

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕ-
СКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Филиал ФГБОУ ВО ИРНИТУ в г. Усолье-Сибирском

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель директора по учебной работе

 О.В. Черепанова
« 20 » 10 2022 г.

ОП.04 Физическая и коллоидная химия

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Специальность	18.02.12 Технология аналитического контроля химических веществ
Квалификация	Техник
Форма обучения	Очная
Год набора	2021

2022 год

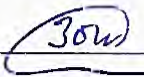
Методические указания по дисциплине ОП.04 Физическая и коллоидная химия составлены в соответствии с рабочей программой.

Составитель:

Кириллова Лидия Евгеньевна, преподаватель

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к утверждению на заседании цикловой комиссии химических технологий и автоматизации производства

Протокол № 2 от «19» 10 2022 г.

Председатель ЦК  Ю.А. Зыкова

Согласовано:

Заведующий практиками
«20» 10 2022 г.

 Ю.С. Тимошенко

Введение

Методические указания составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности: 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений с учетом Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, реализуемого в пределах программы подготовки специалистов среднего звена.

Общей целью методических указаний является освоение знаний и овладение умениями и навыками по дисциплине.

Выполнение лабораторных работ направлено на формирование умений и знаний в результате освоения дисциплины:

Коды компетенций (ОК, ПК)	Умения	Знания
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	У1 - выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы гальванических элементов; У2 - находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений; У3 - определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций; У4 - строить фазовые диаграммы; У5 - производить расчеты параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия; У6 - рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций; У7 - определять параметры каталитических реакций.	31 - закономерности протекания химических и физико-химических процессов; 32 - законы идеальных газов; 33 - механизм действия катализаторов; 34 - механизмы гомогенных и гетерогенных реакций; 35 - основы физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии; 36 - основные методы интенсификации физико-химических процессов; 37 - свойства агрегатных состояний веществ; 38 - сущность и механизм катализа; 39 - схемы реакций замещения и присоединения; 310 - условия химического равновесия; 311 - физико-химические методы анализа веществ, применяемые приборы; 312 - физико-химические свойства сырьевых материалов и продуктов.

Общее количество часов на выполнение лабораторных работ – 16.

Информационное обеспечение обучения

Перечень основной и дополнительной литературы, электронных ресурсов

Основная литература:

1. Гавронская Ю. Ю. Коллоидная химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Ю. Ю. Гавронская, В. Н. Пак. – Москва : Юрайт, 2021. – 287 с. URL: <https://urait.ru/viewer/kolloidnaya-himiya-470356#page/1>
2. Новокшанова А. Л. Органическая, биологическая и физколлоидная химия. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Л. Новокшанова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 222 с. URL: <https://urait.ru/viewer/organicheskaya-biologicheskaya-i-fizkolloidnaya-himiya-praktikum-472675#page/1>

Дополнительная литература:

3. Физическая и коллоидная химия: в 2 ч. Ч. 1. Физическая химия: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под ред. В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 259 с. <https://www.biblio-online.ru/bcode/454488>
 4. Физическая и коллоидная химия: в 2 ч. Ч. 2: учебник для среднего профессионального образования / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под ред. В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 309 с. <https://www.biblio-online.ru/bcode/454489>
 5. Коллоидная химия: примеры и задачи: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ф. Марков [и др.]. – Москва : Юрайт, 2020. – 186 с. <https://www.biblio-online.ru/bcode/453418>
 6. Вестник Пермского университета. Серия: Химия : научный журнал. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет URL: <https://profspo.ru/magazines/11607>
 7. Universum: Химия и биология : научный журнал. – Москва : Международный центр науки и образования URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=50468>
- Электронные ресурсы:
- Российские ресурсы:
1. Электронная библиотека ИРНИТУ: <http://elib.istu.edu/>

2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС Юрайт: <https://urait.ru/>
4. Научные электронные журналы на платформе eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
5. ЭБС PROобразование: www.profspo.ru/
6. ЭБС Znanium.com: <http://znanium.com/>
7. ЭБС «Академия»: <http://www.academia-moscow.ru/>

Зарубежные электронные научные журналы и базы данных

База данных Springer Nature Experiments (ранее Springer Protocols):
<https://experiments.springernature.com/>

Доступ из внутренней сети вуза

Wiley Online Library: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Доступ из внутренней сети вуза

Общие критерии оценивания

Лабораторные работы обучающихся оцениваются по пятибальной шкале:

«отлично» – правильно оформленный отчет в соответствии с Приложением А;

«хорошо» – имеются несущественные недочеты при оформлении отчета;

«удовлетворительно» – имеются значительные недочеты при оформлении отчета;

«неудовлетворительно» – неправильно оформленный отчет.

Требования к оформлению отчетного материала:

результаты лабораторной работы оформляются в тетради в форме отчета (см. приложение А)

Форма контроля:

Проверка отчетов преподавателем.

В табл. 1 представлен перечень лабораторных работ.

