

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ

Специальность 18.02.12

Технология аналитического контроля качества соединений

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для выполнения лабораторных работ

Физическая и коллоидная химия

Братск 2023

Составила (разработала) Кокорина Д.А., преподаватель кафедры химико-механических дисциплин

Данные методические указания предназначены для студентов специальностей 18.02.12 Технология аналитического контроля качества соединений. Для выполнения лабораторных работ.

Рассмотрено на заседании кафедры химико-механических дисциплин

« _____ » _____ 20 _____ г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20 _____ г.

№ _____

Настоящие методические указания являются частью учебно-методического комплекса по учебной дисциплине «Физическая и коллоидная химия» и предназначены для студентов по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля качества соединений в качестве методической помощи в выполнении лабораторных работ на аудиторных занятиях.

Содержание

Введение.....	5
Лабораторная работа 1. Измерение поверхностного натяжения жидкостей	11
Лабораторная работа 2. Вязкость жидкостей и ее измерение	15
Лабораторная работа 3. Зависимость скорости реакции от различных факторов.....	18
Лабораторная работа 4. Получение золя	20
Лабораторная работа 5. Свойства эмульсий, суспензий и пен	22
Лабораторная работа 6. Адсорбция и десорбция, избирательность адсорбции.....	24

Введение

Методическое указание содержит краткий теоретический материал и методики выполнения анализа твердого топлива по основным показателям.

Таблица 1 - Перечень лабораторных работ

№	Наименование практической работы
1	Измерение поверхностного натяжения жидкостей
2	Вязкость жидкостей и ее измерение
3	Зависимость скорости реакции от различных факторов
4	Получение золя
5	Свойства эмульсий, суспензий и пен
6	Адсорбция и десорбция, избирательность адсорбции

При выполнении лабораторных работ «Физическая и коллоидная химия» отрабатываются следующие компетенции:

ОК 1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;

ОК 2 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 3 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 4 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 5 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 9 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.1 Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности;

ПК 1.2 Выбирать оптимальные методы анализа;

ПК 1.3 Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа;

ПК 1.4 Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности;

ПК 2.1 Обслуживать и эксплуатировать лабораторное оборудование, испытательное оборудование и средства измерения химико-аналитических лабораторий;

ПК 2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами

ПК 2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов;

ПК 3.1 Планировать и организовывать работу в соответствии со стандартами предприятия, международными стандартами и другими требованиями;

ПК 3.2 Организовывать безопасные условия процессов и производства;

ПК 3.3 Анализировать производственную деятельность лаборатории и оценивать экономическую эффективность работы.

От правильной организации работы и рабочих мест в аналитической лаборатории, использования современных аналитических приборов, высококачественных химических реактивов и новейших методик анализа, а также от профессиональной подготовки аналитика во многом зависит качество проводимых анализов.

Необходимо отметить, что химик-аналитик в своей работе каждый день сталкивается с различным оборудованием, дорогостоящими приборами, лабораторной посудой, с обширным ассортиментом химических реактивов.

Все это заставляет его постоянно совершенствовать организацию своей работы в лаборатории, строго соблюдать правила техники безопасности. Особенно это касается работы с разнообразными химическими реактивами, подавляющее большинство которых ядовито.

Поэтому вопросам организации безопасности труда химиков-аналитиков должно уделяться особое внимание.

Техника безопасности и основные правила работы в лаборатории

Студент допускается к работе в лаборатории только после инструктажа по технике безопасности, что подтверждается росписью студента и лица, проводившего инструктаж, в специальном журнале.

- Все студенты, прошедшие инструктаж, должны строго придерживаться правил техники безопасности. За несоблюдение правил установлена ответственность в административном или судебном порядке.

- Работа студента в лаборатории разрешается в часы, отведенные по расписанию, а также в дополнительное время, согласованное с преподавателем, под наблюдением преподавателя или лаборанта.

- Запрещается принимать пищу в лаборатории, пробовать на вкус химические вещества, оставлять какие-либо реактивы в посуде без соответствующей надписи.

- Все растворы, не подлежащие сливу в канализацию (органические растворители, соли ртути и серебра, легковоспламеняющиеся жидкости, концентрированные кислоты и щелочи и т. д.), следует выливать в особые банки для слива, получив указания лаборанта.

- Концентрированные кислоты и щелочи, сильнодействующие реактивы (бром и др.) надо хранить в вытяжном шкафу под тягой на подносе и не выносить их оттуда.
- При всех работах с едкими веществами (кислоты, щелочи и др.) необходимо соблюдать максимальную осторожность, имея в виду, что несчастные случаи всегда происходят в результате неосведомленности, невнимательности или небрежности работающего.
- Беря вещество для опыта, следует внимательно прочитать этикетку и проверить содержимое по качественным признакам (цвет, запах, консистенция и др.).
- При попадании едкого вещества на стол или на пол следует это место сразу же засыпать песком, затем песок собрать и вынести из помещения. Облитое кислотой место промыть раствором соды.
- Реакции, которые могут сопровождаться сильным разогревом (растворение кислот, щелочей), следует проводить только в посуде из химического стекла, а не в толстостенной посуде. При этом реакционный сосуд помещают в кристаллизатор.
- Засасывать едкие жидкости в пипетку необходимо только с помощью груши или пневмонасоса, а не ртом.
- Нагревать растворы на плитке следует только в посуде из химического стекла без пробки. При этом посуда должна быть сухой снаружи. Брать нагретые предметы необходимо с помощью полотенца или специальных напальчников.

