Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Ивановский государственный химико-технологический университет»

Факультет неорганической химии и технологии

Кафедра физической и коллоидной химии

Утверждаю: проректор по УР

_____ В.В. Рыбкин

_____ 20 ___ г.

Рабочая учебная программа дисциплины

Коллоидная химия

Направление подготовки **241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Профиль подготовки **Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов**

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Иваново, 2011

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе _____
(Кокина Н.Р.)
«_____» _____ 201__ года

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ _____
(Гордина Н.Е.)

«_____» _____ 201__ года, протокол №____

Лист изменений и дополнений в рабочей программе дисциплины «Коллоидная химия»

" Технология керамики и стекла"
(профиль)

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2012 /2013 уч. год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:
обновлен раздел «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины», введены новые учебно-методические и информационные источники, обеспечивающие подготовку по данному профилю.

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: Учебник. 4-е изд., испр. и доп. – СПб: Издательство «Лань», 2010. – 416 с.: ил.- (Учебник для вузов. Специальная литература).
2. Зимон А.Д., Павлов А.Н. Коллоидная химия наночастиц: Учебник для вузов.- Издательство: «Научный мир», 2012. – 224 с.

Изменения внес _____
(Федорова А.А.)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии от «10» января 2013 года, протокол № 6.

Заведующий кафедрой_____ (Лефедова О.В.)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе _____
(Кокина Н.Р.)
«_____» _____ 201__ года

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ _____
(Гордина Н.Е.)

«_____» _____ 201__ года, протокол №____

Лист изменений и дополнений в рабочей программе дисциплины «Коллоидная химия»

" Защита окружающей среды и промышленная экология "
(профиль)

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2013 /2014 уч. год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

обновлен раздел «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины», введены новые учебно-методические и информационные источники, обеспечивающие подготовку по данному профилю:

1. Методические указания для опроса студентов при прохождении лабораторного практикума по разделу Адсорбция» курсов «Поверхностные явления и дисперсные системы» и «Коллоидная химия»/ сост: Д.В.Филиппов, А.А.Федорова: Иван.гос.хим.-технол.ун-т. – Иваново, 2013. – 40 с.
2. Ершов Ю.А. Коллоидная химия: Учебник. – Издательство: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 352 с.
3. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учебник для бакалавров.- Издательство: Юрайт, 2014. – 444 с.

Изменения внес _____
(Федорова А.А.)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии от «03» марта 2014 года, протокол № 9.

Заведующий кафедрой_____ (Шлыков С.А.)

РЕЦЕНЗИЯ
НА РАБОЧУЮ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ

Дисциплины: **«Коллоидная химия»**

Направление подготовки: **241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Профиль подготовки: **«Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»**

Соответствие логической и содержательно-методической взаимосвязи данной дисциплины с другими частями ООП	Соответствует
Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (указать конкретно номера компетенций)	ПК-1, ПК-8, ПК-20, ПК-22
Соответствие аудиторной и самостоятельной нагрузки учебному плану	Соответствует
Процент лекционных занятий от аудиторной нагрузки (указать конкретно)	50%
Последовательность и логичность изучения модулей дисциплины	Соответствует
Наличие междисциплинарных связей с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	Имеется
Соответствие видов самостоятельной работы требованиям к выпускникам в ГОС	Соответствует
Соответствие диагностических средств (экзаменационных билетов, тестов, комплексных контрольных заданий и др.) требованиям к выпускнику по данной ООП	Соответствует
Использование активных и интерактивных форм проведения занятий (указать конкретно)	Электронная презентация курса лекций; диалоговая форма ведения лекций, коллективная работа на лабораторных занятиях, экспресс-тестирование.
Учебно-методическое и информационное обеспечение	Соответствует
Материально-техническое обеспечение данной дисциплины	Соответствует

Дополнения:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Рабочая учебная программа _____соответствует_____
(*соответствует, не соответствует, требует доработки*)

направлению 241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профилю «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Рецензент: д.х.н., проф. Абрамов И.Г., зав. каф. Общей и физической химии Ярославского
(*Ф.И.О., должность, место работы*)

государственного технического университета_____ (*подпись*)

М.П.

1. Цели освоения дисциплины «Коллоидная химия»

-Изучение теоретических основ базовых дисциплин фундаментальной подготовки бакалавров – коллоидной химии, физической химии поверхностных явлений и дисперсных систем.

-Выработка навыков применения полученных знаний в решении прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к базовой части цикла естественнонаучных дисциплин Б2.

Для освоения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями и компетенциями:

- владеть основами теории фундаментальных разделов химии (общей, неорганической, органической и физической химии) и физики;
- уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способен участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-8);
- способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред (ПК- 9);

Дисциплина «Коллоидная химия» является предшествующей для освоения дисциплин базовой и вариативной частей профессионального цикла.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Коллоидная химия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- умение составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-8);
- способен применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-20);
- способен моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ПК-22).

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: закономерности поведения, методы получения и основные физико-химических свойства дисперсных систем, современное состоянии теории поверхностных явлений, устойчивости и коагуляции дисперсных систем.

Уметь: использовать полученные теоретические знания в области химии дисперсных систем при освоении других дисциплин, изучающих различные процессы в гетерогенных системах.

Владеть*:* навыками проведения эксперимента в дисперсных системах и методами обработки полученных результатов, а также навыками в решении теоретических и прикладных задач в области коллоидной химии, химии гетерогенных и дисперсных систем.

4. Структура дисциплины «Коллоидная химия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
			6			
Аудиторные занятия (всего)		60	60			
В том числе:						
Лекции		30	30			
Лабораторные работы (ЛР)		30	30			
Самостоятельная работа (всего)		84	84			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)						
Общая трудоемкость	час	144	144			
	зач. Ед.	4	4			

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Коллоидная химия как наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Поверхностные явления.	Основные понятия. Классификация дисперсных систем и поверхностных явлений. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Термодинамическая неустойчивость дисперсных систем. Основные свойства дисперсных систем. Поверхностные явления. Адгезия и когезия. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Дисперсность и реакционная способность.

