

**ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии и защиты растений

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО
ФИЗИЧЕСКОЙ И
КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Студента _____

Факультет _____

Направление _____

Курс, группа _____

Ф.И.О. преподавателя _____

**Ставрополь
2021**

УДК 544 (076)
ББК 24.5.я73
Л 12

Рекомендовано к изданию методической
комиссией факультета экологии
и ландшафтной архитектуры
Ставропольского ГАУ
(протокол № 1 от 1 сентября 2020 г.)

Рецензенты:

Белик Е.В., кандидат химических наук, доцент
Романенко Е.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Авторский коллектив:

Шипуля А.Н., кандидат химических наук, доцент
Волосова Е.В., кандидат биологических наук, доцент
Пашкова Е.В., кандидат технических наук, доцент
Глазунова Н.Н., доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Шарипова О.В., ассистент

Л 12

Лабораторный практикум по физической и коллоидной химии : учебно-методическое пособие / сост. Шипуля А.Н., Волосова Е.В., Пашкова Е.В., Глазунова Н.Н., Шарипова О.В. – Ставрополь: Ставропольское издательство «СЕКВОЙЯ», 2021 г. – 85 с.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для оказания методической помощи студентам в выполнении лабораторных работ по основным разделам программы курса «Физическая и коллоидная химия», «Химия физическая и коллоидная»

Предусматривает изучение теоретических вопросов в процессе подготовки к занятиям, оформление опытных данных в виде таблиц, их анализ и заключение.

Лабораторный практикум предназначена для студентов аграрных вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата (академического и прикладного) 35.03.04 Агрономия, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья очной и заочной формы обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
Техника безопасности при работе в химической лаборатории.....	
ТЕМА: АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА	
РАБОТА № 1 «Определение вязкости жидкости».....	
ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА	
РАБОТА №2 «Определение теплового эффекта реакции нейтрализации».....	
ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА	
РАБОТА №3 «Влияние температуры на скорость химической реакции».....	
ТЕМА: ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ	
РАБОТА №4 «Смещение химического равновесия при изменении концентраций участвующих в реакции веществ».....	
ТЕМА: РАСТВОРЫ	
РАБОТА №5 «Свойства буферных растворов».....	
ТЕМА: ЭЛЕКТРОХИМИЯ	
РАБОТА №6 «Определение буферной ёмкости почвы и рН почвенной вытяжки».....	
ТЕМА: ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	
РАБОТА №7 «Адсорбция на границе жидкость – газ (раствор мыла- воздух)».....	
РАБОТА № 8 «Зависимость поверхностной активности вещества от длины углеводородной цепи»	
РАБОТА №9 «Адсорбция на границе раздела фаз жидкость - твердое тело. Адсорбционные свойства почвы».....	
РАБОТА № 10. «Ионообменная адсорбция в почве».....	
ТЕМА: КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ	
РАБОТА 11. «Получение коллоидных систем».....	
ТЕМА: РАСТВОРЫ ВМС	
РАБОТА 12. «Определение изоэлектрической точки (ИЭТ) желатины».....	
РАБОТА 13. «Коагуляция коллоидных систем».....	
ТЕМА: ГЕЛИ	
РАБОТА 14. «Влияние электролитов на процесс набухания».....	
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
Рекомендуемый перечень тем рефератов по дисциплине «Физическая химия»	
Требования к оформлению реферата.....	
Рекомендуемый перечень вопросов к итоговой аттестации по дисциплине «Физическая химия»	
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные занятия являются важным этапом в изучении физической и коллоидной химии. Использование данного практикума способствует глубокому усвоению учебного материала, приучает студентов кратко и четко излагать суть рассматриваемых вопросов, способствует овладению навыками и техникой химического эксперимента, формированию умения анализировать фактический материал.

В лабораторном практикуме необходимо записывать расчеты, составлять уравнения химических реакций и выводы. Правильное ведение практикума дает ценный материал для подготовки к зачетам и экзаменам по курсу «Физической и коллоидной химии».

Настоящий практикум является основным рабочим документом студента при выполнении лабораторных занятий. Подготовка к занятию должна начинаться с изучения лекционного материала и разделов учебника. В конце работы необходимо провести анализ полученных данных и сделать заключение.

В конце занятия практикум студент должен сдать преподавателю.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

Для работы в лаборатории отводится рабочий стол на 1-2 студентов, который необходимо содержать в чистоте и порядке, не загромождать посторонними для данной работы предметами.

1. Химические реактивы хранят в определенном для каждого вещества месте, в закрытых банках, склянках и других толстостенных сосудах. На каждой банке должна быть наклеена этикетка с точными названиями и формулой вещества и подробной характеристикой (концентрация, плотность, чистота и т. п.). Запрещается хранить склянки с реактивами без пробок, без этикеток или в неисправной и непригодной таре.

2. Ядовитые химические вещества хранят в отдельных запирающихся шкафчиках в строгом соответствии со специальными правилами и инструкциями по их хранению.

3. При работе с реактивами следует соблюдать частоту и аккуратность, выполнять следующие правила:

а) склянки и банки с жидкими и сухими реактивами держать всегда закрытыми; открывать их только при взятии реактивов и сразу же закрывать;

б) закрывать склянки и банки нужно их же пробками или крышками, ни в коем случае нельзя закрывать их пробками или крышками, взятыми от других сосудов, так как при этом реактивы загрязняются и становятся непригодными для использования;

в) если взято больше реактива, чем требуется, нельзя высыпать или выливать излишек обратно в сосуд, в котором он хранится, ибо таким образом можно загрязнить весь запас реактива;

г) реактивы общего пользования не следует уносить на свой рабочий стол; надо соблюдать установленный порядок в расположении сосудов с реактивами как общего, так и индивидуального пользования;

д) остатки растворов солей серебра выливают в специальные банки, находящиеся в вытяжных шкафах;

е) при взятии жидких реактивов склянку с жидкостью держат так, чтобы этикетка всегда оставалась сверху и жидкость не попадала на нее;

ж) при взятии реактива пробку или крышку надо держать в руке или положить на стол, так чтобы входящая в горло склянки сторона пробки или внутренняя часть крышки не касалась стола;

з) во всех случаях (за исключением тех, когда указана точная мера) надо брать самую минимальную дозу реактивов (например, раствора 1-2 капли);

и) категорически запрещается пробовать реактивы на вкус, так как многие из них ядовиты;

к) растворы, содержащие соли ртути, сливают в специальные банки; их нельзя выливать в раковину, так как соли ртути реагируют с чугуном труб, вы-

деляя металлическую ртуть, собирающуюся в коленах коммуникации; при ремонтных работах она выливается и отравляет воздух парами ртути;

л) нельзя хранить растворы щелочей и концентрированных кислот в стеклянной тонкостенной посуде: стекло разъедается и легко разбивается.

4. Остатки концентрированных растворов кислот выливают в специальные банки.

5. Горячие предметы следует ставить только на асбестовую сетку, но не прямо на стол.

6. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и дисциплину.

7. В случае неудачи опыта следует продумать все сначала, посоветоваться с преподавателем и снова приступить к работе.

8. Для записи хода лабораторных работ каждый студент должен иметь лабораторный практикум, на обложке которого нужно указать свою фамилию, факультет и номер группы.

9. После окончания работы следует вымыть посуду и привести в порядок рабочее место. Только убедившись, что все убрано, горелки и электроприборы выключены - можно уходить из лаборатории.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. В лаборатории обязательно должны быть огнетушитель, ящик с песком, одеяло и аптечка с медикаментами.

2. При работе с ядовитыми, огне- и взрывоопасными веществами в лаборатории должно находиться не менее двух человек, чтобы при необходимости оказать помощь пострадавшему.

3. Нельзя зажигать какие-либо газы или пары, не убедившись предварительно испытанием, что они не содержат примеси воздуха, так как смесь всякого горючего газа с воздухом в определенных объемах взрывается.

4. При работе с горючими газами следует обращать особое внимание на такие газы, как водород, оксид углерода (II), сероводород, светильный газ, метан, этан, этилен, пропан, ацетилен и др.

5. При разбавлении концентрированных кислот, особенно серной, следует вливать **кислоту в воду, а не наоборот**.

6. Если пролита низкокипящая жидкость, нужно немедленно погасить все газовые горелки и выключить электроплитки; пролитое вещество засыпать песком или собрать тряпками, затем песок и тряпки удалить; место, где была пролита жидкость, хорошо промыть водой.

7. Ни в коем случае нельзя засасывать едкие и ядовитые жидкости в пипетку ртом во избежание ожога полости рта или отравления. Концентрированные щелочи, кислоты и другие едкие или ядовитые вещества набирают в пипетку с помощью резиновой груши, специальных автоматических пипеток или шприца.

8. Встряхивать жидкости следует только в закрытой посуде; закрывать отверстие пробирки пальцем запрещается.

9. Взвешивать ядовитые вещества разрешается только под тягой. Все работы с концентрированными кислотами, щелочами и другими едкими и ядовитыми веществами производят в резиновых перчатках и защитных очках. При работе с токсичными и агрессивными веществами следует заблаговременно подготовить нейтрализующие и дегазирующие средства, которые размещают поблизости от места выполнения опытов.

10. Вставляя стеклянную трубку в просверленную пробку, нужно смочить трубку и держать пальцами возможно ближе к вставляемому в пробку концу.

11. Горючие, легко воспламеняющиеся и низко кипящие жидкости (сероуглерод, эфир, ацетон, бензин и т.п.) следует хранить в толстостенных склянках или других сосудах, помещенных в железный, выложенный асбестом и плотно закрывающийся ящик.

12. Опыты, которые сопровождаются вспышками, взрывами, разбрызгиванием веществ, проводят за подвижным экраном из стекла или пластика.

Кроме изложенных выше указаний по технике безопасности в описании соответствующих опытов указаны дополнительные меры предосторожности, которые необходимо соблюдать, подготавливая и выполняя опыты.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

При ранениях

Различают ранения с повреждением вен или с повреждением артерий. В первом случае кровь из раны вытекает медленно, во втором бьет струей. При ранении руки без повреждения артерии удаляют кровь вокруг раны ватой, смоченной слабым раствором спирта или раствором перманганата калия. Затем смазывают рану настойкой йода и перевязывают чистым бинтом. В случае сильного кровотечения следует туго перевязать рану выше пореза жгутом или толстой резиновой трубкой, завязав ее узлом. Для этой цели можно также использовать веревку, полотенце или, наконец, носовой платок, скрутив его жгутом. Удалив кровь с кожи вокруг раны, накладывают несколько слоев стерильной марли и толстый слой ваты и бинтуют. Пострадавшего следует немедленно отправить в амбулаторию.

При глубоком порезе лица или другого места, на которое нельзя наложить жгут, на место ранения накладывают большой кусок марли - тампон; его следует держать крепко прижатым к ране, чтобы задержать кровь. Пострадавшего необходимо немедленно отправить к врачу.

При ожогах

При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место, если возможно, следует немедленно погрузить в свежеприготовленный раствор перманганата калия. Концентрация раствора должна быть тем больше, чем сильнее ожог. Затем смазать обожженное место мазью от ожога или вазелиновым маслом, или же присыпать пищевой содой и забинтовать. Очень хорошее средство при небольших ожогах – винный спирт. Смочив вату спиртом, приклады-

вают ее к месту ожога на 2-3 мин. В случае серьезного ожога на значительном участке кожи прикладывают ко всей обожженной поверхности компресс из раствора перманганата калия или танина и немедленно отправляют пострадавшего к врачу.

При ожоге рук или лица серной кислотой необходимо быстро смыть кислоту большим количеством воды, а затем 10%-ным раствором соды. Ни в коем случае нельзя смывать кислоту мылом, так как выделяющиеся при этом жирные кислоты не позволяют хорошо удалить кислоту.

Едкие щелочи сильно действуют на кожу и особенно на слизистые оболочки. Очень опасно попадание даже мельчайших частиц щелочи в глаза. При поражении тела и глаз щелочью смывают ее водой до тех пор, пока участок, на который она попала, не перестанет быть скользким. Затем промывают 2%-ным (по объему) раствором уксусной кислоты.

При поражении кислотами глаза промывают большими количествами воды, а затем 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (питьевая сода). При ожоге полости рта щелочью следует прополоскать рот 3%-ным раствором борной кислоты, а при ожогах кислотой – 5%-ным раствором гидрокарбоната натрия. Оксид кальция (негашеная известь) вызывает раздражение слизистых оболочек и кожи, обжигает (очень опасно попадание в глаза). Первая помощь та же, что и при поражении щелочами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ТЕМА: АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

РАБОТА № 1

«Определение вязкости жидкости»

Вязкость жидкостей обусловлена существованием сил взаимного притяжения молекул.

Динамическая вязкость (или внутреннее трение) – это сопротивление, которое испытывает жидкость при движении одних слоёв её по отношению к другим.

Чтобы вывести формулу динамической вязкости, рассмотрим два слоя жидкости с поверхностью S и с расстоянием между ними Δl . Чтобы передвинуть их параллельно друг другу со скоростью ΔV , нужно приложить силу F , которая равна:

$$F = \eta S \frac{\Delta V}{\Delta l}, \text{ откуда } \eta = \frac{F \cdot l}{S \cdot V} \quad (1)$$

где : η – коэффициент вязкости, или коэффициент внутреннего трения.

$\frac{\Delta V}{\Delta l}$ – градиент скорости.

