}H_{27}COOH$ ), если поверхностное натяжение исследуемого раствора  $65 \cdot 10^{-3}$  Н/м, поверхностное натяжение воды при этой же температуре  $72,75 \cdot 10^{-3}$  Н/м.
4. Золь иодида серебра получен методом химической конденсации по реакции иодида калия и нитрата серебра в избытке последнего. Написать формулу мицеллы. Рассчитать порог коагуляции, указать природу коагулирующего иона, если коагуляция наблюдалась при добавлении 0,5 мл 0,001 моль-экв./л раствора иодида калия к 15 мл золя.

#### Вариант №

1. Приведите классификацию пористых адсорбентов по размерам пор. Какие теории описывают адсорбцию на пористых телах по этой классификации?
2. Каковы причины броуновского движения? Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? От каких свойств системы зависит этот параметр?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности равна 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300 К и концентрации ПАВ в растворе, равной 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм<sup>2</sup>, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м<sup>2</sup>·с.
4. Используя уравнение Гуи - Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор NaCl с концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л (индифферентный электролит),  $T = 293$  К,  $\epsilon = 80,1$ ,  $\phi = 0,03$  В.

#### Вариант №

1. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
2. Как связана скорость осаждения сферической частицы в гравитационном поле с дисперсностью? Приведите уравнение.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:  
r/ps 0,2 0,4 0,6 0,8 0,9 1,0  
A, моль/кг (адсорбция) 0,8 1,3 1,6 2,2 3,4 3,9  
A, моль/кг (десорбция) 0,8 1,4 2,0 3,0 3,7 3,9  
Плотность метанола 0,788 г/см<sup>3</sup>, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м<sup>2</sup>.
4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами составляло 0,25 м, напряжение 100 В; за 15 минут границы переместились на 6 мм к аноду. Рассчитайте  $\zeta$ -потенциал частиц, если  $\epsilon = 78,2$ ,  $\eta = 1$  мПа·с.



## Вопросы для экзамена по дисциплине «Коллоидная химия»

1. Классификация дисперсных систем. Особенности ультрамикроретерогенного состояния (наносостояния).
2. Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах. Температурная зависимость поверхностного натяжения.
3. Поверхностное натяжение однокомпонентных жидкостей. Связь с энергией межмолекулярного взаимодействия. Дисперсионные и недисперсионные взаимодействия. Работа когезии.
4. Межфазное натяжение и работа адгезии; дисперсионные и недисперсионные составляющие. Правило Антонова.
5. Смачивание. Закон Юнга. Краевой угол; термодинамические условия смачивания и растекания. Влияние ПАВ на краевые углы.
6. Избирательное смачивание. Закон Юнга. Гидрофильные и гидрофобные поверхности твердых тел и порошков.
7. Капиллярное давление. Закон Лапласа и его следствия.
8. Влияние кривизны поверхности (размера частиц) на давление насыщенного пара и растворимость вещества. Изотермическая перегонка и капиллярная конденсация.
9. Методы измерения поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергии твердых тел.
10. Основы термодинамики адсорбции на поверхности раздела жидкость/газ. Уравнение Гиббса.
11. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Относительность понятия «поверхностная активность».
12. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от концентрации ПАВ. Поверхностная активность. Уравнение Шишковского.
13. Поверхностная активность. Теоретическое обоснование правила Дюкло-Траубе.
14. Адсорбция растворимых ПАВ на поверхности раздела раствор ПАВ/воздух. Связь уравнений Гиббса, Ленгмюра и Шишковского.
15. Адсорбционные слои нерастворимых ПАВ. Уравнение двухмерного состояния. Типы поверхностных пленок. Пленки Ленгмюра-Блоджетт.
16. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела полярной и неполярной жидкостей. ГЛБ молекул ПАВ.
17. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ.
18. Классификация ПАВ по молекулярному строению и механизму действия.
19. Причины образования двойного электрического слоя (ДЭС). Современные представления о строении ДЭС.
20. Адсорбционная и диффузная части ДЭС. Изменение потенциала в двойном электрическом слое для сильно и слабо заряженных поверхностей.
21. Влияние электролитов на строение ДЭС. Ионный обмен в дисперсных системах.
22. Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электрофореза.
23. Электрокинетические явления. Вывод уравнения Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса.
24. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Строение мицелл гидрофобных зольей.