Таблица 1

Перечень лабораторных работ

№	Тема (последовательно в соответствии с рабочей программой)	Вид, номер и название работы (из тематического плана рабочей программы)	Коды общих и профессиональных компетенций (из тематического плана рабочей программы)	Количество часов (из тематического плана рабочей программы)
Семестр 4				

1	Тема 1.2 Агрегатное состояние вещества	Лабораторная работа №1 «Определение поверхностного натяжения и вязкости жидкостей» (Практическая подготовка)	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
2	Тема 1.3 Термодинамика и термохимия	Лабораторная работа №2 «Определение тепловых эффектов химически реакций и теплоты растворения соли, изучение метода калориметрии»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
4	Тема 1.5 Химическая кинетика и катализ	Лабораторная работа №3 «Влияние различных факторов на скорость химической реакции»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
5	Тема 1.6 Химическое равновесие	Лабораторная работа №4 «Влияние концентрации вещества на смещение химического равновесия»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
6	Тема 2.1 Электрохимия	Лабораторная работа №5 «Определение стандартного окислительно-восстановительного потенциала электродной реакции» (Практическая подготовка)	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
7	Тема 3.1 Дисперсные системы и растворы высокомолекулярных соединений	Лабораторная работа №6 «Получение коллоидных растворов и изучение их свойств»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2

		Лабораторная работа №7 «Получение золь и их характеристика»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
8	Тема 3.2 Поверхностные явления на границе раздела фаз	Лабораторная работа №8 «Изучение явления адсорбции»	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 4, ОК 5, ОК 07, ОК 09 ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 1.4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	2
	Итого, из них на практическую подготовку			16 4

Лабораторная работа № 1

Определение поверхностного натяжения и вязкости жидкостей

Тема 1.2 Агрегатное состояние вещества.

Количество часов на выполнение: 2 часа, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы: Ознакомиться со сталагмометрическим методом определения величины поверхностного натяжения жидкостей и с вискозиметрическим методом определения вязкости жидкости. Экспериментально определить относительную вязкость глицерина.

Реактивы: дистиллированная вода, глицерин, раствор NaOH.

Оборудование: вискозиметр, секундомер, мерный цилиндр, химические стаканчики на 50 мл, бюретка.

Ход работы

Опыт 1. Определение поверхностного натяжения жидкости

1. Бюретку заполнить водой и выпустить 10 мл. воды, считая капли. Определение повторить 3 раза. Данные записать в таблицу, найти средний результат.

Число капель (n)	H ₂ O	1н NaOH
------------------	------------------	---------

n 1		
n 2		
n 3		
n ср.		

2. Бюретку заполнить 1н раствором NaOH и выпустить 10 мл. раствора, считая капли. Определение повторить 3 раза. Данные записать в таблицу, найти средний результат.

3. Обработку результатов провести по формуле.

$$\sigma_{\text{NNNNNNNN}} = \sigma_{\text{NN}_2\text{NN}} \cdot \rho_{\text{NNNNNNNN}} \cdot m_{\text{cp (NN}_2\text{NN)}} / \rho_{\text{NN}_2\text{NN}} \cdot m_{\text{cp (NNNNNNNN)}}$$

где ρ – плотность

$\sigma (\text{H}_2\text{O}) = 72,75 \text{ эрг/см}^2$ ($1 \text{ эрг/см}^2 = 0,001 \text{ Дж/м}^2$)

$\rho (\text{NaOH}) = 0,87 \text{ г/см}^3$

$\rho (\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$

4) Сделать вывод о влиянии щелочи на величину поверхностного натяжения воды.

Опыт 2. Определение вязкости жидкостей

1. Заполнить вискозиметр водой. Определить время истечения воды, объемом 5 мл. Определение повторить 3 раза и найти средний результат, данные записать в таблицу.

Время	Вода	Глицерин
t_1		
t_2		
t_3		
$t_{\text{ср}}$		

2. Заполнить вискозиметр глицерином. Определить время истечения глицерина, объемом 5 мл. Определение повторить 3 раза и найти средний результат, данные записать в таблицу.

3. Вычислить относительную вязкость глицерина по формуле:

$$\eta_{\text{ж}} = \eta_{\text{NN}_2\text{NN}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot t_{\text{ж}} / \rho_{\text{NN}_2\text{NN}} \cdot t_{\text{NN}_{200}}$$

ρ глицерина – $1,26 \text{ г/см}^3$

ρ воды – 1 г/см^3

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.
Сделайте выводы.
Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что называют поверхностным натяжением?
2. Что такое вязкость?
3. Что понимают под коэффициентом вязкости, в каких единицах он измеряется?
4. Что влияет на величину вязкости?

Лабораторная работа № 2

Определение тепловых эффектов химически реакций и теплоты растворения соли, изучение метода калориметрии

Тема 1.3 Термодинамика и термохимия.

Количество часов на выполнение: 2 часа.

Цель работы: Определить молярную теплоту растворения соли. Определить теплоту нейтрализации сильного основания сильной кислотой.

Реактивы: исследуемые соли, NaOH (1 н), HCl (1 н).

Оборудование: мешалки, весы технические, лопаточки, бумага фильтровальная, штативы с термометрами, химические стаканы объемом 100, 400 и 800 мл, цилиндры объемом 100 и 250 мл.

Ход работы

Опыт 1. Определение теплоты растворения соли

Во взвешенный калориметрический стакан налейте 250 мл воды. Включите мешалку, опустите термометр в воду и в течение 5 мин наблюдайте за изменением температуры. Через каждую минуту записывайте в табл. 2 показания термометра.

Возьмите навеску 3 г соли и по окончании 5-й минуты высыпьте ее в калориметрический стакан, продолжая следить за изменением температуры раствора в течение следующих 5 мин. Показания термометра записывайте в табл. 2. Постройте график зависимости температуры t ($^{\circ}\text{C}$) от времени (мин) (рис. 1). Из графика определите скачок температуры Δt . Скачок температуры может быть, как положительный, так и отрицательный.