Если $S=1$ и $\frac{\Delta V}{\Delta l}=1$, то η – это сила, которую нужно приложить, чтобы сдвинуть два слоя жидкости с поверхностью каждого 1 см^2 и постоянным градиентом скорости, равным 1.

Единицы измерения :

- в системе СИ – $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$;
- в системе СГС – Пуаз (Пз), или сантипуаз (сПз), $1 \text{ Пз} = 100 \text{ сПз}$.

Измеряют вязкость с помощью *вискозиметров*.

Различают *нормальную* и *структурную* вязкость.

Нормальная вязкость характеризует вязкость чистых жидкостей, истинных растворов, бесструктурных зелей.

Для структурных зелей и растворов высокомолекулярных соединений (ВМС) вязкость выше нормальной. Это связано с особенностями их строения: наличием крупных мицелл или больших молекул.

Вязкость жидкостей зависит от:

1. природы растворителя и растворённого вещества
2. температуры
3. концентрации растворённого вещества
4. pH раствора
5. наличия примесей
6. “возраста” структурного золя или раствора ВМС.

Определение вязкости с помощью капиллярного вискозиметра

Определение вязкости этим методом основано на измерении скорости истечения жидкости или объёма жидкости через капилляр за определённое время. Вязкость рассчитывают по формуле:

$$\eta = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot t \cdot P}{8 \cdot l \cdot V}, \quad (2)$$

где: r – радиус капилляра вискозиметра;

l – длина капилляра;

t – время истечения данного объёма жидкости V через капилляр;

P – сила, под действием которой движется жидкость:

$$P = V d g ,$$

где: d – плотность жидкости,

g – ускорение силы тяжести,

V – объём жидкости.

Определение *абсолютного коэффициента вязкости* связано с рядом методических трудностей по определению радиуса и длины капилляра, поэтому определяют *относительный коэффициент вязкости* (относительную вязкость).

Относительной вязкостью называется отношение вязкости исследуемой жидкости к вязкости воды (или к вязкости другой жидкости с известной вязкостью).

Для определения относительной вязкости по воде определяют время истечения одинаковых объёмов исследуемой жидкости и воды через один и тот же капилляр, тогда значения геометрических размеров для расчёта не нужны, т.к.:

$$\eta = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot t \cdot d \cdot g}{8 \cdot l \cdot V}, \quad (3)$$

$$\eta(H_2O) = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot t_{H_2O} \cdot d_{H_2O} \cdot g}{8 \cdot l \cdot V}, \quad (4)$$

$$\frac{\eta}{\eta_{H_2O}} = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot t \cdot d \cdot g}{8 \cdot l \cdot V} * \frac{8 \cdot l \cdot V}{\pi \cdot r^4 \cdot t_{H_2O} \cdot d_{H_2O} \cdot g} = \frac{t \cdot d}{t_{H_2O} \cdot d_{H_2O}}$$

$$\text{т.к. } \eta(H_2O) = 1 \text{ сПз, } d(H_2O) = 1 \text{ г / см}^3,$$

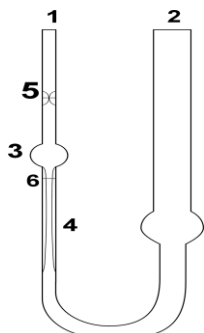
$$\text{то } \eta = \frac{d \cdot t}{t_{H_2O}} \quad (5)$$

Где: t_{H_2O} – время истечения воды;

d – плотность исследуемой жидкости;

t – время истечения исследуемой жидкости.

Капиллярный вискозиметр состоит из двух сообщающихся стеклянных трубок:



Трубка 1 имеет расширение 3 с капилляром 4 и двумя метками: верхней 5 и нижней 6.
Трубка 2 снабжена воронкой.
Жидкость под давлением собственной тяжести протекает через капилляр.

Методика измерения

Вискозиметр укрепляют в штативе строго вертикально. Затем заполняют трубку 1 жидкостью через воронку так, чтобы уровень её находился на верхней метке. После чего трубку с воронкой опускают так, чтобы жидкость из трубки 1 свободно протекала через капилляр. Измеряют время, за которое уровень жидкости понизится до нижней метки. Измерение повторяют 2-3 раза, для расчёта берут среднее значение. Рассчитывают вязкость по формуле (5). Результаты вносят в таблицу.

Зависимость вязкости от концентрации

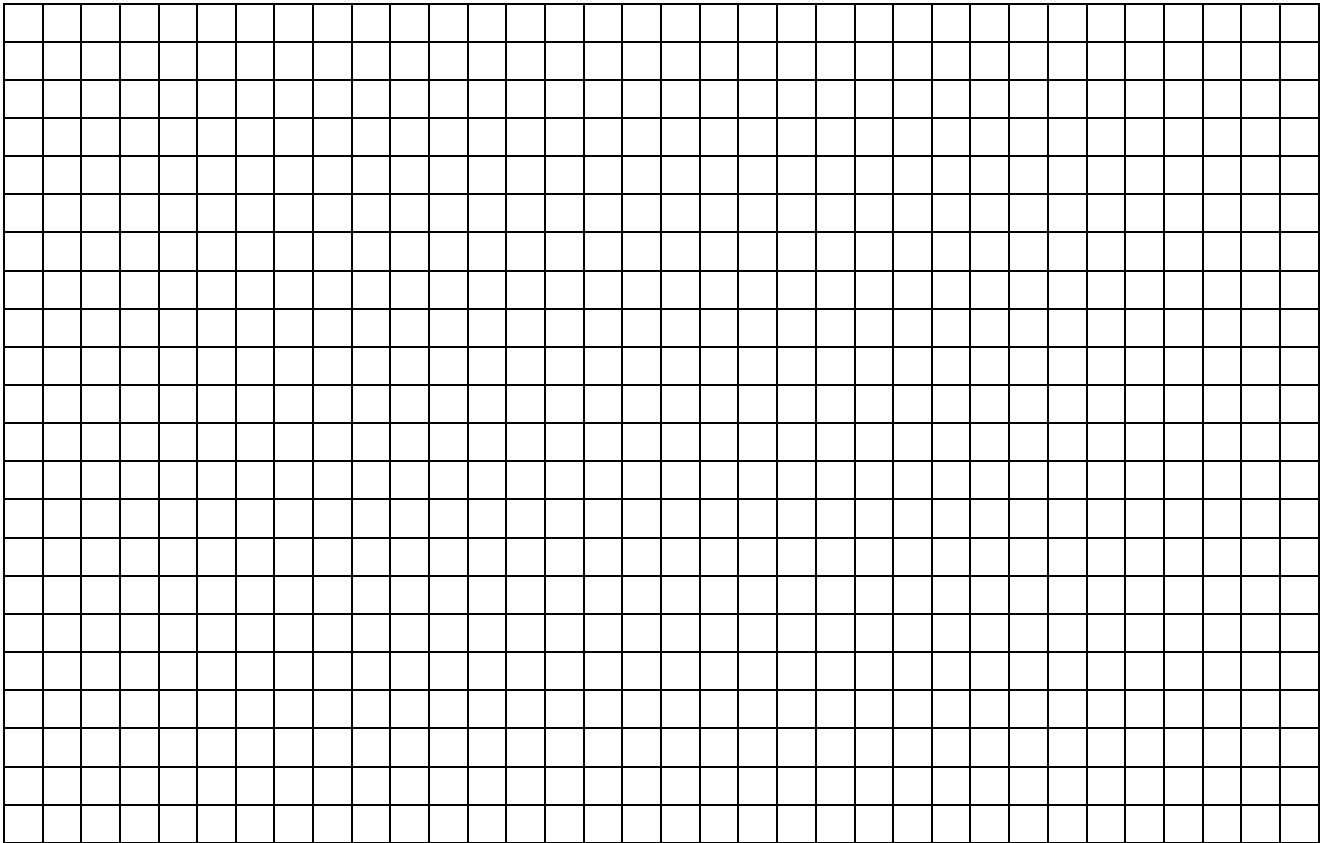
№ р-ра	Объём, мл		Относи- тельная концентр ация, с	Плот- ность d, г/см ³	Время истечения, t, сек				Вяз- кость η, сПз
	желатин	вода			t ₁	t ₂	t ₃	t _{сред}	
1	40	00	1,00	1,1					
2	30	10	0,75	1,07					
3	10	30	0,25	1,03					
4	4	36	0,1	1,01					
5	00	40	0,00	1,00					1,0

Готовят ряд растворов желатина с разной концентрацией, исходя из раствора, концентрацию которого принимают равной 1 (в данном случае – вода).

Определяют время истечения воды и растворов желатина.

Рассчитывают вязкость по уравнению (5).

По полученным данным строят график зависимости: $\eta = f(c)$.



Расчеты:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Задачи

1) При температуре 27°C объем газа равен 600 мл. Какой объем займет газ при температуре 57°C , если $P=\text{const}$?

Дано:	Решение.
-------	----------

2) При температуре 15°C давление в баллоне с кислородом равно 90 атм. При какой температуре оно станет равным 100 атм.?

Дано:	Решение.
-------	----------

3) Сколько молекул содержится в 1 мл H_2 при н.у.?

Дано:	Решение.
-------	----------

4) Закрытый сосуд, объем которого 1 л, содержит 0,25 г азота при 0°C . Каково давление газа?

Дано:	Решение.
-------	----------

5) При 25°C и давлении 745 мм.рт.ст. некоторое количество газа занимает объем равный 152 мл. Вычислить, какой объем занимает это же количество газа при температуре 0°C и давлении 760 мм рт ст.

Дано:	Решение.
-------	----------

ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

РАБОТА №2

«Определение теплового эффекта реакции нейтрализации»

Химические реакции сопровождаются выделением или поглощением тепла.

Уравнения реакций, в которых указывается их тепловой эффект, называются **термохимическими**.

Тепловой эффект реакции, протекающей при постоянных давлении и температуре, равен изменению энтальпии процесса ΔH .

Условились считать:

- *отрицательным* – тепловой эффект *экзотермического* процесса ($\Delta H < 0$),
- *положительным* – тепловой эффект *эндотермического* процесса ($\Delta H > 0$).

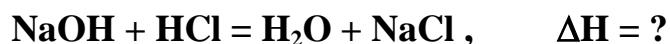
Тепловой эффект реакции относят к 1 молю вещества при 25°C и давлении 1 атм и выражают в *кДж* или во внесистемной единице *ккал*.

Установлено, что теплота реакции нейтрализации любой сильной кислоты любым сильным основанием ($\Delta H_{\text{нейтр.}}$) является величиной постоянной и равной 13,7 ккал/моль. Этот факт объяснила теория электролитической диссоциации Аррениуса, согласно которой любая реакция нейтрализации сводится к процессу: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$. Т.е. тепловой эффект реакции нейтрализации является тепловым эффектом реакции образования 1 моль воды. Именно поэтому он одинаков для реакции нейтрализации сильными основаниями любых сильных кислот.

В случае нейтрализации слабых кислот и оснований тепловой эффект реакции зависит от природы взятых веществ. Это связано с тем, что процессу образования воды из ионов H^+ и OH^- предшествует распад вещества на ионы, т.е. тепловой эффект этого процесса входит в теплоту нейтрализации.

Выполнение работы

Определим тепловой эффект реакции:



Определение тепловых эффектов реакций проводят в **калориметрах**. В зависимости от характера процесса и реагирующих веществ применяют калориметры различных конструкций, но все они содержат калориметрический сосуд, который защищён от потерь тепла и снабжён термометром или другим устройством для измерения температуры.

Простейший калориметр состоит из двух стаканов – внешнего (ёмкостью ≈ 300 мл) и внутреннего (ёмкостью ≈ 100 мл), асбестовых прокладок и ртутного термометра с ценой деления 0,1⁰С. Внутренний стакан калориметра изолирован от внешнего асбестовой прокладкой.

Количество тепла **Q**, выделяющегося или поглощающегося в калориметре, вычисляют по формуле:

$$Q = C_{p-ра} \cdot m_1 (t_{max}^0 - t^0) + C_{ст} \cdot m_2 (t_{max}^0 - t^0),$$

где $C_{p-ра}$, $C_{ст}$ – удельная теплоёмкость соответственно: раствора и стекла, кал/г·град;

m_1 , m_2 – массы раствора и калориметрического стакана соответственно;

t_{max}^0 – максимальная температура, ⁰С;

t^0 – средняя температура исходных растворов, ⁰С.

Удельная теплоёмкость раствора зависит от его концентрации, но т.к. в данном случае концентрация NaCl мала, можно принять теплоёмкость раствора, равной теплоёмкости растворителя – воды $C(H_2O) = 1$ кал/г·град;

Теплоёмкость стекла примем $C_{ст} = 0$.

Методика выполнения работы:

1. Взвесить внутренний стакан калориметра на теххимических весах с точностью до 0,01 г (m_1).

2. Отмерить в него цилиндром 25 мл 1М раствора соляной кислоты и поместить в калориметр.

3. В другой сухой стакан отмерить цилиндром 25 мл 1М раствора гидроксида натрия.

4. Измерить термометром температуру растворов соляной кислоты – t_1° и гидроксида натрия – t_2° , затем, не вынимая термометр из внутреннего стакана калориметра, быстро влить в него щёлочь.

