Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

Паспорт зачета

по дисциплине «Коллоидная химия», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из трех теоретических вопросов (список вопросов приведен ниже, п. 4) и двух типовых задач, предлагаемых студентам для самостоятельного решения в течение семестра (список типовых задач прилагается, п. 5). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 13, второй вопрос из диапазона вопросов 14 – 27, третий вопрос из диапазона 28 – 40, четвертый и пятый вопросы из перечня типовых задач, п. 5. Каждый из вопросов оценивается от 4 до 8 баллов. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма зачетного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____
к зачету по дисциплине «Коллоидная химия»

1. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Основные положения. Уравнение изотермы Лэнгмюра. Расчет констант в уравнении Лэнгмюра.
2. Седиментационный анализ моно- и полидисперсных систем. Кривая седиментации. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе. Седиментация в центробежном поле.
3. Эмульсии. Классификации эмульсий. Способы определения типа эмульсий. Обращение фаз. Стабилизация эмульсий ПАВ, ВМС и порошками. Принцип подбора эмульгаторов. Эмульсии в природе, технике и химической технологии.
4. При адсорбции из водного раствора ПАВ на гидрофобной поверхности образуется насыщенный адсорбционный слой толщиной $6{,}25 \cdot 10^{-10}$ м. Рассчитайте молекулярную массу ПАВ, если его плотность 890 кг/м^3, а площадь, занимаемая одной молекулой в насыщенном слое, составляет $29{,}7 \cdot 10^{-20}$ м^2.
5. Предложите уравнение реакции для получения частиц золя на основе $Ca_3(PO_4)_2$ – агрегата, если известно, что при электрофорезе коллоидные частицы двигаются к катоду. Объясните выбор реакции. Приведите названия составных частей мицеллы.

Утверждаю: зав. кафедрой ХХТ _____А. И. Апарнев
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на зачетный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен охарактеризовать свойства отдельных поверхностных явлений и дисперсных систем, при решении задач допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 20 баллов.*
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определения основных понятий, способен охарактеризовать свойства отдельных поверхностных явлений и дисперсных систем, при решении задач допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *20 – 25 баллов.*
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия и законы, способен охарактеризовать свойства отдельных поверхностных явлений и дисперсных систем, может представить качественные характеристики процессов, провести сравнительный анализ отдельных систем, не допускает ошибок при решении задач, оценка составляет *25 – 35 баллов.*
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы четко формулирует основные понятия и законы, способен провести комплексный анализ свойств отдельных поверхностных явлений и дисперсных систем, может показать причинно-следственную связь между отдельными свойствами систем, не допускает ошибок при решении задач и способен обосновать выбор предлагаемого метода решения, оценка составляет *35 – 40 баллов.*

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Общий перечень вопросов к зачету по дисциплине «Коллоидная химия»

1. Понятие о дисперсных и коллоидных системах. Особенности коллоидного состояния вещества. Специфика свойств дисперсных систем: гетерогенность, дисперсность, удельная поверхность, размерность.
2. Классификации дисперсных систем: по размерам частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию, по силе межфазного взаимодействия, по структуре, по форме частиц дисперсной фазы.
3. Общая характеристика методов получения дисперсных систем. Работа диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Пептизация. Основные условия пептизации.
4. Гомогенная конденсация. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Основные стадии образования новой фазы. Стадия доращивания: рост, ограниченный диффузией, и рост, ограниченный поверхностными процессами. Способы ограничения диффузионного роста.
5. Общая характеристика поверхностной энергии. Физический и термодинамический смысл поверхностного натяжения. Единицы измерения. Внутренняя (полная) удельная поверхностная энергия (уравнение Гиббса-Гельмгольца).
6. Поверхностное натяжение и адсорбция. Связь величины адсорбции с параметрами

системы: изотерма, изопикна и изостера адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

7. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Растекание жидкостей. Коэффициент растекания.
8. Эффект Марангони и правило Антонова. Методы определения поверхностного натяжения. Практическое значение адгезии, смачивания и растекания.
9. Дисперсность и термодинамические свойства тел. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления (уравнение Жюрена), их роль в природе и технологии.
10. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода
11. Основные понятия и определения: адсорбция, адсорбент, адсорбат. Количественные способы выражения адсорбции: абсолютная и гиббсовская адсорбция. Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция).
12. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Эмпирическое уравнение адсорбции Фрейндлиха. Расчет констант в уравнении Фрейндлиха и их физический смысл.
13. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Основные положения. Уравнение изотермы Лэнгмюра. Расчет констант в уравнении Лэнгмюра.
14. Теория БЭТ. Основные положения. Уравнение полимолекулярной адсорбции БЭТ. Расчет констант в уравнении БЭТ. Ограничения теории БЭТ.
15. Адсорбция на пористых материалах. Количественные характеристики и классификация пористых сорбентов. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Причины появления петли гистерезиса. Кривые распределения пор по размерам.
16. Адсорбция поверхностно-активных веществ. Уравнение Шишковского. Физический смысл констант в уравнении Шишковского. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.
17. Молекулярная адсорбция. Правило уравнивания полярностей П.А. Ребиндера. Ионная адсорбция. Правило избирательной адсорбции Пескова – Фаянса.
18. Ионообменная адсорбция. Иониты. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов.
19. Двойной электрический слой (ДЭС). Механизмы формирования ДЭС. Строение ДЭС по Гельмгольцу – Перрену, Гуи – Чепмену. Основные положения теорий.
20. Строение ДЭС по Штерну. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на величины электрического и электрокинетического потенциалов диффузного слоя. Явление перезарядки коллоидных частиц. Изоэлектрическое состояние.
21. Строение коллоидных мицелл. Правило Фаянса – Пескова о выборе потенциалопределяющих ионов. Основные принципы построения мицеллы и её составные части. Типы потенциалопределяющих ионов.
22. Общая характеристика электрокинетических явлений: электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал оседания.
23. Определение электрокинетического потенциала. Уравнения Гельмгольца – Смолуховского. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений.
24. Причины молекулярно-кинетических явлений. Броуновское движение. Средне-квадратичный сдвиг. Уравнение Эйнштейна. Диффузия. Связь между средним сдвигом

частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна – Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна – Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения.

25. Седиментация в поле тяжести. Условия соблюдения закона Стокса. Основы седиментационного анализа. Связь скорости осаждения частиц с их размером. Седиментационно-диффузионное равновесие. Гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем.
26. Седиментационный анализ моно- и полидисперсных систем. Кривая седиментации. Аналитическая обработка кривой седиментации. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе. Седиментация в центробежном поле.
27. Оптических свойств дисперсных систем. Эффект Тиндаля. Статическое и динамическое светорассеяние. Теория Рэлея. Уравнение Рэлея для светорассеяния, его анализ.
28. Турбидиметрия и нефелометрия. Фиктивное поглощение света дисперсными системами и уравнение Бугера-Ламберта-Бера. Определение размеров частиц турбидинамическим методом. Определение молекулярной массы полимеров (метод Дебая).
29. Устойчивость дисперсных систем. Виды и факторы устойчивости. Классификация дисперсных систем по Ребиндеру. Критерий Ребиндера-Щукина.
30. Агрегативная устойчивость лиофильных дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Мицеллообразование и солюбилизация. Схемы строения мицеллярных ПАВ.
31. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) и методы её определения. Факторы, влияющие на ККМ. Точка Крафта. Факторы, приводящие к повышению и понижению точки Крафта. Области применения мицеллообразующих ПАВ.
32. Лиофобные дисперсные системы. Общая характеристика и факторы агрегативной устойчивости. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Медленная и быстрая коагуляция.
33. Расклинивающее давление и его составляющие. Основные положения и ограничения теории ДЛФО. Энергия электростатического отталкивания при взаимодействии поверхностей. Энергия молекулярного притяжения. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Коагуляция золей электролитами. Правило Гарди, Шульца, Шульца-Гарди. Порог коагуляции.
34. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Значение теории ДЛФО.
35. Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Виды межчастичных контактов. Классификация агрегативно-неустойчивых структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Тиксотропия. Синерезис. Жидко-кристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем. Лиотропные жидкие кристаллы.
36. Основные понятия и идеальные законы реологии. Виды напряжений и деформаций. Элементарные реологические модели. Моделирование реологических свойств. Характеристика моделей Максвелла, Кельвина-Фойгта Бингама, упруго-пластического тела.
37. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем (кривые течения и эффективной вязкости). Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка (связь параметров). Методы измерения вязкости. Принцип работы ротационного вискозиметра.
38. Особенности строения, структуры и свойств ВМС. Взаимодействие ВМС с