Таблица 2

Изменение температуры чистого растворителя и раствора в процессе растворения соли

Изменение температуры чистого растворителя		процессе	
Время от начала, мин	Температура, °С	Время от начала, мин	Температура, °С
1			
2			
3			
4			
5			

Расчет

1. Энтальпия растворения соли вычисляется по формуле

$$\Delta H^0 = m_{\text{ст}} \cdot C_{\text{ст}} + (m_{\text{воды}} + m_{\text{соли}}) \cdot C_{\text{р-ра}} \cdot \Delta t$$

где
 $m_{\text{ст}}$ – масса стакана;

$$C_{\text{ст}} \text{ – удельная теплоемкость стекла; } C_{\text{ст}} = 791 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} = 0,791 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$$

$m_{\text{воды}}$ – масса воды, которая рассчитывается: $m = \rho \cdot V$, где ρ – плотность воды, равна $1 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ г/мл}$. Следовательно, в 100 мл содержится 100 г во-

$m_{\text{соли}}$ – масса соли;

Δt – изменение температуры;

$C_{\text{р-ра}}$ – удельная теплоемкость раствора, равна $4,18 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$

2. Молярная энтальпия растворения соли равна отношению:

$$\Delta H^0 = \frac{\Delta H_{\text{р-ния}}}{n}, \text{ Дж/моль}$$

Опыт 2. Определение теплоты нейтрализации

Для записи экспериментальных данных оформите таблицу. подобную табл. 2.

Во взвешенный калориметрический стакан налейте 50 мл раствора кислоты с концентрацией 1 моль-экв/л, включите мешалку, опустите термометр и измеряйте температуру раствора в течение мин. В другой стакан отмерьте 50 мл раствора щелочи с концентрацией 1 моль-экв/л. На 5-й минуте опыта быстро вылейте раствор щелочи в раствор кислоты и наблюдайте за изменением температуры. Когда повышение температуры прекратится, отметьте ее максимальное значение и продолжайте измерение температуры в течение следующих 5 мин.

Взвесьте калориметрический стакан с раствором. Массу всего раствора определите, как разность массы стакана с раствором и массы сухого стакана.

Постройте график зависимости изменения температуры раствора от времени и из графика оцените скачок температуры Δt (см. рис. 1). Из графика температуры определите скачок температуры Δt .

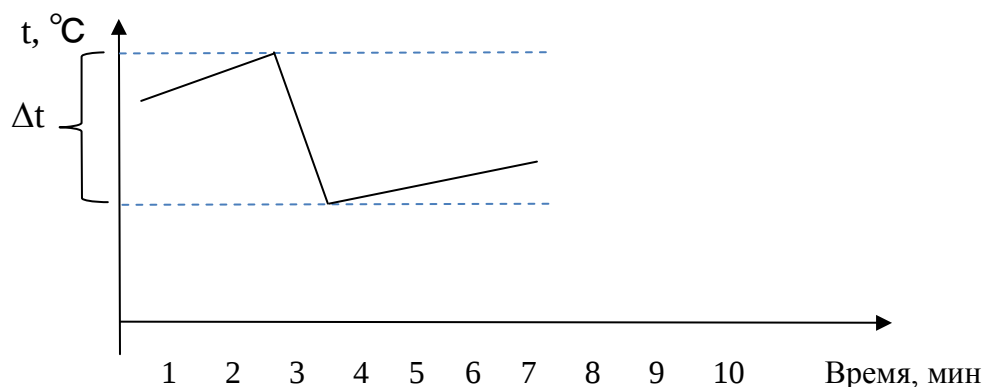


Рис. 2 График зависимости температуры $t (^\circ\text{C})$ от времени (мин)

Расчет

1. Теплота, выделившаяся в реакции нейтрализации, расходуется на нагревание раствора и калориметрического стакана

$$\Delta H H = (m m_{\text{р-ра}} \cdot C C_{\text{р-ра}} + m m_{\text{ст}} \cdot C C_{\text{ст}}) \cdot \Delta t t$$

2. Молярный тепловой эффект реакции относится к 1 молю вещества, поэтому рассчитываем количество кислоты, участвующей в реакции нейтрализации:

где $m n = C C_{\text{экв.к-ты}} \cdot V_{\text{к-ты}}$
 $C C_{\text{экв.к-ты}}$ — молярная концентрация эквивалентов кислоты;

$V_{\text{к-ты}}$ — объем раствора кислоты, л.

3. Молярный тепловой эффект реакции нейтрализации равен:

$$\Delta H H = \Delta H H_{\text{нейт}} / m n, \text{ Дж/моль}$$

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Формулировка первого начала термодинамики и его математическое выражение.
2. Закон Гесса.
3. Зависимость теплового эффекта от температуры.
4. Методика проведения опытов при определении теплоты растворения соли и определении теплоты нейтрализации.

Лабораторная работа № 3

Влияние различных факторов на скорость химической реакции

Тема 1.5 Химическая кинетика и катализ

Количество часов на выполнение: 2 часа.

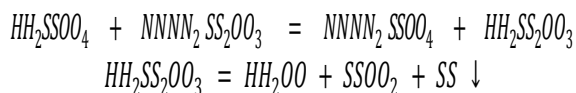
Цель работы: Изучение влияния различных факторов на скорость химической реакции

Реактивы: серная кислота (H_2SO_4), тиосульфат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), дистиллированная вода.

Приборы: штатив с пробирками, термостат, термометр, секундомер.

Опыт 1. Влияние концентрации на скорость химической реакции

Для проведения опыта предлагается реакция взаимодействия серной кислоты с тиосульфатом натрия.