Содержание рабочего места

Рабочее место аналитика - лабораторный стол, оборудованный полками и ящиками для хранения реактивов и посуды и оснащенный подводкой электричества, воды и т. п.

Приступая к выполнению работы, студент должен внимательно прочитать ее описание и в соответствии с ним подготовить необходимую посуду и реактивы, расположив их так, чтобы удобно было ими пользоваться. Все лишнее следует убрать на полки или в ящики стола.

Одно из условий получения правильных результатов - чистота рабочего места, так как даже небольшие загрязнения посуды или реактивов могут значительно исказить полученные данные. Случайно разлитое на стол вещество нужно немедленно убрать, а стол хорошо вымыть.

По окончании работы растворы, которые еще понадобятся, следует убрать в ящик, а приборы выключить и зачехлить, после чего сдать рабочее место дежурному по группе или лаборанту. Использованные растворы и реактивы по указанию лаборанта нужно слить, посуду освободить, вымыть и убрать на место, где она должна храниться.

Правила ведения лабораторного журнала

На практике часто приходится использовать ранее полученные данные:

составлять сводные отчеты, анализировать и сопоставлять результаты, полученные в течение определенного периода, или проверять их в сомнительных случаях.

Поэтому полная и своевременная запись хода и результатов анализа или другой выполняемой работы имеет гораздо большее значение, чем может показаться начинающему работнику.

Форма записи экспериментальных и других данных должна содержать ряд обязательных сведений и быть в какой-то мере стандартной. Ниже даны общие рекомендации по ведению лабораторного журнала:

- Для ведения журнала берут общую тетрадь, в которой сразу же нумеруют все страницы. Результаты всех измерений или других операций записывают в журнал, используя правые страницы; левые страницы оставляют для расчетов. Категорически запрещается делать записи на разрозненных листках бумаги.

- В журнале обязательно указывают дату выполнения эксперимента. Работа должна иметь название — заголовок, а каждый ее этап — подзаголовок, поясняющий выполняемую операцию. Кратко описывают ход работы и приводят использованные литературные источники. Если анализ выполняется в точном соответствии с приведенной в литературе методикой, можно ограничиться лишь ссылкой на нее.

- Результаты определений сводят в таблицы, в которых должны быть не только итоговые, но и все исходные и справочные величины.

- Все записи сразу же вносят в журнал, не надеясь на память.

Правила поведения при несчастных случаях

- При ожоге концентрированными кислотами необходимо промыть обожженное место струей воды, а затем — 2 - 3%-ным раствором соды.

- При ожоге едкими щелочами пострадавшее место промыть водой до полного удаления щелочи, а затем — 2 - 3%-ным раствором борной или уксусной кислоты. При химических ожогах глаза необходимо осторожно промыть водой и оказать первую медицинскую помощь пострадавшему (при необходимости вызвать «Скорую помощь» по телефону 03).

- При термических ожогах необходимо обработать обожженное место мазью или 7%-ным раствором перманганата калия и наложить повязку. При необходимости отправить пострадавшего в медпункт.

- При порезах стеклом место пореза осторожно протереть ватой, смоченной йодистой настойкой (предварительно убедитесь в том, что в ране нет осколков стекла), а затем, приложив к ране вату, забинтовать. При серьезных травмах пострадавшего отправить в медпункт.

- В случае воспламенения одежды необходимо немедленно набросить на пострадавшего халат или одеяло, сбив пламя.

- При возникновении пожара в лаборатории необходимо сразу же отключить вентиляцию и электроэнергию. Принять все меры к ликвидации очага загорания. При необходимости воспользоваться огнетушителями или вызвать пожарную команду (телефон 01).

Правила работы с лабораторной химической посудой.

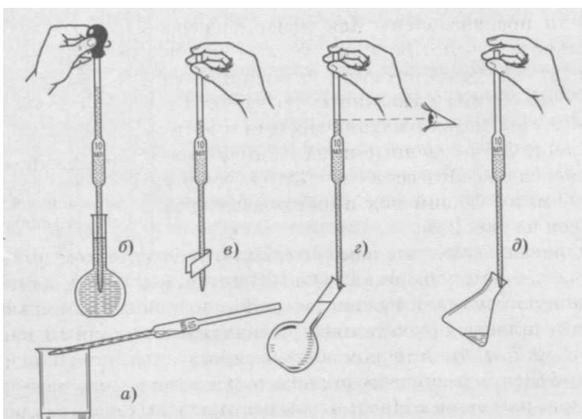


Рисунок 1 - Правила работы с пипеткой

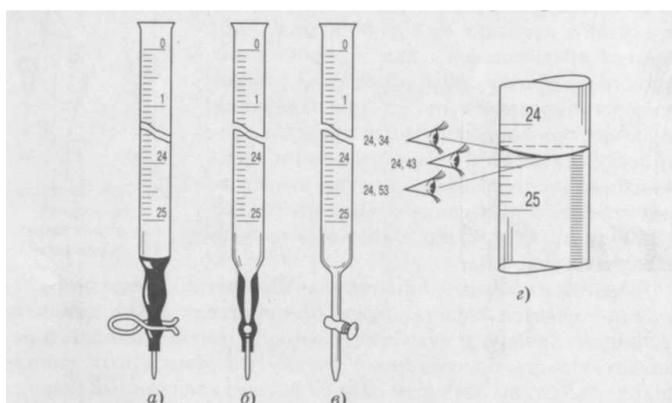


Рисунок 2 - Виды Бюреток.

