Унифицированная форма
№ СМК.11.ДП.ОР.237.002-16
от12.04.2016г.№ 26-п

ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»

Сборник методических указаний

для студентов

по выполнению лабораторных работ

по учебной дисциплине

«Физическая и коллоидная химия»

общепрофессионального цикла

программы подготовки специалистов среднего звена

18.02.09 Переработка нефти и газа

Новый Уренгой 2017

Методические указания для выполнения лабораторных работ разработаны в соответствии рабочей программой учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» на основе ФГОС СПО по специальности 18.02.09 «Переработка нефти и газа» и содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ адресованы студентам очной формы обучения.

РАЗРАБОТЧИК:

Елена Эдуардовна Прудникова, преподаватель высшей квалификационной категории

Данный сборник методических указаний
является собственностью
© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрен на заседании кафедры нефтегазовых специальностей и рекомендован к применению
Протокол № 7 от «10» 03 2017 г.

Заведующий кафедры НГС
_____Д.В. Сборщиков

Зарегистрированы в реестре банка программной, оценочной и учебно-методической документации
Регистрационный номер
245.МУ(ЛР).ПН.ОП.05.КНГС.001-17

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 4
1. Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторных работ……... 7
2. Первая помощь при несчастных случаях …… 9
2.1 Первая помощь при ушибах и ранениях глаз …….. 9
2.2 Помощь при отравлениях …….. 10
2.3 Первая помощь при ожогах …… 11
3. Порядок выполнения лабораторных работ……..... 12
4. Защита лабораторной работы……. 12
5. Требования к оформлению отчетов …… 13
6. Критерии оценки лабораторной работы ……..... 14
7. Выражение результатов физико-химических измерений в виде таблиц и графиков …… 16
8. Лабораторные работы…… 22
8.1 Определение коэффициента динамической вязкости вискозиметрическом методом. Определение плотности жидкости…….. 22
8.2 Определения теплоты растворение соли. Определение теплоты нейтрализации……. 27
8.3 Определение константы скорости реакции…….. 34
8.4 Измерение адсорбции уксусной кислоты на поверхности активированного угля…… 39
8.5 Определение молярной массы вещества криоскопическим методом……... 42
8.6 Изучение распределения третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкостями…… 48
8.7 Получение дисперсных систем. Определение порога коагуляции…. 51
8.8 Исследование процесса набухания полимеров……. 54
Список использованных источников……..... 60
Приложения …… 61
Приложение А……. 61
Приложение Б……. 62

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Методические указания по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к лабораторной работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Защита лабораторной работы Вы должны выполнить согласно требованиям (раздел 4).

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Выполнение лабораторных работ направлено на достижение следующих **целей**:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля. Освоенные на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными

знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Предусмотрено проведение 8 лабораторных работ для очной формы обучения.

Для преподавателей УД ФГОС:

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения лабораторных работ – в совокупности лабораторные работы по учебной дисциплине «Физическая и коллоидная химия» охватывают весь круг умений и знаний, перечисленных в рабочей программе УД «Физическая и коллоидная химия» и во ФГОС СПО по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа. Выполнение лабораторных работ направлено на формирование общих компетенций и профессиональных компетенций (таблицы 1 и 2):

Таблица 1 – Показатели оценки сформированности общих ОК

Название ОК	Результат, который Вы должны получить после изучения содержания дисциплины
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Таблица 2 – Показатели оценки сформированности профессиональных ПК

Название ПК	Результат, который Вы должны получить после изучения содержания дисциплины
ПК 1.1.	Контролировать эффективность работы оборудования.
ПК 1.2.	Обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования и коммуникаций при ведении технологического процесса.
ПК 1.3.	Подготавливать оборудование к проведению ремонтных работ различного характера.
ПК 2.1.	Контролировать и регулировать технологический режим с использованием средств автоматизации и результатов анализов.
ПК 2.2.	Контролировать качество сырья, получаемых продуктов.
ПК 2.3.	Контролировать расход сырья, продукции, реагентов, катализаторов, топливно-энергетических ресурсов.
ПК 3.1.	Анализировать причины отказа, повреждения технических устройств и принимать меры по их устранению.
ПК 3.2.	Анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению.
ПК 3.3.	Разрабатывать меры по предупреждению инцидентов на технологическом блоке.
ПК 4.1.	Организовывать работу коллектива и поддерживать профессиональные отношения со смежными подразделениями.
ПК 4.2.	Обеспечивать выполнение производственного задания по объему производства и качеству продукта.
ПК 4.3.	Обеспечивать соблюдение правил охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности.

Внимание! Если в процессе подготовки к лабораторным работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий. Время проведения дополнительных занятий можно узнать в открытом информационном пространстве Техникума.

Желаем Вам успехов!!!

1 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторных работ

1. Соблюдение требований настоящей инструкции обязательно для студентов, работающих в кабинете химии.
2. Допуск посторонних лиц в кабинет в момент проведения эксперимента разрешается только с разрешения преподавателя химии.
3. Во время работы в кабинете студенты обязаны быть в халатах и пользоваться средствами индивидуальной защиты (по указанию преподавателя), поддерживать порядок на рабочем месте.
4. Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо изучить по пособию порядок ее проведения. Следует соблюдать все указания преподавателя по безопасному обращению с реактивами и растворами, методам нагревания, наполнению сосудов и т.д.
5. Подготовленный к работе прибор необходимо показать преподавателю или лаборанту.
6. Запрещается проводить самостоятельно любые опыты, не предусмотренные данной работой.
7. Проводить опыт в чистой посуде.
8. Внимательно прочесть надпись на этикетке, прежде чем взять вещество.
9. Все опыты, сопровождающиеся выделением ядовитых летучих и неприятно пахнущих веществ (например, выпаривание, кипячение растворов кислот, а также растворов, содержащих галогены, аммиак, сероводород, и т.п.) проводить только в вытяжном шкафу.
10. Выполняя опыты с взрывчатыми, легковоспламеняющимися веществами или кислотами и щелочами, помимо соблюдения других мер предосторожности, работать стоя. Поджигать выделяющиеся газы и пары можно только после предварительной проверки их на чистоту, так как смесь горючего газа с воздухом взрывается.

11. Наливая или нагревая реактивы, не наклоняться над сосудом, так как возможно разбрызгивание и даже выброс жидкости. Нагревая пробирки, колбы, стаканы, не держать их отверстием к себе или в сторону находящихся рядом товарищей.
12. Нюхать выделяющиеся газы издали, помахивая рукой от сосуда к себе.
13. Реактивы не пробовать на вкус, так как большинство из них ядовиты.
14. При работе с газоотводной трубкой убирать горелку из-под пробирки с реакционной смесью можно лишь тогда, когда конец газоотводной трубки, опущенный в жидкость, удален из нее. Если убрать горелку преждевременно, то жидкость засосет в реакционную пробирку и может произойти ее разбрызгивание.
15. Держать дальше от огня легковоспламеняющиеся вещества: эфир, бензин, спирт, бензол и др. Если воспламенится бензин, спирт или эфир, надо немедленно накрыть пламя асбестом или засыпать песком.
16. Осторожно пользоваться газовыми горелками или спиртовками, при появлении запаха немедленно закрыть газовые краны и прекратить все работы с огнем. Прежде чем открыть кран газовой горелки, зажечь спичку или лучинку. Спиртовку нельзя зажигать, наклоняя ее к другой горящей спиртовке; гасить спиртовку, накрывая ее сверху колпачком.
17. Запрещается прием пищи и напитков в кабинете химии.
18. Запрещается загромождать проходы портфелями, сумками.
19. При получении травм (порезы, ожоги), а также при плохом самочувствии учащиеся должны немедленно сообщить об этом преподавателю или лаборанту.
20. Запрещается выносить из кабинета и вносить в него любые вещества без разрешения преподавателя.
21. Обо всех разливах жидкостей, а также рассыпанных твердых реактивах нужно сообщить преподавателю или лаборанту. Самостоятельно убирать любые вещества запрещается.

22. Запрещается выливать в канализацию растворы и органические жидкости, они должны сливаться в специальные сосуды на рабочих местах.
23. Обо всех неполадках в работе оборудования, водопровода, водопровода, электросети и т.д. необходимо ставить в известность преподавателю или лаборанта. Устранять неисправности учащимся самостоятельно запрещается.
24. Запрещается оставлять без присмотра нагревательные приборы.
25. Уборка рабочих мест по окончании работы производится в соответствии с указаниями преподавателя.
26. По окончании практических и лабораторных работ учащиеся обязаны вымыть руки с мылом.
27. При возникновении в кабинете во время занятий аварийных ситуаций (пожар, появление сильных посторонних запахов) не допускать паники и подчиняться только указаниям преподавателя.
28. В случае ожога, отравления, других травм оказать первую помощь.

2 Первая помощь при несчастных случаях

2. 1 Первая помощь при ушибах и ранениях глаз

В первую очередь необходимо остановить кровотечение (жгут, пережатие сосуда, давящая повязка). Если рана загрязнена, грязь удаляется только вокруг, но ни в коем случае не из глубинных слоев раны. Кожу вокруг раны обеззараживают йодной настойкой или раствором бриллиантовой зелени и обращаются в медпункт.

Если после наложения жгута кровотечение продолжается, на рану накладывают стерильный тампон, смоченный 3% – ным раствором пероксида водорода, затем стерильную салфетку и туго бинтуют. Если повязка намокает от проступившей крови, новую накладывают поверх старой.

Первая помощь при ушибах – покой. На область ушиба накладывают давящую повязку и холод (например, лед в полиэтиленовом мешочке). Ушибленному органу придают возвышенное положение.

При небольшом ранении стеклом убрать осколки раны, проденфицировать спиртом или йодом, забинтовать.

При ушибах головы пострадавшему обеспечивают полный покой и вызывают «скорую помощь».

Инородные тела, попавшие в глаз, разрешается удалить влажным тампоном. Затем промывают глаз водой из фонтанчика не менее 7 – 10 мин. для подачи воды можно также пользоваться чайником или лабораторной промывалкой.

При попадании в глаза едких жидкостей его промывают водой, как указано выше, затем раствором уксусной кислоты или гидрокарбоната натрия, в зависимости от характера попавшего вещества.

После заключительного ополаскивания глаза чистой водой под веки необходимо ввести 2 – 3 капли 30% – ного раствора альбуцида и направить пострадавшего в медпункт.

2.2 Помощь при отравлениях

Отравление кислотами: выпить 4 – 5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, после этого сделать два промывания желудка чистой теплой водой. Общий объем жидкости - не менее 6 л. При попадании внутрь концентрированных кислот и при потере сознания запрещается вызывать искусственную рвоту, применять карбонаты и гидрокарбонаты как противоядие (вместо оксида магния). В случае необходимости вызвать врача.

Отравление щелочами: выпить 4 – 5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же водного раствора уксусной кислоты с массовой долей вещества 2%. После этого сделать два промывания чистой теплой водой.

Отравление фенолом: выпить 4 – 5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же розового раствора перманганата калия и снова вызвать рвоту. Третье промывание сделать водным раствором этанола с массовой долей вещества 5% (объем не менее 1 л).

Отравление парами брома: дать нюхать с ватки нашатырный спирт (водный раствор аммиака с массовой долей вещества 10%), затем промыть слизистые оболочки носа и горла водным раствором гидрокарбоната натрия с массовой долей вещества 2%.

Отравление газами: чистый воздух и покой, в тяжелых случаях - кислород.