Нерастворимая в воде сера выделяется в виде мелкодисперсных частиц, что проявляется сначала в появлении бело-голубой опалесценции, а затем бело-желтое помутнение усиливается. Время от начала реакции (сливания компонентов) до появления опалесцирующей окраски раствора (выделения серы в коллоидно-дисперсном состоянии) зависит от концентрации реагентов.

Ход работы

В три пробирки налейте равные объемы растворов, тиосульфата натрия различной концентрации, добавив в две пробирки воду, как указано в табл.3

Таблица 3

Номер пробирки	Количество капель реагентов			Относительная концентрация	Т, К	Время t, с	Относительная скорость $v=1/t$, 1/с
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	H_2O	H_2SO_4				
1	5	10	1	1			

2	10	5	1	2			
3	15	0	1	3			

В пробирку 1, зафиксировав время, внесите 1 каплю раствора серной кислоты с $C_{\text{экв}}=2$ моль/л. Зарегистрируйте время начала помутнения раствора и внесите его в таблицу. Аналогично проведите опыты с пробирками 2 и 3.

Запишите уравнение реакции взаимодействия серной кислоты с тиосульфатом натрия, отметьте качественный признак реакции. Заполните таблицу, рассчитав относительные скорости реакции. Зависимость между изменением концентрации раствора и скоростью реакции изобразите графически: на оси абсцисс отложите концентрацию; на оси ординат – скорость реакции. Сделайте вывод о влиянии концентрации на скорость реакции.

Опыт 2. Влияние температуры на скорость химической реакции.

Для проведения опыта предлагается также реакция взаимодействия серной кислоты с тиосульфатом натрия (см. опыт 1)

Время от начала реакции (сливания компонентов) до появления опалесцирующей окраски раствора (выделения серы в коллоидно-дисперсном состоянии) зависит от температуры. Подготовьте в отчете табл. 4 и перенесите данные из опыта 1, пробирка 1 в табл. 4 по температуре, времени и скорости реакции, прошедшей при комнатной температуре (первая строчка).

Ход работы

Приготовьте еще 2 пробирки с растворами, как указано в опыте 1 (по 5 капель раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 10 капель H_2O). В термостат (стакан) с температурой на 10°C выше комнатной поместите одну из приготовленных пробирок с раствором. Через 3-5 минут добавьте 1 каплю серной кислоты и отметьте время появления помутнения. Повторите опыт с третьей пробиркой, повышая температуру в стакане еще на 10°C выше. Результаты опыта запишите в табл. 4.

Таблица 4

№ п/п	Температура опыта, $^\circ\text{C}$	t, с	Скорость реакции, $v=1/t$, 1/с
1	t_1		
2	t_2-t_1+10		
3	t_3-t_2+10		

Запишите уравнение реакции взаимодействия серной кислоты с тиосульфатом натрия, отметьте качественный признак реакции. Заполните таблицу.

Выразите графически влияние температуры на скорость реакции, откладывая на оси абсцисс значения температуры, на оси ординат – скорость. Рассчитайте значения температурного коэффициента Вант-Гоффа, используя выражение:

$$n_1 = \frac{v_2}{v_1}; \quad n_2 = \frac{v_3}{v_2}; \quad n_3 = \frac{v_3}{v_1}; \quad n_{\text{ф}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}$$

Сделайте вывод о влиянии температуры на скорость этой реакции.

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Понятие о скорости химической реакции.
2. Факторы, влияющие на скорость химической реакции
3. Влияние на скорость реакции температуры. Правило Вант-Гоффа.

Лабораторная работа № 4

Влияние концентрации вещества на смещение химического равновесия

Тема 1.6 Химическое равновесие

Количество часов на выполнение: 2 часа.

Цель работы: Изучить влияние концентрации вещества на смещение химического равновесия.

Реактивы: хлорид железа (III) (FeCl_3), роданид аммония (NH_4CNS), NH_4Cl

Оборудование: штатив с пробирками, мерные пробирки, шпатель.

Исследование проводится на примере реакции



Красное окрашивание роданида железа ($\text{Fe}(\text{CNS})_3$) позволяет фиксировать смещение химического равновесия при изменении концентрации реагирующих веществ.

Ход работы

Налейте в пробирку 5 мл 0,1 н раствора хлорида железа (III) и добавьте 5 мл 0,1 н раствора роданида аммония. Полученный раствор разделите на 4 части. Одну пробирку оставьте в качестве контрольной для сравнения. Ко второй пробирке прилейте несколько капель концентрированного раствора роданида аммония, к третьей – несколько капель концентрированного раствора хлорида железа (III). В четвертую пробирку присыпьте кристаллического хлорида аммония (NNH_4Cl). Встряхните пробирку, чтобы усилить растворение соли.

Результаты наблюдений занесите в табл. 5.

Таблица 5

№ пробирки	Добавленный реактив	Интенсивность окраски	Смещение равновесия
1	Контрольная		
2	$FeCl_3$		
3	NH_4CNS		
4	NH_4Cl		

Сравните окраску растворов в пробирках с окраской контрольной пробирки и объясните происшедшие изменения, исходя из принципа Ле-Шателье. Запишите выражение константы равновесия для данной реакции. Изменилось ли значение константы? Сделайте вывод о влиянии концентрации на смещение химического равновесия.

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что изучает химическая кинетика?
2. Какое состояние называется химическим равновесием?
3. В чем состоит физический смысл константы химического равновесия?
4. Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

Лабораторная работа № 5

Определение стандартного окислительно-восстановительного потенциала электродной реакции

Тема 2.1 Электрохимия

Количество часов на выполнение: 2 часа, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы: экспериментальное определение электродного потенциала электрода первого рода.

