

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 10.08.2023 11:04:55
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Новотроицкий филиал

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Коллоидная химия

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Формы контроля на курсах: зачет с оценкой 3
в том числе:		
аудиторные занятия	12	
самостоятельная работа	92	
часов на контроль	4	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	6	6	6	6
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

Миронова Д.И.

Рабочая программа

Коллоидная химия

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ от 25.12.2017 г. № № 857 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 18.03.01_21_ХимТехнология_Пр1_заоч_2020.plz.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф.м.н., доцент Гюнтер Д.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	При изучении дисциплины " Коллоидная химия " рассматриваются основы физико-химических процессов, протекающих в системах с высокоразвитой межфазной границей раздела. Современные технологии получения многих материалов, в том числе огнеупорных изделий и углеродистых материалов, связаны в первую очередь с процессами, идущими на границах раздела фаз в таких системах. Поэтому основная цель курса сводится к тому, чтобы, основываясь на свойствах исходных веществ, прогнозировать временной ход процессов в подобных системах, а также предвидеть их конечный результат. Это позволит решать главную задачу любой технологии – научиться получать конечную продукцию с заранее заданными свойствами с минимальными материальными и временными затратами.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Безопасность жизнедеятельности	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дополнительные главы физической химии	
2.2.2	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.3	Процессы и аппараты химической технологии	
2.2.4	Экономика	
2.2.5	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Общая характеристика дисциплины							
1.1	Место высокодисперсных систем и материалов в общей системе современных материалов в промышленности, природе, быту. Классификация по агрегатному состоянию, по размерам частиц дисперсной фазы, по интенсивности взаимодействия дисперсной среды и дисперсной фазы. Способы получения дисперсных систем.Классификация дисперсных систем. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3			
1.2	Техника безопасной работы в лаборатории физической и коллоидной химии, знакомство с оборудованием и приборами /Лаб/	3	2		Э1 Э2 Э3			

1.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Классификация по агрегатному состоянию, по размерам частиц дисперсной фазы, по интенсивности взаимодействия дисперсной среды и дисперсной фазы. Способы получения дисперсных систем. Классификация дисперсных систем. Значение науки о дисперсном состоянии вещества для химической технологии, производство огнеупоров, переработки углеродистых материалов /Ср/	3	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений							
2.1	Два важнейших способа описания поверхностного слоя. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение, методы его определения, межфазное натяжение. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.4 Э1 Э2 Э3			
2.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Расчет основных характеристик поверхностного слоя. Основные соотношения процесса смачивания, когезия, адгезия, расчет адгезии по краевому углу смачивания и величинам поверхностного натяжения. Флотация, приемы управления процессом флотации. Поверхностно-активные вещества, их значения в технологии, в быту, в природе. Смачивания, когезия, адгезия. Уравнение Гиббса. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение, методы его определения, межфазное натяжение. /Ср/	3	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
2.3	Коллоидные растворы, их строение /Лаб/	3	2		Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 3. Адсорбционные и капиллярные явления							

3.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Определение адсорбции как поверхностного явления. Физическая и химическая адсорбция, их признаки. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра, изотерма адсорбции Ленгмюра, вывод, анализ, применение. Уравнение БЭТ, анализ и применение уравнения. Изотермы адсорбции /Ср/	3	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3			
3.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Адсорбция растворенного вещества на границе раздела фаз «жидкость – газ"Адсорбция на твердой поверхности. Уравнение Генри. Диффузия в ультрамикрорегетерогенных системах, ее связь с броуновским движением. Законы диффузии. Уравнение Эйнштейна /Ср/	3	8		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
3.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Капиллярная конденсация. Адсорбция: а) неэлектролитов; б) ионов. Принцип П.А. Ребиндера, его применение. Уравнение Лапласа.Капиллярная конденсация. Ионнообменная адсорбция /Ср/	3	12		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
3.4	Сорбционные процессы /Лаб/	3	2		Э1 Э2 Э3			
	Раздел 4. Электрокинетические явления							
4.1	Механизмы образования и строение двойного электрического слоя; электрокинетические явления. Дзета-потенциал. Электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал оседания. Практическое использование электрокинетических явлений. образование и строение мицелл. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3			
4.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электрофорез, электроосмос, дзета - потенциал. Изучение электрофореза гидрозолей /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

	Раздел 5. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем							
5.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Свободнодисперсные системы, основные характеристики. Диффузия в ультра микрогетерогенных системах, ее связь с броуновским движением. Седиментационный анализ порошков. Седиментация, седиментационный анализ. Электролитная коагуляция. Стабилизация коллоидных систем. /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3			
5.2	Светорассеяние – основной оптический признак коллоидных систем. Закономерности светорассеяния. Уравнение Релея, его анализ. Оптические свойства коллоидных растворов. /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 6. Системы с жидкой и газообразной дисперсионной средой							
6.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Пены, получение и разрушение пен. Пенообразователи и пеногасители. Основы теории действия пеногасителей и пенообразователей. Свойства аэрозолей. Аэрозоль в природе, в промышленности, быту. Разрушение аэрозолей. Коллоидно-химические основы охраны природной среды. /Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
6.2	/Ср/	3	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3			
6.3	Зачет /ЗачётСОц/	3	4					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к зачету(ОПК-3.131,У1,В1;ПК-3.331,У1,В1;УК-6.1,31,У1,В1):

1. Назовите два характерных признака коллоидных систем.
2. Дайте понятие гетерогенности.
3. Дайте понятие дисперсности.
4. Что такое “мера дисперсности”?
5. Какие размеры имеют частицы дисперсных систем.
6. Дайте понятие микрогетерогенных систем.
7. Каким образом определяется размер частиц дисперсных систем?
8. Дайте понятие монодисперсных и полидисперсных систем.
9. Что такое “удельная поверхность”?
10. По каким признакам можно провести классификацию дисперсных систем? Каковы общие и частные признаки классификации?
11. Дать классификацию дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды.
12. Дать классификацию дисперсных систем в зависимости от размера частиц дисперсной фазы.
13. Как классифицируются дисперсные системы по виду дисперсной фазы?
14. Назовите частные признаки классификации дисперсных систем.
15. Как классифицируются дисперсные системы по структуре?
16. Каким образом проводится классификация дисперсных систем по межфазному взаимодействию?
17. Назовите методы получения дисперсных систем.
18. Что называется пептизацией?
19. Назовите способы перевода осадка в коллоидный раствор.
20. Каким образом происходит образование дисперсных систем по конденсационному механизму?
21. Что такое коллоидная мицелла?
22. Назовите принципы построения коллоидной мицеллы.
23. Назовите три типа потенциалоопределяющих ионов.
24. Какие поверхностные явления характерны для дисперсных систем?
25. Дайте понятие поверхностного натяжения как термодинамической функции.
26. Что такое лиофильные и лиофобные системы?
27. Что такое смачивание?
28. Каким критерием определяется степень смачивания?
29. Дайте понятие адгезии.
30. Работа адгезии для двух твердых тел.
31. Работа адгезии жидкости.
32. Что представляет собой явление когезии?
33. Работа когезии.
34. Каким образом определяется коэффициент растекания?
35. Что называется адсорбцией?
36. Какие вещества называются “адсорбентами” и “адсорбтивами”?
37. В каких единицах измеряется адсорбция?
38. Что такое поверхностная активность; какие вещества называются ПАВ и какие ПИВ?
39. Каким образом можно определить поверхностную активность?
40. Что такое изотерма, изобара адсорбции?
41. При каких условиях соблюдается при адсорбции закон Генри?
42. Напишите эмпирическое уравнение адсорбции Фрейндлиха. Как определить его константы? Укажите границы применимости этого уравнения.
43. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Как определить a_{∞} и K графическим способом?
44. Объясните физический смысл констант в уравнении Ленгмюра.
45. Выведите уравнение адсорбции Гиббса.
46. Какая связь существует между уравнением адсорбции Гиббса и Ленгмюра?
47. Напишите уравнение БЭТ.
48. Как определяют константы в уравнении БЭТ?
49. В чем заключаются основные положения теории мономолекулярной адсорбции?
50. В чем заключаются основные положения полимолекулярной адсорбции Поляни?
51. Как рассчитать толщину мономолекулярного адсорбционного слоя?
52. Какие вещества называются поверхностно активными и какие поверхностно инактивными?
53. Покажите схематическое строение поверхностно-активного вещества.
54. Расскажите об ориентации молекул алифатических спиртов (или кислот) при адсорбции их из водных растворов на активированном угле.
55. В чем заключаются характерные признаки коллоидных ПАВ?
56. Что такое мицелла коллоидных ПАВ?
57. Как классифицируются водорастворимые коллоидные ПАВ?
58. Чем определяется активность анионных, катионных, неионогенных ПАВ?
59. Каковы особенности и условия мицеллообразования в растворах ПАВ?
60. Как изменяются поверхностные и объемные свойства водных растворов ПАВ в зависимости от их концентрации?
61. Что такое критическая концентрация мицеллообразования (ККМ)?