2.3 Первая помощь при ожогах

Ожоги: при любом ожоге запрещается пользоваться жирами для обработки обожженного участка. Запрещается также применять красящие вещества (растворы перманганата калия, бриллиантовой зелени, йодной настойки).

При термическом ожоге легкой степени охладить любым способом для уменьшения отека и снятия боли.

Ожог первой степени обрабатывают этиловым спиртом и накладывают сухую стерильную повязку.

При термическом ожоге тяжелой степени накрыть сухой стерильной тканью, для обезболивания применить сухой холод, дать обезболивающее и отправить в больницу.

Затем при ожоге кислотой обмыть 2% – ным раствором питьевой соды, при ожоге щелочью обмыть 1% – ным раствором уксусной кислоты, в обеих случаях наложить повязку, смоченную этиловым спиртом.

При ожогах негашеной известью запрещается пользоваться водой для удаления вещества: снимать известь с кожи следует пинцетом или тампоном, смоченным минеральным или растительным маслом. После удаления с кожи вещества пораженный участок обмывают 2% – ным раствором уксусной кислоты или гидрокарбоната натрия такой же концентрации, затем ополаскивают водой и накладывают повязку с риванолем или фурацилином.

Йод и жидкий бром удаляют с кожи этиловым спиртом и накладывают примочку из 5% – ного раствора гидрокарбоната натрия. В случае ожога бромом немедленно обратиться в медпункт.

Во всех случаях оказания первой медицинской помощи следует обратиться в медицинское учреждение

3 Порядок выполнения лабораторных работ

1. Внимательно прочитать и понять содержание теоретического введения к выполняемой лабораторной работе, в которой рассматриваются основные закономерности изучаемых физико-химических процессов, физический смысл размерности величин, используемых при решении практических задач.
2. Ознакомится с описанием прибора, перечнем посуды и реактивов и порядком составления отчета.
3. Выполнить опыт.
4. Привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному.
5. Составить отчет о работе.
6. Устно подготовить ответы на контрольные вопросы.

По результатам защиты лабораторных работ Вы допускаетесь к экзамену

4 Защита лабораторной работы

1. Представление преподавателю лабораторной тетради с полностью оформленной работой и проверка ее преподавателем.
2. Собеседование с преподавателем по теории и методике эксперимента, а также ответы на контрольные вопросы в конце каждой лабораторной работы.
3. Сдать работу преподавателю (т.е. защитить ее на оценку) можно на том же занятии, на котором она выполнялась. Если оформление работы требует дополни-

тельного времени, то защита выполненной лабораторной работы проводится на консультации.

4. При подготовке лабораторной работы к защите следует повторить соответствующие разделы по конспекту лекций и учебнику.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется зачет.

5 Требования к оформлению отчетов

1. Указывается название работы.
2. Указывается цель работы.
3. Записываются приборы и реактивы.
4. Кратко излагаются теоретические основы работы, записываются расчетные формулы, описываются методики расчетов.
5. Приводятся результаты измерений и расчетов в виде таблиц и графиков с указанием размерности полученных величин.
6. Приводятся выводы о проделанной работе.

6 Критерии оценки лабораторной работы

«Отлично»

1. Правильно выполнена работа в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов.
2. Все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью.
3. Научно грамотно, логично описаны наблюдения и сформированы выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, графики, уравнения реакций, вычисления и сделаны выводы.
4. Проявляются организационно – трудовые умения. Эксперимент осуществляется по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.

«Хорошо»

1. Опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений.
2. Было допущено два – три недоточета или более одной грубой ошибки и одного недочета.
3. Эксперимент проведен не полностью или в описании наблюдений из опыта или составлении уравнений реакций допущены неточности, выводы сделаны неполные.

«Удовлетворительно»

1. Работа выполняется правильно не менее, чем на половину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.
2. Работа по началу опыта проведена с помощью преподавателя; или в ходе проведения опыта и измерений, составлении уравнений реакций допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.

3. Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.

«Неудовлетворительно»

1. Выполнил работу не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов.
2. Опыты, измерения, вычисления, наблюдения, составление уравнений реакций производились неправильно.
3. В ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»
4. Допускает две и более грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.

7 Выражение результатов физико-химических измерений в виде таблиц и графиков

Очень часто результаты наблюдений приходится представлять в виде таблиц, изображать графически и полученные графические зависимости выражать в виде математических уравнений.

Составление таблиц

Как правило, результаты эксперимента при изучении какой-либо зависимости представляют в виде таблицы, где каждому значению одного параметра «*x*» (аргумента) соответствует определенное значение другого параметра «*y*» (функции).

Таблицы обязательно должны иметь нумерацию, названия и подписи, содержащие краткое и точное описание.

Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей справа, без абзацного отступа в одну строку. Перед названием таблицы пишется ее номер через тире. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами и сквозной нумерацией, если их несколько. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с заглавной буквы, а подзаголовки граф – со строчной. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе. Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Таблицу следует располагать непосредственно после текста.

В таблице аргумент и функция должны стоять в одной стороне, а каждое их значение – в своем столбце. Столбец должен иметь заголовок, указывающий название и единицу измерения приведенной в нем величины.

При составлении таблиц значения аргумента и соответствующих функций располагают в порядке возрастания или убывания. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы отсутствуют, то ставится прочерк, а не кавычки.

При заполнении таблицы значения должны быть расположены так, чтобы запятые, отделяющие десятичные знаки, были расположены в каждом столбце по одной вертикали. Каждое число в таблице должно содержать не больше и не меньше значащих цифр, чем позволяет точность опытных данных. Числа, полученные как среднее из нескольких опытных данных или расчетным путем, следует округлять так, чтобы последняя цифра в числе была первой сомнительной цифрой.

Пример оформления таблицы приведен ниже (рисунок 1).

Рисунок 1 – Оформление таблицы

Графическое представление экспериментальных данных

Графическое изображение результатов наблюдений и расчетных данных является очень удобным и наглядным способом представления опытных и расчетных данных, облегчает сравнение величин, позволяет легко обнаружить характер их изменения – наличие экстремальных точек или точек перегиба, периодичность, появление предельных значений и другие важные свойства. В таблицах эти особенности проявляются менее отчетливо.

С помощью графиков можно осуществлять такие математические приемы, как интерполяция и экстраполяция, а также производить дифференцирование и интегрирование, даже не зная математические формы представленной зависимости.

При построении графиков соблюдают следующие правила.

Если взять прямоугольную систему координат, то значение независимой переменной (аргумента) откладывают по оси абсцисс, функции – по оси ординат и получается система точек на плоскости (рисунок 2).

Рисунок 2 – Изображение экспериментальных данных на графике

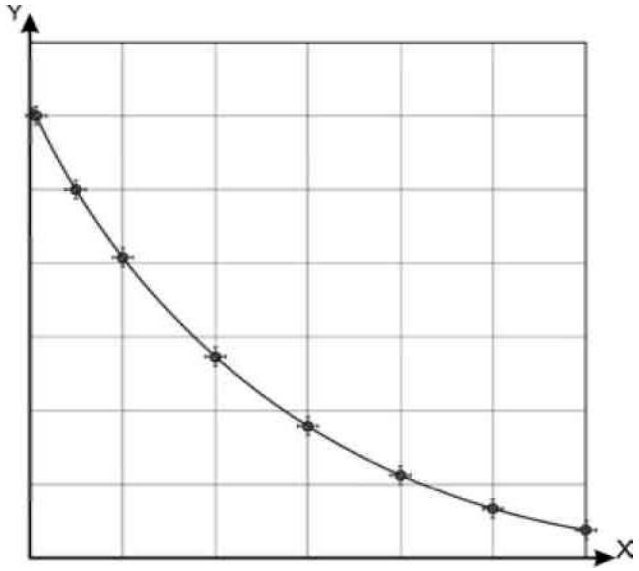


Рисунок 3 – Обозначение погрешностей на графике

Каждую из двух переменных считать независимой – обычно следует из эксперимента. Общего правила для выбора аргумента не существует.

Выбор масштаба

1. Масштаб по осям нужно выбирать всегда таким образом, чтобы график занимал примерно квадратное пространство, т. е. расстояние между крайними точками по оси ординат и по оси абсцисс было примерно одинаковым. Это – общее правило, в основе которого лежит удобство последующих операций с графиком. Отступления от этого правила возможны только в тех случаях, когда точность измерения величин существенно различается.

2. Масштаб и размер графика зависит от точности полученных данных и от того, какой дальнейшей обработке он должен подвергнуться. Чаще размер графика определяется допустимой погрешностью величин, которые получаются при графической обработке.

3. В этом случае, чем больше график, тем точнее можно провести графическую обработку. Рекомендуется размер графика выбирать таким образом, чтобы погрешность в определении координат точки соответствовала примерно размерам маленькой клеточки на миллиметровой бумаге. Иногда прямо на графике отмечают погрешности координат точки, проведя через неё вертикальную или горизонтальные линии так, что расстояние от точки до конца этих линий равнялось погрешности в соответствующей координате (рисунок 3).

При выборе шкалы по оси координат не обязательно начинать с нулевого значения, если это не вызвано специальными соображениями. В соответствии с этим положением, для каждой переменной начало координат может начинаться с наименьшего округленного значения из совокупности данных или несколько ниже и заканчиваться наибольшими округленными значениями или несколько выше. Например, зависимость поверхностного натяжения водных растворов ПаВ от их концентрации $\sigma = f(c)$.

4. Масштаб следует выбирать так, чтобы координаты любой точки графика можно было бы определить быстро и легко, т. е. чтобы с ним было удобно работать. Масштаб, при котором чтение графика затруднено, не может считаться приемлемым (рисунок 4 (а, б)).

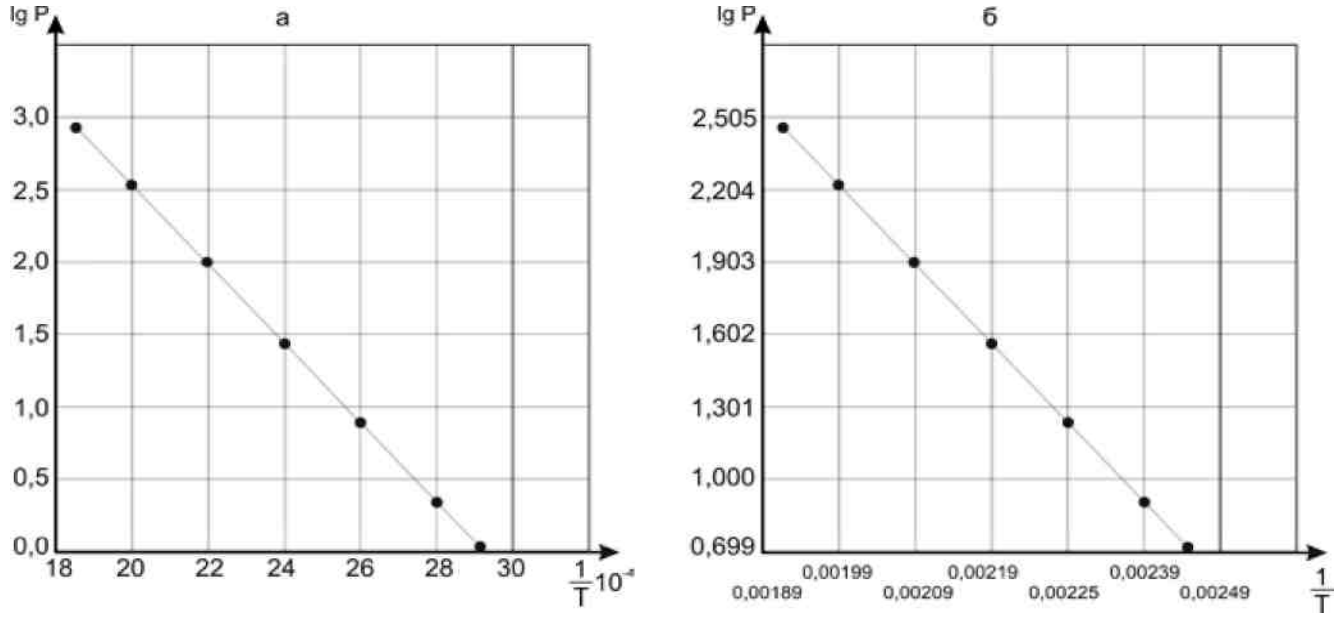


Рисунок 4 – Зависимость логарифма давления насыщенного пара дифенила от обратной температуры, построенная правильно (а) и неправильно (б) избранных масштабах

5. Масштаб должен быть выбран так, чтобы кривая насколько это возможно была наклонена к оси абсцисс под углом, близким к 45º. При необходимости подчеркнуть характерные особенности в изменении функции (наличие экстремальных точек, точек перегиба и т. п.) следует относительно увеличить масштаб функции и уменьшить масштаб аргумента (рисунок 5 (а, б)).