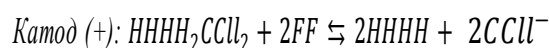
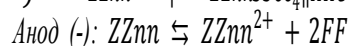
Реактивы: насыщенный раствор KCl; 0,1 М или 1,0 М растворы ZnSO₄

Оборудование: потенциометр или иономер; стаканчики (50 мл); мерные колбы (50 мл); пипетки; солевой мостик или полоски фильтровальной бумаги, каломельный электрод; металлические пластинки Zn.

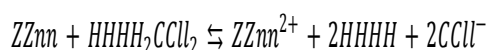
Сущность работы. Определение величины электродных потенциалов осуществляется путем измерения ЭДС гальванического элемента, составленного из исследуемого электрода и электрода сравнения. В качестве электродов сравнения могут быть использованы электроды второго рода, обратимые относительно аниона, например, насыщенный хлорсеребряный или насыщенный каломельный.

Составим гальванический элемент из цинкового электрода первого рода и насыщенного каломельного электрода второго рода.

Выпишем из справочника значения стандартных электродных потенциалов: $E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,763 \text{ В}$; $E_{Hg_2Cl_2/Hg, Cl^-}^0 = 0,268 \text{ В}$ (потенциал насыщенного каломельного электрода не равен $E_{Hg_2Cl_2/Hg, Cl^-}^0$ и составляет $E_{Hg_2Cl_2/Hg, Cl^-}^0 - 0,02415 \text{ В}$). Так как $E_{Zn^{2+}/Zn}^0 < E_{Hg_2Cl_2/Hg, Cl^-}^0$, в схеме гальванического элемента цинковый электрод будет являться анодом, а каломельный электрод – катодом. Запишем схему элемента и реакции на электродах.



Суммарная реакция в гальваническом элементе:



ЭДС гальванического элемента можно рассчитать по формуле:

$$E_{\text{гэ}} = E_{Hg_2Cl_2/Hg, Cl^-}^0 - E_{Zn^{2+}/Zn}^0$$

Экспериментально определив значение $E_{\text{гэ}}$, величину электродного потенциала цинкового электрода можно найти по формуле:

$$E_{Zn^{2+}/Zn}^{\text{экс.}} = E_{Zn^{2+}/Zn}^0 - E_{\text{гэ}}$$

Чтобы рассчитать теоретическое значение электродного потенциала, воспользуемся уравнением Нернста для цинкового электрода:

$$E_{Zn^{2+}/Zn} = E_{Zn^{2+}/Zn}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{Zn^{2+}}$$

Активность ионов цинка $a_{Zn^{2+}}$ принимают равной средней ионной активности $a_{\pm ZnSO_4}$ (Приложение 2)

Выполнение опыта.

В соответствии с заданием (табл. 6) составить схему гальванического элемента из исследуемого электрода и электрода сравнения, записать ре-

акции на электродах и суммарную реакцию, протекающую в гальваническом элементе.

Таблица 6

Задание	Исследуемый электрод	Концентрация раствора электролита, моль/л	Электрод сравнения
1	$Zn^{2+} Zn$	0,01 ; 0,02	нас. 2 2

Рассчитать объем раствора электролита (для цинкового электрода – $ZnSO_4$), необходимого для приготовления 50 мл раствора с заданными концентрациями, используя закон эквивалентов $C_{\text{приг}} \cdot V_{\text{приг}} = C_{\text{исх}} \cdot V_{\text{исх}}$.

С помощью мерной пипетки перенести рассчитанные объемы электролитов в мерные колбы вместимостью 50 мл и довести дистиллированной водой до метки. Полученные растворы перелить в стаканчики и опустить в них пластинки из соответствующих металлов.

Собрать гальванический элемент из исследуемого электрода и электрода сравнения (рис. 1). Подключив к клеммам (+) и (–) иономера или потенциометра соответственно катод и анод собранного гальванического элемента, измерить значение ЭДС ГЭ не менее трех раз и найти среднее значение $E_{\text{ГЭ}}$. Зная величину электродного потенциала электрода сравнения и измеренное значение ЭДС ГЭ, по формуле $E_{\text{ГЭ}} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$, вычислить величину электродного потенциала исследуемого электрода. Рассчитать по уравнению Нернста теоретическое значение электродного потенциала исследуемого электрода. Среднюю ионную активность рассчиты-

тать по формуле $a_{\pm} = v_{\pm} \cdot \gamma_{\pm} \cdot m$, принимая, что моляльная концентрация раствора электролита m приблизительно равна молярной концентрации C . Средний ионный стехиометрический коэффициент электролита $v_{\pm}$ опреде-

ляется по соотношению $v_{\pm} = \frac{1}{v_{+} + v_{-}} \cdot \frac{v_{+} \cdot v_{-}}{v_{+} + v_{-}}$, v_{+} и v_{-} - число катионов и анионов в молекуле сильного электролита, средний ионный коэффициент активности $\gamma_{\pm}$ сильных электролитов приводится в Приложении 2.

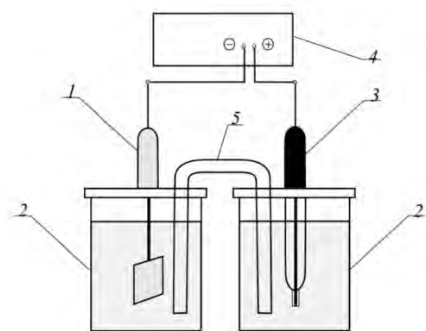


Рисунок 1. Схема гальванического элемента из цинкового и каломельного электродов. 1 – цинковый электрод; 2 – стеклянный стаканчик; 3 – каломельный электрод; 4 – иономер (потенциометр); 5 – солевой мостик.