62. Какова структура мицелл?
63. В чем заключается процесс солюбилизации?
64. Перечислите стадии моющего действия.
65. При каких условиях происходит отрыв масляных загрязнений?
66. Почему в растворах коллоидных ПАВ происходит дробление твердых и масляных частиц загрязнений?
67. Почему предотвращается оседание частиц загрязнений на обрабатываемую поверхность в моющем процессе?
68. Каким образом можно рассчитать поверхностную активность коллоидных ПАВ, зная $\sigma_{ккм}$ (напишите формулу).
69. По какой формуле можно рассчитать $\sigma_{кр}$?
70. Напишите уравнение Дебая, используемое для расчета мицеллярной массы.
71. Что означает “число агрегации” и как его рассчитать?
72. В чем причина молекулярно-кинетических явлений и почему они распространяются преимущественно на коллоидные системы, а не на все дисперсные системы?
73. В чем заключается гипсометрический закон распределения концентрации дисперсной фазы на высоте? Какие условия необходимы для соблюдения этого закона?
74. Что такое устойчивость и в чем особенность седиментационной (кинетической) и агрегативной устойчивости дисперсных систем?
75. Что такое осмос, его причины и следствия. Как зависит осмотическое давление от размеров частиц дисперсной фазы?
76. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Какие отклонения наблюдаются при несоблюдении этих условий?
77. Какие системы называют монодисперсными и полидисперсными? Что служит характеристикой полидисперсности системы?
78. Что такое диффузионно-седиментационное равновесие? Чем характеризуется кинетическая и термодинамическая седиментационная устойчивость системы? Как определяют размеры частиц в условиях диффузионно-седиментационного равновесия?
79. Каковы возможные причины возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности? Приведите примеры механизмов образования двойного электрического слоя в различных дисперсных системах.
80. Расскажите об основных положениях теории строения двойного электрического слоя. Какое соотношение лежит в основе этой теории?
81. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на ξ -потенциал отрицательно заряженных частиц при введении в золь –нитратов калия, бария и лантана?
82. Какие оптические явления наблюдаются при падении луча света на дисперсную систему?

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Номера задач по вариантам (см. ниже задачи для проведения практических занятий и контрольных работ):

20+m; 30+m; 40+n; 50+n; 60+m; 70+m; 80+n; 90+m; 100+m; 110+n.

Здесь n – предпоследняя цифра номера зачетной книжки,

m – последняя цифра номера зачетной книжки.

Всего в контрольной работе предлагается выполнить 10 задач. Контрольная работа выполняется в отдельной тетради, оформление титульного листа предлагается на информационном стенде кафедры МиЕ.

Примеры решения некоторых типовых задач

1) При конденсации тумана, состоящего из капель кадмия, образовалось 12. 10 - 6 м³ жидкого кадмия.

Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж/м².

Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого кадмия.

Решение. Энергия Гиббса поверхности определяется по уравнению:

$$G_s = \gamma S.$$

Связь между удельной поверхностью $S_{уд}$, поверхностью S, объемом V и дисперсностью D выражается соотношением:

$$S_{уд} = S/V = 6D.$$

Поверхность капель тумана составляет $S = 6 DV$. Дисперсность капель кадмия равна

Диаметр капель кадмия равен $d=1 / D=8,1 \cdot 10^{-7}$ м.

2) Рассчитайте работу адгезии W_a ртути к стеклу при 293 К, если известен краевой угол $\theta = 130^\circ$. Поверхностное натяжение ртути $\gamma = 475$ мДж/м². Найдите коэффициент растекания f ртути по поверхности стекла.

Решение. Выражение для работы адгезии через краевой угол дается уравнением Дюпре - Юнга:

$$W_a = \gamma_{ж-г}(1 + \cos \theta) = 475 (1 + \cos 130^\circ) = 475 (1 - 0.64) = 171 \text{ мДж/м}^2.$$

Коэффициент растекания рассчитывают по соотношению

$$f = W_a - W_k,$$

где $W_k = 2 \gamma_{ж-г}$ представляет работу когезии;

$f = 171 - 2 \cdot 475 = - 779$ мДж/м², т. е. растекания нет.

3) Определить поверхностный избыток (кмоль/м²) при 10 оС для раствора, содержащего 50 мг/л пеларгоновой кислоты C₈H₁₇COOH, поверхностное натяжение исследуемого раствора 57,0. 10⁻³ н/м.

Решение: По справочнику находим $\sigma_{н2о}$ при 10 оС:

$\sigma_{н2о} = 74,22 \cdot 10^{-3}$ н/м. Определяем концентрацию кислоты в растворе $C_2 = 0,05 / 158 = 3,2 \cdot 10^{-4}$ кмоль/м³; $C_1 = 0$.

По уравнению изотермы адсорбции Гиббса находим поверхностный избыток:

так как $\Gamma > 0$, то адсорбция положительна.

4) Рассчитайте критическое значение межфазного натяжения, определяемого критерием Ребиндера, ниже которого происходит самопроизвольное диспергирование. Температура 200С, размер образующихся частиц $1 \cdot 10^{-6}$ см, логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул дисперсионной среды равен $\gamma = 15$.

Решение: Межфазное поверхностное натяжение, при котором происходит образование лиофильных дисперсных систем вычисляется по соотношению Ребиндера- Щукина:

$$\sigma_{кр} \leq \gamma \text{ КТ}/a^2.$$

При уточнении значения параметра γ для сферических частиц выражение приобретает следующий вид:

5) Определите коэффициент диффузии D и среднеквадратичный сдвиг Δ частицы гидрозоля за время $\tau = 10$ нм, T = 293,2 К, вязкость среды $\eta = 10^{-3}$ Па·с, r = 50 нм.

Решение: Коэффициент диффузии D рассчитывается по уравнению Эйнштейна:

Коэффициент диффузии и средний сдвиг частицы связаны уравнением Эйнштейна-Смолуховского:

Тогда среднеквадратичный сдвиг частицы составит:

6) Электрокинетический потенциал частиц гидрозоля 50 мВ. Приложенная внешняя ЭДС 240 В, расстояние между электродами 40 см; вычислить электрофоретическую скорость частиц золя, если форма их цилиндрическая. Вязкость воды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с, диэлектрическая проницаемость среды 81.