6. Если график предназначен для определения коэффициентов уравнения, выражающего зависимость $y = (x)$, или для экстраполяции полученной зависимости, следует выбирать такую функциональную зависимость, при которой уменьшается кривизна линий (обычно это логарифмическая, показательная с дробным показателем степени и др.)

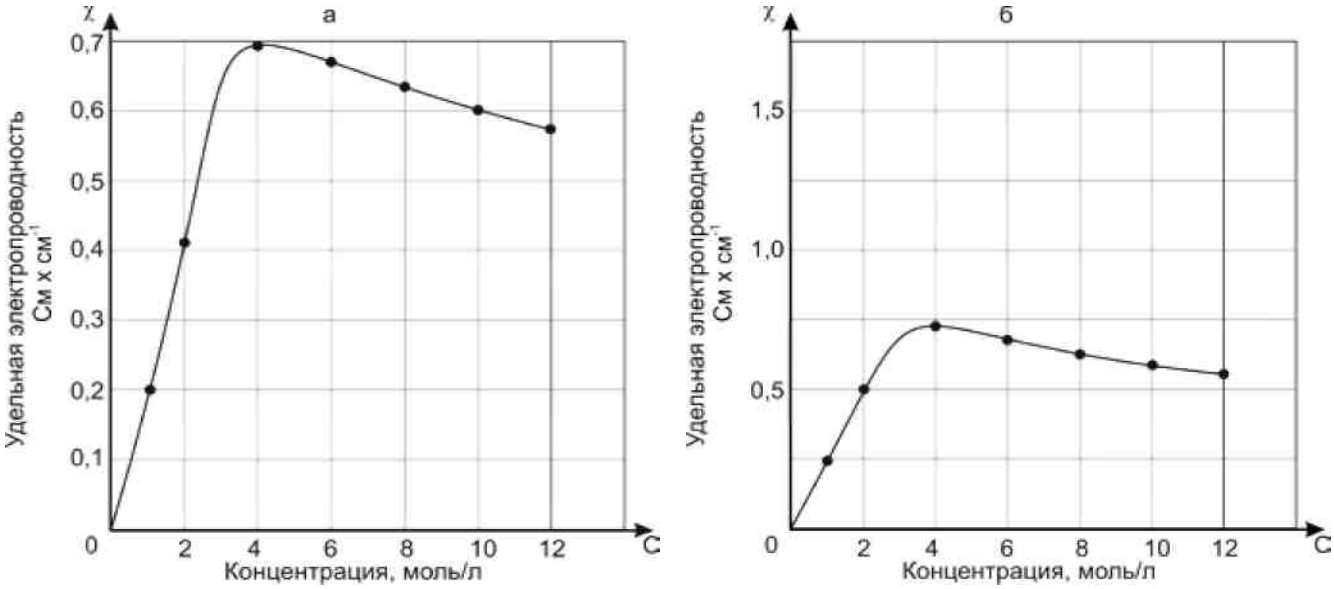


Рисунок 5 – Зависимость удельной электропроводимости соляной кислоты от концентрации, построенная правильно (а) и неправильно (б) выбранных координатах

7. Не все линии координат сетки должны быть подписаны; часто для чтения графика оказывается удобным подписывать линии через одну или несколько. Какая бы система надписи обозначений ни была бы принята, она должна быть соблюдена на всем графике. Целесообразно, чтобы числа, представленные на оси, содержали столько значащих цифр, сколько допускает точность данных, или столько, сколько можно прочесть на кривой. Для удобства пользования графиком необходимо представлять не только величины цифр аргумента и функции, но единицы их измерения.

Раздел «Физическая химия»

Тема «Молекулярно-кинетическая теория агрегатных состояний вещества»

Лабораторная работа № 1
«Определение коэффициента динамической вязкости вискозиметрическим методом. Определение плотности жидкости»

Цель: 1) определить коэффициент динамической вязкости вискозиметрическим методом; 2) определить плотность жидкости.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций;

знать: применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Вязкость жидкости – следствие внутреннего трения между отдельными слоями жидкости, движущимися с разными скоростями. При ламинарном движении жидкости все слои движутся параллельно, по направлению от одного слоя к другому. Если скорости двух слоёв, находящихся один от другого χ м, равны υ_1 и υ_2, то при переходе от слоя к слою на расстоянии 1м скорость меняется на величину $\upsilon_1 - \upsilon_2/\chi$.

Сила трения F пропорциональна этой величине и величине поверхности соприкосновения слоёв S:

$$F = \eta \frac{(\upsilon_1 - \upsilon_2)}{\chi} \cdot S \qquad (1)$$

Коэффициент пропорциональности η, называемый коэффициентом внутреннего трения или коэффициентом вязкости, зависит от природы жидкости и температуры.

Значение коэффициента вязкости вычисляют из уравнения 1:

$$\eta = \frac{F_\chi}{(\upsilon_2 - \upsilon_2)} S = \text{Н} \cdot \frac{\text{с}}{\text{м}^2} = \frac{\text{кг}}{\text{м}} \cdot \text{с} = \text{Па} \cdot \text{с},$$

где сила F выражается в ньютонах на квадратный метр; χ – в метрах; $(\upsilon_2 - \upsilon_1)$ – в метрах в секунду, а S – в квадратных метрах.

$$\text{Если S} = 1 \text{ и } \frac{\upsilon_2 - \upsilon_2}{\chi} = 1, \text{тогда } \eta = F.$$

Отношение абсолютной вязкости вещества к вязкости воды называется относительной вязкостью. Величина внутреннего трения для разных жидкостей различна: так, она мала для эфира, спирта и велика для таких жидкостей, как глицерин, касторовое масло и др.

Вязкость характеризуется коэффициентом внутреннего трения (коэффициентом вязкости).

Коэффициент динамической вязкости можно определить по времени протекания одинаковых объёмов испытуемой и стандартной жидкости через один и тот же капилляр, его вычисляют по формуле 2. В качестве стандартной жидкости для водных растворов принимают воду.

$$\frac{\eta}{\eta H_2O} = \frac{\rho \cdot t}{\rho H_2O \cdot tH_2O}, \text{откуда } \eta = \eta H_2O \frac{\rho \cdot t}{\rho H_2O \cdot tH_2O} \qquad (2)$$

Определив время истечения некоторого объёма воды (по секундомеру) и такого же объёма исследуемой жидкости и зная её плотность (плотность воды можно принять за единицу), определяют по формуле коэффициент динамической вязкости исследуемой жидкости.

Приборы, служащие для измерения вязкости, называются вискозиметрами.

Порядок выполнения работы:

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 7

Приборы и реактивы: вискозиметр, резиновая груша секундомер, мерный цилиндр, объёмная пипетка на 25 и 50 мл, мерная колба на 100 мл, технические весы, химический стакан на 100 и 200 мл, вода дистиллированная, глицерин, H_2SO_4, КОН.

Опыт №1 Определение коэффициента динамической вязкости вискозиметрическим методом

Определение вязкости производится по отношению к воде в капиллярном вискозиметре (рисунок 6), представляющем собой у-образную трубку с шариками (1, 2, 3), двумя метками (4, 5) и капилляром (6).

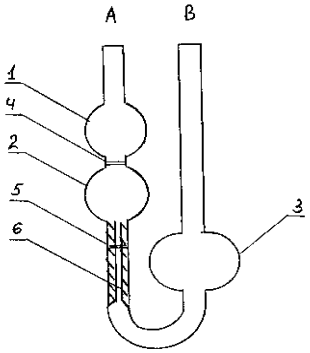


Рисунок 6 – Капиллярный вискозиметр

Зависимость вязкости растворов глицерина от концентрации

Через трубку *B* залить в вискозиметр дистиллированную воду до середины шарика *3*. Затем через резиновую трубку (предварительно продезинфицировав ее) затянуть воду в трубку *A* так, чтобы уровень воды оказался выше верхней метки (примерно до середины шарика *1*). Когда вода будет возвращаться в исходное положение и достигнет верхней метки *(4)*, включить секундомер, когда достигнет нижней метки *(5)* – выключить. Время истечения m_0 записать. Опыт повторить и вывести среднее значение.

Аналогичным способом определить время истечения через капилляр имеющихся растворов глицерина, начиная с меньших концентраций.

Вычислить вязкость по уравнению:

$$\Pi = \frac{m}{\rho}, \qquad (3)$$

где П – вязкость, сП(сантипуаз), m – время, сек, ρ – плотность, г/см^3.

Данные занести в таблицу № 3

Таблица № 3 – Результаты измерений

Концентрация глицерина, %	m_0, сек	m среднее, сек	$П$, сП
10%			
20%			
30%			

Вспомогательные данные

Таблица № 4 – Температура, вязкость и плотность воды

t, ^{0}C	ρ_0, г/см^3	$П_0$, сП
20	0,998	1,002

Таблица № 5 – Плотность растворов глицерина

C, %	10	20	30	40	50
ρ, г/см^3	1,021	1,045	1,071	1,097	1,124

Опыт №2 Определение плотности жидкости

Для определения плотности нужно точно знать массу жидкости и занимаемый ею объём:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (4)$$

Химический стакан на 100 мл взвешиваем на технических весах с точностью до четвертого знака после запятой ($m_{ст.}$). 150 мл исследуемой жидкости

наливают в химический стакан на 200 мл. Объёмной пипеткой 25 мл отбирают исследуемую жидкость в химический стакан на 100 мл.

Взвешивают стакан с жидкостью ($m_{с.ж.}$) на технических весах и определяют массу жидкости, значение которой заносят в таблицу 6.

$$m_{ж.} = m_{с.ж.} - m_{ст.} \quad (5)$$

Аналогичным способом измеряют массу 50 мл жидкости. Данные заносят в таблицу № 6. Плотность вычисляют по формуле 4. Рассчитать среднее значение для массы и плотности каждой из исследуемой жидкости.

При работе с кислотой и щелочью после каждого измерения следует промывать пипетки и колбу дистиллированной водой.

Таблица № 6 – Результаты измерений и расчетов при определении плотности жидкости

V, мл	Образец	Масса $m_ж$, г	Плотность ρ, г/мл
25	1 (H_2O) 2 (KOH) 3 (H_2SO_4)		
50	1 (H_2O) 2 (KOH) 3 (H_2SO_4)		

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение вязкости жидкости, от каких факторов она зависит?
2. Какие виды вязкости вы знаете?
3. Чем характеризуется вязкость? Дать определение.
4. Чем обусловлена вязкость в газах и жидкостях?
5. Охарактеризуйте свойство тела противоположное вязкости?
6. Дайте определения плотности, в чем она измеряется?