5. Осторожно перемешивая термометром раствор, наблюдаем за повышением температуры. Отмечаем максимальную температуру с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$ – t_{max}°

6. Взвесить калориметрический стакан с раствором с точностью до $0,01\text{г}$ (m_2).

7. Результаты эксперимента занести в таблицу:

$m, \text{Г}$	$m_1, \text{Г}$	$m_2, \text{Г}$	$t_1^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$	$t_2^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{max}}^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{сред.}}^{\circ}, ^{\circ}\text{C}$

Расчет:

1. Средняя температура исходных растворов:

$$t_{\text{сред.}}^{\circ} = (t_1^{\circ} + t_2^{\circ}) : 2$$

$t_{\text{сред.}}^{\circ} =$

2. Масса раствора в калориметрическом стакане:

$$m = m_2 - m_1$$

$m =$

3. Количество тепла, выделившегося в калориметре при сливании 25 мл 1М NaOH и 25 мл 1М HCl:

$$Q = c \cdot m (t_{\text{max}}^{\circ} - t_{\text{сред}}^{\circ}), \text{ ккал}$$

$Q =$

Как видно из уравнения реакции, при этом образуется 0,025 моль воды. Тогда тепловой эффект реакции будет равен:

$$\Delta H = -\frac{Q}{0,025 \cdot 10^3}, \text{ ккал / моль}$$

$\Delta H =$

4. Относительная ошибка измерения σ :

$$\sigma = \frac{T - \text{Э}}{T} \cdot 100\%$$

где: T – теоретическое значение теплового эффекта реакции нейтрализации

T = 13,7 ккал / моль

Э – экспериментально полученное значение теплового эффекта.

$\sigma =$

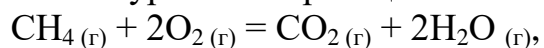
Относительная ошибка измерения не должна превышать 10% !!!

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Задачи

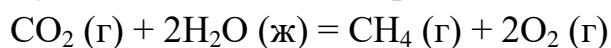
1) Напишите термохимическое уравнение реакции



предварительно вычислив её тепловой эффект.

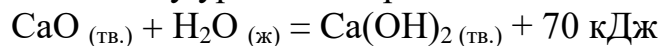
Дано:	Решение.
-------	----------

2) Определить принципиальную возможность (ΔG) реакции



Дано:	Решение:
-------	----------

3) Согласно термохимическому уравнению реакции



выделилось 15 кДж теплоты. Сколько граммов оксида кальция вступило в реакцию?

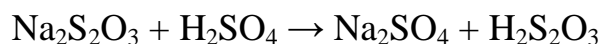
Дано:	Решение:
-------	----------

ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

РАБОТА №3

«Влияние температуры на скорость химической реакции»

Реакция протекает по уравнению:



Оборудование и реактивы.

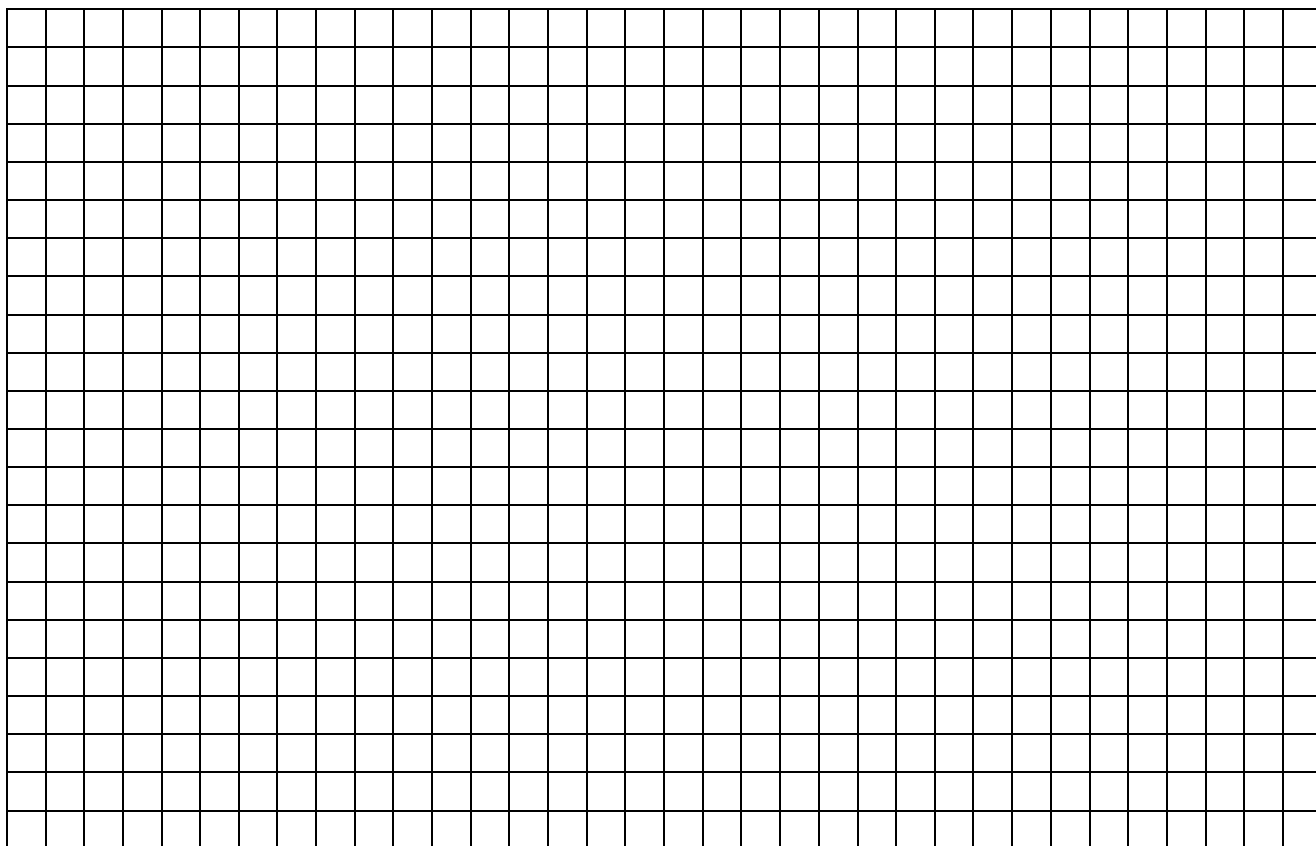
Секундомер, водяная баня, штатив с пробирками, две бюретки, термометр, раствор тиосульфата натрия (1М), серная кислота (1М).

Выполнение работы.

Шесть пробирок пронумеровать, на трёх из них, сделать надписи $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, на остальных трех – H_2SO_4 . В три пробирки с надписью $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ отмерить из бюретки по 5 мл раствора тиосульфата натрия. В другие три пробирки, с надписью H_2SO_4 , отмерить из бюретки по 5 мл раствора серной кислоты. Одну пару пробирок (с надписями $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и H_2SO_4) оставить при комнатной температуре. Остальные пробирки попарно поместить в водяную баню с термометром. Осторожно нагреть: одну пару выше комнатной температуры на 11-12°C, другую на 22-23°C. При достижении нужной температуры слить растворы попарно (т.е. растворы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и H_2SO_4) и тотчас включить секундомер. Отметьте время от момента сливания растворов до появления опалесценции. Данные занести в таблицу.

№ пробирки	Температура опыта, °С	Время течения реакции t, с	Условная скорость реакции $V = \frac{1}{t}$
1			
2			
3			

Постройте график зависимости скорости реакции от температуры, отложив по оси абсцисс температуру, по оси ординат – скорость реакций (в условных единицах).



Вывод: _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Задачи

- 1) Во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 100°C , если температурный коэффициент скорости равен 2?

Дано:

Решение:

- 2) Скорость реакции увеличилась в 27 раз при увеличении температуры на 30°C . Рассчитайте температурный коэффициент реакции.

Дано:

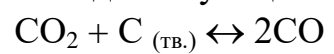
Решение:

- 3) Как изменится скорость реакции $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ при увеличении концентрации реагентов в 2 раза?

Дано:

Решение:

4) Привести выражение закона действующих масс для реакции



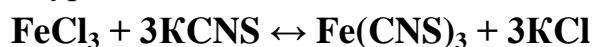
ТЕМА: ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

РАБОТА №4

«Смещение химического равновесия при изменении концентраций участвующих в реакции веществ»

Для опыта воспользуемся реакцией, протекающей между хлоридом железа (III) и роданидом калия. Эта реакция является классическим по наглядности примером обратимой реакции, поскольку образующийся в результате реакции раствор роданида железа (III) окрашен в красный цвет, интенсивность которого зависит от концентрации $\text{Fe}(\text{CNS})_3$. Смещение равновесия легко наблюдать по изменению интенсивности окраски раствора.

Реакция протекает по уравнению:



Оборудование и реактивы:

Штатив с пробирками. Стакан на 50 мл. Раствор FeCl_3 (0,002 М). Раствор KCNS (0,006 н). Капельницы с насыщенными растворами хлорида железа (III) и роданида калия. Кристаллический хлорид калия. Стеклопалочки.

Выполнение работы

Смешайте в стакане 10 мл раствора FeCl_3 и 10 мл раствора KCNS . Разлейте полученную смесь в 4 пробирки (по 5 мл) и прилейте в первую пробирку 2-3 капли насыщенного раствора FeCl_3 , во вторую 2-3 капли насыщенного раствора KCNS , в третью всыпать $\approx 0,5$ г KCl . Перемешать содержимое пробирок стеклопалочками, сопоставить интенсивность окрасок полученных растворов с цветом раствора в 4-ой пробирке и объяснить наблюдаемые явления на основании принципа Ле-Шателье. Данные внести в таблицу.

Добавленное вещество	Изменение интенсивности окраски	Направление смещения равновесия
FeCl_3		
KCNS		
KCl		

Вывод:

Дата _____
Подпись преподавателя _____

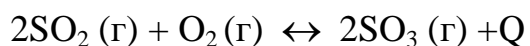
Задачи

- 1) Укажите способы, которые могут быть использованы для смещения равновесия реакции $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO} - Q$ вправо

- 2) Написать выражение константы равновесия для реакции



- 3) В какую сторону сместится равновесие реакции при а) повышении температуры, б) увеличении концентрации исходных веществ, в) понижении давления?



ТЕМА: РАСТВОРЫ

БУФЕРНЫЕ РАСТВОРЫ

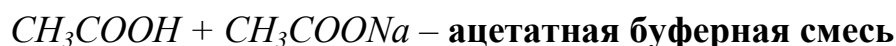
Буферными называются растворы, сохраняющие постоянное значение рН при разбавлении их водой или при добавлении к ним кислот и щелочей.

Составы буферных растворов

Обычно буферными растворами являются растворы, содержащие:

- 1) слабую кислоту и ее соль, образованную сильным основанием;
- 2) слабое основание и его соль, образованную сильной кислотой.

1) смесь растворов слабой кислоты и её соли, образованной сильным основанием, например:



Эти растворы имеют кислую реакцию ($\text{pH} < 7$), а концентрацию ионов водорода определяют по формуле:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{д}} \cdot \frac{[\text{кислоты}]}{[\text{соли}]} \quad (1)$$

Логарифмируя это выражение получаем:

$$\lg[\text{H}^+] = \lg K_{\text{кислоты}} + \lg \frac{c_{\text{кисл}}}{c_{\text{соли}}} \quad (2)$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{кислоты}} - \lg \frac{c_{\text{кисл}}}{c_{\text{соли}}} \quad (3)$$

где $\text{p}K_{\text{кислоты}}$ – силовой показатель кислоты – отрицательный логарифм константы диссоциации слабой кислоты (CH_3COOH) $\text{p}K_{\text{кислоты}} = -\lg K_{\text{д}}$.

Приведенное уравнение (3) носит название уравнение Гендерсона-Хассельбаха.

Значение рН зависит от соотношения концентраций компонентов раствора и не зависит от разбавления.

Если концентрации компонентов буферной смеси одинаковы, а рН изменяют соотношением объёмов, то рН можно вычислить по формуле:

$$pH = pK_{\text{кислоты}} - \lg \frac{V_{\text{кислоты}}}{V_{\text{соли}}} \quad (4)$$

2) смесь растворов слабого основания и его соли, образованной сильной кислотой, например:



Эти растворы имеют щелочную реакцию ($pH > 7$).

$$[\text{OH}^-] = K_d \cdot \frac{[\text{основания}]}{[\text{соли}]} \quad (5)$$

$$pOH = pK_{\text{основания}} - \lg \frac{C_{\text{основания}}}{C_{\text{соли}}} \quad (6)$$

$$pOH = pK_{\text{основания}} - \lg \frac{V_{\text{основания}}}{V_{\text{соли}}} \quad (7)$$

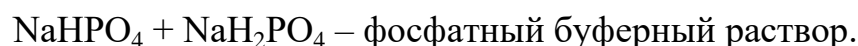
где: $pK_{\text{основания}}$ – отрицательный логарифм константы диссоциации слабого основания (NH_4OH).

$$pH = 14 - pOH \quad (8)$$

в) смесь растворов кислых и средних солей:



г) смесь растворов кислых солей:



Следовательно, pH буферного раствора зависит от соотношения концентраций его компонентов и от константы диссоциации слабой кислоты или слабого основания. Так как при разбавлении буферного раствора отношение компонентов меняется одинаково, а константа диссоциации не зависит от концентрации, то pH при разбавлении изменяться не будет.