Рассчитать относительную погрешность определения величины электродного потенциала, сравнив экспериментальное значение с рассчитанным по уравнению Нернста $\delta\delta = \pm \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$, Δx – абсолютная погрешность
 $= x_0 - x$, x – результат измерения, x_0 – истинное значение.

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными?
2. Что такое окислитель и восстановитель? Приведите примеры важнейших окислителей и восстановителей.
3. Перечислите факторы, определяющие окислительно-восстановительные свойства элементов.
4. Редокс - потенциал, факторы его определяющие.
5. Напишите уравнение Нернста, укажите все его величины.

Лабораторная работа № 6

Получение коллоидных растворов и изучение их свойств

Тема 3.1 Дисперсные системы и растворы высокомолекулярных соединений

Количество часов на выполнение: 2 часа.

Цель работы: получить коллоидные растворы различными способами.

Реактивы: вода, спиртовой раствор серы, 2%-ный раствор хлорида железа (III), фенола, силиката натрия, соляной кислоты, порошок крахмала.

Оборудование: стаканы, нагреватели, стеклянная палочка.

Опыт 1. В стакан с дистиллированной водой по каплям прилить раствор серы в этаноле. Что наблюдаете? Какой это метод (диспергирования или конденсации) получения коллоидной системы? Объясните, почему из раствора получился коллоид?

Опыт 2. В стакан с кипящей водой добавляют 5-10 мл 2%-ного раствора хлорида железа (III). Получается коллоид гидроксида железа (III). Запишите уравнение реакции, определите метод получения коллоидного раствора.

Опыт 3. К раствору силиката натрия прилейте по каплям соляную кислоту. Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции.

Опыт 4. 0,5 г крахмала смешайте с 10 мл воды, тщательно перемешайте и прилейте еще 90 мл воды. Доведите полученную смесь до кипения. Что наблюдаете? Определите метод получения коллоида.

Опыт 5. В раствор белка прилейте фенол (в одну пробирку). Что наблюдаете? В эти пробирки прилейте дистиллированную воду. Что наблюдаете? Каков характер коагуляции в обоих случаях?

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие системы называют коллоидными? Назовите две основные группы методов получения коллоидных растворов, сформулируйте их сущность.

2. В чем сущность пептизации?

3. Что такое мицелла? Объясните этапы образования: ядро – адсорбционный слой – гранула – мицелла.

Лабораторная работа № 7

Получение золь и их характеристика

Тема 3.1 Дисперсные системы и растворы высокомолекулярных соединений

Количество часов на выполнение: 2 часа.

Цель работы: Получить золи различными способами и изучить закономерности их коагуляции при действии электролитов.

Опыт 1. Получение золя берлинской лазури обменной реакцией

Реактивы: растворы хлорид железа (III) FeCl_3 (2 %), гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (5 %).

Оборудование: пипетка на 10 мл – 2 шт., пробирка.

Ход работы

В пробирку с 6 мл 2%-ного раствора FeCl_3 прибавить 1 мл 0,5%-ного раствора $\text{K}_4[\text{Fe}_4(\text{CN})_6]$. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя, считая, что стабилизирующим электролитом является FeCl_3 .

Опыт 2. Получение золя берлинской лазури методом пептизации.

Реактивы: растворы хлорид железа (III) FeCl_3 (2 %), гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}_4(\text{CN})_6]$ (насыщ.), щавелевой кислоты (0,1 н)

Оборудование: пипетка на 10 мл – 2 шт., пробирки – 2 шт., воронка (d=150 мм), фильтровальная бумага.

Ход работы

1. В пробирку с 6 мл 2%-ного раствора FeCl_3 прибавить 1 мл насыщенного раствора $\text{K}_4[\text{Fe}_4(\text{CN})_6]$.
2. Отфильтровать выпавший темно-синий осадок берлинской лазури, промыть его, добавляя к осадку на фильтре дистиллированной воды.
3. Воронку с фильтром и осадком переставить в чистую пробирку и прилить 0,1 н раствор щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
4. Написать формулу мицеллы полученного золя, считая, что потенциалопределяющими ионами являются $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, а противоионами – ионы H^+ .

Опыт 3. Получение гидрозоля $\text{Fe}(\text{OH})_3$ методом гидролиза.

Реактивы: растворы хлорид железа (III) FeCl_3 (2 %), Na_2SO_4 (2 н)

Оборудование: спиртовка, пробирка, держатель для пробирки, пипетка на 1 и на 10 мл.

Ход работы

В пробирку налить 1 мл 2%-ного раствора FeCl_3 и 10 мл дистиллированной воды. Раствор нагреть до кипения и появления красно-бурой окраски. Убедиться в том, что действительно получена коллоидная система, можно следующим образом. К 1/3 полученного золя прибавить 1 мл 2 н раствора Na_2SO_4 . Золь на глазах мутнеет, образуются хлопья и выпадает осадок. Написать формулу мицеллы гидрозоля $\text{Fe}(\text{OH})_3$, в которой стабилизирующими ионами являются FeO^+ и Cl^- .

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.

Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Указать характерные свойства коллоидных систем.
2. Как классифицируют коллоидные растворы.

3. Каков размер коллоидной частицы.
4. Перечислить основные методы получения коллоидных систем.