Тема «Первый закон термодинамики»

Лабораторная работа № 2
«Определения теплоты растворения соли. Определение теплоты нейтрализации»

Цель: 1) определить теплоту растворения соли; 2) определить теплоту нейтрализации.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций; строить диаграммы;

знать: основы химической термодинамики; применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

В зависимости от природы растворяемого вещества и растворителя процесс растворения может сопровождаться как выделением, так и поглощением теплоты.

Растворение твёрдого вещества сопровождается разрушением его кристаллической решётки, что связано с затратой энергии (теплота плавления). Кроме того, растворяемое вещество может вступать в химическое взаимодействие с растворителем, образуя сольваты с выделением теплоты. Следовательно, в простейшем случаи теплота растворения представляет собой алгебраическую сумму теплоты плавления растворяемого вещества и теплоты химического взаимодействия его с растворителем.

Когда теплота химического взаимодействия больше теплоты плавления, наблюдается разогревание вещества. У веществ, склонных к сольвации, образованию кристаллогидратов и т.п., растворение обычно сопровождается выделением теплоты (например, безводная $CuSO_4$, H_2SO_4, KOH). У солей с прочной ионной решёткой, не имеющих склонности к сольвации, растворение сопро-

вождается поглощением теплоты, часто настолько большим, что этим пользуются при изготовлении охладительных смесей (например, снег и хлорид натрия либо нитрат натрия, нитрат аммония, хлорид кальция и т.п.).

Теплота растворения зависит от относительных количеств растворителя и растворяемого вещества. Если ее относить к постоянному количеству растворяемого вещества, то обычно она бывает большей для растворов с меньшей концентрацией. При малых концентрациях теплота растворения слабо зависит от концентрации и для данного вещества практически является постоянной величиной.

Измерение тепловых эффектов производят в приборах, называемых калориметрами. Для определения теплоты растворения соли можно воспользоваться простейшим изометрическим калориметром, устройство которого показано на рисунке 7.

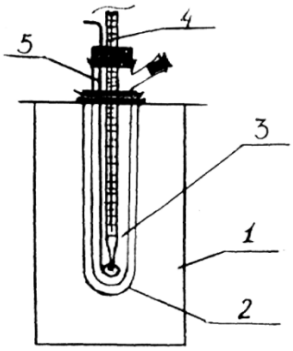


Рисунок 7 – Калориметр

1 – химический стакан; 2 – большая пробирка; 3 – пробирка с отростком; 4 – термометр; 5 – мешалка.

В изотермическом калориметре необходимо возможно полнее устранить теплообмен с окружающей средой. Тепловой изоляцией в данном калориметре является слой воздуха между стаканами.

Для уменьшения теплообмена следует добиваться уменьшения разности температуры внутри и снаружи калориметра. При измерении теплового эффекта необходимо определить изменение температуры при реакции в калориметре

и теплоёмкость калориметрической системы $C_к$, так как изменение энтальпии ΔH равно:

$$\Delta H = C_k \cdot \Delta t \qquad (6)$$

Теплоёмкость колориметрической системы $C_к$ приближённо можно определить путём расчёта или, более точно, путём проведения химических реакций, для которой известен тепловой эффект.

Теплоёмкость калориметрической системы $C_к$ слагается из теплоёмкости измеряемой жидкости и теплоёмкости частей калориметра, подвергающихся нагреву, - стакан, мешалка, погруженная часть термометра, - которые и определяют константу калориметра. Константа калориметра показывает количество теплоты, необходимое для нагревания калориметра на 1°С.

Теплоёмкость калориметрической системы можно определить, просуммировав произведение веса отдельных частей прибора на соответствующие удельные теплоёмкости стекла и металлов:

$$C_к = C_{р\text{-}ра} \cdot m_{жидк.} + C_{стекла} \cdot m_{стакана} \qquad (7)$$

В этом случае взвешивают все части калориметра, которые подвергаются нагреву (внутренний стакан, мешалка, пробирка).

$C_к$ рассчитываем по формуле (7).

В калориметр наливают 90 мл воды комнатной температуры, закрывают его крышкой со вставленными мешалкой, пробиркой и термометром и проводят калориметрический опыт. В опыте необходимо измерить только изменение температуры за счёт проводимого процесса, поэтому опыт делиться на три периода (для введения поправки на теплообмен):

а) предварительный период – около 5 минут;

б) главный период (время протекания реакции);

в) заключительный период – около 5 минут.

В предварительном периоде измерения температуры производят через каждые 30 секунд, а главный период начинают тогда, когда изменение темпера-

туры в предварительном периоде за каждые 30 секунд станет одинаковым. После этого, продолжая отсчёт времени в калориметр вводят навеску соли и отмечают температуру каждые 30 секунд до конца процесса растворения. Главный период считается законченным, когда после быстрого изменения температуры она вновь станет медленнее.

В заключительном периоде температура изменяется только за счёт теплообмена с окружающей средой (как в предварительном периоде). В течение всего опыта раствор надо интенсивно перемешивать.

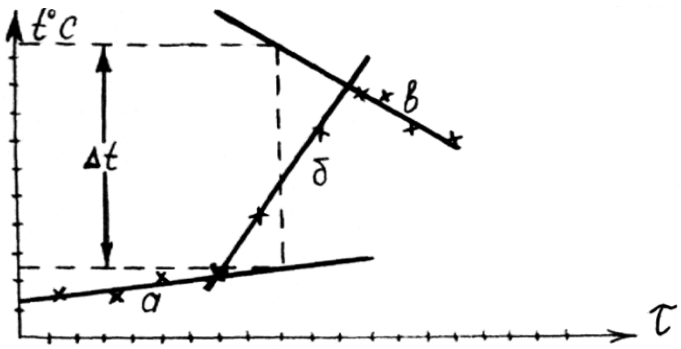


Рисунок 8 – Изображение данных на графике

а – начальный период; б – главный период; в – заключительный период.

Полученные данные наносят на график: по оси ординат откладывают температуру (градусы с точностью до 0,1°С), по оси абсцисс – время в минутах.

Путём расчёта по графику находят величину Δt по формуле рассчитывают тепловой эффект, кДж.

$$\Delta H = \frac{C_k M \Delta t}{g} \tag{8}$$

где M – молекулярная масса соли,

g – навеска соли, кг.

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 5, 7, 8

Приборы и реактивы: технические весы, химический стакан, мерный цилиндр, изотермический калориметр, термометр от 0 до 50^0С (цена деления $0,1^0$С), секундомер, KCl (NaCl), дистиллированная вода, 1Н KOH, 1Н раствор H_2SO_4.

Опыт № 1 Определение теплоты растворения соли

На технических весах взвешиваем навеску соли NaCl или KCl массой 5 г. С помощью мерного цилиндра отмеряем 90 мл дистиллированной воды и переносим её в пробирку с отростком 3 (рисунок 7). После погружения термометра с мешалкой в воду начинаем измерение температуры в предварительном периоде. По окончании предварительного периода осторожно вынимаем пробку вместе с термометром и мешалкой, и засыпаем навеску соли NaCl или KCl в воду. Быстро ставим пробку с термометром на место и измеряем изменение температуры в главном и заключительном периодах, при этом постоянно перемешиваем раствор с помощью мешалки. Результаты измерений заносят в таблицу 7. По результатам измерений строят график, с помощью которого находят Δt (рисунок 8).

По формуле 7 определяют теплоёмкость калориметра ($C_к$). По формуле 8 определяют теплоту растворения соли ΔH .

Таблица № 7 – Результаты измерения температуры (интервал 0,5 мин.)

Периоды	№ измерения					
	1	2	3	4	5	6
Предварительный, ^{0}С						
Главный, ^{0}С						
Заключительный, ^{0}С						

$m_{жидк.}$= $C_{раст.}$= 4,19 Дж/г·к

$m_{стакана}$= 96,54 г $C_{стекла}$=0,8 Дж/г·к

Краткое теоретическое обоснование

Теплотой нейтрализации называют изменение энтальпии при нейтрализации 1 г – экв кислоты и 1 г – экв основания.

В тепловой эффект, наблюдаемый при слиянии растворов кислоты и основания, кроме теплоты нейтрализации, входит теплота разбавления раствора кислоты основанием и раствора основания кислотой:

$$\Delta H_{\text{нейтр.набл.}} = \Delta H_{\text{набл.}} - \Delta H_{\text{разб.кислоты}} - \Delta H_{\text{разб.основ.}} \qquad (9)$$

Если исходная концентрация раствора кислоты во много раз больше концентрации раствора основания, то $\Delta H_{разб.кислоты}$ будет близка к нулю (основание практически не разбавляется малым объёмом кислоты), и принять что:

$$\Delta H_{\text{нейтр.набл}} = \Delta H_{\text{набл.}} - \Delta H_{\text{разб.кислоты}} \qquad (10)$$

Для определения теплоты нейтрализации используют изотермический калориметр (рисунок 7). Так как в величину теплового эффекта входит величина теплоты разбавления кислоты, предварительно проводят опыт по определению величины $\Delta H_{\text{разб.кислоты}}$. Собирают калориметр и определяют разбавление кислоты согласно описанию.

ВеличинуΔt_1 определяют по графику (см. рисунок 8).

Теплоту разбавления кислоты рассчитывают по формуле:

$$\Delta H_{\text{разб.кислоты}} = C_k \cdot \Delta t_1 \qquad (11)$$

Значение константы получают путём расчёта. Для определения $\Delta H_{набл.}$ в калориметр вливают 90 мл 0,3 н раствора едкого калия. Стеклянную пробирку заполняют 3 мл кислоты и проводят калориметрический опыт, записывая температурные изменения. Графически определяют Δt_2 и рассчитывают величину $\Delta H_{набл.}$ по уравнению:

$$\Delta H_{\text{набл.}} = C_k \cdot \Delta t_2 \qquad (12)$$

Подставляя полученные значения $\Delta H_{набл.}$ и $\Delta H_{разб.кислоты}$ в уравнение 10, находят наблюдаемую теплоту нейтрализации основания кислотой.

Порядок выполнения работы

Опыт №2 Определение теплоты нейтрализации

Для определения Δt_1, в пробирку с отростком наливают 90 мл дистиллированной воды и 30 мл 1н раствор гидроксид калия, далее замеряют температуру (предварительный период), по окончании предварительного периода в воду добавляют 30 мл 1н раствора H_2SO_4 и замеряют изменения температуры главного и заключительного периода. Все данные заносят в таблицу № 8.

По окончании опыта определяют Δt_1 по графику (рисунок 8) и рассчитывают $\Delta H_{разб.кислоты}$ по формуле 11.

$\Delta H_{набл.}$ определяют по выше описанной методике, данные калориметрических наблюдений, при нейтрализации кислотой основания заносят в таблицу № 6 и высчитываю Δt_1 по графику (рисунок 8).

Таблица № 8 – Результаты измерения температуры (интервал 0,5 мин.)

Периоды	№ измерения					
	1	2	3	4	5	6
Предварительный, ^{0}С						
Главный, ^{0}С						
Заключительный, ^{0}С						

$m_{жидк.}$= $C_{раст.}$= 4,19 Дж/г·к

$m_{стакана}$= 96,54 г $C_{стекла}$=0,8 Дж/г·к

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается физический смысл основного закона термохимии?
2. В каких случаях применяют основной закон термохимии для расчетов тепловых эффектов?
3. Какие процессы протекают при растворении соли?
4. Что называется теплотой растворения вещества, теплотой нейтрализации?