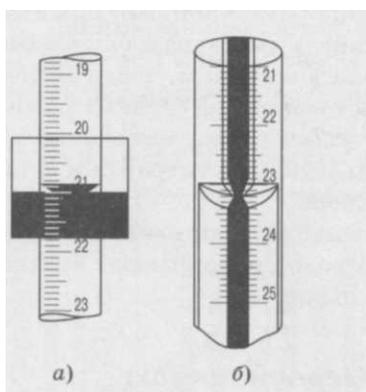


Рисунок 3 - Измерение объема раствора в бюретке.

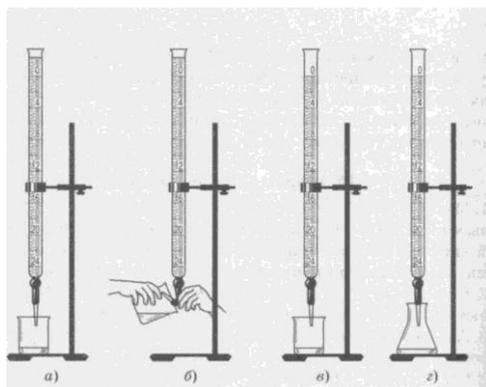


Рисунок 4 - Правила работы с бюреткой.

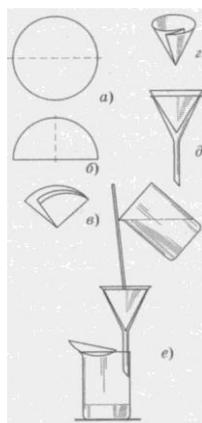


Рисунок 5 - Складывание беззольного фильтра и фильтрование через бумажный фильтрование

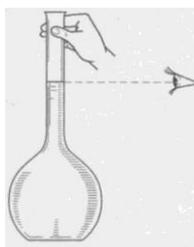


Рисунок 6 - Правильность установки мениска

Лабораторная работа 1

Измерение поверхностного натяжения жидкостей

Цель работы: измерение поверхностного натяжения; определение зависимости поверхностного натяжения жидкостей от температуры, природы и концентрации растворённого вещества.

Оборудование и реактивы. Прибор для измерения поверхностного натяжения; весы аналитические и технические; 5-6 бюксов или стаканчиков вместимостью 10 – 25 мл; 5-6 мерных колб вместимостью 100 мл; пипетка вместимостью 25 мл; 5-6 колб вместимостью 100 мл; 5-6 колб вместимостью 50 мл; воронки для фильтрования; фильтровальная бумага; стеклянная палочка; активированный уголь; растворы ПАВ: 2 М раствор этилового спирта; 1,5 М раствор *n*-пропилового и изопропилового спирта; 0,5 М раствор *n*-бутилового спирта; 0,2 М раствор *n*-амилового и изоамилового спирта; 2 М раствор уксусной кислоты; 1 М раствор пропионовой кислоты; 0,5 М раствор масляной кислоты; 0,01 М раствор *n*-гептиловой кислоты ит.д.

Из исходного раствора ПАВ (указанного преподавателем) готовят серию из 5 – 6 разбавленных растворов путём последовательного разбавления вдвое. Для этого в мерную колбу вместимостью 100 мл вносят 50 мл исходного раствора ПАВ известной концентрации и доводят его объём до 100 мл дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Из приготовленного раствора (№1) отбирают 50 мл раствора и переносят в другую мерную колбу (№2) на 100 мл, объём раствора опять доводят до метки дистиллированной водой. Таким образом, готовят раствор №3, №4 и последующие растворы.

В данной работе по усмотрению преподавателя можно использовать одну из двух методик определения поверхностного натяжения, основанных либо на взвешивании, либо на счёте капель.

Часть 1. Измерение поверхностного натяжения счётом капель

1. Прежде чем приступить к выполнению практической части лабораторной работы, следует ознакомиться с материалами теоретической части и схемой лабораторной установки (рисунки 7).

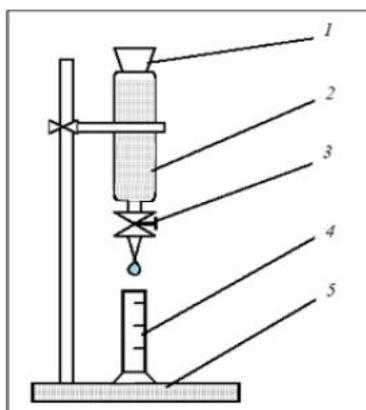


Рисунок 7 - Схемалабораторнойустановки:

- 1) воронка; 2) сталагмометр; 3) кран;
4) мерныйцилиндр; 5) штатив.