Решение: Из формулы электрокинетического потенциала частиц цилиндрической формы:

находим электрофоретическую скорость:

7) Определить вязкость глицерина, если он из вискозиметра вытекает через капилляр. Радиус капилляра $r = 1 \cdot 10^{-3}$ м, длина капилляра $l = 6 \cdot 10^{-2}$ м. Скорость течения $14 \cdot 10^{-10}$ м²/с под давлением P=200Па.

Решение: Согласно уравнения Пуазейля

где v – скорость течения.

Задачи для проведения практических занятий и

контрольных работ

1. Золь сернокислого бария получен смешением равных объемов растворов $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и H_2SO_4 . Написать формулу мицеллы. Одинаковы ли исходные концентрации растворов, если частицы золя перемещаются к аноду?
2. Для получения золя AgCl смешали $10 \cdot 10^{-6}$ м³ 0,02 н раствора KCl и $100 \cdot 10^{-6}$ м³ 0,05 н раствора AgNO_3 . Написать формулу мицеллы этого золя и указать направление движения частиц при электрофорезе.
3. Золь $\text{Al}(\text{OH})_3$ получен смешением равных объемов растворов AlCl_3 и NaOH . Написать формулу мицеллы золя. Одинаковы ли исходные концентрации электролитов, если при электрофорезе частицы движутся к катоду?
4. Золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$ получен методом гидролиза FeCl_3 . Напишите формулу мицеллы, если считать, что стабилизатором золя является раствор оксихлорида железа.
5. Написать формулу мицеллы AgI , если в качестве стабилизатора взят нитрат серебра. Каков знак заряда коллоидных частиц?
6. Гидрозоль сернистой ртути получен пропусканием H_2S через водный раствор оксида ртути. Написать уравнение реакции образования золя и формулу мицеллы, если стабилизатором является H_2S . Каков знак заряда коллоидных частиц?
7. Заряд частицы гидрозоля SiO_2 возникает в результате диссоциации кремниевой кислоты, образующейся на поверхности коллоидных частиц при взаимодействии поверхностных молекул SiO_2 с H_2O . Написать формулу мицеллы золя.
8. Золь As_2S_3 получен пропусканием через разбавленный водный раствор оксида мышьяка (III), стабилизатором золя является H_2S . Написать уравнение реакции образования золя и формулу мицеллы. Каков знак заряда коллоидных частиц?
9. Золь $\text{Cd}(\text{OH})_2$ получен смешением равных объемов растворов CdCl_2 и NaOH . Написать формулу мицеллы золя. Одинаковы ли исходные концентрации электролитов, если частицы движутся к катоду?
10. Определите энергию Гиббса поверхности 5 г тумана воды, если поверхностное натяжение капель жидкости составляет 71,96 м Дж/м², а дисперсность частиц 60 мкм-1. Плотность воды примите равной 0,997 г/см³.
11. Аэрозоль ртути сконденсировался в виде большой капли объемом 3,5 см³. Определите, на сколько уменьшилась поверхностная энергия ртути, если дисперсность аэрозоля составляла 10 мкм -1. Поверхностное натяжение ртути примите равным 0,475 Дж/м².
12. Определите поверхностное натяжение бензола при 293, 313 и 343 К. Примите, что полная поверхностная энергия не зависит от температуры и для бензола равна 61,9 мДж/м². Температурный коэффициент $d\sigma / dT = -0,13$ м Дж/ (м² К)
13. Рассчитайте полную поверхностную энергию 5 г эмульсии бензола в воде с концентрацией 55 % (масс) и дисперсностью 3 мкм-1 при температуре 313 К. Плотность бензола 0,858 г/ см³, межфазное поверхностное натяжение 26,13 мДж/м², температурный коэффициент поверхностного натяжения бензола $d\sigma/dT = -0,13$ мДж/(м² К).
14. Рассчитайте поверхностное натяжение ртути, если в стеклянном капилляре радиусом $0,16 \cdot 10^{-3}$ м столбик ее опустился на 0,012 м ниже уровня ртути в сосуде. Плотность ртути равна $13,6 \cdot 10^3$ кг/м³. Краевой угол смачивания равен 130°.
15. Вычислите поверхностное натяжение глицерина, если в стеклянном капилляре с радиусом $0,4 \cdot 10^{-3}$ м он поднимается на высоту $27 \cdot 10^{-3}$ м. Плотность глицерина равна $1,26 \cdot 10^3$ кг/ м³. Краевой угол смачивания равен нулю.
16. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если в капилляре с диаметром 2 мм она поднимается на высоту 15 мм. Плотность жидкости 0,998 г/см³, краевой угол мениска равен 0°. Сделайте предположение о природе жидкости.
17. 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.
18. Вычислите поверхностное натяжение воды, определяемое методом капиллярного поднятия, если при 298 К вода поднялась в капилляре на высоту 35,3 мм. Диаметр капилляра определен путем измерения длины столбика и массы ртути, заполнившей капилляр под давлением: длина столбика ртути составила 8,04 см, масса его 0,565 г. Плотность ртути 13,54 г/см³, плотность воды 0,997 г/см³.
19. Покажите, чему равна разность $h_1 - h_2$ воды в двух сообщающихся капиллярах с диаметрами d_1 и d_2 . Плотность и поверхностное натяжение жидкости равны соответственно d_1 и d_2 , ρ и σ , углы менисков равны нулю.
20. На какую высоту поднимается вода между двумя вертикальными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см³ и 71,96 мДж/м². Краевой угол примите равным 0°.
21. Между двумя параллельными пластинками находится слой воды толщиной 0,5 мкм. Рассчитайте давление, сжимающее пластины, если угол смачивания равен нулю, поверхностное натяжение воды равно 71,96 мДж/м². Определите силу, которую необходимо приложить для отрыва пластин друг от друга, если размер каждой 10x10 см.
22. Капля воды массой 0,1 г введена между двумя параллельными стеклянными пластинками, причем краевой угол равен нулю. Какова сила притяжения между пластинками, если они находятся на расстоянии 1 мкм друг от друга. Поверхностное натяжение воды составляет 71,96 мДж/м², плотность воды 0,997 г/см³.
23. Определить краевой угол смачивания, образованный каплей воды на твердом теле, если поверхностные натяжения на границе воздух - твердое тело, жидкость - твердое тело и жидкость - воздух соответственно равны 0,067; 0,020 и 0,074 Дж/м².
24. Рассчитайте работу адгезии для воды, глицерина и бензола, смачивающих фторопласт. Поверхностное натяжение (на границе с воздухом) воды, глицерина и бензола соответственно равны 71,96; 63,2 и 28,9 мДж/м², а краевые углы составляют 108, 100 и 46°.
25. Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли растекаться нормальный гексан по воде, если работа когезии для гексана 0,0368 Дж/м², а работа адгезии гексана к воде 0,0401 Дж/м².
26. Экспериментально получено значение коэффициента растекания гептанола по воде, равное 37 мН/м. Рассчитайте межфазное натяжение на границе вода - гептанол, принимая значения поверхностных натяжений воды и гептанола соответственно 71,96 и 26,1 мН/м.