Тема «Химическая кинетика»

Лабораторная работа № 3
«Определение константы скорости реакции»

Цель: определить константу скорости химической реакции.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: определять и рассчитывать скорость химических реакций; строить диаграммы;

знать: основы химической кинетики; применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Средней скоростью реакции называют отношение уменьшения концентрации исходного вещества или увеличение концентрации продуктов реакции ко времени, в течение которого это увеличение или уменьшение произошло.

Истиной скоростью реакции называется изменение концентрации исходного вещества за бесконечно малый промежуток времени. Концентрация реагирующих веществ уменьшается, следовательно, скорость химической реакции все время убывает.

Реакция окисления иодоводородной кислоты в присутствии оксид марганца (IV) относится к гомогенным каталитическим реакциям. Катализаторы не влияют на величину константы химического равновесия, а изменяют лишь скорость реакции, так как снижают энергию активации реакции.

Для ускорения реакции окисления иодоводородной кислоты пероксидом водорода $2HI + H_2O_2 = I_2 + 2\ H_2O$ достаточно ввести 5 – 7 капель раствора оксид марганца (IV) с молярной концентрацией эквивалента 1 моль/л.

В качестве исходного реактива используют смесь растворов иодида натрия (калия) и серной кислоты, к которой при заданной температуре добав-

ляют определенные объемы растворов пероксида водорода и тиосульфата натрия, а затем раствор крахмала в качестве индикатора. При этом протекают следующие процессы:

$$2\,NaI + H_2SO_4 = 2\,HI + Na_2SO_4 \qquad (1)$$

$$2HI + H_2O_2 = I_2 + 2\,H_2O \qquad (2)$$

$$I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 = 2\,NaI + Na_2S_4O_6 \qquad (3)$$

Расход H_2O_2 определяют по эквивалентному количеству выделившегося йода, который титруют раствором тиосульфата натрия. Реакции (1) и (3) протекают практически мгновенно, поэтому скорость суммарного процесса определяется скоростью более медленной реакции (2).

В процессе титрования иода тиосульфатом натрия вновь образуется NaI, поэтому концентрации NaI и HI можно считать практически постоянными. Следовательно, скорость реакции (3) будет зависеть только от концентрации H_2O_2.

Процесс окисления йодоводородной кислоты пероксидом водорода идет по кинетическому уравнению реакции первого порядка и константа скорости может быть рассчитана по уравнению:

$$k = \frac{2{,}303}{t} lg \frac{a}{a - x} \qquad (13)$$

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 7

Приборы и реактивы: секундомер; колбы вместимостью 200 мл и 50 мл; бюретка на 25 мл; водяной термостат объемом 1 л; термометр; растворы: NaI (KI) с массовой долей 0,4 %; H_2SO_4 с молярной концентрацией эквивалента 1 моль/л; H_2O_2 и $Na_2S_2O_3$ с молярной концентрацией 0,025 моль/л; крахмала с массовой долей 0,5%, MnO_2 (оксид марганца (IV)) – катализатор.

В колбу вместимостью 200 мл налейте 100 мл раствора иодида натрия с массовой долей 0,4 % и 5 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 1 моль/л. Во вторую колбу вместимостью 50 мл поместите 15 мл раствора H_2O_2 с молярной концентрацией 0,025 моль/л. Обе колбы поместите в водяной термостат, настроенный на заданную температуру.

Бюретку вместимостью 25 мл заполните раствором $Na_2S_2O_3$ с молярной концентрацией 0,025 моль/л. Через 10 минут, после того как растворы примут заданную температуру, к раствору иодида натрия прилейте раствор пероксида водорода и добавьте из бюретки 1 мл раствора тиосульфата натрия и 5 капель раствора крахмала. Содержимое колбы тщательно перемешайте, включите секундомер и отметьте время появления синего окрашивания (t_0). Быстро добавьте еще 1 мл раствора $Na_2S_2O_3$, раствор перемешайте и снова отметьте момент появления синего окрашивания (t_1). Не выключая секундомера, операцию добавления раствора $Na_2S_2O_3$ по 1 мл повторите 6 раз.

Добавьте в реакционную смесь 5 капель раствора оксида марганца (IV) для быстрого доведения реакции до конца. Выделившийся йод оттитруйте тиосульфатом из той же бюретки до обесцвечивания раствора. Общий объем израсходованного $Na_2S_2O_3$ эквивалентен взятому объему раствору H_2O_2. Аналогично проводят опыт при другой температуре.

Обработка результатов эксперимента

Результаты измерений заносят в таблицу № 9

Таблица № 9 – Экспериментальные и расчетные данные

№ измерения	*Время от начала опыта*	*Объем добавленного раствора $Na_2S_2O_3$ X, мл*	$\frac{V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)}{V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)-X}$	k
№1				
№2				
№3				
№4				
№5				
№6				

Константу скорости реакции вычисляют по формуле:

$$k = \frac{2{,}303}{t} lg \frac{V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)}{V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)-X}, \qquad (14)$$

где $V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)$ - объем раствора H_2O_2 в момент времени t_0, мл;
X – объем прореагировавшего раствора H_2O_2 (для времени t_1 X= $V(Na_2S_2O_3)$);
для t_2 X=2 $V(Na_2S_2O_3)$ и т.д.

Для каждого момента времени вычислите константу скорости реакции. Расхождение в значениях констант не должно превышать ± 10 %. Рассчитайте среднее значение константы ($k_{сред.}$) и энергию активации реакции ($E_{ак.}$). Порядок реакции и среднее значение константы скорости реакции может быть найдено графически. Изобразите графически зависимость lg (b_∞ - b_t) от времени, откладывая эту величину по оси ординат, а время по оси абсцисс.
Результаты лабораторной работы занести в таблицу № 10

Таблица № 10 – Результаты лабораторной работы

Время, мин	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
$V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)-X$					
$lg[V(H_2O_2)-V(Na_2S_2O_3)-X]$					

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется константой скорости и от каких факторов она зависит?
2. Напишите уравнения для вычисления константы скорости первого и второго порядка?
3. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
4. Почему с повышением температуры, как правило, скорость химической реакции увеличивается?
5. Что называется энергией активации химической реакции?
6. Зависит ли от промежутка времени константа скорости реакции?

Тема «Адсорбция. Катализ»

Лабораторная работа № 4
«Измерение адсорбции уксусной кислоты на поверхности активированного угля»

Цель: наблюдать адсорбцию на границе жидкой и твердой фаз. Построить изотерму адсорбции.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций; строить диаграммы;

знать: применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Явления поглощения одним веществом других веществ называется **сорбцией.** Сорбция, происходящая только на поверхности тела, называется **адсорбцией** в отличии от поглощения в толще поглотителя, называемого **абсорбцией.**

Сорбция связана и с конденсацией газа в капиллярах пористых поглотителей – в этом случае говорят о **капиллярной конденсации.**

К **адсорбентам** (поглотителям) можно отнести уголь, силикагель, глину, коалин, целлюлозу, фильтровальную бумагу, натуральный шелк, шерсть и другие материалы.

Вещества в очень раздробленном состоянии (коллоидное состояние) обладают значительной адсорбционной способностью вследствие большой поверхности. Адсорбция зависит от природы как адсорбента (поглотителя), так и адсорбируемого вещества вследствие ее избирательности, т.е. из смеси различных веществ адсорбируется преимущественно наиболее поверхностно – активное вещество.

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 7

Приборы и реактивы: колбы на 250 мл, воронка для титрования, бюретка на 25 мл, фильтровальная бумага, растворы 1М CH_3COOH, 0,1М NaOH, фенолфталеин (индикатор), активированный уголь

Разбавлением уксусной кислоты готовят четыре раствора различной концентрации. Для этого в 4 колбы наливают по 100 мл H_2O, затем в первую колбу добавляют 1 мл уксусной кислоты, во вторую – 2 мл, в третью – 4 мл, в четвертую – 6 мл.

Сначала определяют точную концентрацию уксусной кислоты в каждой колбе титрованием 0,1 М раствором NaOH (индикатор – фенолфталеин) без угля.

Затем в каждую колбу вносят по 0,25 г активированного угля и тщательно взбалтывают все колбы в течение 10 мин. Отфильтровывают отдельно содержимое каждой колбы через бумажные фильтры. Отобрав из фильтратов пробы пипеткой в таких же количествах, какие были взяты для первоначального титрования, определяют титрованием концентрацию уксусной кислоты. Разность между результатами первого титрования и второго (после пересчета на 100 мл) дает количество уксусной кислоты x, поглощенной 0,25 г угля из 100 мл раствора.

Титрованием раствора уксусной кислоты до добавления угля определяют ее первоначальную концентрацию C, а титрованием фильтрата – ее концентрацию C_1 после адсорбции:

$$x = C - C_1.$$

Результаты наносят на график, причем на оси абсцисс наносят значение C, а на оси ординат значение x/m, где m – масса поглотителя. Полученная кривая есть изотерма адсорбции. Для графического определения значения *a* и *n*,

как было указано выше, откладывают на оси абсцисс, значения lg C_1 - на оси ординат lg x/m.

Найденные точки должны лежать на прямой линии.

Измеряют величину тангенса угла наклона прямой к оси абсцисс, что дает величину n . Расстояние точки пересечения прямой с осью ординат от начала координат соответствует значению величины lg a.

Результаты записывают в таблицу №11.

Таблица № 11 – Результаты измерений адсорбции уксусной кислоты на поверхности активированного угля.

№ колбы	C	C_1	$C - C_1 = x$	$\frac{x}{m}$	ℓg C_1	ℓg $\frac{x}{m}$
1						
2						
3						
4						

1. Начертить по полученным данным график изотермы адсорбции.
2. Начертить логарифмический график и по нему определить значение n и lg a.

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие явления называются сорбцией?
2. Какая разница между адсорбцией и абсорбцией?
3. Что такое адсорбенты, адсорбаты? Привести примеры.
4. От каких факторов зависит адсорбция?
5. Где находят практическое применение адсорбция и капиллярная конденсация?

Тема «Растворы»

Лабораторная работа № 5

«Определение молярной массы вещества криоскопическим методом»

Цель: изучить криоскопический метод определения некоторых параметров растворов неэлектролитов и электролитов (молекулярной массы растворенного вещества, криоскопической константы растворителя, изотонического коэффициента, степени диссоциации).

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций;

знать: применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Точка замерзания жидкости характеризуется равновесным сосуществованием жидкой, газовой и кристаллической фаз, при этом давление насыщенного пара над жидкой и кристаллической фазами должно быть одинаковыми. При внесении в жидкость какого-либо вещества условия для испарения ухудшаются (сокращается площадь испарения занятая неиспаряющимися частицами растворенного вещества, уменьшается мольная доля растворителя в растворе), давление пара над раствором понижается пропорционально концентрации растворенного вещества (закон Рауля).

Отсюда понижение температуры замерзания раствора неэлектролита будет прямо пропорционально концентрации растворенного вещества

$$\Delta t^{\circ}{}_{\text{ЗАМ}} = K \cdot m \qquad (15)$$

где: К – криоскопическая константа растворителя;

m – моляльность раствора (количество молей растворенного вещества на 1000г растворителя).

Криоскопическая константа или константа замерзания растворителя представляет собой понижение температуры замерзания раствора, содержащего 1 моль вещества на 1000 г растворителя. Для воды К= 1,86°, т.е. все одномоляльные растворы неэлектролитов в воде замерзают при температуре – 1,86°С.