Способность буферных растворов сохранять постоянную величину pH при добавлении к ним кислот или щелочей является ограниченной. Пределы сохра-

нения постоянного значения pH при добавлении сильной кислоты или сильного основания характеризует буферная ёмкость.

Буферной ёмкостью (B) называют такое количество эквивалента вещества (N) сильной кислоты или сильного основания, которое нужно прибавить к 1 л буферного раствора, чтобы его pH изменилось на единицу

$$B = \frac{N}{pH_2 - pH_1}, \text{ где:} \quad (9)$$

N – количество эквивалента вещества сильной кислоты (или сильного основания);

pH_1 – водородный показатель до добавления сильной кислоты или основания;

pH_2 – водородный показатель после добавления сильной кислоты или щелочи.

Величина буферной ёмкости зависит от концентрации компонентов буферной смеси и отношения между этими концентрациями.

Молоко, кровь, клеточный сок растений обладают буферными свойствами, что связано с наличием в них карбонатных, фосфатных и белковых буферных смесей. Почвенные растворы также обладают буферными свойствами.

РАБОТА №5
«Свойства буферных растворов»

ОПЫТ 1. «Зависимость pH буферного раствора от его состава»

Концентрация ионов водорода, а значит и pH буферного раствора зависит от соотношения концентраций слабого электролита и его соли. Если слабый электролит – основание, то буферная смесь имеет $pH > 7$, если слабый электролит – кислота, то $pH < 7$.

Составьте буферные смеси по данным таблицы. Для этого пронумеруйте 6 пробирок, в каждую пробирку отмерьте из бюретки соответствующее таблице количество компонентов буферной смеси

№ пробирки	Состав буферного раствора		$[H^+]$	pH	
	Объём			экспериментальное	теоретическое
	$CH_3COOH,$ мл	$CH_3COONa,$ мл			
1.	9,0	1,0			
2.	5,0	5,0			
3.	1,0	9,0			
	Объём				
	$NH_4OH,$ мл	$NH_4Cl,$ мл			
4.	9,0	1,0			
5.	5,0	5,0			
6.	1,0	9,0			

Далее определите pH для каждого буферного раствора с помощью универсального индикатора, значения внесите в таблицу.

Рассчитайте теоретическое значение pH для каждого раствора по уравнениям (4,7,8) приняв концентрации уксусной кислоты и гидроксида аммония 0,1M, а константы диссоциации:

* уксусной кислоты $K_d = 1,74 \cdot 10^{-5}$, $pK = 4,76$

* гидроксида аммония $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$, $pK = 4,755$

Расчет:

Подпись преподавателя _____ Дата _____

ОПЫТ 2. «Свойства буферных растворов»

а) действие кислот на буферные смеси

Взять пробирку с любой ацетатной буферной смесью и любую пробирку с аммиачной буферной смесью, добавить в каждую по 2-3 капли универсального индикатора. По каплям при перемешивании в каждую пробирку приливать из бюретки 0,1NCl. Наблюдайте, изменится ли цвет раствора.

б) действие щелочей на буферные растворы

Взять любую пробирку с ацетатной буферной смесью и любую пробирку с аммиачной смесью добавить в каждую по 2-3 капли универсального индикатора. По каплям из бюретки при перемешивании приливать в каждую пробирку 0,1N NaOH. Наблюдать, изменится ли окраска раствора.

в) действие разбавления на буферные растворы

В пробирку из бюретки отмерить 15 мл 0,1N CH_3COOH и 2 мл 0,1N CH_3COONa , тщательно перемешивать.

Полученный раствор разлить в три пробирки. Раствор в одной пробирке разбавить в 2 раза, а в другой - в 3 раза. Раствор в третьей пробирке не разбавлять. Из каждой пробирки отобрать по 5 мл раствора, добавить по 2 капли универсального индикатора. Перемешать. Сравнить окраску растворов.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ТЕМА: ЭЛЕКТРОХИМИЯ

ПОТЕНЦИОМЕТРИЯ

Потенциометрией называется электрохимический метод инструментального анализа, основанный на зависимости электродного потенциала или ЭДС гальванического элемента от состава раствора.

Потенциометрия применяется для определения термодинамических характеристик реакций, стандартных электродных потенциалов, активности и коэффициента активности электролитов, водородного показателя, концентраций растворов.

Принцип метода потенциометрии

В результате взаимодействия поверхности электрода с раствором на границе раздела фаз электрод – раствор возникает скачок потенциала, который называют электродным потенциалом. Величина электродного потенциала (E) зависит от температуры раствора (T), его концентрации (c) и может быть рассчитана по уравнению Нернста:

$$E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln a \quad (1)$$

E – значение электродного потенциала в стандартных условиях ($T = 298 \text{ K}$, $c = 1 \text{ моль/л}$),

n – заряд иона в растворе,

a – активность (концентрация) ионов в растворе,

F – число Фарадея – количество электричества, переносимое одним одновалентным ионом, $F = 96500 \text{ Кл}$.

ЭДС гальванической цепи (E), составленной из двух электродов, погруженных в раствор электролита, равна разности их электродных потенциалов:

$$E = E_1 - E_2.$$

Наиболее важным моментом в потенциометрии является выбор электродов. По назначению электроды делятся на электроды сравнения и электроды определения.

Электроды сравнения (или вспомогательными электродами) называют электроды, имеющие известный и стабильный потенциал, не зависящий от концентрации раствора. К ним относятся: нормальный водородный, каломельный, хлорсеребряный.

Электроды определения (или индикаторные электроды) имеют переменный потенциал, зависящий от природы и концентрации данного иона в растворе.

Выбор индикаторного и вспомогательного электродов определяется характером решаемой задачи и типом протекающих реакций.

Потенциометрическое определение рН

Потенциометрический метод определения рН основан на измерении ЭДС цепи, составленной из электрода, обладающего водородной функцией, и электрода сравнения. В качестве электродов с водородной функцией применяются хингидронный или стеклянный электроды, а в качестве электрода сравнения – хлорсеребряный электрод. В случае использования стеклянного электрода гальваническую цепь для определения рН можно схематически представить так:



Измерение рН проводят с помощью рН-метра – милливольтметра, который представляет собой прибор для измерения разности потенциалов, (потенциометр, отградуированный в милливольтнах и в значениях рН).

РАБОТА №6

«Определение буферной ёмкости почвы и рН почвенной вытяжки»

Методика определения буферной ёмкости почвы и рН почвенной вытяжки:

1. Приготовление почвенной вытяжки

Воздушно-сухую почву измельчают и просеивают. На технохимических весах берут навеску почвы 10 г, переносят в коническую колбу емкостью 250 мл, добавляют 50 мл дистиллированной воды. Образовавшуюся суспензию встряхивают в течение 10 минут, затем раствор фильтруют.

2. Определение буферной ёмкости почвы и рН почвенной вытяжки

Приготовить почвенную вытяжку, отмерить 20 мл в стаканчик, измерить рН раствора потенциометрическим методом. Затем, не вынимая электроды из раствора, прибавить к нему из бюретки 0,1н раствор NaOH до тех пор, пока рН не изменится на единицу.

Буферную ёмкость (В) вычисляют по формуле:

$$B = \frac{N_1 V_1}{V} \frac{1}{pH_2 - pH_1}$$

В – буферная ёмкость, моль-экв/л

N_1 – концентрация щелочи (или кислоты), моль-экв/л

V_1 – объем прибавленной щелочи (или кислоты)

V – объем буферного раствора, взятого для анализа

pH_1 - значение рН до прибавления щелочи (или кислоты).

pH_2 - значение рН после прибавления щелочи (или кислоты).

Расчеты:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Задачи

1) Вычислить осмотическое давление 0,1 М раствора глицерина при 20 °С.

Дано:

Решение:

2) Раствор, содержащий 80 г гемоглобина в 1 л обладает осмотическим давлением 0,026 атм при 4 °С. Чему равна приблизительно молярная масса гемоглобина?

Дано:

Решение:

3) Вычислить, при какой температуре будет замерзать 20 % раствор глюкозы?

Дано:

Решение:

- 4) Рассчитайте массы гидроксида калия и воды, содержащихся в 100 мл раствора с $\omega(\text{KOH}) = 0,12$ и $\rho = 1,2$ г/мл.

Дано:

Решение:

- 5) Сколько грамм гидроксида натрия необходимо прибавить к 200 мл 10% -го раствора ($\rho = 1,11$ г/мл), чтобы получить 15%-й раствор?

Дано:

Решение:

- 6) В 200 мл раствора содержится 0,49 г серной кислоты. Определите молярную и нормальную концентрацию вещества в растворе.

Дано:

Решение:

ТЕМА: ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Известно, что молекулы вещества, расположенные на поверхности тела, находятся в энергетически неуравновешенном состоянии, т. к. испытывают неодинаковое притяжение со стороны молекул, находящихся по разные стороны от поверхности раздела. Молекула, находящаяся в объеме жидкости и окруженная другими молекулами, испытывает равномерное притяжение со всех сторон, в то время как энергетическое поле молекул на поверхности скомпенсировано не полностью. Вследствие этого поверхностный слой обладает избыточной свободной энергией.

Поверхностное натяжение – это свободная энергия единицы площади поверхностного слоя, численно равная работе, которую необходимо затратить на образование единицы новой поверхности при постоянной температуре.

Т. к. поверхностное натяжение возникает и на границе раздела двух жидкостей, то оно равно силе, действующей на единицу длины контура, ограничивающего поверхность раздела.

В системе СГС поверхностное натяжение измеряется в эрг/см² (1 эрг = 10⁻⁷ Дж) или дин/см (1 дина = 10⁻⁵ Н), в СИ – Дж/м² или Н/м. (1

Поверхностное натяжение зависит от:

- 1) природы граничащих сред
- 2) химического состава растворителя и растворяемого вещества
- 3) от концентрации растворенного вещества
- 4) температуры.

При растворении в жидкости различных веществ поверхностное натяжение ее изменяется.

С наличием поверхностного натяжения связаны многие свойства жидкостей и растворов. Например, наличие *мениска* – вогнутого (для смачивающих поверхность жидкостей) и выпуклого (для несмачивающих

жидкостей). Благодаря поверхностному натяжению, капля жидкости имеет шарообразную форму. Наличие поверхностного натяжения позволяет личинке малярийного комара жить и превращаться во взрослую форму на поверхности природных водоемов. По этой же причине водяные пауки и другие насекомые также могут жить на поверхности воды.

Поверхностному натяжению принадлежит важная роль в существовании многоклеточных высших организмов растений и животных. Поверхностное натяжение живой клетки на границе с биологическими жидкостями равно $0,2-2,0 \cdot 10^{-7}$ Дж/см². С величиной поверхностного натяжения связаны формы и свойства отдельных клеток. Так, при уменьшении его величины лейкоцит или яйцеклетка принимает форму шара и теряют свою активность. С изменением поверхностного натяжения связаны клеточное давление, фагоцитоз, клеточная проницаемость, процесс оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом. Чем меньше поверхностное натяжение, тем лучше клетки изолируются одна от другой.

Энергия поверхности (E) (свободная поверхностная энергия) равна произведению поверхностного натяжения (σ) на величину общей поверхности (S):

$$E = \sigma \cdot S \quad (1)$$

Т. е. чем выше дисперсность системы, тем выше свободная поверхностная энергия. Системы, обладающие избытком свободной энергии, термодинамически неустойчивы. Поэтому в них самопроизвольно протекают процессы, понижающие запас энергии, например, за счёт притяжения к поверхности молекул или ионов из пограничной фазы.

Это явление называют адсорбцией.

АДСОРБЦИЯ – (от лат. *ad* - на, *sorbio* - поглощаю) – это процесс концентрирования веществ на поверхности раздела фаз.

АДСОРБЕНТ – вещество, на поверхности которого происходит адсорбция.

Различают гидрофильные и гидрофобные адсорбенты.

АДСОРБАТ (адсорбтив) – вещество, которое адсорбируется.

АБСОРБЦИЯ – процесс поглощения вещества всем объемом адсорбента.

АДСОРБЦИЯ – обратимый процесс.

Процесс, обратный адсорбции, называют десорбцией.

Количество адсорбированного вещества зависит:

- 1) от природы адсорбтива и адсорбента
- 2) от температуры
- 3) давления (для газов)
- 4) концентрации адсорбтива.

По механизму адсорбции различают:

- а) физическую адсорбцию
- б) химическую адсорбцию
- в) капиллярную конденсацию.

Адсорбция может происходить на поверхности раздела фаз: жидкость- газ (Ж-Г), твердое тело - газ (Т-Г), твердое тело - раствор (Т-Р), между двумя жидкостями, имеющими взаимную ограниченную растворимость (Ж-Ж).

АДСОРБЦИЯ НА ГРАНИЦЕ ЖИДКОСТЬ-ГАЗ

В этом случае адсорбция растворимого вещества связана с изменением свободной энергии поверхности адсорбента или его поверхностного натяжения. Зависимость между поверхностной концентрацией адсорбированного вещества (Γ) и поверхностным натяжением (σ) выражает уравнение Гиббса:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} \right)_T \quad (1)$$

где:

Γ – количество молей адсорбированного вещества на 1 см^2 поверхности

C – равновесная концентрация вещества, моль/л;

R – универсальная газовая постоянная

σ – поверхностное натяжение $\left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}\right)_T$ – частная производная

поверхностного натяжения от концентрации при постоянной температуре, показывает изменение поверхностного натяжения от концентрации.