27. Порошок кварца и серы осторожно высыпали на поверхность воды. Какое явление можно наблюдать, если краевой угол для кварца 00, для серы 780?
28. Рассчитайте работу адгезии глицерина к 14 %-ному гелю желатины, нанесенному на парафин, если краевой угол равен 690. Поверхностное натяжение глицерина $\sigma = 63,4$ мН/м. Найдите коэффициент растекания глицерина по поверхности геля.
29. Коэффициент растекания хлорбензола на поверхности воды при 200С составляет 2,3 мДж/м². Рассчитайте межфазное натяжение на границе двух жидкостей, принимая значения поверхностных натяжений воды и хлорбензола соответственно 71,96 и 35,97 мДж/м²
30. Краевой угол воды на парафине равен 1110 при 298 К. Для 0,1 М раствора бутиламина в воде поверхностное натяжение составляет 56,3 мДж/м², краевой угол на парафине равен 920, Рассчитайте поверхностное натяжение пленки бутиламина, адсорбированного на поверхности раздела парафин-вода. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м².
31. Рассмотрите возможность растекания водного раствора валериановой кислоты по поверхности ртути, исходя из значений поверхностных натяжений: $\sigma_{р-р} = 25$ мДж/м²; $\sigma_{ртуть-воздух} = 475$ мДж/м²; $\sigma_{ртуть-р} = 329$ мДж/м². Если раствор будет растекаться по поверхности ртути, то как при этом ориентируются полярные группы валериановой кислоты: к воде или к ртути? Объясните почему.
32. Экспериментально получено значение коэффициента растекания гептанола по воде, равное 37 мН/м. Рассчитайте межфазное натяжение на границе вода-гептанол, принимая значения поверхностных натяжений воды и гептанола соответственно 71,96 и 26,1 мН/м.
33. Вычислите краевой угол, образованный формамидом на поверхности желатинового геля, если работа адгезии составляет 50,2 мДж/м². Поверхностное натяжение формамида равно 41,2 мДж/м².
34. Рассчитайте величину адсорбции при 170С для 0,01 кмоль/м³ раствора н-гептиловой кислоты, если поверхностная активность, определенная Ребиндером, равна 7,6 мДж/м.кмоль.
35. Определите поверхностную активность масляной кислоты на границе водного раствора с воздухом при 200С по следующим данным:
- | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| С, кмоль/м ³ | 0 | 0,02 | 0,05 | 0,104 | 0,246 |
| у, дин/ см | | 72,53 | 68,12 | 63,53 | 58,6 |
| | | | | | 50,3 |
- Рассчитайте адсорбцию при концентрации раствора 0,08 кмоль/м³
36. Определить поверхностный избыток (кмоль/м²) для водных растворов фенола при 200С на основании приведенных данных
- | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Концентрация фенола, кмоль/м ³ | 0,0156 | 0,0625 |
| Поверхностное натяжение, н/м | 53,2 · 10 ⁻³ | 43,3 · 10 ⁻³ |
- Поверхностное натяжение воды найти по таблицам.
37. Определить поверхностный избыток (кмоль/м²) при 150С для водного раствора ацетона, содержащего 29 г/л ацетона, если поверхностное натяжение раствора 59,4 · 10⁻³ Н/м.
38. Определить поверхностный избыток (кмоль/м³) для водных растворов изовалериановой кислоты при 150 С, пользуясь данными:
- | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Концентрация кислоты, кмоль/ м ³ | 0,0312 | 0,25 |
| Поверхностное натяжение, Н/ м | 57,5 · 10 ⁻³ | 35,0 · 10 ⁻³ |
- Поверхностное натяжение воды определить по таблицам.
39. Используя константы эмпирического уравнения Фрейндлиха $K = 1,5 \cdot 10^{-4}$ и $1/n = 0,32$ построить изотерму адсорбции пропионовой кислоты на угле при 2900 К в интервале концентраций от 0 до 0,03 · 10⁻³ кмоль/м³ При адсорбции углекислого газа на активированном угле получены следующие данные:
- | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Равновесное давление | | | | | |
| Р 10 ⁻² , Н/м ² | 10,0 | 44,8 | 100,0 | 144,0 | 250,0 |
| Адсорбция | | | | | |
| A 10 ³ , кг/кг | 32,3 | 66,2 | 96,2 | 17,2 | 145,6 |
- Определите константы уравнения Бедкера - Фрейндлиха.
40. Определите константы уравнения Фрейндлиха для адсорбции бензойной кислоты на активированном угле по следующим данным:
- | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|-------|
| С, кмоль/м ³ | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,053 |
| A · 10 ³ , кмоль/кг | 0,50 | 0,66 | 0,80 | 0,93 | 1,040 |
41. При адсорбции полибутадиена из раствора в гексане при температуре 2930 К на сульфате кальция получены следующие экспериментальные данные:
- | | | | | |
|---------------------------|------|-------|------|-----|
| С, кг/м ³ | 2,0 | 4,2 | 6,4 | 8,0 |
| A · 10 ³ кг/кг | 2,03 | 4,216 | 6,97 | 7,6 |
- Определите константы уравнения Ленгмюра.
42. При адсорбции углекислого газа на саже с удельной поверхностью 73,7 · 10³ м²/ кг были получены следующие данные:
- | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Р · 10 ⁻² , н/м | | 9,9 | 49,7 | 99,8 | 200,0 |
| A · 10 ² , моль/кг | 7,27 | 15,9 | 20,67 | 23,17 | |
- Рассчитайте площадь, занимаемую молекулой углекислого газа в плотном монослое.
43. По уравнению Ленгмюра вычислите величину адсорбции азота на цеолите при давлении $p = 1,5 \cdot 10^2$ н/м², если $\Gamma_{\max} = 38,9 \cdot 10^{-3}$ кг/кг, $K = 0,156 \cdot 10^{-2}$.
44. При адсорбции газообразного азота на активированном угле при 194,4 К были получены следующие данные:
- | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|------|
| Р · 10 ⁻³ , Па | 1,86 | 6,12 | 17,96 | 33,65 | 68,9 |
| A · 10 ³ , м ³ /кг | 5,06 | 14,27 | 23,61 | 32,56 | 40,8 |
- Значения A даны для азота при нормальных условиях. Рассчитайте постоянные в уравнении Ленгмюра и удельную

поверхность активированного угля, принимая плотность газообразного азота равной 1,25 кг/м³, а площадь, занимаемую молекулой азота на поверхности адсорбента, равной 0,16 нм².

45. По константам уравнения Ленгмюра $\Gamma_{\text{макс}} = 18,2 \cdot 10^{-3}$ кг/кг и $k = 0,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ рассчитайте величину адсорбции углекислого газа на активированном угле при давлении газа, равном 4,103 н/м².

46. При адсорбции стеариновой кислоты на сульфате кальция из толуольного раствора различной концентрации получены следующие экспериментальные данные:

С, 10 ³ , кг/м ³	2,5	5,0	7,5	10	7,5
А, 10 ³ , кг/кг	2,0	3,75	5,5	7,5	

47. Определите удельную поверхность адсорбента, если известно, что площадь, занимаемая одной молекулой кислоты в насыщенном монослое, равна 20,5 (А₀)².

48. При исследовании адсорбции стеариновой кислоты из ее растворов в н-гексане различных концентраций С на порошке стали получены результаты:

С, 10 ⁵ моль/л	1	2	4	7	10	15	20	25	
А, 10 ³ кг/кг		0,786	0,864	1,0	1,17	1,3	1,47	1,6	1,7

49. Рассчитайте удельную поверхность порошка стали, принимая площадь 1 молекулы стеариновой кислоты в насыщенном монослое 0,20 нм².

50. Для водного раствора пропилового спирта при 295 К найдены следующие значения констант уравнения Шишковского: В = 0,198, А = 0,151. Вычислите поверхностное натяжение раствора при концентрации спирта, равной 0,5 кмоль/м³.

51. Константы уравнения Шишковского для водного раствора валериановой кислоты при 00С: В = 0,194, а = 10,4. При какой концентрации кислоты поверхностное натяжение раствора будет равно 52,1 · 10⁻³ н/м, если $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 75,49$ дин/см?

52. Для водного раствора пропилового спирта при 293 К найдены следующие константы уравнения Шишковского В = 0,198, А = 0,151. Вычислите поверхностное натяжение раствора и адсорбцию спирта при концентрации, равной 1,0 кмоль/м². Поверхностное натяжение воды равно 72,53 дин/см.