Моляльность растворов определяется по формуле:

$$M = \frac{w_2 \cdot 1000}{w_1 \cdot M}, \text{моль/1000 г растворителя} \qquad (16)$$

где: w_1 – масса растворителя, г;

w_2 – масса растворенного вещества, г;

М – молекулярная масса растворенного вещества, тогда, объединив формулы (15) и (16), можно рассчитать величину молекулярной массы растворенного неэлектролита:

$$M = K\frac{w_2 \cdot 1000}{w_1 \cdot \Delta t^0_{\text{зам}}} \qquad (17)$$

В растворах электролитов $\Delta t°_{\text{ЗАМ}}$ будет больше, чем для растворов неэлектролитов той же моляльной концентрации вследствие диссоциации и увеличения числа частиц растворе. Количественно это отклонение характеризуется изотоническим коэффициентом Вант-Гоффа i, который показывает, на сколько ионов диссоциирует данный электролит. В идеальных растворах сильных электролитов i→ v, где v - число ионов образующихся при распаде одной молекулы. Экспериментально i определяется по формуле:

$$i = \frac{\Delta t^0_{\text{зам}}}{K \cdot m} \qquad (18)$$

где: *K* – криоскопическая константа растворителя; *m* – моляльность раствора.

Зная величину i, можно рассчитать степень диссоциации электролита:

$$\alpha = \frac{i - I}{v - I} \tag{19}$$

Нетрудно заметить, что для идеальных растворов сильных электролитов при $i \to v, \alpha \to I$. В реальных растворах всегда $i < v$ и $\alpha < I$ за счет электростатического взаимодействия ионов друг с другом и с молекулами растворителя.

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 7

Приборы и реактивы: термометр Бекмана, криостат, дистиллированная вода, хлорид натрия, глюкоза, уксусная кислота, лед

Внутренний сосуд криостата ополаскивают водой и наливают примерно 30 мл (чтобы весь резервуар ртути был погружен в воду) дистиллированной воды.

Внешний сосуд криостата заполняют толченым льдом, добавляют 20–25 г технического хлорида натрия, доливают воду до начала всплытия льда и перемешивают. Температура смеси должна быть около –50 С.

Сосуд с дистиллированной водой помещают в криостат и некоторое время охлаждают его (примерно до 2 – 3^{0}С), но не до замерзания. Устанавливают термометр Бекмана.

Термометр Бекмана представляет собой точный измерительный прибор с большим резервуаром ртути, благодаря чему по шкале можно отсчитать сотые доли градуса. При этом на шкале термометра укладывается интервал лишь в 50. Поэтому предусмотрена настройка термометра на рабочий интервал путем переливания ртути из нижнего резервуара в верхний резервуар. В нашем случае в пределах шкалы должен оказаться интервал от 0 до –30С. Его необходимо переносить без сотрясения и, не наклоняя, чтобы из капилляра в верхний резерву-

ар не упала капелька ртути. Это может произойти, когда термометр еще не охлажден.

Устанавливая термометр, убеждаются в правильности погружения резервуара в воду: он не должен выступать из воды и касаться стенок сосуда.

Начинают непрерывное перемешивание жидкости проволочной мешалкой (3) и наблюдают за показаниями термометра. Сначала в капилляр уходит вся капелька ртути. Потом столбик ртути быстро опускается, верх его доходит до шкалы и движется вдоль нее.

Вода в сосуде неизбежно переохлаждается ниже 0^0С. В момент начала образования льда происходит резкий скачок температуры, а потом она стабилизируется, т.к. процесс замерзания воды (агрегатный переход) протекает при постоянной температуре. Вид кривых охлаждения показан на рисунке 9.

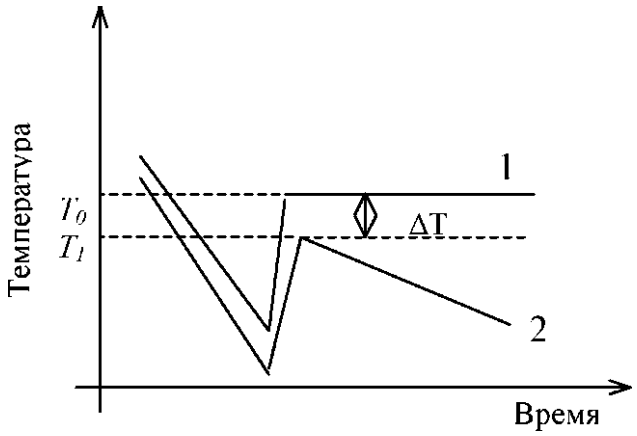


Рисунок 9 – Кривые охлаждения воды (1) и раствора (2).

T_0 - температура замерзания воды, T_1 - температура замерзания раствора.

Записывают полученную температуру замерзания воды в таблицу 1.

Осторожно вынимают термометр. Затем вынимают сосуд (1) и слегка нагревают рукой до исчезновения льда. Повторяют определение температуры замерзания еще два раза.

После этого вынимают термометр, выливают воду, ополаскивают сосуд заданным раствором и наливают раствора столько же, сколько было воды (желательно, чтобы раствор был охлажден заранее). Записывают концентрацию заданного раствора (дается массовая доля).

Производят определение температуры замерзания раствора так же, как описано выше. При работе с раствором особенно важно непрерывное перемешивание, препятствующее сильному переохлаждению жидкости. Дело в том, что по мере вымерзания воды из раствора концентрация последнего увеличивается, и температура замерзания дополнительно понижается. Поэтому после резкого скачка температуры вверх вновь начинается медленное понижение температуры (рис. 9). Полученные показания скачка заносятся в таблицу 12.

Опыт повторяют еще два раза.

1. Перед началом эксперимента необходимо ознакомиться с устройством термометра Бекмана и правилами работы с ним.

2. В пробирку наливают 25 – 30 мл предварительно охлажденной дистиллированной воды, помещают ее в криостат и с помощью термометра Бекмана определяют температуру замерзания растворителя. Точность измерения составляет 0,01 °С. Измерения проводят не менее 3–х раз, каждый раз вынимая пробирку и расплавляя образовавшиеся кристаллы льда, нагревая пробирку рукой.

3. В пробирку с охлажденным растворителем последовательно вносят навески исследуемых веществ:

а) глюкозы – I вариант 0.9; II вариант – 1.2 г;

б) уксусной кислоты – I вариант 0.3; II вариант – 0.5 мл.

4. Полученные растворы помещают в криостат и определяют температуру их замерзания не менее трех раз с точностью до 0.01 °С.

Полученные экспериментальные данные сводятся в таблицу.

5. По понижению температуры замерзания раствора ($\Delta t^{\circ}_{ЗАМ}$) и вычисленному по формуле (15) значению молярности растворов m рассчитывают:

а) молекулярную массу неэлектролита по формуле (16);

б) изотонический коэффициент для электролитов по формуле (18);

в) степень диссоциации электролитов по формуле (19).

Расчетная часть включает в себя вычисление молекулярной массы неэлектролита, криоскопической константы воды, изотонического коэффициента i для электролитов и степени диссоциации α для электролитов.

При расчетах с уксусной кислотой ее массу определяют по формуле:

$$m = \nu \cdot \rho,$$

где: ν – объем кислоты в мл;

ρ – плотность кислоты (по справочнику).

При расчетах M и K необходимо определить погрешность измерений относительно теоретических знаний соответствующих параметров.

Таблица №12 - Экспериментальные данные криометрического метода анализа

Раство-ренное вещество	Масса раствори-теля, г	Масса рас-творенного вещества, г	Температура замерзания растворителя, °С	Температура замерзания раствора, °С	$\Delta t^{\circ}_{\text{ЗАМ}}$ (Ззамера)	Средняя $\Delta t^{\circ}_{\text{ЗАМ}}$
Глюкоза						
CH_3COOH						

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. На чем основан криометрический метод анализа?
2. Почему температура замерзания раствора ниже температуры замерзания чистого растворителя?
3. Как формулируется закон Рауля?
4. Что такое криоскопическая константа растворителя?
5. Что характеризует изотонический коэффициент Вант-Гоффа?
6. Как зависит степень диссоциации от величины изотонического коэффициента?

Лабораторная работа № 6
«Изучение распределения третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкостями»

Цель: провести экстракцию уксусной кислоты органическим растворителем. Определить коэффициент распределения.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций;

знать: применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Экстракция – способ извлечения веществ из сложных систем (жидких, твердых или смешанных) обработкой их селективным (избирательным) растворителем, называемым **экстрагентом**.

Чаще всего экстракт не растворяется в обрабатываемой системе, а является отдельной фазой. В результате экстракции образуются: **экстракт** – раствор извлеченных компонентов в экстрагенте, и **рафинат** – обработанная смесь, обедненная извлекаемыми компонентами.

На практике для повышения эффективности использования экстрагента, кроме применения многоступенчатой экстракции, стремятся проводить процесс при условиях, предупреждающих такие побочные явления, как диссоциация и другие. Для этого в процесс ведут при пониженной температуре или в присутствии веществ, смещающих равновесие в сторону ассоциации экстрагируемого вещества.

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 8

Приборы и реактивы: делительная воронка, бюретка объемом 25 мл, пипетка объемом 10 мл, колбы и стаканы для титрования, мерный цилиндр, растворы 1Н CH_3COOH, 0,1Н NaOH , триолеинат, фенолфталеин

Приготовить по 100 мл растворов уксусной кислоты различной концентрации. Растворы готовить путем разбавления 1Н раствора уксусной кислоты. Добавить 2 – 3 капли фенолфталеина, затем определить точную концентрацию растворов кислоты титрованием 0,1Н раствором едкого натра.

В 4 делительные воронки налить по 30 мл триолеината и по 45 мл приготовленных растворов кислот определенной концентрации. Воронки закрыть пробками и сильно встряхивать в течение 10 минут, время от времени открывая и закрывая пробки. Смеси оставить для расслаивания на 25 – 30 минут. После того как произойдет расслаивание, нижний слой жидкости из делительной воронки слить в заранее приготовленные стаканы. Из каждого стакана отобрать пробы по 10 мл на титрование.

Каждый раствор оттитровать трижды и взять среднее значение. По результатам титрования рассчитать концентрацию уксусной кислоты в исходном растворе и после экстракции. Результаты занести в таблицу № 13.

Таблица № 13 – Результаты измерений распределение уксусной кислоты между двумя несмешивающимися жидкостями.

№ колбы	№ титрования	Исходный раствор			Раствор после экстракции		
		V_{1CH_3COOH} мл	V_{NaOH} мл	C_{CH_3COOH} г- экв/л	V_{CH_3COOH} мл	V_{NaOH} мл	$C_{1(CH_3COOH)}$ г-экв/л
1	1 2 3						
2	1 2 3						
3	1 2 3						
4	1 2 3						

Вычислить концентрацию уксусной кислоты после экстракции C_1

$$C_1 \cdot V_1 = C \cdot V;$$

$$C_1 = \frac{C \cdot V}{V_1}.$$

где C – концентрация уксусной кислоты в исходном растворе;

V – объем уксусной кислоты в растворе после экстракции;

V_1 – объем уксусной кислоты в исходном растворе.

Концентрацию уксусной кислоты в органическом слое C_2 определить как разницу между исходной концентрацией и концентрацией после экстракции

$C - C_1 = C_2$

Для расчета коэффициента распределения можно воспользоваться формулой:

$$\frac{C_2}{C_1} = K \qquad (20)$$

Результаты занести в таблицу № 14.