Лабораторная работа № 8

Изучение явления адсорбции

Тема 3.2 Поверхностные явления на границе раздела фаз

Количество часов на выполнение: 2 часа.

Цель работы: изучение адсорбции твердыми адсорбентами.

Реактивы: измельченный древесный уголь, индигокармин, фуксин водный, фуксин спиртовой, растворы H_2S , $\text{I}_2/\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (0,05%), KI .

Оборудование: штатив с пробирками, ступка, весы аналитические, воронка, фильтровальная бумага, пипетка.

Опыт 1. Адсорбция углем различных веществ из растворов.

В одну пробирку налить сероводородную воду, в другую – раствор индиго, в третью – раствор йода. В каждую пробирку всыпать около 0,2 г древесного угля, хорошо взболтать и отфильтровать.

Исследовать фильтрат в пробирках на запах и цвет. Объяснить наблюдаемые явления.

Опыт 2. Адсорбция ионов свинца углем.

В две пробирки налить по 5 мл 0,05% раствора нитрата свинца. В одну пробирку добавить небольшое количество раствора иодида калия для доказательства наличия ионов свинца в растворе.

В другую пробирку добавить около 0,2 г древесного угля и взболтать в течение 5 минут. Отфильтровать раствор и проверить присутствие ионов свинца реакцией с иодидом калия.

Написать ионное уравнение качественной реакции на Pb^{2+} и объяснить наблюдаемое явление.

Опыт 3. Влияние природы растворителя на адсорбцию.

В одну пробирку налить 5 мл слабоокрашенного водного раствора фуксина, в другую пробирку такое же количество спиртового раствора фуксина.

В обе пробирки внести по 0,2 г угольного порошка и взболтать в течение 5 минут. Отфильтровать растворы.

Почему в одном случае адсорбция идет хорошо, а в другом плохо?

Оформите результаты лабораторной работы в тетради.
Сделайте выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое адсорбция?
2. В каких единицах измеряется адсорбция?
3. Как называется обратный процесс физической абсорбции?
4. Для чего применяют процесс абсорбции?

Приложение А

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО
«Иркутский национальный исследовательский технический университет»
Филиал ФГБОУ ВО ИРНИТУ в г. Усолье-Сибирском

Отчет
по лабораторной работе №
по химии

название работы

Проверил:

преподаватель —
«___»_____202 г.

Выполнил:
обучающийся группы —
_____Ф.И.О.
«___»_____202 г.

г. Усолье-Сибирское
202 г.

58. Коэффициенты активности $\gamma_{\pm}$ сильных электролитов при 25° С

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды										
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
AgNO ₃	—	—	0,9225	0,857	0,860	0,793	0,734	0,657	0,536	0,429	0,316
AlCl ₃	—	—	—	—	—	0,447	0,337	0,305	0,331	0,539	—
Al (ClO ₄) ₃	0,78	0,72	0,62	0,53	0,45	0,35	0,30	0,27	0,26	—	—
Al ₂ (SO ₄) ₃	—	—	—	—	—	0,035	0,023	0,023	0,014	0,018	—
BaCl ₂	—	—	—	—	—	—	0,444	0,397	0,395	—	—
Ba (OH) ₂	0,881	0,840	0,774	0,716	0,651	0,564	0,500	0,370	—	—	—
CaCl ₂	—	0,853	0,773	0,712	0,627	0,526	0,443	0,370	—	—	—
Ca (NO ₃) ₂	0,889	0,852	0,789	0,731	0,668	0,583	0,518	0,426	0,363	0,336	0,380
CaCl ₂	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,545	0,485	0,426	0,363	0,345	0,380
CaCl ₂	0,819	0,743	0,623	0,524	0,456	0,304	0,228	0,164	0,101	0,0669	0,041
CdI ₂	—	—	—	0,490	0,379	0,281	0,167	0,106	0,0685	0,0376	0,0251
CdSO ₄	0,726	0,639	0,505	0,399	0,307	0,206	0,150	0,102	0,061	0,041	0,032
CoCl ₂	—	—	—	—	—	0,322	0,279	0,279	0,462	0,531	0,860
Co (NO ₃) ₂	—	—	—	—	—	—	0,518	0,471	0,445	0,490	0,726
Cr ₂ (SO ₄) ₃	—	—	—	—	—	—	0,0458	0,0300	0,0190	0,0208	—
CrCl ₃	—	—	0,92	0,90	0,86	0,809	0,756	0,694	0,606	0,544	0,495
GaI	—	—	—	—	—	—	0,754	0,692	0,599	0,533	0,470
CuCl ₂	0,888	0,849	0,783	0,723	0,659	0,577	0,508	0,455	0,411	0,417	0,434
CuSO ₄	0,74	—	0,573	0,438	0,317	0,217	0,154	0,104	0,062	0,043	—
FeCl ₃	0,89	0,86	0,80	0,75	0,70	0,62	0,52	0,47	0,45	0,51	0,79
HBr	0,966	—	0,930	0,906	0,879	0,838	0,805	0,782	0,789	0,871	1,183
HCl	0,965	0,952	0,928	0,904	0,875	0,830	0,796	0,767	0,757	0,809	1,009
HClO ₄	—	—	—	—	—	—	0,803	0,778	0,769	0,823	1,055
HF	0,544	—	0,300	0,224	—	—	0,106	0,077	0,031	—	—
HNO ₃	0,965	0,951	0,927	0,902	0,871	0,823	0,791	0,754	0,720	0,724	0,793
H ₂ SO ₄	0,830	0,757	0,639	0,544	0,453	0,340	0,265	0,209	0,156	0,132	0,128
KBr	0,965	0,952	0,927	0,903	0,872	0,822	0,772	0,722	0,657	0,617	0,593
KCl	0,965	0,952	0,927	0,902	0,869	0,816	0,770	0,718	0,649	0,604	0,573
KClO ₃	0,967	0,955	0,932	0,907	0,875	0,813	0,749	0,681	0,568	—	—
KClO ₄	0,965	0,951	0,924	0,895	0,857	—	—	—	—	—	—
KF	—	—	—	—	—	0,775	0,727	0,670	0,645	0,658	0,705
K ₂ Fe (CN) ₆	—	—	—	—	—	—	0,268	0,212	0,155	0,128	—
K ₂ Fe (CN) ₆	—	—	—	—	—	—	0,19	0,139	0,100	0,062	—
KI	0,952	—	0,928	0,903	0,872	0,820	0,778	0,733	0,676	0,645	0,637
KNO ₃	0,965	0,951	0,925	0,898	0,862	0,799	0,739	0,663	0,545	0,443	0,333
KOH	—	—	—	—	—	—	0,824	0,798	0,760	0,732	0,888
LaBr ₃	0,790	0,729	0,639	0,562	0,490	0,402	—	—	—	—	—