53. Определите, при какой концентрации поверхностное натяжение водного раствора масляной кислоты при 293 К будет равно 63,53 дин/см, если константы уравнения Шишковского А = 0,196, В = 0,151, а $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 72,53$ мН/м

54. Вычислите адсорбцию масляной кислоты на поверхности раздела водного раствора с воздухом при 00С и концентрации С = 0,1 кмоль/м³, если константы уравнения Шишковского в этом случае составляют В = 0,22, А = 0,0165. Поверхностное натяжение воды равно 75,49 мН/м.

55. Вычислите величину адсорбции валериановой кислоты на поверхности водного раствора с воздухом при 800С и концентрации 2,9 · 10⁻³ кмоль/м³, если константы уравнения Шишковского в этом случае равны В = 0,28 и А = 0,05. Поверхностное натяжение воды равно 63 эрг/см².

56. По приведенным данным рассчитайте (по БЭТ) удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола на твердой поверхности. Площадь, занимаемая одной молекулой бензола $S_0 = 49 \cdot 10^{-20}$ м²:

P/Ps		0,024	0,05	0,14	0,20	0,265
А, 10 ³ , кмоль/кг	0,0149	0,0348	0,0472	0,566	0,0663	

57. По приведенным данным рассчитайте (по БЭТ) удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола, если $S_0 = 0,49$ нм².

P/PS		0,04	0,05	0,15	0,22	0,27	0,36
А, 10 ⁵ , кмоль/кг	3,45	4,53	6,24	7,24	8,05	9,29	

58. По изотерме адсорбции определите удельную поверхность адсорбента (Т = 239 К, $S_0 = 49 \cdot 10^{-20}$ м²):

P/PS		0,05	0,12	0,20	0,30	0,40	0,50
А, 10 ⁵ , кмоль/кг	3,1	5,98	8,0	11,0	13,6	17,7	

59. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по данным адсорбции азота:

P/PS		0,05	0,15	0,25	0,30
А, 10 ³ , м ³ /кг	0,15	0,5	0,8	0,92	

Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, равна 0,16 нм², плотность азота 1,25 кг/м³.

60. При адсорбции из водного раствора ПАВ на гидрофобной поверхности образуется насыщенный адсорбционный слой толщиной 6,25 · 10⁻¹⁰ м. Рассчитайте молекулярную массу ПАВ, если его плотность 890 кг/м³, а площадь, занимаемая одной молекулой в насыщенном слое, составляет 29,7 · 10⁻²⁰ м².

61. Определите молекулярную массу адсорбтива, если известно, что при образовании насыщенного адсорбционного слоя ПАВ на границе раствор-газ, площадь, занимаемая 1 молекулой ПАВ, равна 29,7 · 10⁻²⁰ м², плотность ПАВ равна 890 кг/м³.

62. Известно, что при образовании насыщенного слоя ПАВ на границе раствор-газ площадь, занимаемая молекулой ПАВ, составляет 28(А₀)², толщина адсорбционного слоя - 19,4 А₀. Плотность ПАВ 930 кг/м³. Рассчитайте молекулярную массу ПАВ.

63. Вычислите длину молекулы стеариновой кислоты (С₁₇Н₃₅СООН), адсорбированной на поверхности воды в н-гексане. Площадь одной молекулы кислоты в насыщенном монослое 0,20 нм², плотность кислоты 0,845 г/см³.

64. Вычислите длину молекулы додецилсульфата натрия, адсорбированного на поверхности воды. Площадь одной молекулы вещества в насыщенном монослое 0,33 нм², плотность 0,87 г/см³.

65. Вычислите площадь, занимаемую 1 молекул ПАВ при образовании насыщенного монослоя, если известно, что молекулярная масса ПАВ равна М = 97, с = 0,93 г/см³, толщина слоя d = 7,5 А.

66. Вычислите площадь, занимаемую 1 молекул ПАВ при образовании насыщенного монослоя, если известно, что молекулярная масса ПАВ 97, с = 0,93 г/см³, толщина слоя d = 7,5 А₀.

67. Определите поверхностное натяжение бензола при 293, 313 и 343 К. Примите, что полная поверхностная энергия не зависит от температуры и для бензола равна 61,9 мДж/м².

Температурный коэффициент $dy/dT = -0,13$ мДж/(м²К).

68. Определите величину поверхностной активности лаурата натрия, если логарифм ККМ его водного раствора

составляет 168 (концентрация в моль/л); $u_{ккм} = 40 \text{ эрг/см}^{-2}$; $y_0 = 71,18 \text{ эрг/см}^{-2}$.

69. Для водных растворов додецилсульфата натрия определены логарифмы ККМ при двух значениях температуры. Определите, как влияет повышение температуры на поверхностную активность додецилсульфата натрия. $\lg_{ккм} = -2,04$ (при 200С) и $\lg_{ккм} = -2,01$ (при 600С); $u_{ккм} = 44 \text{ эрг/см}^2$ (при 200С), $u_{ккм} = 41 \text{ эрг/см}^2$ (при 600С); $y_0 = 72,75 \text{ эрг/см}^2$ (при 200С); $y_0 = 66,18 \text{ эрг/см}^2$ (при 600С); концентрация в моль/л.

70. Определите критическое значение межфазного натяжения при образовании частиц с размерами $a = 2 \cdot 10^{-6} \text{ см}$ при 1000С. Логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул дисперсионной среды равен 30.

71. Логарифм ККМ водного раствора олеата натрия при 70С составляет -30 при выражении концентрации в моль/л, $u_{ккм} = 26 \text{ эрг/см}^2$, $y_0 = 74,64 \text{ эрг/см}^2$. Определите величину поверхностной активности олеата натрия.

72. Для водных растворов лаурата натрия определены логарифмы ККМ при нескольких значениях температуры (концентрация в моль/л). Постройте температурную зависимость поверхностной активности:

T, 0C	lg _{ккм}	u _{ккм}	y ₀
30	-1,68	40	71,18
50	-1,68	38	67,91
90	-1,68	31	60,75

73. Определите ККМ додецилсульфата натрия по следующим данным:

LgC	-2,4	-2,18	-2,08	-2,03	-2,01	-1,99	-1,95	-1,82
y, дин/см	54	47	43	42	41	41	41	41

Концентрация выражена в моль/л.

74. При измерении разности показателей преломления водных растворов додецилсульфата натрия и воды получены следующие данные:

C $\cdot 10^3$, моль/л	9,1	9,38	9,54	9,78	10,02	10,26	10,50
Δn	-	-	16,6	17,1	17,7	18,0	18,3

Определите ККМ.

75. Рассчитайте критическое значение межфазного натяжения при образовании частиц с размерами $a = 2 \cdot 10^{-6} \text{ см}$ при 250С. Логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул дисперсионной среды равен 15.

76. Определите величину поверхностной активности миристиата натрия зная, что логарифм ККМ его водного раствора равен $-2,3$ при выражении концентрации в моль/л ($u_{ккм} = 27 \text{ дин/см}$; $y_0 = 69,56 \text{ дин/см}$).

Радиус сферических мицелл миристиата натрия $\text{C}_4\text{H}_9\text{COO}$, а составляет 1,69 нм. Считая, что площадь, занимаемая молекулой в предельно насыщенном адсорбционном слое равна 34 \AA^2 , определите степень агрегации мицеллы и мицеллярную массу.

77. По данным измерения удельной электропроводности раствора капроната натрия определите ККМ:

LgC	-0,4	-0,25	-0,17	-0,125	0,075	0,17	0,3
Lg κ	-2,0	-1,95	-1,9	-1,85	-1,8	-1,7	-1,7

Концентрация выражена в г/100мл.

78. Определите максимальный размер частиц дисперсной фазы, самопроизвольно образующейся при температуре 200С, $u_{кр} = 0,19 \text{ дин/см}$, логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул среды равен 15.