Таблица № 14 – Результаты измерений распределение уксусной кислоты между двумя несмешивающимися жидкостями

№ колбы	Концентрация уксусной кислоты в органическом слое C_2 (CH_3COOH)	Коэффициент распределения К
1		
2		
3		
4		

Оформите отчет о проделанной работе. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения экстракции?
2. Что образуется в результате экстракции?
3. Что такое экстракт и рафинат?

Раздел «Основы коллоидной химии»

Тема «Дисперсные системы»

Лабораторная работа № 7

«Получение дисперсных систем. Определение порога коагуляции»

Цель: определить порог коагуляции золя гидроксида железа.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций;

знать: применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Минимальная концентрация электролита, вызывающая явную коагуляцию, называется порогом коагуляции лиофобных золей. Порог коагуляции выражается в миллимолях на литр (ммоль) электролита. Порог коагуляции зависит как от природы электролита, так и от степени окисления коагулирующего иона. Порог коагуляции вычисляется по формуле:

$$C_{пор} = 100 \cdot C \cdot V, \qquad (21)$$

где C – молярная концентрация электролита; V – наименьшее число миллилитров раствора электролита, достаточное для коагуляции золя.

Если, например, для коагуляции золя гидроксида железа (III) 0,01 М раствором K_2SO_4 пошло 2 мл электролита, то порог коагуляции будет равен:

$$C_{пор} = 100 \cdot 0{,}01 \cdot 2 = 2 \text{ (ммоль/л)}$$

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 11

Приборы и реактивы: 10 пробирок, мерный цилиндр, колба на 250 мл, плитка, пипетка на 5 и 10 мл, дистиллированная вода, 2% раствор $FeCl_3$, 0,002Н раствор Na_2SO_4, 0,002Н раствор $K_3[Fe(CN)_6]$

Опыт № 1 Получение золя гидроксида железе (III)

100 мл дистиллированной воды нагревают до кипения. Затем в кипящую воду по каплям добавляют 5 – 10 мл 2% раствора $FeCl_3$. Получают коллоидный раствор гидроксида железа (III) интенсивного красно-коричневого цвета.

Опыт № 2 Определение порога коагуляции золя гидроксида железа (III)

Для определения порога коагуляции в 10 чистых и сухих пробирок наливают по 5 мл приготовленного золя гидроксида железа (III) предварительно охлажденного до комнатной температуры.

В одну из пробирок наливают пипеткой 3 мл 0,002Н раствора Na_2SO_4. Содержимое пробирки перемешать встряхиванием. Если в пробирке появляется муть, то в следующие пробирки приливают раствор Na_2SO_4 в убывающем количестве (2,5 мл, 2,0 мл и т.д.) до тех пор, пока муть не перестанет появляться (2 – 3 пробирки получить без мути).

Если мути в первой пробирке не появилось, то в следующие пробирки приливают раствор Na_2SO_4 в возрастающем количестве (3,5 мл, 4,0 мл и т.д.) до тех пор, пока не будет отчетливого появления мути в 2 – 3 пробирках.

Результаты записывают в таблицу № 15

Таблица № 15 – Результаты проведенного опыта

Объем золя (V_2), мл	Объем 0,002 Н Na_2SO_4 (V_1), мл	Результаты наблюдений
5		
5		
5		
5		

Аналогично проводят с раствором $K_3[Fe(CN)_6]$.

Результаты записывают в таблицу № 16

Таблица № 16 – Результаты проведенного опыта

Объем золя (V_2), мл	Объем 0,002 Н $K_3[Fe(CN)_6]$ (V_1), мл	Результаты наблюдений
5		
5		
5		
5		

Вычисляют порог коагуляции для каждого электролита и записывают результаты в таблицу №17

Таблица № 17 – Результаты лабораторной работы

Электролит	Коагулирующий ион	Порог коагуляции
Na_2SO_4		
$K_3[Fe(CN)_6]$		

Сделайте вывод. Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Как можно вызвать коагуляцию золей?
2. В каких случаях наблюдается обратимая коагуляция?
3. Как действует на коллоидные растворы смесь электролитов?
4. Что такое порог коагуляции лиофобных золей, в чем он выражается?
5. Как действуют электролиты на лиофобные и лиофильные золи?
6. В чем сущность защитного действия лиофильных коллоидов при коагуляции лиофобных?

Тема «Растворы высокомолекулярных соединений»

Лабораторная работа № 8
«Исследование процесса набухания полимеров»

Цель: изучение кинетики набухания высокомолекулярных соединений в различных растворителях. Определение степени набухания высокомолекулярных соединений.

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС:

Студент должен:

уметь: производить расчеты параметров химических реакций; строить диаграммы;

знать: основы химической термодинамики; применяемые приборы.

Краткое теоретическое обоснование

Набухание – это одно из характерных свойств высокомолекулярных соединений. Сущность набухания заключается в том, что молекулы низкомолекулярной жидкости проникают в погруженный в нее полимер. Это возможно потому, что цепочечные молекулы полимеров гибкие. Их звенья, изгибаясь, создают неплотную упаковку макромолекул. Молекулы низкомолекулярной жидкости, проникая в полимер, заполняют все свободное пространство между макромолекулами. Молекулы низкомолекулярного растворителя начинают отодвигать звенья цепей полимера друг от друга, ослабляя межмолекулярное взаимодействие и разрыхляя полимер. Образующиеся щели заполняются новыми молекулами низкомолекулярной жидкости. Расстояние между молекулами в образце полимера становится больше, следовательно, увеличивается объем образца.

Проникновение молекул низкомолекулярной жидкости в межмолекулярное пространство высокомолекулярного соединения и связанное с этим

раздвигание звеньев, а затем и цепей молекул полимера, и называется **набуханием.**

Набухание полимера может быть неограниченным и ограниченным. Неограниченное – это набухание, заканчивающееся растворением: полимер сначала поглощает жидкость, а затем при той же температуре переходит в раствор, образуя однофазную гомогенную систему. Так набухает натуральный и синтетический каучук в углеводородах (бензоле, бензине и т.д.), нитроцеллюлоза – в ацетоне и др. Ограниченное набухание – это набухание, которое не переходит в растворение. Полимер поглощает жидкость, а сам в ней не растворяется, сколько бы времени они не находились в контакте. Ограниченное набухание заканчивается образованием эластичного студня (геля). Ограниченно набухают полимеры, имеющие химические связи – «мостики» – между макромолекулами. Такие мостики, образованные между цепями макромолекул, лишают полимер текучести, не дают возможности его молекулам оторваться друг от друга и перейти в раствор.

Отрезки цепей между мостиками могут изгибаться и раздвигаться под действием молекул растворителя, поэтому полимер может набухать, а не растворяться. Примером ограниченно набухающего полимера с мастичными связями между молекулами является вулканизированный каучук, в котором мостиками служат атомы серы.

При набухании за счет поглощения низкомолекулярной жидкости происходит увеличение веса и объема полимера. Количество жидкости, поглощенное единицей веса высокомолекулярного соединения, называется степенью набухания полимера, выражается в процентах.

Таким образом, степень набухания численно равна количеству граммов жидкости, поглощенной одним граммом полимера.

Порядок выполнения работы

Обратите внимание! ПТБ № 4, 6, 7

Приборы и реактивы: аналитические весы, бюкс, фильтровальная бумага, химический стакан на 50 мл, мерный цилиндр, дистиллированная вода фасоль, бобы, горох, желатин

Опыт № 1 Набухание гороха в воде

На аналитических весах взвешивают пустой бюкс. Записывают вес пустого бюкса (г). Берут 4 – 5 горошин (фасоль, бобы и т.п.) промывают дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой, помещают во взвешенный ранее бюкс и взвешивают на аналитических весах. Записывают вес бюкса с горохом. По разности находят вес гороха до набухания (m_0).

Затем горох вынимают из бюкса и помещают в химический стакан емкостью 50 мл, наливают 20 – 30 мл дистиллированной воды, замечают время и оставляют горох набухать на 30 мин.

Через 30 мин вынимают зерна, высушивают фильтровальной бумагой и взвешивают как описано выше. Записывают вес бюкса с набухшим горохом. Затем находят вес набухшего гороха (m_1).

После этого вновь погружают зерна в дистиллированную воду и производят взвешивание набухшего полимера за 60, 90, 120, 150 мин.

Результаты записываются в таблицу № 18

Таблица № 18 – Результаты эксперимента

Время набухания, мин	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с горохом, г	Вес гороха, г
0			m_0
30			m_1
60			m_2
90			m_3
120			m_4
150			m_5

Обработка результатов эксперимента

По полученным экспериментальным данным определяют скорость набухания и степень набухания, а также их изменение во времени по мере протекания процесса.

Все данные заносят в таблицы № 19 и № 20

Таблица № 19 – Кинетика набухания гороха в воде

Время набухания, мин	Вес гороха m,г	Количество поглощенной воды Am,г (m_1-m_0; m_2-m_1)	Время набухания Ат, мин	Скорость набухания V= Am/Ат
0 30 60 90 120 150				

Таблица № 20 – Степень набухания гороха в воде

Время набухания, мин	Вес гороха m,г	Количество поглощенной воды Am,г (m_x-m_0)	Степень набухания, %
0 30 60 90 120 150			

Полученные данные представить в виде графических зависимостей V=*f*(T) *и* a=*f*(T).

Сделать вывод о кинетике исследованного процесса набухания гороха в воде.

Опыт № 2 Набухание желатина в воде

На аналитических весах взвешивают пустой бюкс. Записывают вес пустого бюкса. Берут 2 – 3 кусочка желатина (покрупнее), промывают дистиллированной водой, высушивают фильтровальной бумагой, помещают во взвешенный ранее бюкс и взвешивают на аналитических весах. Записывают вес бюкса с желатином. По разности находят вес желатина до набухания (m_0).

Затем желатин вынимают из бюкса и помещают в химический стакан емкостью 50 мл, наливают 20 – 30 мл дистиллированной воды, замечают время и оставляют желатин набухать на 5 мин.

Через 5 мин вынимают желатин, высушивают фильтровальной бумагой и взвешивают как описано выше. Записывают вес бюкса с набухшим желатином. Находят вес набухшего желатина (m_1).

После этого вновь погружают желатин в дистиллированную воду и производят взвешивание набухшего полимера за 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 минут. Все результаты записывают в таблицу № 21

Таблица № 21 – Результаты эксперимента

Время набухания, мин	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с желатином, г	Вес желатина, г
0			m_0
5			m_1
10			m_2
15			m_3
20			m_4
25			m_5
30			m_6
40			m_7
50			m_8
60			m_9

Обработка результатов эксперимента. По полученным экспериментальным данным определяют скорость набухания и степень набухания, а также их изменение во времени по мере протекания процесса.

Все результаты записывают в таблицы № 22 и № 23

Таблица № 22 – Результаты эксперимента

Время набухания, мин	Вес желатина m,г	Количество поглощенной воды Am,г (m_1-m_0; m_2-m_1)	Время набухания Ат, мин	Скорость набухания V= Am/Ат
0				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
40				
50				
60				

Таблица № 23 – Результаты эксперимента

Время набухания, мин	Вес желатина m,г	Количество поглощенной воды Am, г (m_x-m_0)	Степень набухания, %
0 5 10 15 20 25 30 40 50 60			

Полученные данные представить в виде графических зависимостей Г = *f(T)* и А = *f(T).*

Сделать вывод о кинетике исследованного процесса набухания желатина в воде.