Если $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} < 0$, т. е. поверхностное натяжение уменьшается с увеличением

концентрации, то растворенное вещество называют **поверхностно-активным (ПАВ)**. Происходит накопление ПАВ на границе раздела Ж–Г.

К поверхностно-активным (ПАВ) относятся органические кислоты и их соли, спирты, амины, белки, мыла.

Если $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} > 0$, т.е. поверхностное натяжение увеличивается с увеличением

концентрации, то растворенное вещество называют **поверхностно-инактивным**. В этом случае концентрация вещества на границе раздела меньше, чем в объеме раствора.

К поверхностно-инактивным относятся неорганические соли, гидроксиды, сильные неорганические кислоты, сахара.

Если $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = 0$, адсорбция не происходит.

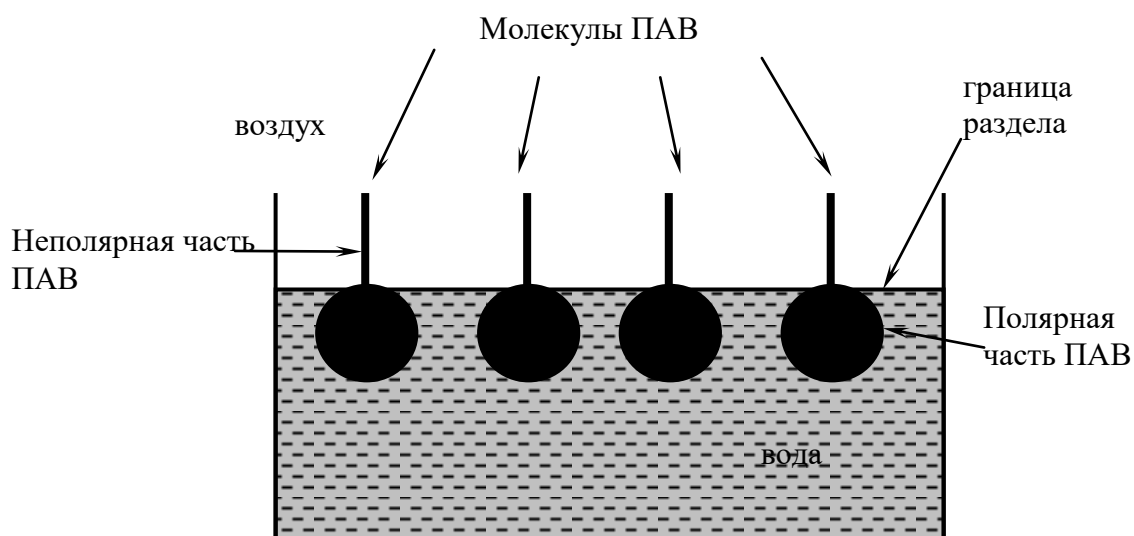
Характерной особенностью ПАВ является дифильность их молекул: они содержат полярные (гидрофильные) и неполярные (гидрофобные) группы.

Полярные группы: OH^- , COO^- .

Неполярными являются углеводородные радикалы.

Дифильность молекул ПАВ приводит к определенной ориентации их на поверхности: при взаимодействии с водой молекулы ПАВ погружаются своими гидрофильными группами в ее поверхностный слой, а гидрофобными размещаются над поверхностью (“торчат”).

Ориентация молекулы ПАВ на поверхности воды



Чем длиннее углеводородная цепь, тем больше вещество снижает поверхностное натяжение, тем большее его количество адсорбируется на границе раздела фаз.

Углеводородные радикалы неполярны и поэтому не способны притягивать молекулы воды, но зато притягивают молекулы неполярных жидкостей (бензола, толуола и др.), т.е. углеводородные радикалы гидрофобны. Чем длиннее углеводородная цепь радикала, тем сильнее выражены гидрофобные свойства молекул, тем слабее их взаимодействие с водой, тем больше их скапливается в поверхностном слое раствора. Этим объясняется увеличение поверхностной активности членов данного гомологического ряда с увеличением длины углеродной цепи радикала.

Правило Траубе-Дюкло: в гомологическом ряду нормальных карбоновых кислот поверхностная активность по отношению к воде возрастает в 3,2 раза на каждую группу $-\text{CH}_2-$.

РАБОТА №7

«Адсорбция на границе жидкость – газ (раствор мыла-воздух)»

Количество мыла, адсорбированного на границе раздела фаз жидкость- газ, рассчитываем по уравнению Гиббса, исходя из экспериментальных данных по изменению поверхностного натяжения от концентрации:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} \right)_T \quad (1)$$

Наиболее простым и достаточно точным является определение поверхностного натяжения **сталагмометрическим методом**. Метод основан на том, что между поверхностным натяжением жидкости и числом капель, полученных из данного объема, существует взаимосвязь

$$\sigma = \frac{V \cdot d \cdot q}{2\pi \cdot r \cdot n} \quad (2)$$

где: σ – поверхностное натяжение

d – плотность жидкости

n – число капель в объеме

q – ускорение свободного падения

r – радиус капилляра сталагмометра.

Сталагмометр представляет собой пипетку Мора, заканчивающуюся толстостенным капилляром, благодаря чему жидкость вытекает из него не струей, а по каплям.

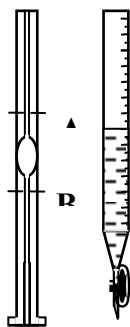


Рис. Сталагмометр

Определение поверхностного натяжения этим методом заключается в сравнении количества капель при истечении из сталагмометра исследуемой жидкости (n_x) и жидкости ($n_{ст}$) с известным поверхностным натяжением ($\sigma_{ст}$).

В момент отрыва капли от нижнего конца трубки вес капли (P) уравнивается силой поверхностного натяжения (σ), которая действует вдоль окружности шейки капли и препятствует ее отрыву. В момент отрыва капли

$$P = F$$

$$P = \frac{V \cdot dq}{n}; \quad F = 2\pi \cdot r \cdot \sigma$$

$$\frac{V \cdot dq}{n} = 2\pi \cdot r \cdot \sigma$$

Откуда:
$$\sigma = \frac{V \cdot dq}{2\pi \cdot r \cdot n}$$

Т.к. радиус капилляра определить с достаточной точностью сложно, то обычно определяют относительное значение σ , сравнивая истечение из данного сталагмометра исследуемой жидкости и жидкости с известным поверхностным натяжением.

Определим поверхностное натяжение мыла (σ_x) относительно воды. Тогда уравнение для расчета будет:

$$\frac{\sigma_x}{\sigma_{H_2O}} = \frac{d_x \cdot n_{H_2O}}{d_{H_2O} \cdot n_x}$$

Откуда:

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{H_2O} \cdot d_x \cdot n_{H_2O}}{n_x}$$

Т.к. $\sigma_{H_2O} = 72,7$ эрг/см², $d_{H_2O} = 1$ г/см³, то

$$\sigma_x = \frac{72,7 \cdot d_x \cdot n_{H_2O}}{n_x}, \quad (3)$$

Методика определения

1. Установить размер отверстия сталагмометра так, чтобы скорость истечения жидкости была удобна для подсчета числа капель.

2. Заполнить сталагмометр дистиллированной водой, определить число капель воды, содержащихся в 3 мл при свободном истечении. Определение повторить 2-3 раза, для расчета взять среднее значение.

3. Аналогично подсчитать число капель при истечении такого же объема растворов мыла с концентрациями 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10 моль/л.

4. По формуле (3) рассчитать поверхностное натяжение для каждого раствора мыла.

Расчет:

5. Построить график изотермы поверхностного натяжения

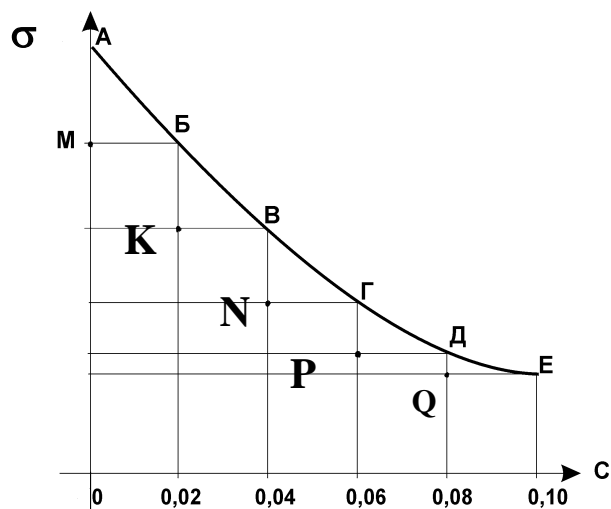
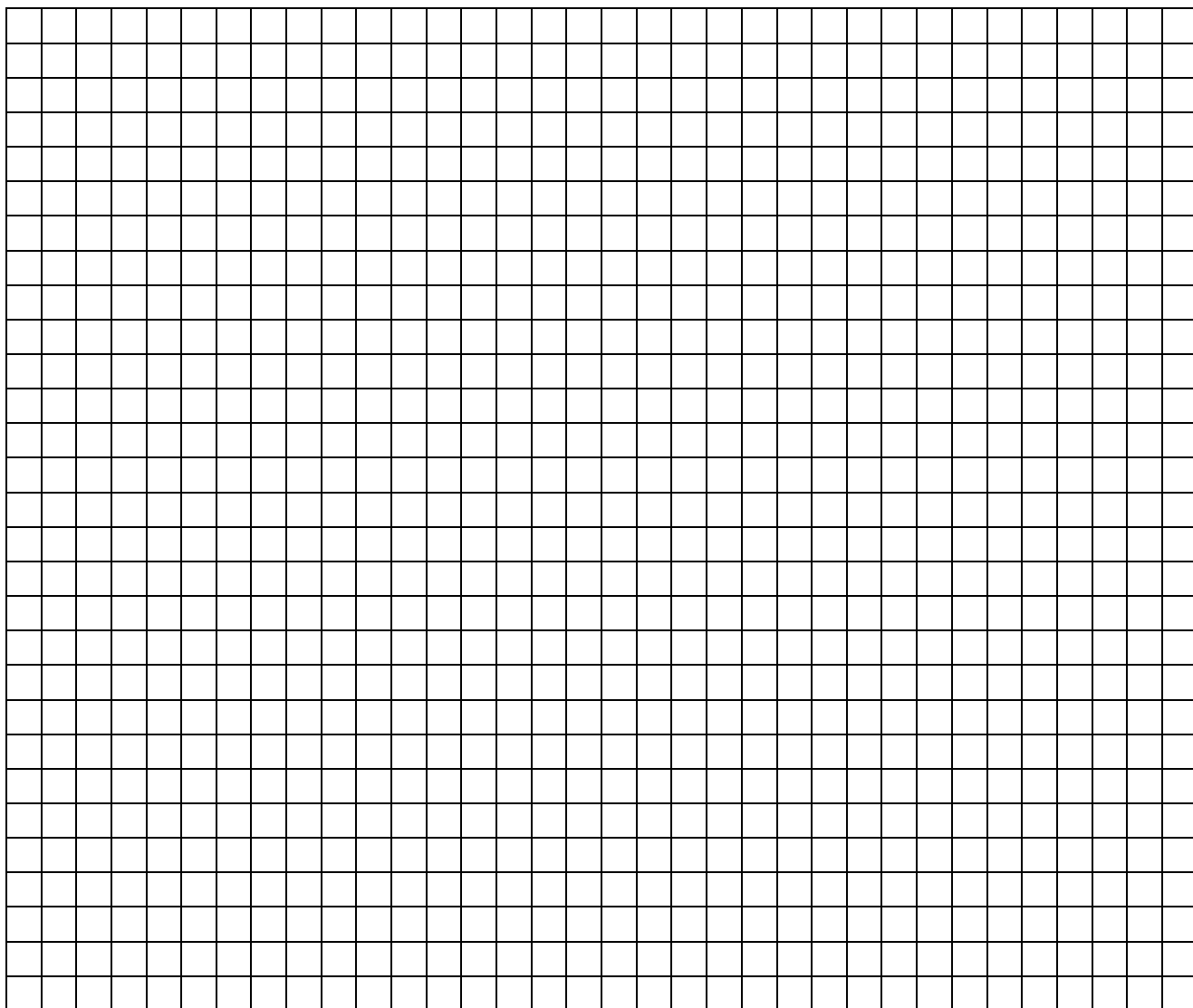


Рис. График зависимости изменения поверхностного натяжения от концентрации



6. Из графика рассчитать отношение между последовательными точками:

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = \frac{AM}{MB}; \quad \frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = \frac{BK}{KB}; \quad \frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = \frac{BN}{NG} \text{ и так далее.}$$

Расчет:

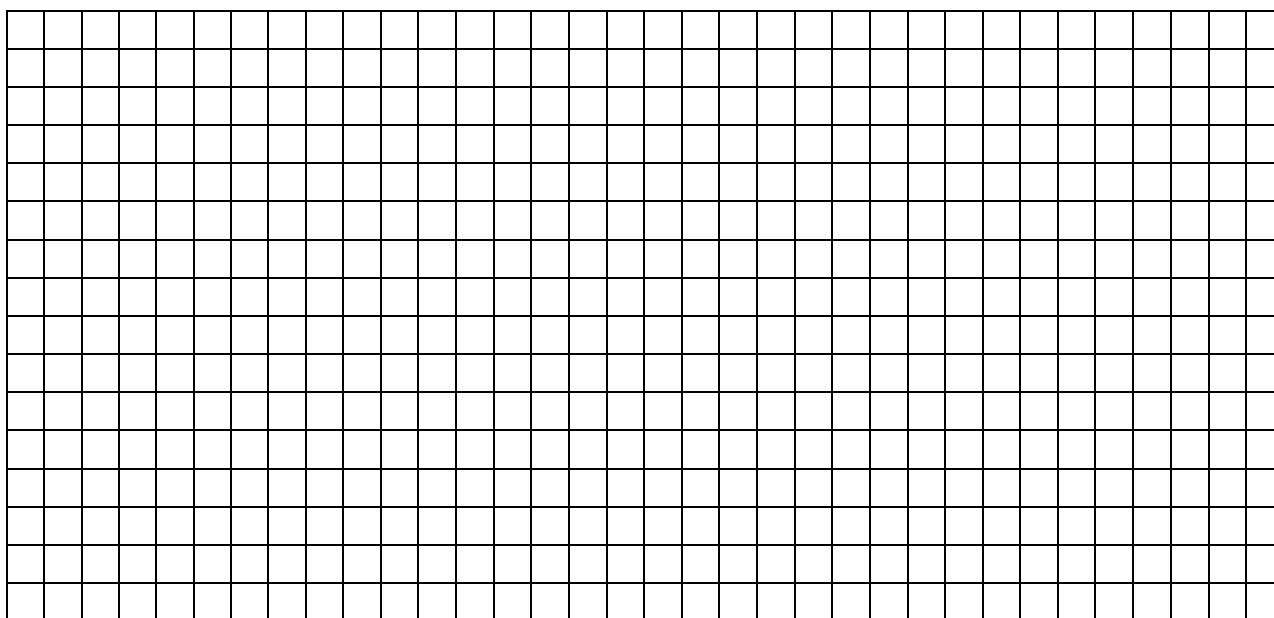
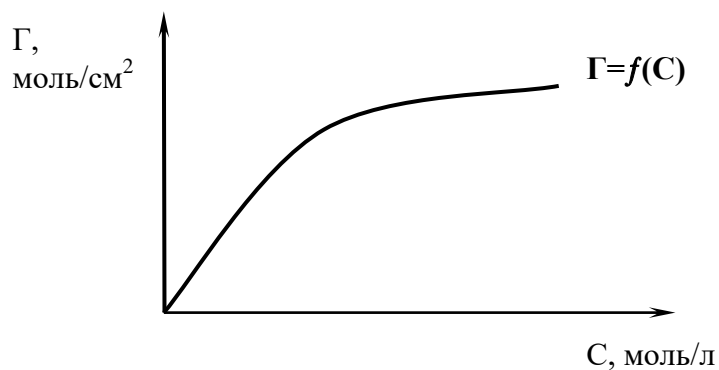
7. Рассчитать количество адсорбированного мыла (Γ) по уравнению Гиббса (1), подставив в него полученные из графика значения.

Расчет:

8. Результаты представить в виде таблицы:

Точка на графике	Концентрация, С моль/л	Плотность, d г/см ³	Число капель	σ , эрг/см ²	$\frac{-\Delta\sigma}{\Delta C}$	Γ , моль/см ²
А	0,00	1,000				
Б	0,02	1,003				
В	0,04	1,006				
Г	0,06	1,010				
Д	0,08	1,019				
Е	0,10	1,038				

9. Построить график изотермы адсорбции $\Gamma = f(c)$



Вывод: _____

Дата _____

Подпись преподавателя _____

РАБОТА № 8

«Зависимость поверхностной активности вещества от длины углеводородной цепи»

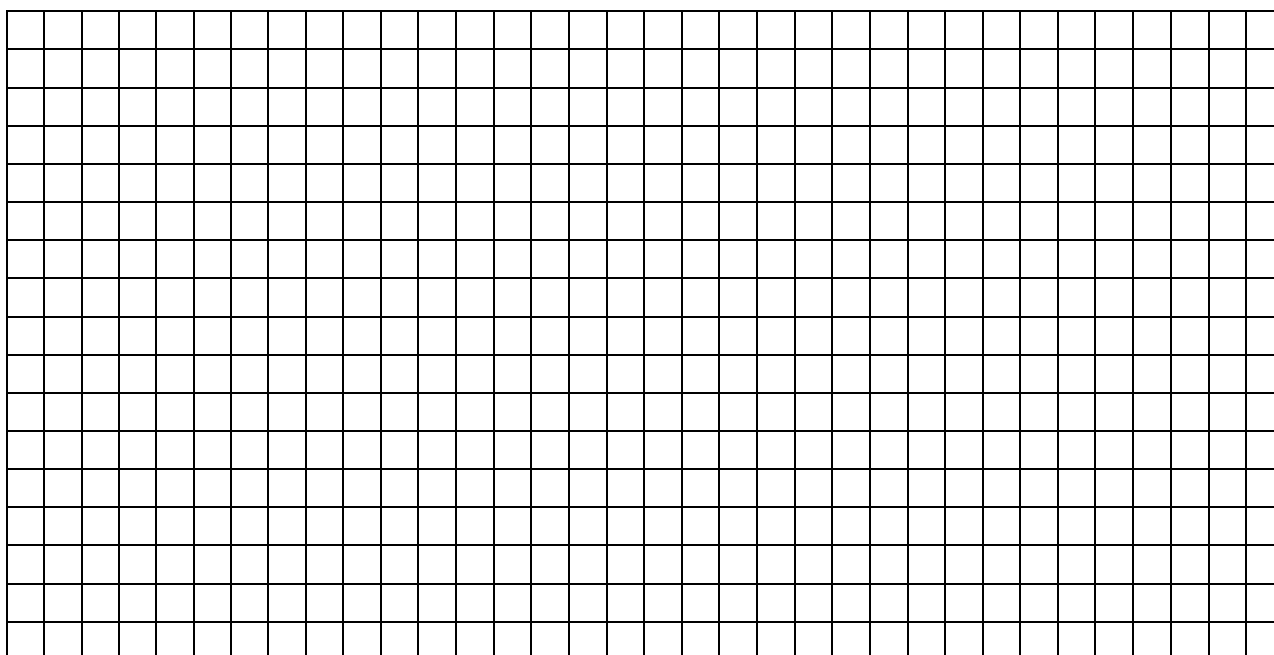
1. Определить поверхностное натяжение сталагмометрическим методом для 0,2 М растворов этилового, пропилового, бутилового спирта по отношению к воде. Для этого определим число капель жидкости (n) содержащихся в 3 мл. Рассчитать поверхностное натяжение (методику расчета см. выше).

Результаты занести в таблицу.

Вещество	Число капель, n	d , г/см ³	σ , эрг/см ²	Число аотмов углерода
C ₂ H ₅ OH				
C ₃ H ₇ OH				
C ₄ H ₉ OH				
H ₂ O				

Расчет:

2. Построить график зависимости поверхностного натяжения от числа атомов углерода соответствующего спирта.



3. Анализируя график, определить, во сколько раз изменяется поверхностная активность спирта в зависимости от числа атомов углерода. Выполняется ли правило Траубе?

Дата _____
Подпись преподавателя _____

МОЛЕКУЛЯРНАЯ АДсорбция ИЗ РАСТВОРОВ

Количество адсорбированного вещества (Γ) можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma = \frac{C_0 - C}{m}, \quad (1)$$

где:

C_0 – концентрация растворенного вещества до адсорбции, моль/л,

C – концентрация растворенного вещества после адсорбции, моль/л,

m – масса адсорбента, г.

Молекулярная адсорбция из растворов на поверхности пористых тел или порошков хорошо подчиняется эмпирическому уравнению Фрейндлиха:

$$\frac{x}{m} = K \cdot C_p^{\frac{1}{n}},$$

где:

X – количество адсорбированного вещества, моль;

m – масса адсорбента;

C_p – равновесная концентрация вещества в растворе, ммоль/л

K – постоянная, равная количеству адсорбированного вещества при $C = 1$ моль/л - эмпирическая константа, $n = 0,3- 0,4$.

РАБОТА №9

«Адсорбция на границе раздела фаз жидкость - твердое тело. Адсорбционные свойства почвы»

Методика проведения работы

1. Приготовить растворы уксусной кислоты с разной концентрацией.

Для этого в сухие колбы емкостью 100 мл отмерить следующие количество 0,1 н раствора уксусной кислоты и воды:

№ раствора	V(кислоты), мл	V(H ₂ O), мл
1	50	0
2	40	10
3	30	20
4	20	30

2. Определить концентрацию (C_0) каждого раствора до адсорбции объемным методом. Раствор оттитровать 0,1н раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до слабо розового окрашивания. Для титрования отбирать по 5 мл раствора из колб №1, №2 и по 10 мл раствора, из колб № 3, №4.

Концентрация уксусной кислоты до адсорбции (C_0) и после адсорбции (C_p):

$$C = \frac{V_{NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 10^3}{V_{кислоты}} \text{ ммоль / л} \quad (1)$$

Расчет:

3. Провести адсорбцию. Для этого в четыре сухие колбы отобрать по 25 мл растворов уксусной кислоты, добавить в каждую по 1 г измельченной воздушно-сухой почвы, перемешать в течение 10 мин (до установления равновесия). При равновесии концентрация раствора не изменяется.

4. Отделить почву от раствора. Для этого суспензию отфильтровать через сухой фильтр в сухую колбу. Из фильтрата отбирать пробы для определения равновесной концентрации раствора после адсорбции (C_p).

5. Определить равновесную концентрацию C_p растворов после адсорбции. Для этого отбирать пробы фильтрата по 5 мл из фильтрата №1, №2 и по 10 мл из фильтрата №3, №4. Оттитровать их 0,1 н NaOH в присутствии фенолфталеина до слабого розового окрашивания. Равновесную концентрацию рассчитать по уравнению (1).

Расчет:

6. Определить количество вещества (A), адсорбированного на границе раздела фаз жидкость-твердое тело:

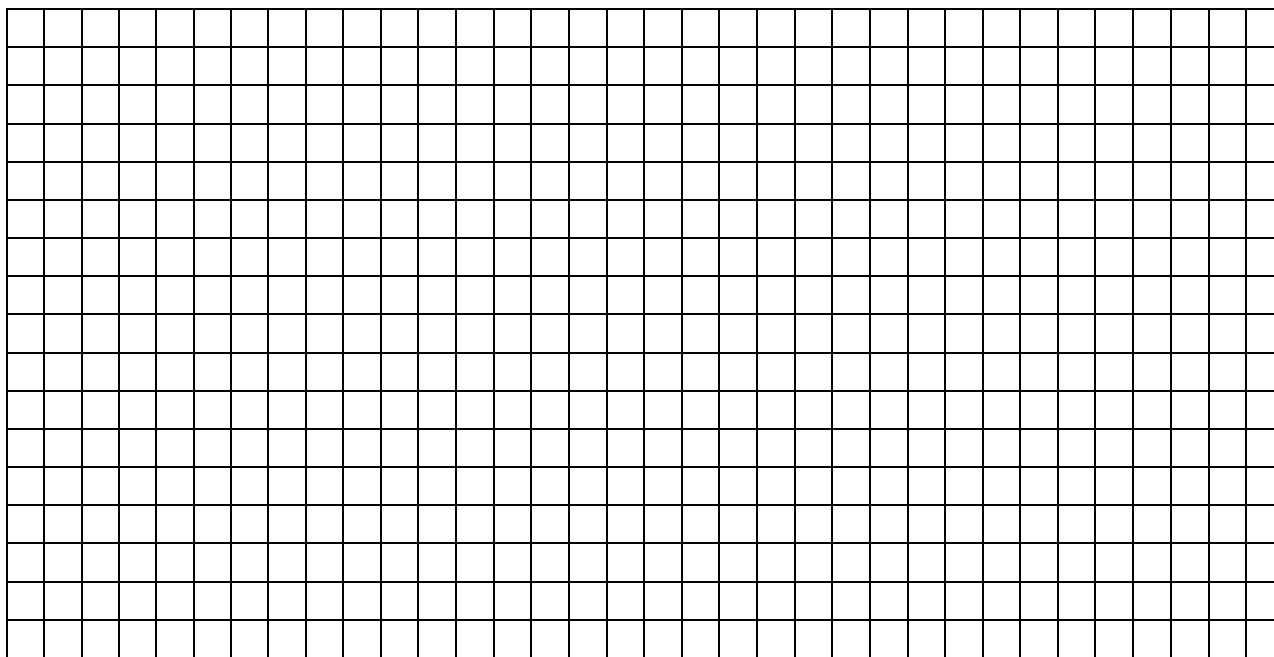
$$A = \frac{x}{m} = \left(\frac{C_0 - C_p}{1000} \right) \cdot V, \text{ ммоль/г} \quad (2)$$

Расчет:

Результаты привести в таблице:

№ р-ра	До адсорбции			После адсорбции			lgC _p	А ммоль/л	lgА
	V, мл CH ₃ COOH	V, мл NaOH	C ₀ , ммоль/л	V, мл CH ₃ COOH	V, мл NaOH,	C ₀ , ммоль/л			
1									
2									
3									
4									

7. Из полученных данных графически найти постоянные уравнения Фрейндлиха:
K и l/n.