79. По данным измерения поверхностного натяжения водных растворов додецилсульфата натрия при различных температурах определите ККМ, влияние на ККМ повышения температуры:

y, нм/м.	LgC	-2,4	-2,18	-2,08	-2,03	-2,01	-1,99	-1,95	-1,90	-1,88	-1,82
200	58	50	-	44	44	44	-	44	-	44	
600	54	47	43	42	41	41	41	41	41	41	
900	49	40	38	-	-	35	29	29	29	29	

Концентрация выражена в моль/л.

80. Напишите формулу мицеллы олеата натрия в водном растворе, если число агрегации равняется 60. Как изменится строение мицеллы при введении в раствор больших количествах NaCl.

81. Рассчитайте теплоту мицеллообразования, а также стандартную энергию Гиббса и энтропию процесса при 293 К, используя следующие значения ККМ для додецилсульфата натрия в растворах NaCl:

T, К	293	311	333
------	-----	-----	-----

ККМ, ммоль/л

в 0,01М растворе NaCl	5,13	5,37	6,17
в 0,2М растворе NaCl	0,76	0,87	1,45

Проанализируйте изменение термодинамических функций мицеллообразования и влияние электролита.

82. Используя уравнение Дебая, рассчитайте мицеллярную массу ПАВ и радиус мицелл в воде по следующим данным:

Концентрация раствора c, г/л	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	
Мутность раствора $\phi \cdot 10^9$, см ⁻¹		1,70	2,68	3,54	3,85	5,09

Константу в уравнении Дебая примите равной $H = 3 \cdot 10^{-11}$, плотность ПАВ 1140 г/см³, ККМ 0,1 г/л.

83. Вычислите средний квадратичный сдвиг частиц гидрозоля гидроксида железа (III) за 10с, если радиус частиц равен 50 мкм, вязкость воды $\eta = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, температура 200С.

84. Показать, что среднеквадратичный сдвиг частиц радиусом $r_1 = 100 \text{ мкм}$ и $r_2 = 1 \text{ мкм}$

– соответствует уравнению Эйнштейна, если смещение Δ соответственно равно 4,1 мкм и 41 мкм за одно и то же время.

85. Определить среднеквадратичный сдвиг частиц дыма хлорида аммония с радиусом 107 м при 273,2 К за 5с.

Вязкость воздуха $\eta = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$.

86. Вычислить среднеквадратичный сдвиг частиц при броуновском движении эмульсии с радиусом $6,5 \cdot 10^{-6}$ за 1 с, вязкость среды $\eta = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, температура 288 К.

87. Вычислите по среднеквадратичному сдвигу Δ частиц гуммигута постоянную Авогадро, если радиус частиц

- равен $0,212 \text{ мкм}$, а за время $\phi = 1 \text{ мин}$ частицы переместилась на $10,65 \text{ мкм}$ при 170°C . Вязкость среды $\eta = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
88. Рассчитайте коэффициент диффузии частиц дыма оксида цинка при радиусе $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$, вязкость воздуха $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, температура 283 К .
89. Определите коэффициент диффузии мицелл мыла в воде при 313 К и среднем радиусе мицелл $r = 125 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Вязкость среды $\eta = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ Па}\cdot\text{с}$, постоянная Больцмана $K = 1,38 \cdot 10^{23} \text{ Дж/К}$.
90. Среднеквадратичное значение проекции сдвига частицы гидрозоля SiO_2 за 3 с составляет 8 мкм . Определите радиус частицы, если вязкость дисперсионной среды равна $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ при 293 К .
91. Определите проекцию среднего сдвига Δ для частиц гидрозоля за время 10 с , если радиус частиц $0,05 \text{ мкм}$, температура опыта 293 К , вязкость среды $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
92. По данным Сведберга, коэффициент диффузии коллоидных частиц золота в воде при 298 К равен $2,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сут}$. Определите дисперсность частиц гидрозоля золота. Вязкость воды при 298 К равна $8,94 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
93. Определите высоту, на которой после установления диффузионно- седиментационного равновесия концентрация частиц гидрозоля SiO_2 уменьшится вдвое. Частицы золя сферические, дисперсность частиц:
- $0,2 \text{ нм}^{-1}$;
 - $0,1 \text{ нм}^{-1}$;
 - $0,01 \text{ нм}^{-1}$.
- Плотность SiO_2 $2,7 \text{ г/см}^3$, плотность воды 1 г/см^3 , температура 298 К .
94. Рассчитайте размер частиц диоксида кремния, если известно, что время их оседания на расстояние 1 см составляет: а) 30 с ; б) 60 мин ; в) 100 ч , плотность дисперсной фазы и дисперсионной среды составляет соответственно $2,7$ и $1,1 \text{ г/см}^3$, вязкость дисперсионной среды $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
95. Рассчитайте толщину диффузионного ионного слоя l на поверхности твердой пластинки, помещенной в водные растворы с содержанием индифферентного электролита KCl : а) $1 \cdot 10^{-5}$; б) $1 \cdot 10^{-3}$; в) $1 \cdot 10^{-1} \text{ моль/л}$. Относительную диэлектрическую проницаемость растворов при 298 К примите равной $78,5$. Постройте график зависимости ϕ / ϕ_0 от расстояния, которое изменяется от l до $5l$.
96. Рассчитайте емкость диффузионного слоя дисперсной фазы. Дисперсионной средой является водный раствор CaCl_2 концентрации $2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ при 283 К с относительной диэлектрической проницаемостью $83,8$. Определите, во сколько раз изменится емкость, если к раствору CaCl_2 добавить равный объем водного раствора NaCl такой же мольной концентрации?
97. Рассчитайте электрокинетический потенциал поверхности кварца по данным, полученным при исследовании электроосмотического переноса жидкости через кварцевую мембрану: сила тока $2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$, объемная скорость раствора KCl , переносимого через мембрану $0,02 \text{ мл/с}$, удельная электропроводность раствора $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$, вязкость $2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, относительная диэлектрическая проницаемость $80,1$.
98. Рассчитать средний сдвиг X^- сферических частиц песка в воде (т.е. смещение за счет теплового движения) и скорость седиментации при следующих условиях: температура $T = 293 \text{ К}$, вязкость дисперсионной среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$; плотность песка $\rho = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Сравнить седиментационную устойчивость дисперсных систем с размерами частиц 10^{-5} м (грубодисперсная система) и 10^{-8} м (коллоидная система).
99. Рассчитать время оседания в воде частиц песка размерами 10^{-5} и 10^{-8} м с высоты $H = 0,1 \text{ м}$. Оценить седиментационную устойчивость дисперсных систем.
100. Рассчитать время оседания в воде частиц оксида алюминия размерами 10^{-5} м . Высота оседания $H = 0,1 \text{ м}$; плотность воды $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; плотность дисперсной фазы $\rho = 2,73 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; вязкость $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Оценить седиментационную устойчивость дисперсных систем.
101. Рассчитать и построить интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц веселовской глины в воде, пользуясь графическим методом обработки кривой седиментации.
- | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $t, \text{ мин}$ | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 | 24 | 28 |
| $m, \text{ кг}$ | 2 | 7 | 11 | 14 | 22 | 37 | 45 | 48 | 50 | 50 |
- Высота оседания $H = 0,1 \text{ м}$; плотность воды $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; плотность дисперсной фазы $\rho = 2,73 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; вязкость $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.
102. Рассчитать и построить интегральную и дифференциальную кривые распределения для суспензии оксида алюминия в метаноле по следующим экспериментальным данным:
- | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| $t, \text{ мин}$ | 2 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 150 |
| $m, \text{ кг}$ | 19 | 31 | 46 | 57 | 65 | 69 | 74 | 78 | 80 | 80 |
- Плотность дисперсной фазы $\rho = 3,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 0,79 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; вязкость $\eta = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, высота оседания $H = 0,08 \text{ м}$. Использовать метод построения касательных к кривой седиментации.
103. Построить седиментационную кривую, рассчитать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц талька в воде, используя графический метод обработки кривой седиментации:
- | | | | | | | | | |
|------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $t, \text{ мин}$ | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 | 360 | 480 | 600 |
| $m, \text{ кг}$ | 3 | 6,0 | 8,0 | 9,0 | 12,0 | 13,0 | 13,5 | 13,5 |
- Высота оседания $H = 0,1 \text{ м}$; вязкость $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$; плотность дисперсной фазы $\rho = 2,74 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
104. С какой скоростью осаждаются частицы аэрозоля хлорида аммония $\rho = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, имеющие радиус $r_0 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Вязкость воздуха равна $1,76 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$, плотностью воздуха можно пренебречь.
105. Вычислить электрофоретическую скорость частиц золя трех сернистого мышьяка, если о-потенциал частиц равен $89,5 \text{ мВ}$, разность потенциалов между электродами 240 В , расстояние 20 см , вязкость $0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$, диэлектрическая проницаемость 81 . Форма частиц цилиндрическая.
106. Вычислить электрофоретическую скорость частиц глины, если о-потенциал частиц $48,8 \text{ мВ}$. Разность потенциалов между электродами равна 220 В , расстояние между ними 44 см , вязкость — $10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, диэлектрическая проницаемость 81 . Форма частиц сферическая.
107. Вычислить градиент потенциала, если о-потенциал частиц золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ равен $52,5 \text{ мВ}$, электрофоретическая