2. Заполните сталагмометр исследуемой жидкостью (в том числе иносик) и закройте кран сталагмометра.

3. По секундомеру установите скорость истечения жидкости 15 – 20капель в минуту (лучше 6 – 12).

4. Произведите подсчёт капель жидкости, истекающей из сталагмометра в мерный цилиндр объёмом 10мл.

5. Результат измерения числа капель исследуемой жидкости запишите втаблицу 1. Для расчёта используйте формулу $\sigma = km$ и данные таблицы 2.

6. Вновь заполните сталагмометр исследуемой жидкостью. Установитеследующую температуру в термостате и повторите измерение согласно п.п.3-4. Таким же образом проведите отсчёт капель жидкости при всех указанных температурах. Результаты внесите в таблицу 1.

7. Повторите измерения при постоянной температуре, но при разнойконцентрации исследуемого раствора. Заполните таблицу 3.

Таблица 1 - Результатыисследованиязависимостиоттемпературы

№опыта	Постояннаясталагмометра k, Дж/(м ² ·кг)	Температура t, °С	Объемжидкости V, мл	Количествокапель n, шт.	Массакапли m, кг	Поверхностноенапряжение σ , Дж/м ²
1		20				
2		40				
3		60				

Таблица 2 - Плотностьнекоторыхжидкостейприразличныхтемпературах

Вещество	Плотность, кг/м ³ , при		
	20 °С	40 °С	60 °С
Вода	998	992	983
Уксуснаякислота	1048	1027	1004
Этанол	789	772	754

Таблица 3 - Результатыисследованиязависимостиотконцентрации

Температураопыта	Постояннаясталагмометра
------------------	-------------------------

t = ... °C			k =, Дж/(м ² ·кг)					
№ опыта	Концентрация раствора, %	Объём раствора V, мл	Количество капель, шт				Масса одной капли m _к , мг	Поверхностное натяжение σ, Дж/м ²
			1	2	3	среднее		
1								
2								
...								
...								

8.

Постройте графики зависимости поверхностного натяжения от температуры $\sigma = f(t, ^\circ\text{C})$ и от концентрации $\sigma = f(c)$ и сформулируйте выводы.

На основании полученных данных построьте график зависимости поверхностного натяжения от концентрации $\sigma = f(c)$. Кривая (изотерма) зависимости поверхностного натяжения от концентрации ПАВ начинается из точки на оси ординат,

отвечающей поверхностному натяжению воды при температуре эксперимента, и постепенно снижается с возрастанием концентрации раствора поверхностно-активного вещества.

По графику $\sigma = f(c)$ можно вычислить величину адсорбции для любой концентрации, следовательно, построить изотерму адсорбции $\Gamma = f(c)$.

Часть 2. Измерение поверхностного натяжения взвешиванием

Измерение поверхностного натяжения исследуемого раствора проводят следующим образом.

На аналитических весах взвешивают небольшой сухой бюксыли стаканчик (примерно, на 15 – 25 мл) и записывают результат. Заливают в бюретку (предварительно тщательно вымытую) 3 мл дистиллированной воды. С помощью крана устанавливают постоянную скорость истечения исследуемого раствора (примерно, 1 капля за 5 – 10 секунд). В сухой и предварительно взвешенный бюкс собирают 30 ÷ 40 капель воды. Закрывают кран. Взвешивают бюкс с водой и рассчитывают массу одной капли (m_k).

Постоянную капилляра k определяют по известному поверхностному натяжению дистиллированной воды, равному $Q_{\text{H}_2\text{O}} = 72,7$ мДж/м² при 20⁰С, и массе одной капли воды m_k :

$$k = \frac{Q_{\text{H}_2\text{O}}}{m_k} = \frac{72,7}{m_k}$$

Величина k зависит от диаметра материала капилляра, его чистоты и температуры опыта. Поэтому при расчёте k

следует учитывать температуру воды и использовать соответствующее значение поверхностного натяжения.

Измерение k повторить не менее трёх раз и рассчитать среднее значение. Аналогичным образом при

оводят измерения по взвешиванию

30

40 капель приготовленного раствора ПАВ заданной концентрации (начиная с самой маленькой концентрации).

Перед отбором капель бюретку каждый раз промывают исследуемым раствором.

Поверхностное натяжение раствора определяют по формуле (1):

$$\sigma = km_k(I)$$

где k – постоянная капилляра;

m_k – масса капли исследуемого раствора.

Каждое измерение массы капли так же повторяют не менее трёх раз и рассчитывают среднее значение поверхностного натяжения раствора данной концентрации ПАВ. Полученные данные вносят в таблицу 4.

Таблица 4 - Поверхностное натяжение раствора ПАВ

Температура опыта $t = \dots$ °C			Постоянная сталагмометра $k = \dots$, Дж/(м ² ·кг)				Поверхностное натяжение σ , Дж/м ²
№ опыта	Концентрация раствора ПАВ c , моль/л	Объём раствора V , мл	Масса одной капли, m_k мг				
			1	2	3	Средняя масса	
1							
2							
...							
...							