растворителем. Набухание полимеров. Механизм и кинетика набухания. Полиэлектролиты. Основные свойства и строение молекул белков. Изоэлектрическое состояние. Коацервация и высаливание.

39. Общая характеристика дисперсных систем с жидкой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой (золи, суспензии, гели, пасты). Аэрозоли и их классификации. Свойства, способы получения и разрушения. Пены, общая характеристика. Строение, получение и разрушение пен. Устойчивость пен. Основные области применения.
40. Эмульсии. Классификации эмульсий. Способы определения типа образования эмульсий. Обращение фаз. Стабилизация эмульсий ПАВ, ВМС и порошками. Принцип подбора эмульгаторов. Эмульсии в природе, технике и химической технологии.

5. **Общий перечень типовых задач к зачету** по дисциплине «Коллоидная химия»

Типы задач, предлагаемых студентам для самостоятельного решения и обсуждения полученных решений с преподавателем.

1. Определите энергию Гиббса водяного тумана массой 11 г при 293 К, если поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 0,998 г/см^3, дисперсность 51 мкм$^{-1}$.
2. Рассчитайте давление насыщенных паров над каплями воды с дисперсностью 0,12 нм$^{-1}$ при температуре 293 К. Давление паров воды над плоской поверхностью при этой температуре составляет 2338 Па; плотность воды 0,998 г/см^3; поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2.
3. При конденсации пара, состоящего из капель кадмия, образовалось $15 \cdot 10^{-5}$ м^3 жидкого кадмия. Поверхностное натяжение при температуре конденсации составляло 565 мДж/м^2. Свободная поверхностная энергия всех капель равна 46 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого кадмия, образовавшихся при указанных условиях.
4. Рассчитайте полную поверхностную энергию 12 г эмульсии гексана в воде с концентрацией 75 % массовых и дисперсностью 1 мкм$^{-1}$ при температуре 298 К. Плотность гексана при этой температуре 0,655 г/см^3, поверхностное натяжение 18,41 мДж/м^2, температурный коэффициент поверхностного натяжения гексана равен -0,104 мДж/(м^2 · К).
5. Адсорбция растворенного в воде поли-N-винилпирролидона (ПВП) на поверхности ртуть – вода подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПВП 0,25 моль/л степень заполнения поверхности $\theta = 0{,}4$. Рассчитайте поверхностное натяжение ртути на границе с раствором при 298 К и концентрации ПВП в растворе 0,1 моль/л. Предельное значение площади, занимаемой одной молекулой ПВП на поверхности, S_0 = 0,25 нм^2; поверхностное натяжение ртути на границе с водой равно 0,373 Дж/м^2.
6. Определите константы уравнения Фрейндлиха, используя следующие данные об адсорбции диоксида углерода на активном угле при 293 К:

Р, Па	0,001	0,004	0,01	0,014	0,025	0,045
А, моль/кг	0,032	0,067	0,1	0,12	0,15	0,18

В чем заключается физический смысл полученных Вами величин?

7. Используя уравнение Ленгмюра, вычислите адсорбцию валериановой кислоты и площадь S_0, приходящуюся на молекулу на поверхности раздела водный раствор – воздух при Т = 350 К и концентрации 0,11 моль/м^3, если известны константы Шишковского: a = 0,0178 и $в$ = 19,8 ($в$ - константа равновесия, представляющая собой отношение константы адсорбции к константе десорбции).
8. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ, если площадь одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна 0,16 нм^2.