скорость частиц $3,74 \cdot 10^{-4}$ См/с, вязкость среды $1,14 \cdot 10^{-3}$ Па·с, диэлектрическая проницаемость 81. Форма частицы цилиндрическая.

108. Вычислить о-потенциал частиц золя Al_2S_3 , если при измерении электрофоретической скорости, приложенная внешняя ЭДС равна 240 В, расстояние между электродами 30 см, перемещение частиц за 10 мин. составляет 14,36 мм. Диэлектрическая проницаемость 81, вязкость $1,005 \cdot 10^{-5}$ Па·с, форма частиц цилиндрическая.

109. Рассчитайте эффективную толщину диффузионного ионного слоя частиц сернокислого бария, находящихся в водном растворе электролита NaCl с концентрацией $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Как изменится эта величина при концентрации NaCl 10^{-3} моль/л.

110. Определите потенциал течения, если через пленку продавливается 42,4 % водный раствор этилового спирта при давлении $P = 20 \cdot 10^{-3}$ Па. Удельная электрическая проводимость раствора $\kappa = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}$ См·м⁻¹, относительная диэлектрическая проницаемость 41,3, вязкость $0,9 \cdot 10^{-3}$ Па·с, электрокинетический потенциал $\phi = 16 \cdot 10^{-3}$ В.

111. Определите необходимую величину внешнего электрокинетического поля при электрофорезе сферических частиц золя аммония в этилацетате, если $\phi = 42$ мВ, диэлектрическая проницаемость равна 6, вязкость $0,43 \cdot 10^{-3}$ Па·с, скорость электрофореза равна $1,5 \cdot 10^{-5}$ м/с, коэффициент формы частиц $f = 0,67$.

112. Рассчитайте толщину диффузионного ионного слоя λ на поверхности твердой пластинки, помещенной в водные растворы с содержанием индифферентного электролита KCl а) 10^{-5} ; б) 10^{-3} ; в) 10^{-1} моль/л., относительную диэлектрическую проницаемость растворов при 298 К примите равной 78,5. Постройте график зависимости ϕ/λ от расстояния, которое изменяется от λ до 5 λ .

113. Рассчитайте толщину диффузионного ионного слоя λ , на поверхности пластинки при 300 К в водном растворе, λ которого содержит 0,05 г NaCl и 0,01 г $Ba(NO_3)_2$ (индифферентные электролиты). Относительная диэлектрическая проницаемость раствора равна 76,5. Во сколько раз изменится λ , если раствор разбавить чистой водой в 4 раза?

114. Рассчитайте толщину диффузионного ионного слоя λ , частиц дисперсной фазы при 293 К в водных растворах, содержащих $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Ниже представлен образец билета для зачета, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИСиС»
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ К ЗАЧЕТУ № 0 (ОПК-3.131, У1, В1; ПК-3.331, У1, В1; УК-6.1, 31, У1, В1)

Дисциплина: «Коллоидная химия»

Направление: 18.03.01 «Химическая технология»

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: устная

- 1) Что такое адсорбция, адсорбент, адсорбат? Приведите примеры этого явления, с которыми вы сталкивались в быту.
- 2) Что такое броуновское движение, чем оно обусловлено? Можно ли его наблюдать в дисперсных системах с размерами частиц порядка 10^{-4} – 10^{-5} м? Ответ пояснить.
- 3) Приведите примеры практического использования суспензий и пен.

Примерный вариант тестового задания:

1. Размер коллоидных частиц составляет (м):

1) 10^{-2} - 10^{-4} 2) 10^{-4} - 10^{-6} 3) 10^{-7} - 10^{-9} 4) 10^{-10} - 10^{-11}

2. Особые свойства дисперсных систем обусловлены:

- 1) малым размером частиц и большой межфазной поверхностью;
- 2) малым размером частиц и малой межфазной поверхностью;
- 3) большим размером частиц и большой межфазной поверхностью;
- 4) большим размером частиц и малой межфазной поверхностью.

3. При классификации дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы (д.ф.) и дисперсионной среды (д.с) в аэрозолях в качестве д.с. выступает:

- 1) газ.
- 2) жидкость.
- 3) твердое вещество.
- 4) плазма.

4. Коллоидные системы в которых растворитель (вода) взаимодействует с коллоидными частицами:

- 1) гидрофильные;
- 2) гидрофобные;
- 3) гетерофильные;
- 4) грубодисперсные

5. Коллоидные системы могут быть получены следующими методами:

- 1) конденсацией или диспергированием.
- 2) нейтрализацией или замещением.
- 3) полиморфного превращения.
- 4) ионного обмена.
6. Ионы, достраивающие кристаллическую решетку ядра, называются:
 - 1) потенциалопределяющими ионами.
 - 2) противоионами.
 - 3) адсорбционными ионами.
 - 4) свободными ионами.
7. Какова структура мицеллы коллоидного раствора, образованного добавлением к AgNO_3 избытка KCl :
 - 1) $\{m[\text{AgCl}]x\text{Cl}^-\}x\text{Cl}^-$;
 - 2) $\{m[\text{AgCl}]x\text{K}^+\}x\text{K}^+$;
 - 3) $\{m[\text{AgCl}] n\text{Cl}^-(n-x)\text{K}^+\}-x x\text{K}^+$;
 - 4) $\{m[\text{AgNO}_3]x\text{NO}_3\}x^+$.
8. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем обусловлены:
 - 1) хаотическим движением частиц.
 - 2) затухающим во времени движением.
 - 3) строго упорядочным движением частиц.
 - 4) равноускоренным движением.
9. Если поперечный размер частиц дисперсной фазы меньше длины волны света, то наблюдается:
 - 1) рассеяние света.
 - 2) преломление света.

УП: 18.03.01_20_ХимТехнология_Пр1_заоч_2020.plz.xml

стр. 9

- 3) отражение света.
- 4) прохождение света
10. Явление перемещения дисперсной среды через неподвижную пористую перегородку под действием внешнего электрического поля называется:
 - 1) электроосмосом.
 - 2) ультрамикроскопией.
 - 3) нефелометрией.
 - 4) турбидиметрией.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Учебным планом предполагается проведение зачета с оценкой в качестве формы промежуточной аттестации по дисциплине.