На основании полученных данных построить график зависимости поверхностного натяжения от концентрации $\sigma = f(c)$. Кривая (изотерма) зависимости поверхностного натяжения от концентрации ПАВ начинается из точки на оси ординат,

отвечающей поверхностному натяжению воды при температуре эксперимента, и постепенно снижается с возрастанием концентрации раствора поверхностно-активного вещества.

По графику $\sigma = f(c)$ можно вычислить величину адсорбции для любой концентрации, следовательно, построить изотерму адсорбции $\Gamma = f(c)$.

Контрольные вопросы.

1. Какова причина возникновения избыточной поверхностной энергии?
2. Что называется поверхностным натяжением? Его единицы измерения?
3. От чего зависит величина поверхностного натяжения?
4. Какие вещества называют поверхностно-активными? Примеры ПАВ.
5. Какие вещества называют поверхностно-инактивными? Примеры ПИАВ.
6. Какие методы измерения поверхностного натяжения Вы знаете?
7. В чём заключается сталагмометрический метод определения σ ?

8. Начёмоснованметодкапиллярногоподнятия,
использующийсядляопределения σ ?

9. Какиевеличиныввыполненнойлабораторнойработевляютсяэкспериментальным
и (справочными, расчётными)?

Лабораторная работа 2

Вязкость жидкостей и ее измерение

Цели работы:

- рассмотреть различные способы измерения вязкости жидкости;
- развивающая:
- развить навык работы в химической лаборатории, умение анализировать физические и химические процессы, грамотно делать выводы.
- воспитывать навыки работы индивидуально.

Материалы и оборудование: методические указания к выполнению лабораторных работ, реактивы, лабораторная посуда.

1. Определение коэффициента жидкостей разными методами.

Ход работы: взять пять шариков разных размеров. Измерить диаметр каждого шарика. Цилиндр заполнить вязкой жидкостью (маслом). Шарик опустить в жидкость и измерить с помощью секундомера время, за которое шарик проходит расстояние между верхним уровнем жидкости и дном. Полученные результаты занести в таблицу 5:

Таблица 5 - Результаты

№ шарика	радиус шарика, r	время падения, τ, сек	скорость падения, U	вязкость, η _ж	среднее значение вязкости, η _{ср}

Вязкость для каждого случая вычисляется по формуле:

$$\eta_{\text{ж}} = \frac{2 \cdot r^2 \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g}{9 \cdot U \cdot \left(1 + 2,4 \cdot \frac{r}{R}\right)} \quad (1)$$

где ρ, ρ₀ – плотность шариков, вязкой жидкости, г/см³;

U – скорость падения шариков, см/сек;

r – радиус шариков, см;

R – внутренний радиус цилиндра, см;

g = 9,81 см/сек.

Среднее значение вязкости определяется как среднее арифметическое всех значений вязкости.

2. Определение относительной вязкости при помощи капиллярного вискозиметра.

Ход работы: налить дистиллированную воду в стаканчик. На верхний конец вискозиметра надеть насадку, соединенную с водоструйным насосом и , открывая стеклянный кран, засасывать воду из стаканчика до тех пор, пока насадка не наполнится примерно наполовину. Кран закрыть, отделить от

вискозиметра насадку и стаканчик с промежуточной трубкой. Замерить секундомером время истечения воды между верхней и нижней метками вискозиметра. В этом же вискозиметре определяется время истечения исследуемой жидкости.

Вязкость рассчитывают по формуле:

$$\eta_{\text{ж}} = \eta_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{\rho_{\text{ж}} \cdot \tau_{\text{ж}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \tau_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (2)$$

где $\rho_{\text{H}_2\text{O}}, \eta_{\text{H}_2\text{O}}$ – находиться по справочнику приданной температуре;

$\rho_{\text{ж}}$ – измеряется ареометром;

$\tau_{\text{H}_2\text{O}}, \tau_{\text{ж}}$ – время истечения воды и жидкости, сек.

Задание. нарисовать схему вискозиметра.

3. Определение зависимости относительной вязкости от концентрации.

Ход работы: для измерения вязкости раствора при различных концентрациях используют 1%-ный раствор глицерина. Исследуемые растворы готовят в соотношениях указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Соотношения воды и 1 % раствора глицерина для приготовления исследуемых растворов

объем глицерина	0	5	10	15	20
объем воды	20	15	10	5	0
концентрация раствора	—	0,25	0,5	0,75	1,0

Измерения проводят при постоянной температуре. Опыт начинают с определения времени истечения воды с последующим повышением концентрации раствора. С каждой жидкостью опыт проводят не менее трех раз. Экспериментальные данные заносят в таблицу 7.

Таблица 7 – Таблица экспериментальных данных

параметры		H ₂ O	концентрация раствора, %			
			0,25	0,5	0,75	1,0
Время истечения, сек	1					
	2					
	3					
температура опыта						

Для разбавленных растворов можно считать, что плотность растворов и стандартной жидкости мало отличаются друг от друга, поэтому расчетная формула вязкости упрощается:

$$\eta_{\text{отн}} = \frac{\tau_p}{\tau_0} \quad (3)$$

где τ_p – время истечения раствора;

τ_0 – время истечения воды.

По экспериментальным данным строят кривую зависимости вязкости от концентрации ($\eta_{\text{отн}} - C$), откладывая по оси ординат $\eta_{\text{отн}}$, по оси абсцисс – C .