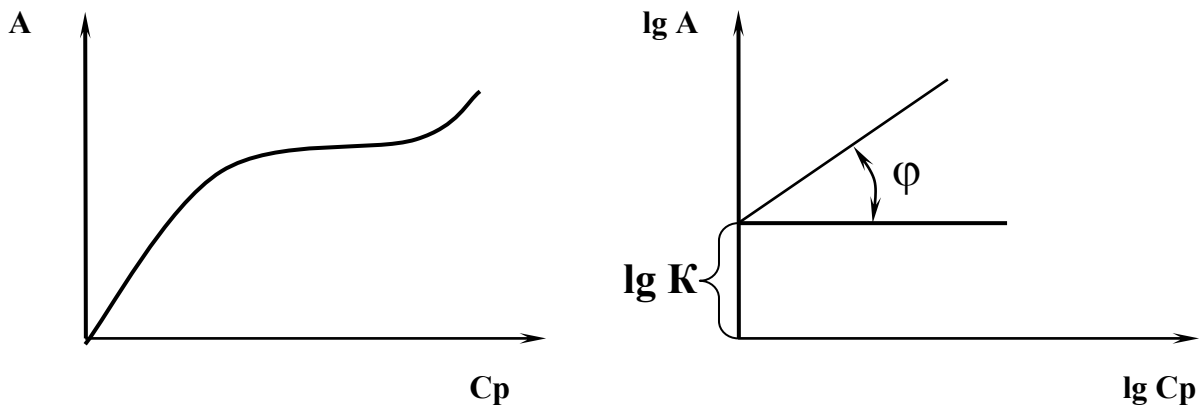


Для этого прологарифмируем уравнение Фрейндлиха и строим график зависимости $lg A = f(lg C_p)$.

$$lg A = lg K + \frac{1}{n} lg C_p$$

Тогда: $tg \varphi = l/n$

Изотерма адсорбции



8. В уравнение Фрейндлиха подставляем полученные значения K и $1/n$.

Подпись преподавателя _____ Дата _____

ИОНООБМЕННАЯ АДсорбция

Ионообменная адсорбция – это процесс обмена ионов между раствором и твердой фазой, при котором твердая фаза поглощает из раствора ионы одного знака, а вместо них выделяет в раствор эквивалентное количество ионов того же знака.

Если вещество твердой фазы обменивается с раствором анионами, его называют **анионитом**, если катионами – **катионитом**. Общее название этих веществ – **иониты**.

Схема анионного обмена:

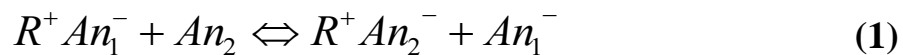
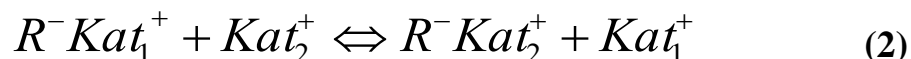


Схема катионного обмена:



Количественно обмен ионов на твердой фазе в состоянии равновесия характеризует уравнение Б. П. Никольского:

$$\frac{m_1^{\frac{1}{z_1}}}{m_2^{\frac{1}{z_2}}} = K \cdot \frac{a_1^{\frac{1}{z_1}}}{a_2^{\frac{1}{z_2}}} \quad (3)$$

где:

m_1, m_2 – содержание обменивающихся ионов в адсорбенте

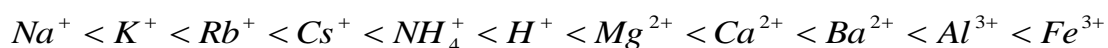
a_1, a_2 – активности обменивающихся ионов в растворе

z – заряд ионов

K – константа ионного обмена.

Избирательная адсорбция ионов зависит от его валентности, радиуса, степени сольватации. По способности адсорбироваться катионы и анионы располагают в так называемые **лиотропные ряды**.

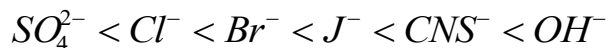
Катионы:



A

нио

ны:



Т. е. из одновалентных катионов лучше всех адсорбируется Н, а из одновалентных анионов – ОН. Поливалентные катионы адсорбируются значительно лучше, чем одновалентные, независимо от состава адсорбента.

Из смеси катионов металлов лучше адсорбируются ионы с большей атомной массой. Например, в смеси электролитов $Pb(NO_3)_2$ и $AgNO_3$ преимущественно адсорбируется Рb.

Иониты характеризуются удельной емкостью ионного обмена.

Удельная обменная емкость ионита выражается числом мэкв активных функциональных групп в 1 г матрицы ионита. В промышленных ионитах она составляет 4-5 м-экв/г.

Ионообменными являются природные и синтетические силикаты: цеолиты, глауколиты, Na_2O , CaO , Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O , перлуиты Na_2O , Al_2O_3 $nSiO_2$, $nSiO_2 \cdot H_2O$.

По сравнению с ними более эффективными являются органические сорбенты. Известно, что наибольшей сорбционной способностью обладают соли гуминовых кислот, катионы которых могут обмениваться на катионы электролита, в том числе и на ионы Н. Гуминовые кислоты представляют собой высокомолекулярные нерастворимые в воде вещества, содержащие карбоксильные и оксифенильные группы. Водород этих групп и вступает в реакцию ионного обмена.

Совокупность почвенных коллоидов, участвующих в адсорбции катионов, называют **почвенным поглощающим комплексом (ППК)**.

Емкость поглощения почвы, или емкость обмена почвы, – это общее количество катионов, адсорбированных 100 г почвы (т. е. м-экв/100 г).

Важнейшие свойства почвы: водопроницаемость, влагоемкость, набухаемость, структура, рН почвенного раствора, химические свойства и др. – определяются соотношением между адсорбированными катионами. Процесс адсорбции катионов почвенным поглощающим комплексом обратим. Адсорбция коллоидами почвы анионов происходит с образованием в ряде случаев химических соединений и, чаще всего, необратима.

РАБОТА № 10.

«Ионообменная адсорбция в почве»

При ионообменной адсорбции адсорбент (ППК почв) поглощает из раствора определенные ионы: посылая в тоже время в раствор свои ионы в эквивалентном количестве:



Почва обменивается только катионами, адсорбция которых растет с увеличением зарядов, а для катионов с одинаковым зарядом адсорбция возрастает с увеличением их атомной массы (или с уменьшением степени гидратации ионов).

В общем случае количество адсорбируемых ионов зависит от рН раствора: чем больше рН, тем больше адсорбция катионов (меньше адсорбция анионов). Чем меньше рН, тем больше адсорбция анионов (меньше адсорбция катионов).

ОПЫТ 1. Обратимость ионного обмена

Отмерить в колбу 50 мл 1N CuSO₄. Добавить в раствор 1 г катионита, хорошо перемешать. Катионит отфильтровать от раствора на воронке отметить цвет фильтрата. Затем катионит на фильтре обработать концентрированным раствором хлорида натрия. Фильтрат собрать в другую колбочку, отметить его цвет.

Объяснить, почему в первом случае фильтрат обесцвечен, а во втором окрашен в голубой цвет. Написать схему ионного обмена.

ОПЫТ 2. Катионный обмен в почвах

На технохимических весах взять две навески почвы по 10 г. Поместить их в заранее подготовленные воронки с фильтром. Затем почву обработать на одном фильтре дистиллированной водой, на другой – 1N NH_4Cl . Отобрать пробы фильтрата с каждой воронки и выполнить качественную реакцию на катион кальция с помощью щавелевой кислоты аммония.

Написать схему ионного обмена при действии хлорида аммония на почву.

Объяснить, почему в водной вытяжке иона Ca нет, а в солевой вытяжке есть.

ОПЫТ 3. Изменение рН при обменной адсорбции

На технохимических весах взять навеску почвы (3 г), перенести в коническую колбу. Отмерить мерным цилиндром 50 мл 0,001н HCl и, определить ее рН, смешать с почвой. Содержимое колбы встряхивать 15 мин. Затем почву отфильтровать на складчатом фильтре. Собрать фильтрат и определить его рН.

Определение рН произвести потенциометрическим методом.

Результаты эксперимента: (объяснить причину изменения рН кислоты при контакте с почвой).

Раствор	рН
0,001н HCl	
почвенный раствор	

Дата _____

Подпись преподавателя _____

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

ТЕМА: КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ

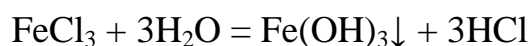
РАБОТА 11.

«Получение коллоидных систем»

ОПЫТ 1. Получение гидрозоля гидроксида железа (III) конденсационным методом

В термостойкий стакан помещают 50 мл дистиллированной воды и нагревают до кипения. В кипящую воду добавляют по каплям 10 мл 3% раствора. Получается интенсивно окрашенный коричнево-красный коллоидный раствор гидрозоля Fe(OH)₃.

При этом происходят следующие реакции:



Строение мицеллы золя гидроксида железа представлено схемой:



ОПЫТ 2. Получение золя гидроксида алюминия методом перитизации

К 10 - 20 мл 1 % раствора AlCl₃ по каплям добавить раствор аммиака. Выпавший осадок промыть на фильтре и перенести в химический стакан. В стакан добавить 500 мл дистиллированной воды и по каплям 0,1Н HCl. Осадок постепенно распадается и исчезает.

Записать уравнения реакций и строение мицеллы гидроксида алюминия:

ОПЫТ 3. Получение золя почвенных частиц по методу перитизации

1. Укрепить стеклянную воронку в штативе, вложить в нее фильтр, насыпать в него чернозема, предварительно измельчив его. Почву нужно насыпать так, чтобы она не доходила до верхнего края на 1,5 - 2 см.

2. Налить на почву 4N раствор NaCl слоем толщиной приблизительно 2 см, дать ему профильтроваться через нее и стечь в приемник. Операцию повторить 3 - 4 раза. При такой обработке в результате обменной адсорбции почти все двухвалентные катионы почвенного поглощающего комплекса (главным образом, катионы кальция) будут замещены одновалентными ионами натрия.

3. Фильтрат отбросить. Промыть почву от избытка хлорида натрия примерно таким же количеством дистиллированной воды, следя за изменением окраски фильтрата. Вначале он будет бесцветным и прозрачным, а по мере уменьшения концентрации хлорида натрия начнет окрашиваться в желтый, а затем в черно-бурый цвет. Это является признаком развивающегося процесса перехода почвенных частиц, в том числе гуминовых кислот, из грубодисперсного и коллоидно-дисперсного состояния.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ТЕМА: РАСТВОРЫ ВМС

РАБОТА 12.

«Определение изоэлектрической точки (ИЭТ) желатины»

Существует ряд методов определения ИЭТ, один из них - по минимуму вязкости.

Методика:

1. На технических весах взять навески 1,5 г сухой желатины и растворить ее при нагревании до 45°C на водяной бане в 50 мл воды.
2. Пронумеровать 7 пробирок.
3. Приготовить в пронумерованных пробирках по 10 мл буферных растворов, указанных в таблице.

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7
CH ₃ COOH, мл	0,2	1,0	2,0	5,0	7,0	8,5	9,8
CH ₃ COONa, мл	9,8	9,0	8,0	5,0	3,0	1,5	0,2
T, сек							
η, сПз							
pH							

4. К каждому раствору добавить по 5 мл еще теплого раствора желатины. Растворы тщательно перемешать.

5. Вычислить pH буферных растворов:

$$[H^+] = K \frac{[\text{кислота}]}{[\text{соль}]} \quad pH = pK + \lg \frac{[\text{соль}]}{[\text{кислота}]}$$

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}, \quad pK = 4,75$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,1N$$