Зачет проводится в аудитории по билетам

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «отлично» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А.	Коллоидная химия. : Учебник. Базовый курс.		М. Юрайт, 2014,
Л1.2	Андрюшкова О. В., Вострикова Т. И., Швырева А. В.,	Химия. Избранные разделы общей физической и коллоидной химии: учебное пособие		Новосибирск : НГТУ, 2011, URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228572 (12.11.2015).
Л1.3	Кукушкина И. И., Митрофанов А. Ю.	Коллоидная химия: учебное пособие		Издатель: Кемеровский государственный университет, 2010, URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232755 (09.11.2015)

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	С.А. Балезин, Б.В. Ерофеев, Н.И. Подобаев	Основы физической и коллоидной химии: Учебное пособие для студентов		М.: "Просвещение", 1975 г.,
Л2.2	Писаренко А.А.П., Поспелова К.А., А.Г. Яковлев	Курс коллоидной химии		Изд-во "Высшая школа", 1969 г.,
Л2.3	В.Н. Захарченко	Коллоидная химия		Мю: Высшая школа, 1989 г.,
Л2.4	С.С. Воюцкий	Курс коллоидной химии		М.: Изд-во "Химия", 1976 г.,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э2	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
Э3	НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" http://nf.misis.ru/
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" http://elibrary.misis.ru
И.3	
И.4	- Университетская библиотека онлайн http://bibliclub.ru

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для успешного освоения дисциплины и понимания теоретического материала студентом необходимы знания, полученные в высшей школе по математике, физике, общей и неорганической химии, информатике, физической химии, теории вероятностей и математической статистике, экологии.

Следует помнить, что лекционный материал отражает лишь наиболее значимые научные и технические решения, поэтому, для понимания материала необходимо обращаться к литературным источникам с более полным описанием изучаемой темы. Не следует ограничиваться одним учебным пособием, или выбирать только самый современный учебник. Следует использовать как базовую литературу, так и дополнительную, указанные в рабочей программе дисциплины.

При подготовке к практическим занятиям необходимо повторить ранее пройденный лекционный материал и дополнить его сведениями из актуальных на сегодняшний день источников периодической печати ведущих в отрасли журналов, таких как «Кокс и Химия», «Башкирский нефтехимический журнал», «Сталь», «Уголь», «Вестник МГТУ». При наличии, полезно использовать информационные бюллетени, выпускаемые ведущим научно-исследовательским институтом страны ФГУП ВУХИН (Восточный углехимический институт, г. Екатеринбург), а также сборники реферативных статей, патенты, находящиеся в открытом доступе.

Кроме того, следует разобрать и детально проработать типовые примеры решения задач коллоидной химии (приведены ниже).

Примеры решения типовых задач

1) При конденсации тумана, состоящего из капель кадмия, образовалось 12. 10 - 6 м 3 жидкого кадмия. Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж м².

Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого кадмия.

Решение. Энергия Гиббса поверхности определяется по уравнению:

$$G_s = \gamma S.$$

Связь между удельной поверхностью $S_{уд}$, поверхностью S , объемом V и дисперсностью D выражается соотношением:

$$S_{уд} = S/V = 6D.$$

Поверхность капель тумана составляет $S = 6 DV$. Дисперсность капель кадмия равна

Диаметр капель кадмия равен $d=1 / D=8,1.10^{-7}$ м.

2) Рассчитайте работу адгезии W_a ртути к стеклу при 293 К, если известен краевой угол $\theta = 130^\circ$. Поверхностное натяжение ртути $\gamma = 475$ мДж/ м². Найдите коэффициент растекания f ртути по поверхности стекла.

Решение. Выражение для работы адгезии через краевой угол дается уравнением Дюпре - Юнга:

$$W_a = \gamma \cos \theta - \gamma (1 + \cos \theta) = 475 (1 + \cos 130^\circ) = 475 (1 - 0.64) = 171 \text{ мДж/м}^2.$$

Коэффициент растекания рассчитывают по соотношению

$$f = W_a - W_k,$$

где $W_k = 2 \gamma \cos \theta$ представляет работу когезии;

$f = 171 - 2 \cdot 475 = - 779$ мДж/м², т. е. растекания нет.

3) Определить поверхностный избыток (кмоль/м²) при 10 оС для раствора, содержащего 50 мг/л пеларгоновой кислоты

$C_8H_{17}COOH$, поверхностное натяжение исследуемого раствора $57,0 \cdot 10^{-3}$ н/м.

Решение: По справочнику находим σ_{H_2O} при $10^\circ C$:

$\sigma_{H_2O} = 74,22 \cdot 10^{-3}$ н/м. Определяем концентрацию кислоты в растворе $C_2 = 0,05 / 158 = 3,2 \cdot 10^{-4}$ кмоль/м³; $C_1 = 0$.

По уравнению изотермы адсорбции Гиббса находим поверхностный избыток:

так как $\Gamma > 0$, то адсорбция положительна.

4) Рассчитайте критическое значение межфазного натяжения, определяемого критерием Ребиндера, ниже которого происходит самопроизвольное диспергирование. Температура $200^\circ C$, размер образующихся частиц $1 \cdot 10^{-6}$ м, логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул дисперсионной среды равен $\gamma = 15$.

Решение: Межфазное поверхностное натяжение, при котором происходит образование лиофильных дисперсных систем вычисляется по соотношению Ребиндера- Щукина:

$$\sigma_{кр} \leq \gamma \cdot K T / a^2.$$

При уточнении значения параметра γ для сферических частиц выражение приобретает следующий вид:

5) Определите коэффициент диффузии D и среднеквадратичный сдвиг Δ частицы гидрозоля за время $\tau = 10$ нм, $T = 293,2$ К, вязкость среды $\eta = 10^{-3}$ Па·с, $r = 50$ нм.

Решение: Коэффициент диффузии D рассчитывается по уравнению Эйнштейна:

Коэффициент диффузии и средний сдвиг частицы связаны уравнением Эйнштейна-Смолуховского:

Тогда среднеквадратичный сдвиг частицы составит:

6) Электрокинетический потенциал частиц гидрозоля 50 мВ. Приложенная внешняя ЭДС 240 В, расстояние между электродами 40 см; вычислить электрофоретическую скорость частиц золя, если форма их цилиндрическая. Вязкость воды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с, диэлектрическая проницаемость среды 81 .

Решение: Из формулы электрокинетического потенциала частиц цилиндрической формы:

находим электрофоретическую скорость:

7) Определить вязкость глицерина, если он из вискозиметра вытекает через капилляр. Радиус капилляра $r = 1 \cdot 10^{-3}$ м, длина капилляра $l = 6 \cdot 10^{-2}$ м. Скорость течения $14 \cdot 10^{-10}$ м²/с под давлением $P = 200$ Па.

Решение: Согласно уравнения Пуазейля

где v – скорость течения

В целом, дисциплина состоит не только из аудиторной части, но и включает в себя самостоятельную работу студента, призванную в первую очередь научить студента работать с литературой и проводить логический анализ, делать обобщения.

На самоподготовку выносятся следующие темы:

«Коллоидные ПАВ», «Каменноугольная смола – как сложная коллоидная система», «Применение коллоидных систем в бытовых и производственных процессах», «Способы разрушения эмульсий и суспензий, применяемые при очистке сточных бытовых и промышленных вод», «Пенообразующие свойства ПАВ», «Использование явления набухания коллоидов в промышленности».

Для успешной сдачи экзамена при этом необходимо объединить сведения, полученные в ходе лекционных, практических занятий и самоподготовки.