1	2	3
2.	Адсорбция.	Общее условие равновесия поверхностного слоя с объемными фазами. Понятие об избыточных величинах Гиббса. Адсорбция. Основные понятия. Модели процесса адсорбции: метод избытков Гиббса и метод полного содержания. Адсорбционное уравнение Гиббса. Способы экспериментального исследования адсорбционных равновесий. Теплоты адсорбции. Природа адсорбционных сил. Энергетическая неоднородность поверхности адсорбента. Термодинамика процессов адсорбции. Стехиометрическая теория адсорбции. Энтропии адсорбции. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал и адсорбционный объем. Характеристическая кривая адсорбента, ее свойства. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело-газ. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Основы теории адсорбции на неоднородных поверхностях. Функции распределения, интегральное уравнение изотермы адсорбции. Полимолекулярная адсорбция. Теория БЭТ и Арановича. Адсорбенты, их классификация. Методы определения удельной поверхности твердых адсорбентов. Особенности адсорбции на твердых пористых адсорбентах. Теория объемного заполнения микропор. Уравнение Дубинина-Радушкевича. Теория капиллярной конденсации. Уравнение Кельвина. Использование изотерм капиллярной конденсации для определения характеристик пористых адсорбентов. Адсорбция на границе раздела фаз жидкость-газ и жидкость-жидкость. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Уравнение Шишковского. Связь величин адсорбции и поверхностного натяжения растворов. Коллоидные ПАВ, их классификация, мицеллообразование, ККМ. Солюбилизация. Механизм

1	2	
		моющего действия ПАВ. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело-жидкость. Обменная молекулярная адсорбция из растворов, ее особенности. Уравнение изотермы адсорбции из растворов на твердых адсорбентах в идеальном адсорбционном слое. Закономерности адсорбции в гомологических рядах органических соединений. Правило Дюкло-Траубе. Определение размеров молекул ПАВ из данных адсорбционных измерений. Влияние природы адсорбента, адсорбата и растворителя на закономерности адсорбции из растворов. Правило полярности Ребиндера, его обоснование и сипользование. Адсорбция электролитов. Основные особенности. Закономерности ионно-обменной адсорбции. Уравнение изотермы Никольского. Иониты, их классификация. Основные характеристики. Хроматография. Основные принципы, сущность и классификация.
3.	Физико-химические свойства, методы получения, устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	Дисперсные системы. Методы получения и стабилизации. Основные представители: золи, суспензии, пены, эмульсии, пасты. Двойной электрический слой. Механизмы образования. Строение и формула мицеллы лиофобного золя. Изменение потенциала в ДЭС. Теории Гуи-Чепмена, Штерна. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления. Их природа, использование. Электрокинетический потенциал и его определение методом электрофореза. Кинетическая и агрегативная устойчивости дисперсных систем. Влияние различных условий на электрокинетический потенциал и агрегативную устойчивость лиофобных дисперсных систем. Индифферентные и неиндифферентные электролиты, их влияние на распределение потенциала в ДЭС и агрегативную устойчивость. Адсорбционная и химическая перезарядка.

1	2	3
		Коагуляция лиофобных дисперсных систем. Особенности электролитной коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Лиотропные ряды. Кинетика коагуляции. Основные закономерности. Скорость коагуляции. Теория быстрой коагуляции Смолуховского. Период коагуляции. Теория медленной коагуляции Фукса. Особенности термодинамики в тонких пленках. Понятие расклинивающего давления. Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Основные положения. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости. Потенциальный барьер и факторы, влияющие на его величину. Потенциальные кривые парного взаимодействия частиц. Их анализ.
4.	Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем.	Структурно-механические свойства дисперсных систем. Конденсационно-кристаллизационные и коагуляционные структуры. Тиксотропия, синерезис. Основные законы реологии. Идеальные реологические модели: идеально упругое тело Гука, идеально вязкое тело Ньютона и идеально пластическое тело Сен-Венана-Кулона. Моделирование реологических свойств реальных систем. Модель упруговязкого тела Максвелла. Вязкость дисперсных систем - характеристика структурно-механических свойств. Структурированные и неструктурированные, ньютоновские и неньютоновские жидкости. Уравнение Бингама. Реологические кривые дисперсных систем. Зависимость вязкости от концентрации. Уравнение Эйнштейна. Вискозиметрический метод определения вязкости. Уравнение Пуазейля.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	Процессы и аппараты химической технологии	+	+	+	+
2.	Общая химическая технология	+	+	+	+
3.	Безопасность жизнедеятельности	+	+	+	+
4.	Химия окружающей среды	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семин	СРС	Всего час.
1.	Коллоидная химия как наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Поверхностные явления.	2	-	-	-	-	2
2.	Адсорбция.	13	-	12	-	45	70
3.	Физико-химические свойства, методы получения, устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	13	-	12	-	33	58
4.	Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем.	2	-	6	-	6	14

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1.	**1**	Лабораторные работы по данному разделу не предусмотрены.	-

1	2	3	4
2.	**2**	В лабораторном практикуме прорабатываются следующие темы: 1. Теории адсорбции. Методы экспериментального исследования адсорбционных равновесий. Выполняются одна из следующих лабораторные работы: а) Изучение адсорбции ПАВ на границе раздела раствор/воздух. б) Исследование адсорбции ПАВ на границе раздела твердое тело/раствор и раствор/воздух. в) Сравнение поверхностной активности моющих средств неизвестного строения на границе раздела раствор/воздух. г) Определение изостерических теплот адсорбции ПАВ на границе раздела раствор/воздух. д) Определение удельной поверхности порошков методом проницаемости. е) Определение критической концентрации мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ.	12
3.	**3**	В лабораторном практикуме прорабатываются следующие темы: 1. Физико-химические свойства лиофобных-дисперсных систем. Выполняются следующие лабораторные работы: а) Исследование свойств дисперсных систем. б) Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала методом движущейся границы. в) Исследование электролитной коагуляции дисперсных систем и экспериментальная проверка правила Шульце-Гарди. г) Определение изоэлектрической точки золя методом электрофореза. 2. Физико-химические свойства эмульсий. Выполняется следующая лабораторная работа: а) Изучение свойств эмульсий.	12

1	2	3	4
4.	**4**	В лабораторном практикуме прорабатываются следующие темы: 1. Реологические свойства коллоидных растворов. Выполняется две из следующих лабораторных работ: а) Исследование зависимости вязкости растворов полимеров от концентрации. б) Определение молекулярной массы полимера. в) Определение изоэлектрической точки желатина по вязкости его растворов. г) Исследование зависимости вязкости структурированной жидкости от давления.	6

7. Образовательные технологии и методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Коллоидная химия»

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой). Желательно использование методических разработок, имеющихся на кафедре, в виде методических указаний для программированного опроса студента.
2. Проверить план выполнения лабораторной работы, подготовленный студентом дома (с оценкой).
3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
4. Проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине рекомендуется использовать выполнение студентами индивидуальных заданий, направленных на развитие самостоятельности и инициативы.

Самостоятельная работа студента должна включать подготовку письменного отчета по лабораторной работе, который должен содержать тему работ, цель и задачи физико-химического эксперимента, основные теоретические положения, таблицы с экспериментальными и расчетными данными, расчетные уравнения и примеры расчетов физико-химических величин с анализом погрешностей экспериментальных данных, графики полученных в эксперименте зависимостей с их анализом, выводы.