Электролит	Концентрация, моль/1000 г воды										
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
LiCl ₃	0,790	0,729	0,636	0,560	0,483	0,388	0,314	0,274	0,266	0,342	0,825
LiCl	0,963	0,948	0,921	0,895	0,865	0,819	0,790	0,757	0,739	0,774	1,156
LiClO ₄	—	—	—	—	—	—	0,812	0,794	0,808	0,887	1,158
MgCl ₂	—	—	—	—	—	—	0,529	0,489	0,481	0,570	1,053
Mg (ClO ₄) ₂	—	—	—	—	—	—	0,590	0,578	0,647	0,946	2,65
MgSO ₄	—	—	—	—	—	—	0,150	0,108	0,068	0,049	0,049
NH ₄ Cl	—	—	0,924	0,896	0,862	0,808	0,770	0,718	0,649	0,603	0,570
NH ₄ NO ₃	—	—	0,925	0,897	0,860	0,799	0,740	0,677	0,582	0,504	0,419
NaBr	0,97	0,96	0,94	0,91	0,89	0,85	0,782	0,741	0,697	0,687	0,731
NaCl	0,963	0,952	0,928	0,903	0,872	0,822	0,778	0,735	0,681	0,657	0,668
NaClO ₃	0,963	0,953	0,928	0,904	0,873	0,822	0,775	0,729	0,668	0,529	0,515
NaClO ₄	—	—	—	—	—	—	0,765	0,710	0,632	0,573	—
NaF	—	—	—	—	—	—	0,744	0,675	0,563	0,468	0,371
NaH ₂ PO ₄	—	—	—	—	—	—	0,787	0,751	0,723	0,736	0,820
NaI	—	—	—	—	—	—	0,762	0,703	0,617	0,546	0,478
NaNO ₂	0,966	0,953	0,927	0,905	0,873	0,821	0,766	0,727	0,690	0,678	0,709
NaOH	0,887	0,847	0,778	0,714	0,642	0,536	0,445	0,365	0,266	0,201	0,152
Na ₂ SO ₄	—	—	—	—	—	—	0,467	0,382	0,292	0,234	0,198
Na ₂ S ₂ O ₈	—	—	—	—	—	—	0,150	0,105	0,063	0,042	0,034
NaSO ₃	—	—	—	—	—	—	0,116	0,105	0,063	0,042	0,034
Pb (NO ₃) ₂	0,88	0,84	0,76	0,69	0,60	0,46	0,37	0,27	0,17	0,11	—
SrCl ₂	0,809	0,716	0,624	0,512	0,398	0,283	0,233	—	—	—	—
TiCl ₃	0,963	0,946	—	0,876	—	—	—	—	—	—	—
TiClO ₄	—	—	—	—	—	—	0,730	0,632	0,527	—	—
UO ₂ (ClO ₄) ₂	—	—	—	—	—	—	0,626	0,634	0,790	1,390	5,91
UO ₂ (NO ₃) ₂	—	—	—	—	—	—	0,551	0,520	0,542	0,689	1,237
ZnBr ₂	—	—	—	—	—	—	0,547	0,510	0,511	0,552	0,572
ZnCl ₂	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,56	0,515	0,462	0,394	0,339	0,287
ZnSO ₄	0,700	0,608	0,477	0,387	0,298	0,202	0,150	0,104	0,063	0,043	0,035
HCOONa	—	—	—	—	—	—	0,778	0,734	0,685	0,661	0,658
CH ₃ COONa	—	—	—	—	—	—	0,799	0,771	0,762	0,802	0,95
CH ₃ COOLi	—	—	—	—	—	—	0,784	0,742	0,700	0,689	0,729
CH ₃ COONa	—	—	—	—	—	—	0,791	0,757	0,735	0,757	0,851
CH ₃ COORb	—	—	—	—	—	—	0,796	0,767	0,755	0,792	0,933
CH ₃ COOTl	—	—	—	—	—	—	0,750	0,686	0,589	0,515	0,444
C ₂ H ₃ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,772	0,764	0,808	1,160
C ₂ H ₅ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,774	0,782	0,868	1,083
C ₂ H ₅ COONa	—	—	—	—	—	—	0,800	0,776	0,790	0,868	1,030
C ₂ H ₅ COONa	—	—	—	—	—	—	0,803	0,779	0,794	0,858	0,612