P/Ps, Па	0,0734	0,1403	0,204	0,2634
A, моль/кг	0,367	0,417	0,467	0,512

9. Найдите площадь, приходящуюся на одну молекулу в насыщенном адсорбционном слое анилина на поверхности его водного раствора с воздухом, если предельная адсорбция анилина составляет $6 \cdot 10^{-6}$ моль/м^2.
10. Рассчитайте толщину монослоя четыреххлористого углерода (ρ = 1,595 г/см^3) на непористой саже с удельной поверхностью 72,6 м^2/кг, если каждая адсорбированная молекула на поверхности адсорбента занимает площадь $28 \cdot 10^{-20}$ м^2.
11. При адсорбции стеариновой кислоты на сульфате кальция из толуольного раствора различной концентрации получены следующие экспериментальные данные:

С, кг/м^3	0,0025	0,005	0,0075	0,01	0,014
А, моль/кг	0,002	0,0038	0,0055	0,006	0,0061

Определите удельную поверхность адсорбента, если известно, что площадь, занимаемая одной молекулой кислоты в насыщенном монослое, равна 2,1 нм^2.

12. При адсорбции из водного раствора ПАВ на гидрофобной поверхности образуется насыщенный адсорбционный слой толщиной $6{,}25 \cdot 10^{-10}$ м. Рассчитайте молекулярную массу ПАВ, если его плотность 890 кг/м^3, а площадь, занимаемая одной молекулой в насыщенном слое, составляет $29{,}7 \cdot 10^{-20}$ м^2.
13. Вычислите длину молекулы стеариновой кислоты ($C_{17}H_{35}COOH$), адсорбированной на поверхности воды в н-гексане. Площадь одной молекулы кислоты в насыщенном монослое 0,20 нм^2, плотность кислоты 0,845 г/см^3.
14. При обработке данных по адсорбции азота на графитованной саже при 77 К с помощью графика, соответствующего линейному уравнению БЭТ, найдено что тангенс угла наклона прямой составляет $1{,}5 \cdot 10^3$, а отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен 5 единицам (адсорбция выражена в молях на 1 кг адсорбента при нормальных условиях). Рассчитайте удельную поверхность адсорбента, предполагая, что площадь, занимаемая одной молекулой азота, равна 0,16 нм^2.
15. Рассчитайте радиус частиц золя AgCl в воде, если время их оседания в центрифуге составляет 10 мин при следующих условиях: исходный уровень h_1 = 0,09 м; конечный уровень h_2 = 0,14 м; плотность дисперсной фазы $\rho = 5{,}6 \cdot 10^3$ кг/м^3; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 1 \cdot 10^3$ кг/м^3; частота вращения центрифуги n = 1000 об/мин; вязкость воды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с.
16. При обработке данных по адсорбции азота на мезопористом оксиде алюминия при 77 К с помощью графика, соответствующего линейному уравнению БЭТ, найдено что тангенс угла наклона прямой составляет $4{,}5 \cdot 10^3$, а отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен 2 единицам (адсорбция выражена в молях на 1 кг адсорбента при нормальных условиях). Рассчитайте удельную поверхность адсорбента, предполагая, что площадь, занимаемая одной молекулой азота, равна 0,16 нм^2.
17. Предложите уравнение реакции для получения частиц золя на основе CdS – агрегата, если известно, что при электрофорезе коллоидные частицы двигаются к катоду. Объясните выбор реакции. Приведите названия составных частей мицеллы.
18. Предложите уравнение реакции для получения частиц золя на основе $TiO(OH)_2$ – агрегата, если известно, что при электрофорезе коллоидные частицы двигаются к аноду. Объясните выбор реакции. Приведите названия составных частей мицеллы.

Составитель _____ Е.М.. Турло
(подпись)

«____»_____ 2026 г.