Оформите отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Дать понятие о строении высокомолекулярных соединений.
2. Влияние природы атомов, входящих в состав молекул, на свойства полимеров. Межмолекулярные силы.
3. В чем отличие полимеров от низкомолекулярных веществ?
4. Набухание - что это за процесс?
5. Почему набухание зерна и желатина, резины и каучука происходит поразному?
6. Можно ли измерить скорость набухания?
7. Является ли набухание избирательным процессом?
8. Почему в качестве растворителя используются в работе разные вещества?
9. Как определить степень набухания?
10. Каков физический смысл степени набухания?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основной источник:

1 Белик В.В., Киевская К.И. Физическая и коллоидная химия: учебник для студентов СПО. 6-е изд. М.: Академия, 2011. 288 с.

Дополнительные источники:

1 Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И. Физическая и коллоидная химия: учебник для ссузов. Л.: Химия, 1986. 320 с.

2 Климов И. Сборник задач и вопросов по физической и коллоидной химии. Л.: Химия, 1975. 320 с.

3 Коллоидная химия нефти и нефтепродуктов: сборник материалов проф. Г.И. Фукса. М.: Техника, 2001. 95 с.

4 Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии: учеб. пособие для хим.-техн. вузов. М.: Высш. шк., 1991. 527 с.

5 Руководство к лабораторным работам по физической и коллоидной химии /Б.А. Ермекова, Ю.А. Скопин, Р.П. Некрасова. Алма-Ата: Кайнар, 1973. 239 с.

Интернет-ресурсы:

1 BookFinder: электронная библиотека.URL: http://bookfi.org

2 Химический портал ChemPort.Ruhttp://www.chemport.ru

3 Химический сервер HimHelp.ru: учебные и справочные материалы http://www.himhelp.ru

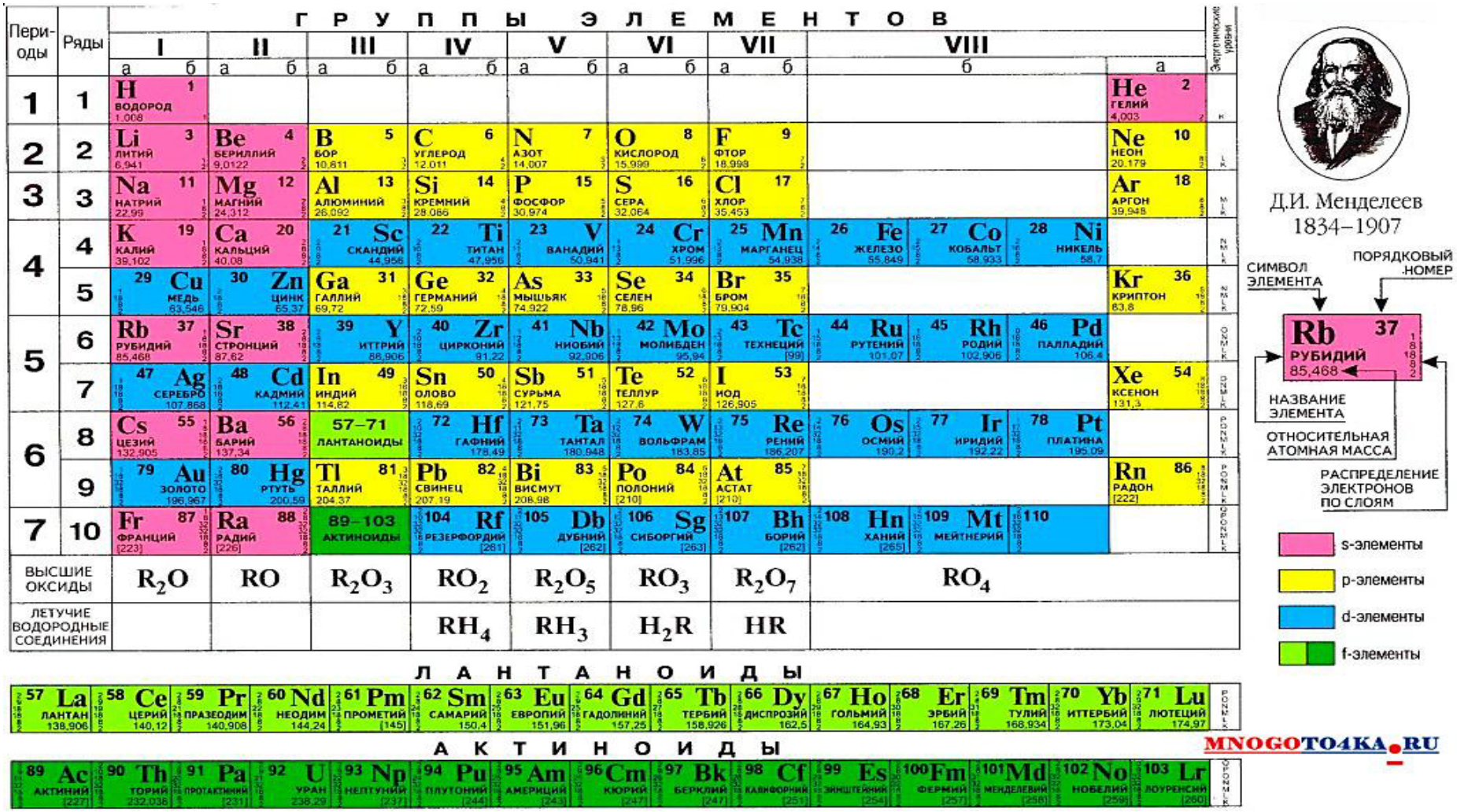
4 Химия: Материалы «Википедии» – свободной энциклопедии http://ru.wikipedia.org/wiki/Химия

5 Материалы кафедры физической и коллоидной химии Южного федерального университета http://www.physchem.chimfak.rsu.ru

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева



Приложение Б

Плотность жидкостей в интервале 0 – 60 ^{0}C

Вещество	$\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м^3, при температуре, °C						
	0	10	20	30	40	50	60
Аллиловый спирт C_3H_7O	0,8681	–	0,8508	0,8421	–	–	–
Анилин C_6H_7N	1,0390	1,0303	1,0218	1,0131	1,0045	0,9958	0,9872
Ацетон C_3H_6O	0,8125	0,8014	0,7905	0,7793	0,7682	0,7560	0,7496
Ацетонитрил C_2H_3N	0,8035	0,7926	0,7822	0,7713	–	–	–
Ацетофенон C_8H_8O	–	1,0364	1,0278	1,0194	1,0106	1,0021	0,9757
Бензиловый спирт C_7H_8O	1,0608	1,0532	1,0454	1,0376	1,0297	1,0219	–
Бензол C_6H_6	0,9001	0,8895	0,8790	0,8685	0,8576	0,8466	0,8357
Бромбензол C_6H_5Br	1,5218	1,5083	1,4948	1,4815	1,4682	1,4546	1,4411
1-Бутанол $C_4H_{10}O$	0,8246	0,8171	0,8086	0,8020	–	–	–
2-Бутанол $C_4H_{10}O$	–	–	0,8027	–	–	–	–
Вода H_2O	0,9999	0,9997	0,9982	0,9956	0,9922	0,9880	0,9832
Гексан C_6H_{14}	0,6769	0,6684	0,6595	0,6505	0,6412	0,6318	0,6221
Гептан C_7H_{16}	0,7005	0,6920	0,6836	0,6751	0,6665	0,6579	0,6491
Глицерин $C_3H_8O_3$	1,2674	1,2642	1,2594	1,2547	1,2500	1,2438	1,2376
1,4-Диоксан $C_4H_8O_2$	–	–	1,0338	–	–	–	–
Диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$	0,7362	0,7248	0,7135	0,7019	0,6894	0,6764	0,6658
о-Ксилол C_8H_{10}	0,8969	0,8886	0,8802	0,8719	0,8634	0,8549	0,8464
м-Ксилол C_8H_{10}	0,8811	0,8726	0,8642	0,8556	0,8470	0,8384	0,8297
п-Ксилол C_8H_{10}	–	–	0,8610	0,8525	0,8437	0,8350	0,8262
Метанол CH_4O	0,8100	0,8008	0,7915	0,7825	0,7740	0,7650	0,7555
Метилацетат $C_3H_6O_2$	0,9593	(0,946)	0,9338	(0,920)	0,9075	0,8939	0,8800
Метилформиат $C_2H_4O_2$	1,0032	0,9886	0,9742	0,9598	(0,945)	0,9294	(0,913)
Муравьиная кислота CH_2O_2	–	–	1,2196	–	–	–	–
Нитробензол $C_6H_5O_2N$	1,2231	1,2131	1,2033	1,1936	1,1837	1,1740	1,1638
Нитрометан CH_3O_2N	–	–	1,1382	–	–	–	-
Октан C_8H_{18}	0,7185	0,7102	0,7022	0,6942	0,6860	0,6778	0,6694

Плотность жидкостей в интервале 0 – 60 ^{0}C

Пентан C_5H_{12}	0,6455	0,6360	0,6262	0,6163	0,6062	0,5957	0,5850
Пиридин C_5H_5N	1,0030	0,9935	0,9820	0,9729	0,9629	0,9526	0,9424
1-Пропанол C_3H_8O	0,8193	(0,811)	0,8040	(0,797)	0,7875	(0,780)	0,7700
2-Пропанол C_3H_8O	–	–	0,7851	–	–	–	–
Пропионовая кислота $C_3H_6O_2$	–	–	0,992	–	–	–	–
Сероуглерод CS_2	1,2927	1,2778	1,2632	1,2482	–	–	–
Тетрахлорметан CCl_4	1,6326	1,6135	1,5940	1,5748	1,5557	1,5361	1,5165
Тиофен C_4H_4S	–	–	1,0647	1,0524	–	–	–
Толуол C_7H_8	0,8855	0,8782	0,8670	0,8580	0,8483	0,8388	0,8293
Трихлорметан (хлороформ) $CHCl_3$	1,5264	1,5077	1,4890	1,4706	1,4509	1,4334	1,4114
Уксусная кислота $C_2H_4O_2$	1,0697	1,0593	1,0491	1,0392	1,0282	1,0175	1,0060
Уксусный альдегид C_2H_4O	–	–	0,783	–	–	–	–
Уксусный ангидрид $C_4H_6O_3$	1,1053	1,0930	1,0810	1,0690	1,0567	1,0443	–
Фенилгидразин $C_6H_8N_2$	–	–	1,0981	1,0899	1,0817	1,0737	1,0653
Фенилэтилен (стирол) C_8H_8	–	–	0,9060	–	–	–	–
Фенол C_6H_6O	–	–	–	–	1,0570 *	–	–
Формамид CH_3ON	–	–	1,1334	–	–	–	–
Фтортрихлорметан (фреон-11) $CFCl_3$	1,5342	–	1,4870	1,462	–	–	–
Хлорбензол C_6H_5Cl	1,1279	1,1171	1,1062	1,0954	1,084	1,0742	1,0636
Циклогексан C_6H_{12}	–	0,7879	0,7786	0,7691	0,7596	0,7499	0,7401
Этиленгликоль $C_2H_6O_2$	–	–	1,1130	–	–	–	–
Этанол C_2H_6O	0,8062	0,7979	0,7893	0,7810	0,7722	0,7632	0,7541
Этилацетат $C_4H_8O_2$	0,9244	(0,912)	0,9005	(0,891)	0,8762	(0,867)	0,8508
Этилформиат $C_3H_6O_2$	–	–	0,9168	–	–	–	–

* При 41 °C

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист		М.В. Отс
Методист по ИТ		Т.А. Сергеева