4. Определение зависимости вязкости жидкости от температуры.

Ход работы: для проведения опыта используют раствор по указанию преподавателя: хлорид натрия, сульфат меди. Перед пропусканьем жидкости через вискозиметр жидкость выдерживают в термостате не менее 10 минут при заданной температуре, измерения проводят термометром. Экспериментальные данные заносят в таблицу 8.

Таблица 8 – Таблица экспериментальных данных

параметры		температура термостата					
		20		30		40	
		H ₂ O	исследуемая жидкость	H ₂ O	исследуемая жидкость	H ₂ O	исследуемая жидкость
Время истечения	1						
	2						
	3						

Рассчитывается вязкость и строят график зависимости от температуры, откладывая по оси ординат $\eta_{\text{отн}}$, по оси абсцисс – t .

Лабораторная работа 3. Зависимость скорости реакции от различных факторов

Цели работы:

- исследовать зависимость скорости разложения тиосульфата натрия от концентрации, от температуры и от концентрации катализатора;
- развить навык работы в химической лаборатории, умение анализировать физические и химические процессы, грамотно делать выводы;
- воспитывать навыки работы индивидуально.

1. Зависимость скорости реакции от концентрации.

Зависимость скорости реакции от концентрации легко определить, пользуясь реакцией замещения тиосульфата с серной кислотой:



Момент сливания раствора нужно считать началом реакции, а появление помутнения раствора концом.

Ход работы: В пробирки налить 0,1М раствор тиосульфата натрия и дистиллированной воды в количествах, указанных в таблице 1.

Таблица 9 – Соотношения тиосульфата натрия и воды для приготовления растворов.

№ пробирки	количество Na ₂ S ₂ O ₃	количество H ₂ O
1	5	10
2	10	5
3	15	—

Затем в каждую пробирку добавить по 5 мл 0,1 М раствора H₂SO₄, отмечая одновременно время по секундомеру. Отметить время, прошедшее с момента появления мути. Концом реакции считать одинаковую интенсивность помутнения. Результаты занести в таблицу 10.

Таблица 10 – Таблица результатов анализа

№ опыта	Объём, мл		Продолжительность реакции, сек, τ	Скорость реакции $v = \frac{1}{\tau}$
	Na ₂ S ₂ O ₃ , 0,1М	H ₂ SO ₄ , 0,1М		
1				
2				
3				

Как изменяются скорости реакции от концентрации? На основании опытных данных построить кривую зависимости скорости реакции от

концентрации тиосульфата натрия, откладывая по оси абсцисс относительные концентрации, а по оси ординат – скорость (в условных единицах).

2. Зависимость скорости реакции от температуры.

Ход работы: в три пробирки наливают по 5мл 1М Na₂S₂O₃, а в три другие – по 5 мл 1М H₂SO₄. Помещают все пробирки в стакан с водой и через 5-7 минут, измерив температуру воды в стакане. Сливают вместе содержимое одной пары пробирок с H₂SO₄ и Na₂S₂O₃ и отсчитывают время до начала помутнения. Приливают в стакан немного горячей воды так, чтобы температура воды в стакане увеличилась примерно на 10 °С. Вновь выдерживают растворы при этой температуре 5-7 минут. Слив содержимое второй пары пробирок с H₂SO₄ и Na₂S₂O₃, определяют также время до начала появления мути. Опыт с последней парой пробирок проводят при температуре на 20 °С выше первоначальной. Результаты записывают в таблицу 11.

Таблица 11 – Результаты анализа

Температура, °С	$\frac{1}{\tau}$	Время от начала отсчета до помутнения, сек, τ	$v_{\text{усл}} = \frac{1}{\tau}, \text{с}^{-1}$	lgv

Строят график зависимости логарифма скорости реакции от обратной величины абсолютной температуры. Из графика определяют тангенс угла наклона и вычисляют энергию активации: $E = 2,3 Rtg\alpha$

3. Влияние величины поверхности реагирующих веществ на скорость реакции.

Ход работы: Взвесить 0,5 г кусочков мрамора и 0,5 г порошка мрамора (CaCO₃) и поместить навески в отдельные сухие пробирки. Прилить одновременно в каждую по 10 мл 2н HCl и тут же включить секундомер. Отметить окончание реакции в обеих пробирках.

Написать уравнение реакции. Как влияет величина поверхности реагирующих веществ на скорость реакции?

4. Химическое равновесие.

Ход работы: В небольшом стакане смешать 30 мл воды с 1-2 каплями FeCl₃, 1-2 каплями KCNS.

Раствор окрасится в красный цвет. Полученный раствор налить поровну в четыре пробирки, в первую добавить несколько капель KCNS, во вторую FeCl₃, в третью – щепотку KCl.

После перемешивания сравнить окраски в трех пробирках с четвертой и сделать вывод о направлении сдвига равновесия в каждом случае.

Лабораторная работа 4

Получение золя

Цели работы:

- ознакомиться с методами конденсации и пептизации.
- развить навык работы в химической лаборатории, умение анализировать физические и химические процессы, грамотно делать выводы.
- воспитывать навыки работы индивидуально

Материалы и оборудование: методические указания к выполнению лабораторных работ, реактивы, лабораторная посуда.