При подготовке отчета и выполнении расчетов необходимо использовать компьютерную технику и современные программные средства обработки данных эксперимента.

С целью закрепления полученных теоретических знаний при изучении раздела «Адсорбция» выполняется индивидуальное расчетное задание по теме: «Адсорбция газов и паров», заключающееся в подборе физически обоснованной адсорбционной модели для предложенных экспериментальных данных, а также по определению отдельных характеристик адсорбционного равновесия и параметров адсорбента. Методика выполнения расчетного задания «Адсорбция газов и паров» заключается в следующем:

1. Найдем давление насыщенного пара адсорбата P_s: по эмпирическим соотношениям, приведенным в методических указаниях к выполнению курсовых работ по коллоидной химии рассчитываем lgP_s и P_s в мм рт. ст. По величине P_s и из отношений P/P_s, приведенных в задании рассчитываем P. Затем строим изотерму адсорбции в координатах A=f(P).
2. Проверим применимость уравнения Лэнгмюра к описанию экспериментальной изотермы: для этого используем линейный вид изотермы Лэнгмюра: $\frac{P}{A}=\frac{1}{A_m b}+\frac{1}{A_m}P$. Для каждой величины адсорбции A находим отношение P/A и строим график зависимости P/A=f(P). Если зависимость линеаризуется с высокой точностью, делаем вывод о применимости уравнения изотермы Лэнгмюра к данным. В случае применимости уравнения Лэнгмюра находим предельную адсорбцию и A_m и адсорбционный коэффициент b. Если зависимость линеаризуется плохо, то модель Лэнгмюра неприменима.
3. Проверим применимость изотермы БЭТ для описания экспериментальных данных:

$$\frac{P/P_s}{A\left(1-P/P_s\right)}=\frac{1}{A_m \boldsymbol{K}}+\frac{\boldsymbol{K}-1}{A_m \boldsymbol{K}}\cdot P/P_s$$

Определим $\frac{P/P_s}{A\left(1-P/P_s\right)}$ для каждого P/P_s. Построим график зависимости $\frac{P/P_s}{A\left(1-P/P_s\right)}$ =f(P/P_s). Если зависимость линеаризуется с высокой точностью, делаем вывод о применимости уравнения изотермы БЭТ к данным и с помощью графика рассчитываем предельную адсорбцию и A_m и $\boldsymbol{K}$.

4. По рассчитанной величине A_m и по соотношению $S_{уд} = S_0 \cdot A_m \cdot N_A$ находим удельную поверхность адсорбента (в $м^2/кг$).
5. Перейдем от изотермы адсорбции к характеристической кривой адсорбента $\varepsilon = f(V)$, используя основные положения теории Поляни.
   - Рассчитаем адсорбционный потенциал ε при T_1 для каждого значения P/P_s: $\varepsilon = -R \cdot T \cdot \ln(P/P_s)$
   - Определим V: для этого по данным м.84 (стр.4) найдем $\rho_ж$ для T_1 (в $г/см^3$). Переведем найденное значение $\rho_ж$ в $моль/м^3$.
   - Для каждого значения адсорбции находим $V = A/\rho_ж$
   - Построим характеристическую кривую $\varepsilon = f(V)$
6. Построим изотерму адсорбции при T_2.

Т.к. $\varepsilon = -R \cdot T_1 \cdot \ln(P/P_s)_{T1} = -R \cdot T_2 \cdot \ln(P/P_s)_{T2}$, то $\ln(P)_{T2} = \ln(P_s)_{T2} + (T_1/T_2) \cdot \ln(P/P_s)_{T1}$

По эмпирическим соотношениям, приведенным в м.84 (стр. 5) рассчитываем $\lg P_s$ и P_s в мм рт. ст. при T_2. По приведенному выше соотношению находим $\ln(P)_{T2}$ и затем $(P)_{T2}$.

Находим по данным методических указаний к выполнению курсовых работ по коллоидной химии найдем $\rho_ж$ для T_2 (в $г/см^3$). Переведем найденное значение $\rho_ж$ в $моль/м^3$. По найденным в пункте 5 адсорбционным потенциалам и $\rho_ж$ рассчитываем величины адсорбции при T_2 по соотношению $A = V \cdot \rho_ж$. Строим изотерму адсорбции $A = f(P)$ при T_2.

7. Найдем дифференциальную теплоту адсорбции:

Дифференциальной теплотой адсорбции называют количество теплоты, выделяющееся в ходе адсорбции одного моля адсорбата на бесконечно большом количестве адсорбента при соблюдении условия постоянства величин адсорбции или степени заполнения межфазной поверхности.

$$\Delta_a H = R \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} \cdot \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{A=const}$$

Из изотерм адсорбции при T_1 и T_2 находим при выбранных фиксированных значениях адсорбции А давления $(P)_{T1}$ и $(P)_{T2}$. Затем по приведенной выше формуле рассчитываем теплоту. Аналогичный расчет проводим при двух других значениях адсорбции. Делаем вывод о характере теплот адсорбции и энергетической однородности адсорбента.

8. Построим изотерму адсорбции в рамках модели Дубинина-Радушкевича:

$$\ln A = \ln A_m - \left(\frac{RT}{E_0}\right)^n \cdot \left(\ln\frac{P_s}{P}\right)^n$$ при различных n (n=1÷3)

По исходным данным по величинам адсорбции при T_1 находим lnA, а по исходным величинам P/P_s определяем обратные соотношения P_s/P, затем их логарифм и возводим логарифмы в соответствующую степень n. При трех различных значениях n строим графики зависимостей $\ln A = f\left(\left(\ln\frac{P_s}{P}\right)^n\right)$.

Если график имеет прямолинейный характер, то находим отрезок, отсекаемый графиком на оси $\ln A$. Т.е. $\ln A_m$ = величине отсекаемого отрезка, где A_m - предельная адсорбция в порах адсорбента, тогда находим. Суммарный объем пор адсорбента V_0 вы-

числим по соотношению: $V_0 = \frac{A_m}{\rho_{ж}}$. Делаем вывод о типе пористой структуры адсорбента.

При изучении раздела «Физико-химические свойства, методы получения, устойчивость и коагуляция дисперсных систем» рекомендуется выполнение расчетного задания, включающего:

1. Расчет электрокинетического потенциала по данным электрофореза, анализ влияния добавок электролитов на ζ-потенциал и агрегативную устойчивость дисперсной системы.
2. Расчеты порогов электролитной коагуляции с использованием правила Шульца-Гарди и уравнения Дерягина-Ландау.
3. Составление формулы мицеллы лиофобного золя и анализ влияния добавок электролитов на изменение потенциала в двойном электрическом слое мицеллы.