25. Броуновское движение в коллоидных системах. Теория Эйнштейна-Смолуховского.
26. Седиментационно-диффузионное равновесие, определение числа Авогадро.
27. Седиментационный анализ дисперсных систем.
28. Диффузия в коллоидных системах. Связь коэффициента диффузии с размером частиц.
29. Оптические методы исследования дисперсных систем.
30. Гомогенное и гетерогенное образование зародышей новой фазы при фазовых переходах (теория Гиббса-Фольмера).
31. Методы получения и очистки дисперсных систем.
32. Лиофильные коллоидные системы. Термодинамика самопроизвольного диспергирования по Ребиндеру-Щукину.
33. Мицеллообразование в водных и неводных средах. Термодинамика мицеллообразования.
34. Мицеллообразование и солюбилизация в прямых и обратных мицеллах. Микроэмульсии.
35. Пены. Получение и строение. Устойчивость пен. Основные применения.
36. Эмульсии. Классификация эмульсий. Методы определения типа эмульсий. Основные применения.
37. Стабилизация эмульсий и обращение фаз. Принцип подбора эмульгаторов. Коалесценция в эмульсиях.
38. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.
39. Факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем.
40. Тонкие пленки: пенные и эмульсионные. Природа устойчивости.
41. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор устойчивости дисперсных систем.
42. Коагуляция гидрофобных коллоидов электролитами. Теория ДЛФО.
43. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Зоны коагуляции.
44. Кинетика быстрой коагуляции. Теория Смолуховского.
45. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур.
46. Дисперсные структуры с фазовыми контактами, их образование и механические свойства.
47. Коагуляционные структуры. Природа контактов. Гиксотропный эффект.
48. Реологические свойства свободнодисперсных систем. Уравнения Ньютона и Эйнштейна. Неньютоновские жидкости.
49. Реологические свойства связнодисперсных систем. Уравнение Бингама.
50. Основы реологии. Модели упругого, вязкого и пластичного поведения твердых тел.
51. Полная реологическая кривая дисперсных систем с коагуляционной структурой.
52. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Формы проявления; термодинамическое обоснование (уравнение Гриффитса). Практическое использование эффекта Ребиндера.

### **Варианты билетов для экзамена**

#### **Билет №**

- 1.** Классификация дисперсных систем. Особенности ультрамикрорегетерогенного состояния (наносостояния).
- 2.** Золь иодида серебра получен методом химической конденсации по реакции иодида калия и нитрата серебра в избытке последнего. Написать формулу мицеллы, рассчитать порог коагуляции, указать природу коагулирующего иона, если коагуляция наблюдалась при добавлении 0,5 мл 0,001 моль-экв./л раствора иодида калия к 20 мл золя.

3. Рассчитать адсорбцию, поверхностную активность олеата натрия при 20°C на поверхности раствора, если поверхностное натяжение воды  $72,7 \cdot 10^{-3}$  Н/м, а поверхностное натяжение раствора составляет  $62,0 \cdot 10^{-3}$  Н/м, концентрация олеата натрия равна 20 г/л.

4. Значение среднего сдвига  $\bar{\Delta}$  частиц гидрозоля SiO<sub>2</sub> за 3 с составляет 8 мкм. Определите радиус частиц, если вязкость дисперсионной среды равна  $10^{-3}$  Па·с при 293 К.

#### Билет №

1. Поверхностное натяжение однокомпонентных жидкостей. Связь с энергией межмолекулярного взаимодействия. Дисперсионные и недисперсионные взаимодействия. Работа когезии.

2. Рассчитать величину адсорбции и поверхностную активность при температуре 25°C для водного раствора, содержащего 20 мг/л миристиновой кислоты (C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>COOH), если поверхностное натяжение исследуемого раствора составляет  $65 \cdot 10^{-3}$  Н/м, поверхностное натяжение воды при этой же температуре  $72,75 \cdot 10^{-3}$  Н/м.

3. Золь иодида серебра получен методом химической конденсации по реакции иодида калия и нитрата серебра в избытке последнего. Написать формулу мицеллы. Рассчитать порог коагуляции, указать природу коагулирующего иона, если коагуляция наблюдалась при добавлении 0,5 мл 0,001 моль-экв./л раствора иодида калия к 15 мл золя.

4. Рассчитайте толщину диффузного ионного слоя  $\lambda$  на поверхности пластинки при 300 К в водном растворе, 1 л которого содержит 0,01 г Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Относительная диэлектрическая проницаемость раствора равна 76,5. Во сколько раз изменится  $\lambda$ , если раствор разбавить деионизированной водой в 2 раза?