1. Получение золя серы (методом замены растворителя).

Ход работы: В пробирку наливают 10 – 15 мл воды и добавляют по каплям (не более 1 мл) спиртовой раствор серы. Опишите свойства полученного золя (его свет в боковом и проходящем свете).

2. Получение золя канифоли (методом замены растворителя).

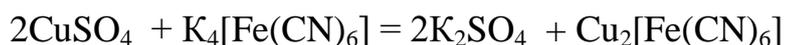
Ход работы: Раствор канифоли по каплям прибавляют к 10 мл дистиллированной воды. Полученный раствор энергично перемешивают и отфильтровывают от грубых частиц через смоченный водой фильтр. Обладает ли золь теми же оптическими свойствами, что и золь серы?

3. Получение золя гидроокиси железа (реакция гидролиза).

Ход работы: В конической колбе нагревают до кипения 95 мл дистиллированной воды, не снимая колбы, выключают обогрев и небольшой струей вливают 5 мл 2%-ного раствора железа. Получают золь краснокирпичного цвета, стабилизированный хлоридом железа. Золь должен быть совершенно прозрачным в проходящем свете. Сравните цвет золя с цветом исходного раствора хлорида железа.

4. Получение золя железисто-сениродистой меди – гексоцианоферрат (II) меди (реакции двойного обмена).

Ход работы: К 20 мл 0,1%-ного раствора $K_4[Fe(CN)_6]$ приливают 1 мл 1%-ного раствора $CuSO_4$. Полученный золь имеет коричнево-красный цвет.



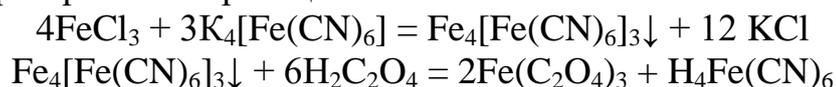
5. Получение золя диоксида марганца (реакция восстановления).

Ход работы: В коническую колбу пипеткой вносят 2 мл 1,5%-ного раствора перманганата калия и разбавляют дистиллированной водой до 50 мл, затем в колбу добавляют по каплям 1 – 1,5 мл 1%-ного раствора тиосульфата натрия. Получается вишнево-красный золь диоксида марганца. Напишите формулы мицеллы, если стабилизатор $KMnO_4$. Перманганат калия восстанавливается тиосульфатом натрия до диоксида марганца.



6. Получение золя берлинской лазури (гексоцианоферрат железа) методом пептизации.

Ход работы: К 5 мл 2%-ного раствора хлорида железа прибавляют 1 мл насыщенного раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, Полученный осадок берлинской лазури отфильтровывают и промывают дистиллированной водой. Затем осадок на фильтре обрабатывают 0,1М раствором щавелевой кислоты (переместив воронку с фильтром в другую колбу). Фильтрат собирают. При получении берлинской лазури протекают реакции:



7. Получение золя гидроксида железа.

Ход работы: В колбу наливают 20 мл 5%-ного раствора хлорида железа, 10 мл дистиллированной воды и добавляют аммиак до полного осаждения гидроксида железа (осадок не взбалтывать). Полученную смесь отфильтровывают (если фильтрат не прозрачный, то добавляют на фильтр несколько капель раствора аммиака). Осадок промывают дистиллированной водой до исчезновения запаха аммиака. Затем осадок снимают лопаточкой с фильтра в стакан или колбу, добавляют 80 мл воды, взбалтывают до однородной смеси и разливают по 20 мл в три пронумерованные колбы. В первую – добавляют 10 мл 0,1М HCl , во вторую - 10 мл 2%-ного раствора хлорида железа, третья – служит для сравнения. Содержимое первой и второй – нагревают на водяной бане при $40^\circ - 50^\circ$ 15-20 минут, периодически взбалтывая. После этого содержимое всех колб отфильтровывают в отдельные пробирки, обращая внимания на цвет фильтрата. В какой пробирке получился прозрачный коричневый золь?

Лабораторная работа 5 Свойства эмульсий, суспензий и пен

Цели работы:

- ознакомиться с получением и свойствами грубодисперсных систем;
- развить навык работы в химической лаборатории, умение анализировать физические и химические процессы, грамотно делать выводы;
- воспитывать навыки работы индивидуально.

Материалы и оборудование: методические указания к выполнению лабораторных работ, реактивы, лабораторная посуда.

1. Определение скорости седиментации по изменению объёма осадка.

Ход работы: Готовят 250 мл 11%-ной суспензии крахмала. В мерный цилиндр наливают 100 мл суспензии, в другой такой же цилиндр наливают 95 мл суспензии и 5 мл 2%-ного раствора желатина, взбалтывают смесь и через 5 минут начинают производить отсчет объёмов осадка в обоих цилиндрах. Первые три отсчета делают через 5 минут, а последующие через каждые 10 минут. Всего делают по 6-7 отсчетов осадка в каждом цилиндре, результаты заносят в таблицу 12.

Таблица 12 – Экспериментальные данные.