В расчетное задание при изучении раздела «Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем» целесообразно включить расчеты динамической, относительной, удельной, приведенной вязкостей по данным вискозиметрии, определение молекулярного веса полимера.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Формы отчетности по разделам 1 и 2:

1. Коллоквиумы: 1, сроки сдачи, недели: 7÷8.
2. Собеседования по лабораторным работам: 2, сроки выполнения, недели: 2÷6.
3. Расчетное задание: 1, срок сдачи, неделя: 7÷8.

Для проверки знаний на коллоквиуме по разделам 1 и 2 целесообразно использовать тестовую форму.

Формы отчетности по разделу 3:

1. Коллоквиумы: 1, сроки сдачи, недели: 11÷12.
2. Собеседования по лабораторным работам: 2, сроки выполнения, недели: 9÷10.

Для проверки знаний на коллоквиуме по модулю 3 целесообразно использовать тестовую форму.

Примеры контрольных тестов по каждому разделу приведены ниже.

«Поверхностные явления. Адсорбция»

Вариант №1

1.Может ли полная адсорбция на поверхности раздела фаз жидкость/газ совпадать с избыточной адсорбцией?

А. Нет, не может.

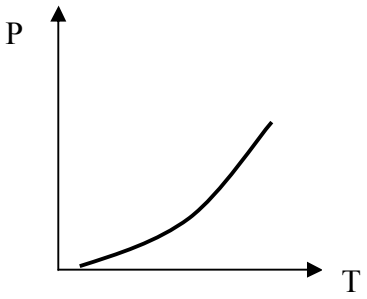
Б. Да, может в случае, если остаточная равновесная концентрация вещества в растворе C_o мала.

В. Да, может, если остаточная равновесная концентрация вещества в растворе C_o мала или сама полная адсорбция мала.

Г. Да, может, если остаточная равновесная концентрация вещества в растворе мала или сама адсорбция велика.

2.Какая из функциональных зависимостей представлена на рисунке?

А. Изотерма адсорбции. T = const
Б. Изостера адсорбции. A = const
В. Изобара адсорбции. P = const
Г. Изопикна адсорбции. C = const



3.Каким уравнением описывается адсорбция, если в координатах 1/A – 1/P изотерма имеет линейный вид?

А. Уравнением Дубинина – Радушкевича.
Б. Уравнением БЭТ.
В. Уравнением Лэнгмюра.
Г. Уравнением Темкина.

4.Какова размерность интегральной Q и дифференциальной $\Delta_a H$ теплоты адсорбции?

1. [Q] = Дж/м^2; [$\Delta_a H$] = Дж/моль.
2. [Q] = Дж/кг; [$\Delta_a H$] = Дж/моль.
3. [Q] = Дж/кг; [$\Delta_a H$] = Дж/кг.
4. [Q] = Дж/моль; [$\Delta_a H$] = Дж/моль.

А. 1,4; **Б.** 1,2; **В.** 2,3; **Г.** 3,4;

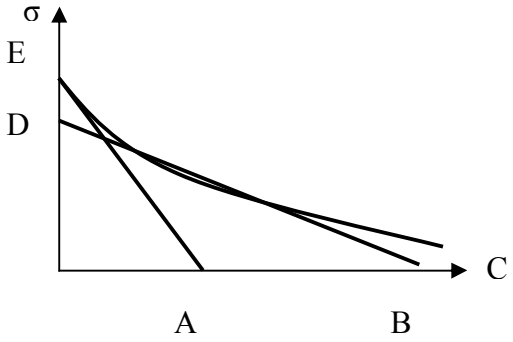
5. Как найти поверхностную активность ПАВ по графику зависимости поверхностного натяжения **σ** от **C**?

А. $G = \dfrac{OE}{OA}$

Б. $G = -\dfrac{OE}{OA}$

В. $G = \dfrac{OD}{OB}$

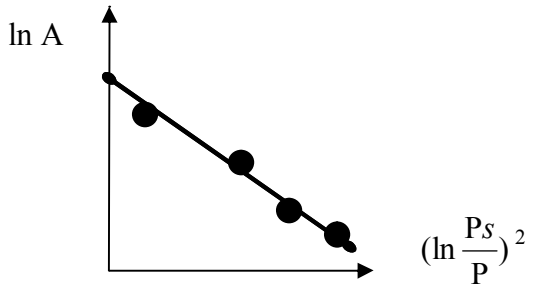
Г. $G = \dfrac{OB}{OD}$



6. Зависит ли предельная адсорбция неионогенных ПАВ, принадлежащих к одному гомологическому ряду, на поверхности твердое тело – газ от длины углеводородного радикала?

А. Да, зависит, так как адсорбция растет с ростом молекулярной массы ПАВ.
Б. Да, зависит, так как длина молекулы ПАВ в гомологическом ряду увеличивается.
В. Нет, не зависит, так как при высоких концентрациях на поверхности образуется «частокол Лэнгмюра», радикалы вытянуты вверх.
Г. Нет, не зависит, так как природа адсорбата и адсорбента не меняется.

7. Изотерма адсорбции бензола на активированном угле марки БАУ имеет вид:



Каким уравнением описывается адсорбция в этой системе?

А. Уравнением Лэнгмюра.

Б. Уравнением капиллярной конденсации.

В. Уравнением Дубинина-Радушкевича для микропористых адсорбентов.

Г. Уравнением Дубинина-Радушкевича для макропористых адсорбентов.

8. Какую зависимость описывает уравнение $V = V_o exp(-k\varepsilon^2)$?

А. Изотерму адсорбции на неоднородной поверхности.

Б. Характеристическую кривую адсорбента.

В. Изотерму адсорбции на микроскопическом адсорбенте.

Г. Изобару адсорбции.

9. Расположены ионы Li^+, K^+, Na^+, Cs^+ в ряд по мере увеличения их адсорбционной способности. Поясните ответ.

А. $Li^+ < Na^+ < Cs^+ < K^+$

Б. $Cs^+ < K^+ < Na^+ < Li^+$

В. $Li^+ < Na^+ < K^+ < Cs^+$

Г. $Cs^+ < Li^+ < Na^+ < K^+$

10. Предельная адсорбция бензола на углеродистом адсорбенте $7.56 \cdot 10^{-2}$ моль/кг. Определите удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая молекулой бензола в плотноупакованном мономолекулярном адсорбционном слое $S_o = 49 \cdot 10^{-20}$ м^2.

А. $3{,}7 \cdot 10^{-16}$ м^2/кг

Б. 22226 см^2/кг

В. $2{,}22 \cdot 10^{2}$м^2/кг

Г. $3.7 \cdot 10^{-20}$м^2/кг

«Физико-химические свойства, методы получения, устойчивость и коагуляция дисперсных систем».