№ отсчета	суспензия		суспензия с добавкой желатина	
	время от начала опыта, мин	объём осадка, см	время от начала опыта, мин	объём осадка, см

По результатам опыта строят две кривые оседания, одну для суспензии, другую для суспензии с добавкой желатина. На оси абсцисс откладывают время в минутах, на оси ординат – объём осадка в см³. Из сопоставления кривых оседания делают вывод о влиянии защитного коллоида на кинетическую устойчивость суспензии.

2. Получение, обращение и разрушение эмульсии.

Ход работы: Берут две колбы по 100 мл с притертыми пробками, в одну наливают 10 мл 3%-ного раствора олеата натрия в воде и 10 мл бензола окрашенного метиловым синим. В другую колбу наливают 10 мл дистиллированной воды и 10 мл бензола. Обе колбы плотно закрывают и энергично встряхивают до получения однородной эмульсии. Затем обе колбы оставляют на некоторое время в покое. Что происходит с содержимым и почему?

Для определения типа образовавшейся эмульсии из колбы, в которой не было расслоения, помещают каплю на предметное стекло (при этом

необходимо избегать пены) и определяют под микроскопом, что окрашено. Тип эмульсии можно определить и методом слияния капель.

К остатку эмульсии в той же колбе приливают несколько капель концентрированного раствора KCl . Тщательно взбалтывают содержимое колбы и определяют тип эмульсии под микроскопом.

В отчете необходимо нарисовать схемы строения эмульсии с указанием ориентировки молекул эмульгатора на границе между дисперсной фазой и дисперсной средой.

В пробирку наливают 10 мл воды и 1 мл 10%-ного раствора $NaOH$. Добавить 20-30 капель растительного масла – получают эмульсию типа м/в. Полученную эмульсию разлить в три пробирки и в каждую добавить по 2-3 капли 1Н HCl для нейтрализации щелочи. После этого к нейтральной эмульсии добавляют растворы солей: $NaCl$, $CaCl_2$, $AlCl_3$. происходит разрушение эмульсии. Отметить какая из указанных солей вызывает более быстрое и полное расслоения эмульсии и объясните причину наблюдаемого явления.

3. Получение и разрушение пен.

Ход работы: Налейте в колбочку 10 мл воды и через капиллярную трубочку продувайте воздух. Повторите опыт, заменив воду раствором мыла. В каком случае образуется пена? К полученной пене добавьте 1-2 капли изоамилового спирта. Как это повлияет на устойчивость пены? Объясните, почему в чистой воде пена не образуется, а образуется в растворе мыла? Какова роль изоамилового спирта?

Лабораторная работа 6

Адсорбция и десорбция, избирательность адсорбции

Цели работы

- качественно проследить адсорбционную способность для слабоокрашенных растворов и возможность обратного процесса десорбции, избирательность адсорбции.
- развить навык работы в химической лаборатории, умение анализировать физические и химические процессы, грамотно делать выводы.
- воспитывать навыки работы индивидуально

Материалы и оборудование: методические указания к выполнению лабораторных работ, реактивы, лабораторная посуда.

1. В пробирки наливают по 5 мл сильно разбавленных окрашенных растворов: фуксина, метиленового синего, сульфата меди, йода, дихромата калия. В каждую вносят по 0,25 г растертого активированного угля. После взбалтывания в течение 5-10 минут смеси фильтруют через обычные фильтры. Почему, получают бесцветные (слабоокрашенные) фильтраты? Часть угля с фильтра, через который отфильтровывалась смесь угля с фуксином, переносят в пробирку с водой, а другую часть – в пробирку со спиртом и взбалтывают. Что наблюдается, как объяснить?

2. Избирательность адсорбции можно проследить на адсорбции кислых и основных красок каолином. Для этого в пробирки соответственно наливают по 5 мл разбавленных растворов эозина и метиленового синего. В каждую вносят по 0,5 г растертого в ступке каолина, взбалтывают и фильтруют. Что происходит, почему?

3. В три пробирки наливают соответственно по 10 мл 0,05% раствора метиленового синего, только во вторую добавляют 10 капель 2Н НСl, а в третью – 10 капель 10М NaOH. В каждую вносят по несколько белых шерстяных ниток, оставляют их на 20-30 минут при комнатной температуре, а затем нити тщательно промывают в воде. Что происходит с шерстью в пробирках, почему?

4. В две пробирки наливают по 10 мл 0,05%-ного раствора нитрата свинца. В первой пробирке при действии раствором $K_2Cr_2O_7$, образуется осадок $PbCr_2O_7$. Во вторую пробирку вносят 0,5 г растертого активированного угля или ионита, взбалтывают в течение 3-5 минут, затем фильтруют в чистую пробирку. Затем к фильтрату добавляют $K_2Cr_2O_7$. Что происходит, почему?

5. Для проведения опыта взять стеклянную трубку с внутренним диаметром 5-6мм. Закрыв трубку с одного конца пробкой из фильтровальной

бумаги, заполнить её окисью алюминия слоем 5 см. Налить в небольшую пробирку по 5-6 капель 0,5Н растворов солей Cu^{2+} , Co^{2+} , Fe^{3+} , опустить в смесь солей трубку, заполненную адсорбентом. При капиллярном поднятии раствора адсорбированные ионы будут распределяться по высоте трубки в виде окрашенных ионов меди, кобальта, железа. Укажите, в каком порядке эти ионы адсорбируются.