Вариант №1

Гидрозоль хромата свинца

Золь получают в результате реакции двойного обмена между хроматом калия и нитратом свинца:

$$K_2CrO_4 + Pb(NO_3)_2 = PbCrO_4 + 2KNO_3$$

Методика получения.

6 мл 0,1н раствора K_2CrO_4 разбавляют до 100 мл дистиллированной водой и к полученному раствору при тщательном перемешивании медленно добавляют раствор $Pb(NO_3)_2$ который готовится сливанием 4 мл 0,1н $Pb(NO_3)_2$ и 96 мл H_2O.

Составьте схему строения мицеллы и ответьте на следующие вопросы:

1. Какие ионы являются: 1) - потенциалобразующими, 2) – противоионами адсорбционного слоя. 3) – противоионами диффузионного слоя?

А. 1. Pb^{2+} 2. Cl^- 3. Cl^-

Б. 1. Pb^{2+} 2. CrO_4^{2-} 3. CrO_4^{2-}

В. 1. CrO_4^{2-} 2. K^+ 3. K^+

Г. 1. K^+ 2. CrO_4^{2-} 3.CrO_4^{2-}

2. Укажите электролиты, которые нужно взять для определения знака заряда коллоидной частицы. Каков знак заряда золя?

А. KCl , $BaCl_2$ отрицательный

Б. KCl , $CuSO_4$ положительный

В. K_2SO_4 ,$BaCl_2$ положительный

Г. K_2SO_4 , $Ba(NO_3)_2$ отрицательный

3. Какие электролиты называют индифферентными?

1) электролиты, содержащие общий ион с ионами кристаллической решетки агрегата;

2) электролиты, не содержащие общего иона с ионами кристаллической решетки агрегата;

3) электролиты, не содержащие общего иона с ионами кристаллической решетки агрегата, но имеющие ион, им изоморфный;

4) электролиты, не содержащие ионов, которые могут образовывать с ионами агрегата труднорастворимого соединения или быть изоморфными этим ионам.

Правильные ответы: **А**. 2 и 3 **Б.** 2 и 4 **В.** 1 и 4 **Г.** 3 и 4

4. Какие ионы могут быть качественно обнаружены во внешнем растворе при диализе исследуемого золя?

А. K^+ CrO_4^{2-} NO_3^-

Б. Pb^{2+} K^+ CrO_4^{2-}

В. CrO_4^{2-} Pb^{2+} NO_3^-

Г. NO_3^- K^+ Pb^{2+}

5. Какую группу электролитов можно выбрать для проверки правила Шульце-Гарди?

А. KNO_3 K_2SO_4 K_3PO_4

Б. KNO_3 $Ba(NO_3)_2$ $Al(NO_3)_3$

В. KC1 $BaCl_2$ $AlC1_3$

Г. K_2SO_4 $BaCl_2$ $AlC1_3$

6. Укажите выражения, правильно отражающие экспериментально установленную закономерность электролитной коагуляции.

1. $\gamma_1 : \gamma_2 : \gamma_3 = 1: (30\text{-}60): (350 - 800)$;
2. $\gamma_3 : \gamma_2 : \gamma_1 = 1: (30\text{-}60): (350 - 800)$;
3. $\frac{1}{\gamma_1} : \frac{1}{\gamma_2} : \frac{1}{\gamma_3} = 1 : (20 - 50) : (350 - 1000)$;
4. $\frac{1}{\gamma_3} : \frac{1}{\gamma_2} : \frac{1}{\gamma_1} = 1 : (20 - 50) : (350 - 1000)$.

Правильные ответы: **А.** 1. 4; **Б.** 1. 3; **В.** 2. 4. **Г.** 2. 3

7. В пределах диффузного слоя ДЭС потенциал изменяется по следующему закону:

А. $\varphi = \varphi_0 \cdot e^{-xX}$

Б. $\varphi = \varphi_0 - \frac{4\pi q}{\varepsilon} \cdot \delta$

В. $\varphi = \frac{A}{X^2}$

Г. $\varphi = \varphi_\delta \cdot e^{-x(X-\delta)}$

8. Каким электролитом следует подействовать на золь $PbCrO_4$ (п.1) чтобы φ_0 и ξ - потенциалы имели разные знаки. Приведите пример такого электролита.

А. Индифферентным электролитом, содержащим многовалентный катион.

Б. Индифферентным электролитом, содержащим многовалентный анион.

В. Индифферентным электролитом с катионом, способным достраивать кристаллическую решетку.

Г. Любым электролитом, содержащим ионы с зарядом больше единицы.

Форма отчетности по разделу 4:

1. Проверка знаний (собеседование) по лабораторной работе в тестовой форме: 1, сроки выполнения, недели: 9÷10. Пример теста.

ВАРИАНТ № 1

1. Что такое структурообразование?

1) восстановление структуры системы после ее механического разрушения;
2) потеря агрегативной устойчивости дисперсной системы в результате слипания и слияния частиц;
3) образование пространственной сетки за счет взаимодействия частиц дисперсной фазы в процессе коагуляции;
4) самопроизвольный процесс перераспределения молекул вблизи поверхности раздела фаз в дисперсионной системе.

Правильными ответами являются:

А. 1 и 3; **Б.** 2 и 4; **В.** Только 3; **Г.** Все ответы верны.

2. Какие тела являются жидкообразными?

1) тела, деформация которых происходит под действием силы тяжести;
2) тела, структура которых разрушается под действием напряжения, превышающего предел текучести;
3) тела, деформация которых непрерывно увеличивается под действием постоянного давления;
4) жидкости, реологическое поведение которых не описывается законом Ньютона;
5) системы, вязкость которых не зависит от напряжения сдвига.

Правильными ответами являются:

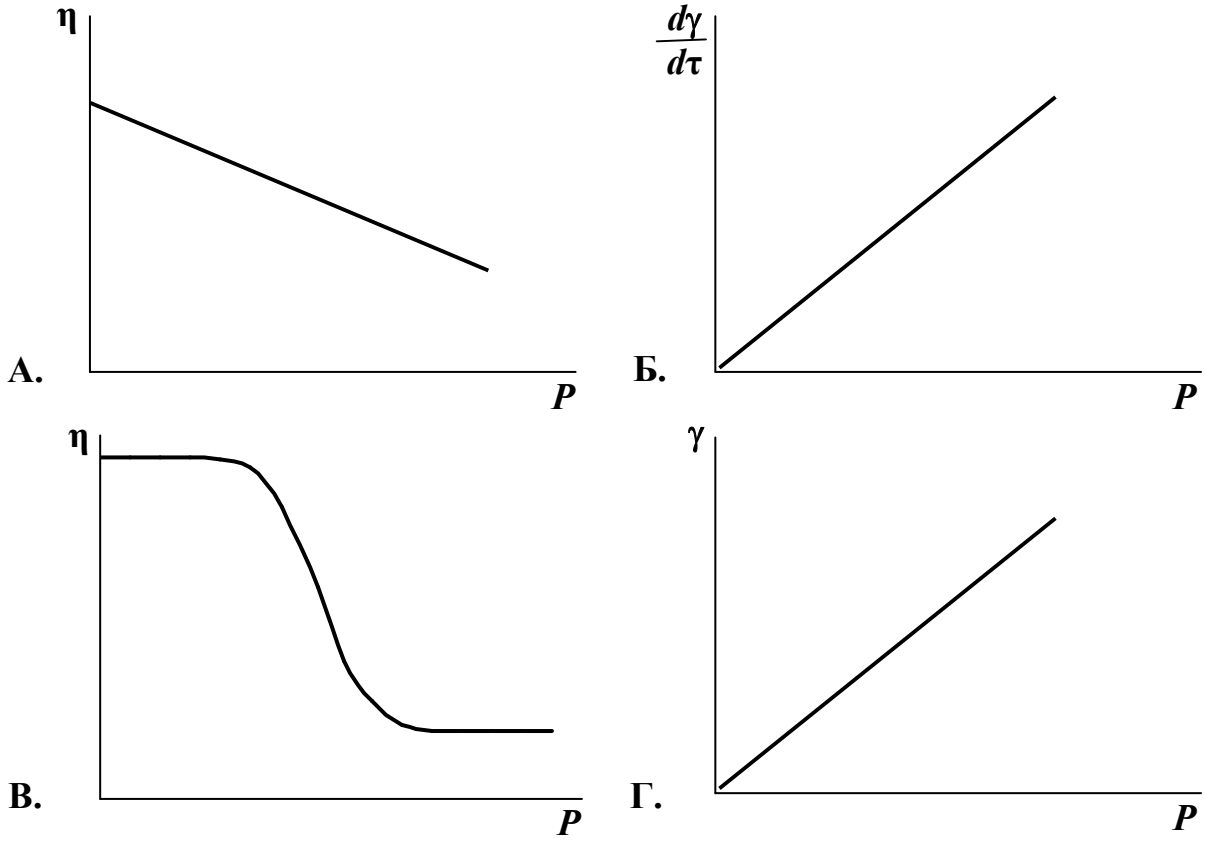
А. 1, 3, 4 и 5; **Б.** 1, 3 и 5; **В.** 1, 2 и 3; **Г.** Все утверждения верны.

3. Какое уравнение отражает зависимости динамической вязкости от объемной доли дисперсной фазы со сферической формой частиц?

А. $\eta = \eta_0(1 + 2{,}5\varphi + 7{,}349\varphi^2)$; **Б.** $\eta = \eta_0(1 + \alpha\varphi)$;

В. $\eta = \eta_0\left[1 + \left(2{,}5 + \frac{1}{16}f^2\right)\varphi\right]$; **Г.** $\eta = \eta_0(1 + 2{,}5\varphi)$.

4. Реологическая кривая ньютоновской жидкости имеет вид:



5. Что такое пластическая вязкость?

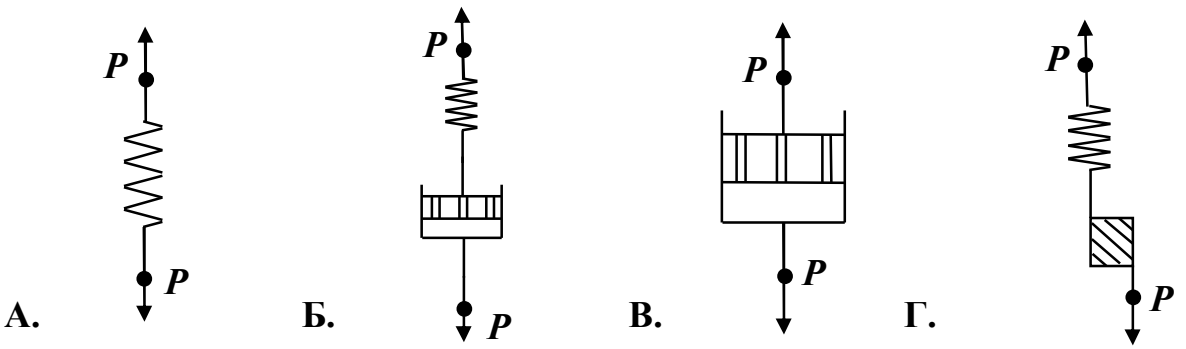
А. Это величина характеризующая внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга и все виды сопротивления течению тела и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости $P = f(d\gamma/d\tau)$ к оси напряжения;

Б. Это величина, которая, являясь частью ньютоновской вязкости, отражает скорость разрушения структуры системы и определяется как котангенс угла наклона графика зависимости $P = f(d\gamma/d\tau)$ к оси напряжения;

В. Это величина, которая по физическому смыслу не отличается от ньютоновской вязкости, но учитывает прочность структуры системы и определяется по соотношению $\eta^* = \frac{P_т}{d\gamma/d\tau}$;

Г. Это внутреннее трение между слоями жидкости или газа, движущимися относительно друг друга, которая характеризует все виды сопротивления течению тела.

6. Какая схема отвечает поведению идеально вязкого тела Ньютона?

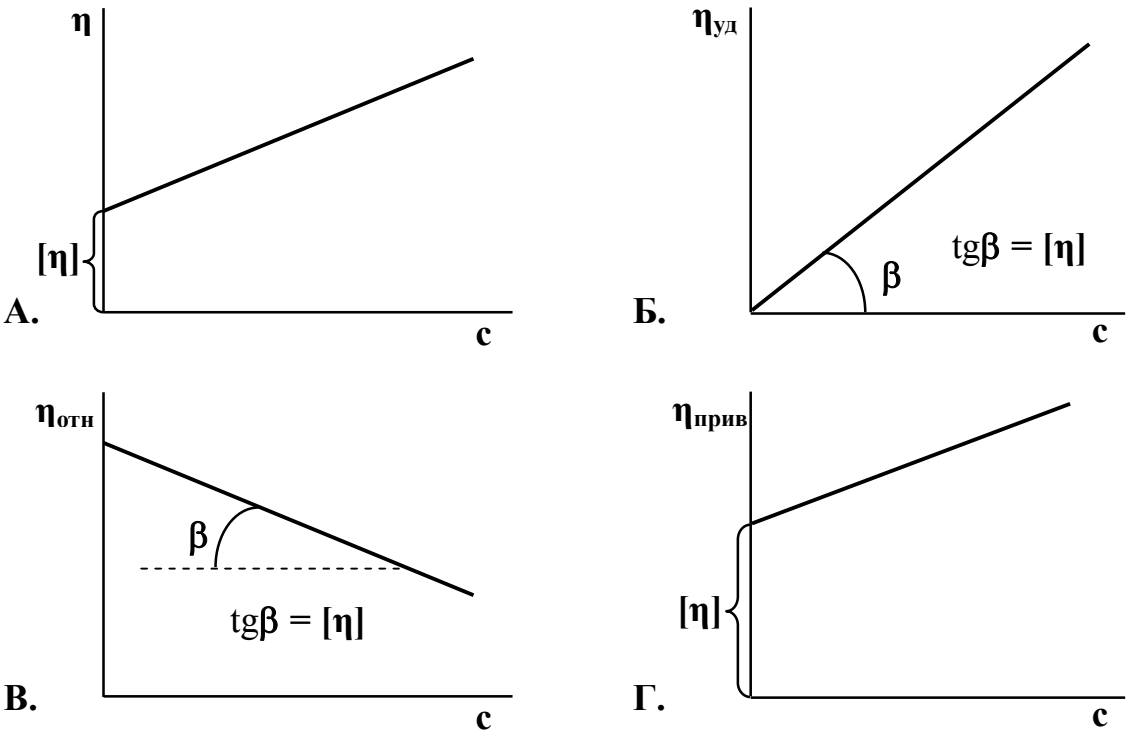


7. Какой закон лежит в основе вискозиметрического метода определения вязкости растворов полимеров?

А. Закон Ньютона; **Б.** Закон Пуазейля;

В. Первая аксиома реологии; **Г.** Вторая аксиома реологии.

8. По какой графической зависимости и как можно определить характеристическую вязкость?



9. С чем может быть связано несоответствие экспериментально определенной вязкости системы и истинного значения вязкости?

А. С разрушением структурных связей между отдельными фрагментами макромолекулы;

Б. С несоблюдением режимов проведения эксперимента;

В. С изменением постоянной вискозиметра с течением времени;

Г. С деформацией и ориентацией молекул, а также межмолекулярным взаимодействием.

10. Рассчитайте вязкость 50%-ного водного раствора глицерина, если при приложении к нему напряжения 18 Н/м^2 скорость развития деформации составляет $3 \cdot 10^3$ с$^{-1}$.

Завершается изучение курса теоретическим экзаменом. Список вопросов и пример экзаменационного билета представлены ниже.

Вопросы к экзамену по дисциплине
«Коллоидная химия»

1. Специфические особенности дисперсных систем. Классификация дисперсных систем.
2. Характеристика свойств дисперсных систем и особенности их поведения. Молекулярно-кинетические свойства и оптические свойства дисперсных систем.
3. Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Лапласа. Гипсометрическая высота как критерий кинетической устойчивости.
4. Условия равновесия поверхностного слоя с объемными фазами. Энергия поверхностного слоя. Поверхностное натяжение.
5. Поверхностные явления. Адгезия и когезия. Смачивание и несмачивание. Уравнения Юнга и Дюпре-Юнга.
6. Капиллярные явления. Дисперсность и реакционная способность.
7. Адсорбция. Основные понятия и определения. Уравнение для расчета энергии Гиббса поверхностного слоя.
8. Природа сил, обуславливающих адсорбционные взаимодействия. Химическая и физическая адсорбция.
9. Метод Гиббса и метод полного содержания. Понятие полных и избыточных адсорбций и их взаимосвязь.
10. Способы экспериментального исследования адсорбционных равновесий. Изобары, изотермы и изостеры адсорбции.
11. Теплоты адсорбции. Интегральные и дифференциальные теплоты. Причины зависимости теплот адсорбции от степени заполнения. Типы неоднородностей.
12. Методы определения теплот адсорбции. Расчет теплот из изостер адсорбции.
13. Уравнение Гиббса и его анализ. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
14. Потенциальная теория Поляни. Основные положения. Понятие адсорбционного потенциала. Характеристическая кривая адсорбента.
15. Адсорбция в идеальном адсорбционном слое. Изотерма Лэнгмюра и ее анализ. Линейные координаты изотермы Лэнгмюра.
16. Полимолекулярная адсорбция. Теория БЭТ. Изотерма БЭТ и ее анализ. Модель Арановича.
17. Определение удельной поверхности твердых адсорбентов.
18. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория объемного заполнения микропор. Уравнение теории ТОЗМ и уравнение Дубинина-Радушкевича.
19. Общие закономерности адсорбции на границе раздела фаз жидкость-жидкость и жидкость-газ. Уравнение Шишковского. Связь поверхностного натяжения и величин адсорбции на жидких поверхностях с концентрацией ПАВ.
20. Структура поверхностных слоев на границе раздела фаз жидкость-жидкость и жидкость-газ. Определение геометрических параметров молекул ПАВ.

21. Адсорбция в гомологических рядах органических соединений. Правило Дюкло-Траубе.
22. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело- жидкость. Основные особенности.
23. Изотерма адсорбции из растворов на твердых поверхностях в идеальном адсорбционном слое и ее анализ.
24. Влияние природы адсорбента, адсорбата и растворителя на закономерности адсорбции из растворов. Правило полярности Ребиндера.
25. Адсорбция электролитов. Основные особенности. Понятие двойного электрического слоя. Правило Фаянса-Пескова-Липатова.
26. Закономерности ионно-обменной адсорбции. Уравнение изотермы Никольского. Иониты, их классификация. Основные характеристики.
27. Хроматография. Основные принципы, сущность и классификация.
28. Механизмы образования ДЭС.
29. Теория строения ДЭС на границе раздела фаз твердое тело- жидкость. Распределение потенциала в ДЭС.
30. Строение и физико-химические свойства лиофобных дисперсных систем. Способы получения лиофобных дисперсных систем. Сущность методов диспергирования и конденсации.
31. Ионные слои как фактор устойчивости коллоидных систем. Строение мицеллы лиофобного золя. Электрокинетический потенциал.
32. Влияние температуры, природы растворителя, добавок электролитов на агрегативную устойчивость золей.
33. Индифферентные электролиты. Влияние добавок индифферентных электролитов на распределение потенциала в ДЭС и агрегативную устойчивость золей. Адсорбционная перезарядка.
34. Неиндифферентные электролиты. Влияние добавок неиндифферентных электролитов на распределение потенциала в ДЭС и агрегативную устойчивость золей.
35. Электрокинетические явления. Электрофорез. Определение электрокинетического потенциала по скорости электрофореза.
36. Коагуляция лиофобных золей. Закономерности электролитной коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Лиотропные ряды.
37. Коагуляция смесью электролитов.
38. Кинетика коагуляции. Основные закономерности. Скорость коагуляции.
39. Теория быстрой коагуляции Смолуховского. Период коагуляции.
40. Теория медленной коагуляции Фукса.
41. Термодинамика тонких пленок. Понятие расклинивающего давления.
42. Теория устойчивости гидрофобных систем ДЛФО. Основные положения.
43. Энергии отталкивания, притяжения и суммарная энергия взаимодействия в теории ДЛФО.
44. Анализ потенциальных кривых парного взаимодействия.
45. Коагуляция в теории ДЛФО. Условие коагуляции. Закон шестой степени Дерягина.

46. Методы получения, типы и физико-химические свойства эмульсий.
47. Конденсационно-кристаллизационные и коагуляционные структуры. Особенности структурно-механических свойств таких систем.
48. Реология. Основные понятия: вязкость, деформация и напряжение сдвига. Основные реологические модели.
49. Структурообразование в дисперсных системах. Реологические кривые структурированных и неструктурированных систем.
50. Зависимость вязкости от концентрации. Уравнение Эйнштейна, его анализ.
51. Зависимость вязкости от температуры. Уравнение Френкеля, определение энергии активации вязкого течения.
52. Вискозиметрический метод определения вязкости растворов полимеров. Уравнение Пуазейля.
53. Определение молекулярной массы полимеров. Уравнение Штаудингера и Марка-Куна-Хаувинка.

Пример экзаменационного билета:

Министерство образования и науки
Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра
физической и коллоидной химии

Дисциплина: коллоидная химия
Дневное отделение

Билет № 1

1. Адсорбция. Основные понятия и определения. Уравнение для расчета энергии Гиббса поверхностного слоя.
2. Энергии отталкивания, притяжения и суммарная энергия взаимодействия в теории ДЛФО. Анализ потенциальных кривых парного взаимодействия.

Для контроля текущей успеваемости студентов и оценки качества знаний при прохождении лабораторного практикума применяется рейтинговая система. В течение семестра устанавливаются три контрольные точки – даты, в которые каждому студенту в электронные ведомости, находящиеся на серверах деканатов, выставляется определенное количество баллов по накопительному принципу. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать к концу семестра, равно 50. Оно выставляется в зачетную книжку при получении зачета. Такое же максимальное количество баллов студент может получить при сдаче экзамена, но экзаменатор при выставлении итоговой оценки суммирует баллы семестра и экзамена. Студент не получает зачет, если количество набранных в семестре баллов ниже 26. Итоговая оценка на экзамене «неудовлетво-

рительно» ставится в том случае, если суммарное количество баллов семестра и экзамена меньше 52 или оценка, полученная на экзамене, ниже 26 баллов, независимо от количества баллов семестра.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии. / Д.А. Фридрихсберг. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.
2. Улитин, М.В. Физико-химические свойства, устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем: учебное пособие. / М.В. Улитин, Д.В. Филиппов, М.В. Лукин; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 108 с.
3. Адсорбция. Практические руководства к выполнению лабораторного практикума: методические указания. / Сост.: М.В. Улитин, А.А. Фёдорова, Н.Ю. Шаронов; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – 56 с.
4. Реологические свойства коллоидных систем: методические указания к лабораторному практикуму. / М.П. Немцева, Д.В. Филиппов, под ред. М.В. Улитина; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2006. – 32 с.
5. Физико-химические свойства, устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем: методические указания к лабораторному практикуму. / М.В. Улитин, Д.В. Филиппов, М.В. Лукин; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 40 с.
6. Методические указания к выполнению курсовых работ по коллоидной химии. / И.Н. Терская, Канин Е.Н., под ред. В.В. Буданова; Иван. гос. хим.-технол. ин-т. – Иваново, 1991. – 16 с.

б) дополнительная литература

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. / Ю.Г. Фролов.– М.: Химия,1988.– 464 с.
2. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. / Под ред. Ю.Г. Фролова. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
3. Методические указания для программированного опроса студентов при прохождении лабораторного практикума по теме «Реологические свойства коллоидных систем». / М.П. Немцева, Д.В. Филиппов, М.В. Улитина; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – 40 с.
4. Егорова, Е.В. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие. / Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 84 с.

в) программное обеспечение

Пакет программ Microsoft Office®, программы математической и статистической обработки OriginLab OriginPro®, а также Mathcad®.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

При освоении дисциплины предполагается использование базы электронных учебных и методических пособий, размещенных на сервере ГОУВПО ИГХТУ, а также поисковыми системами глобальной сети Интернет, доступ к которой обеспечен через

компьютеры, объединенные в локальную вузовскую сеть и имеющиеся на кафедре физической и коллоидной химии, а также в читальных залах информационного центра.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции по дисциплине «Коллоидная химия» читаются в специально оборудованных аудиториях, имеющих необходимое количество посадочных мест. Кафедра физической и коллоидной химии располагает специальной учебной лабораторией, в которой проводится лабораторный практикум по дисциплине.

Для проведения практикума лаборатория укомплектована следующим оборудованием:

1. По разделу «Адсорбция» в лаборатории имеются шесть рабочих мест, оборудованных приборами для измерения поверхностного натяжения растворов методом максимального давления пузырька (метод Ребиндера), а также термостат для проведения эксперимента при различных температурах и определения изостерических теплот адсорбции. Для выполнения лабораторной работы по определению удельной поверхности адсорбента методом проницаемости оборудовано два рабочих места, а для работы по определению критической концентрации мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ в лаборатории имеется диэлькометр и рефрактометр.
2. По разделу «Физико-химические свойства, методы получения, устойчивость и коагуляция дисперсных систем» лаборатория оснащена шестью сосудами Кёна для определения электрокинетического потенциала методом движущейся границы, а также титровальной установкой для изучения закономерностей электролитной коагуляции и проверки правила Шульце-Гарди.
3. По разделу «Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем» в лаборатории имеется шесть капиллярных вискозиметров типа ВПЖ-2 и Оствальда, два вискозиметра Убеллоде с манометрами и два термостата.

Для выполнения лабораторного практикума имеются необходимые реактивы и лабораторная посуда, установка для получения дистиллированной воды. Лабораторные столы подключены к системам горячего и холодного водоснабжения, канализации, электроэнергии. Во всех лабораториях имеются предусмотренные правилами охраны труда средства пожаротушения, медицинские препараты, индивидуальные средства защиты.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 241000.

Разработчики:
К.х.н., доц. кафедры физической и коллоидной химии _____ Д.В. Филиппов

Рецензент:
Зав. кафедрой Общей и физической химии Ярославского государственного технического университета, д.х.н., проф. _____ И.Г. Абрамов

Рабочая учебная программа утверждена на заседании кафедры физической и коллоидной химии "___" _____ 2011 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой_____ М.В.Улитин

Программа одобрена на заседании научно-методического совета факультета неорганической химии и технологии ИГХТУ от «_____» _____ 201__ года, протокол №____.

Председатель НМС _____