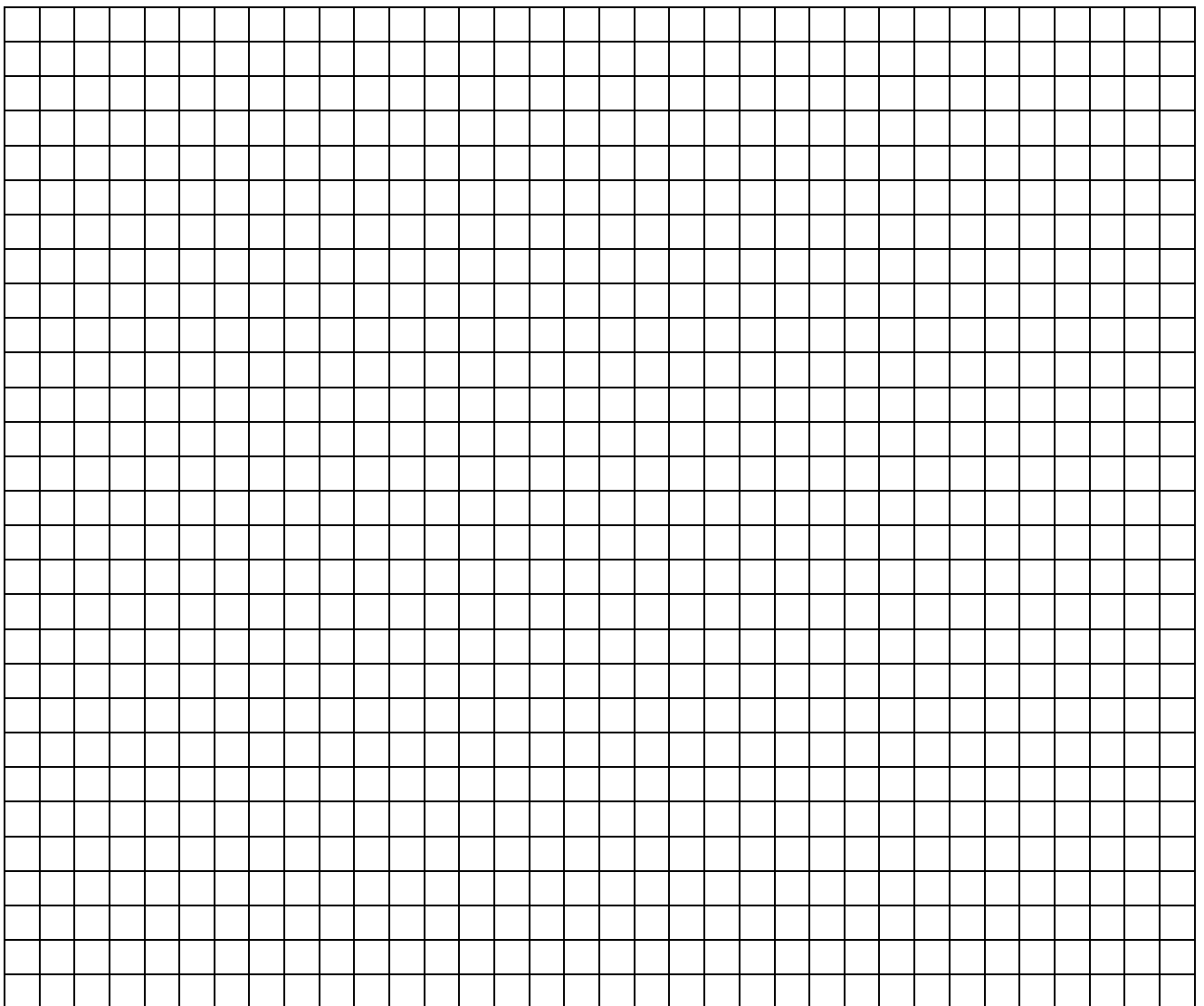
6. Определить вязкость растворов η вискозиметрическим методом.

$$\eta = \eta_{H_2O} \cdot (t / t_{H_2O}),$$

где η_{H_2O} - вязкость воды при 25°C $\eta_{H_2O} = 1 \text{ сПз}$; t_{H_2O} - время истечения воды, t - время истечения желатины через капилляр.

7. Построить график зависимости: $pH = f(V)$. Минимум на графике соответствует ИЭТ желатины.

Расчет:



Вывод:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

РАБОТА 13.

«Коагуляция коллоидных систем»

ОПЫТ 1. Коагуляция лиофильного золя, гидрозоль желатины (раствор ВМС) при действии дегидратирующих веществ

В две пробирки отмерить по 2 мл 0,5% гидрозоль желатины. Затем из бюретки по каплям до появления мути прибавить: в первую пробирку этиловый спирт, а во вторую – насыщенный раствор сульфата аммония. Отметить количества реактивов, вызывающих коагуляцию. Пробирки с содержимым оставить до конца занятия. Записать наблюдения.

ОПЫТ 2. Коагуляция лиофобного золя гидрозоль $Fe(OH)_3$

В пробирку отмерить 2 мл гидрозоль $Fe(OH)_3$ и добавить из бюретки по каплям насыщенный раствор сульфата аммония до появления мути. Отметить количество реактива, вызывающего коагуляцию и сравнить его с количеством, вызвавшим коагуляцию золя желатины.

ОПЫТ 3. Обратимость лиофильных коллоидов

В две пробирки с коагелем желатины (из опыта 1) добавлять из бюретки дистиллированную воду до исчезновения мути. Такое же количество воды доба-

вить в пробирку с коагелем $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Выяснить, какой коагель является обратимым.

Результаты представить в виде таблицы:

Раствор	Объем, мл			Обратимость коагеля
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	H_2O	
Желатина				
Гидрозо́ль $\text{Fe}(\text{OH})_3$				

ОПЫТ 4. Проверка правила Шульце-Гарди

В пробирки отмерить по 5 мл золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и затем из бюретки добавлять по каплям, перемешивая до помутнения следующие электролиты: NaCl , Na_2SO_4 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Появление помутнения свидетельствует о начале коагуляции. Определить объем электролита ($V_{\text{Э}}$), пошедшего на коагуляцию, рассчитать порог коагуляции ($C_{\text{К}}$) по формуле:

$$C_{\text{К}} = \frac{C_{\text{Э}} \cdot V_{\text{Э}}}{V_{\text{Э}} + V_3} \cdot 1000 \text{ ммоль / л}$$

$C_{\text{Э}}$ – концентрация электролита, ммоль/л; V_3 - объем золя, мл.

Результаты представить в таблице:

Электролит	4М NaCl	0,1М Na_2SO_4	0,1М $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
$V_{\text{Э}}$			
$C_{\text{К}}$			

Сделать вывод о выполнении правила Шульце-Гарди:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ТЕМА: ГЕЛИ

РАБОТА 14.

«Влияние электролитов на процесс набухания»

В 8 пробирках одинакового размера отмерить из бюретки по 5 мл растворов веществ, указанных в таблице. В каждую пробирку внести по 0,3 г измельченного желатина, измерить высоту осадка ($h_{исх.}$) линейкой. Через 1-1,5 часа пробирки встряхнуть и после осаждения желатина измерить высоту осадка ($h_{кон.}$).

Результаты измерений занести в таблицу и рассчитать степень набухания в % к исходной высоте:

$$\alpha = \frac{h_{кон.} - h_{исх.}}{h_{исх.}} \cdot 100\%$$

Составить лиотропный ряд изученных анионов на степень набухания

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8
Раствор	H ₂ O	HCl 0,025M	NaOH 0,025M	NaCl 0,1M	Na ₂ SO ₄ 0,1M	KCNS 0,1%	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ 10%	(NH ₂) ₂ CO 5%
$h_{кон.}$								
$h_{исх.}$								
$\alpha, \%$								

Вывод:

Дата _____

Подпись преподавателя _____

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Гельфман М. И. Коллоидная химия/Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П.. - Санкт-Петербург:Лань, 2017. - 336 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91307>. - Издательство Лань.
2. Нигматуллин Н. Г. Физическая и коллоидная химия/Нигматуллин Н. Г.. - Санкт-Петербург:Лань, 2015. - 288 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=67473. - Издательство Лань.
3. Свиридов В. В. Физическая химия/Свиридов В. В., Свиридов А. В.. - Санкт-Петербург:Лань, 2016. - 600 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=87726. - Издательство Лань.

б) дополнительная литература:

1. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия : учебник для студентов с.-х. вузов. - М.:Высш. шк., 1983. - 408 с.
2. Романенко, Е. С. Физическая химия : учеб. пособие для бакалавров по направлению 110400 - Агрономия/Е. С. Романенко, Н. Н. Францева ; СтГАУ. - Ставрополь:Параграф, 2012. - 88 с.
3. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для студентов вузов по хим. специальностям. - М.:Высш. шк., 2006. - 527 с.
4. Физическая и коллоидная химия : рабочая тетр./сост.: А. Н. Шипуля, Ю. А. Безгина, Е. В. Волосова, Е. В. Пашкова ; СтГАУ. - Ставрополь:Ключ, 2016. - 1,49 МБ
5. Францева, Н. Н. Коллоидная химия : учеб. пособие для подготовки бакалавров по направлению 110400 - Агрономия/Н. Н. Францева, Е. С. Романенко, Ю. А. Безгина, Е. В. Волосова ; СтГАУ. - Ставрополь:Параграф, 2013. - 894 КБ
6. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия : Учебник для с.-х. спец. вузов.- М.:Высш. шк., 1988. - 400 с.: ил.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

1. Значение физической и коллоидной химии для сельского хозяйства.
2. Значение коллоидных систем в функционировании клетки и целостного организма.
3. Осмос, осмотическое давление в осуществлении функций живого организме в норме и при патологии.
4. Диффузия и ее значение в обмене веществ и функционировании живого организма.
5. Буферные системы. Основные характеристики и свойства. Механизм действия и биологическое значение.
6. Поверхностно-активные вещества, их биологическое значение.
7. Современные представления о строении дисперсной фазы коллоидной системы и ВМС.
8. Основные свойства гидрофобных коллоидных систем.
9. Основные свойства ВМС.
10. Почвенные коллоиды. Методы изучения почвенных коллоидов и минералов.
11. Современные представления о теории растворов и процессе растворения.
12. Истинные растворы. Основные свойства и значение.
13. Броуновское движение. Суть и значение для функционирования живого организма.
14. Сорбционные явления в природе.
15. Зависимость основных характеристик дисперсных систем от размера частиц дисперсной фазы.
16. Общая характеристика белковых растворов.
17. Поверхностные явления как свойства дисперсных систем. Биологическое значение поверхностных явлений.
18. Исследование хлорофилла.
19. Хроматография – суть метода, применение и значение.
20. Электрофорез – суть метода, применение и значение.
21. Основные свойства белков и их значение в жизнедеятельности организма.
22. Сравнительная характеристика основных свойств дисперсных систем.
23. Биологическое значение состояний коллоидных систем – золь и гель. Суть и механизм старения коллоидных систем.
24. Активная реакция среды. Биологическое значение и методы определения.
25. Термохимия. Основные законы и следствия в биологии.
26. Термодинамика в существовании биологических систем.
27. Катализ. Его значение катализа в биологии, промышленности, сельскохозяйственном производстве.
28. Плазма – четвертое агрегатное состояние вещества.
29. Криоскопия. Эбуллиоскопия.
30. Электрохимия. История развития и основные законы.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

1. Структура реферата

- **Титульный лист** – 1 стр.

Титульный лист реферата кроме названия реферата должен содержать сведения об учреждении образования, факультете, кафедре и дисциплине, по которой выполнен реферат. На титульном листе указывают фамилию, курс, группу исполнителя, фамилию преподавателя дисциплины, а также место и год выполнения работы (см. **Образец оформления титульного листа реферата**).

- **Оглавление** (содержание работы) – 1 стр.

- **Введение** – 1,5-2 стр.

Здесь формируются цели и задачи работы, обосновываются актуальность и практическая значимость темы.

- **Основная часть** – 10-12 стр.

Реферат содержит два, три и более раздела по основному вопросу выбранной темы. Каждый раздел начинается с заголовка, указанного в содержании с порядковым номером раздела.

- **Заключение** – 1-2 стр.

В нем формулируются выводы, предложения или рекомендации.

- **Список литературы** – 1-2 стр. (см. Оформление библиографического списка).

2. Общие требования

Объем реферата 15-16 страниц (на одной стороне белой бумаги формата А4).

Межстрочный интервал – 1,5.

Шрифт – TimesNewRoman, 14.

Поля: левое – 3, верхнее – 2, правое – 1,5, нижнее – 2.

Абзац отступления – 1,27 см.

Выравнивание текста: по ширине

3. Рубрикация и нумерация страниц

Реферативная работа состоит из разделов. Они могут разделяться на подразделы и пункты.

Введение не нумеруется.

Разделы нумеруются арабскими цифрами (1.).

Подразделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой (1.1.).

Заголовки разделов начинаются на отдельной строке прописными буквами, например: ВВЕДЕНИЕ.

Заголовки подразделов строчными буквами (кроме первой прописной). В конце заголовка точку не ставят. Подчеркивание и переносы в заголовках не допускаются.

Каждый раздел следует начинать с нового листа (страницы), а подразделы продолжают на странице.

Нумерация страниц должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, второй – оглавление и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами. На титульном листе номер страницы не ставят.

Если имеются рисунки и таблицы, которые располагаются на отдельных страницах, их необходимо включать в общую нумерацию. Приложения и библиографический список также включаются в сквозную нумерацию.

4. Оформление таблиц

Каждая таблица должна иметь порядковый номер и краткий четкий заголовок (при наличии в работе лишь одной, слово «Таблица» и ее номер не ставится). Нумерация таблиц последовательная, арабскими цифрами. Слева над таблицей (на уровне «красной строки») помещают надпись: «Таблица...» с указанием порядкового номера и через дефис – заголовка таблицы.

Все слова в таблице пишутся полностью, кроме принятых сокращений.

На все таблицы должна быть ссылка в тексте.

5. Иллюстрации

Иллюстрации (рисунки, фотографии, графики, схемы и т.п.) обозначают словом «Рисунок» и нумеруют арабскими цифрами. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: Рисунок 1.2. (второй рисунок первого раздела). Далее через дефис с заглавной буквы указывается название рисунка. Если в работе одна иллюстрация, то ее не нумеруют.

Иллюстрации, должны быть достаточно контрастными и дополнять текст реферата.

6. Оформление библиографического списка

Библиографический список начинается с официально-документальных материалов. Нумерация источников сплошная.

Сведения об отечественной литературе располагаются строго в алфавитном порядке авторов книг, статей в журналах и сборниках научных трудов, а если автор отсутствует, то заглавия книг, сборников и т.д.

Перечень иностранной литературы дается в порядке латинского алфавита.

Библиографическое описание литературы ведется согласно ГОСТу.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

Официальные материалы

Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации : офиц. текст. – М.: Маркетинг, 2001. – 39 с.

Российская Федерация. Законы. О землеустройстве : федер. закон от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ // Рос.газ. – 2001. – 23 июня. – С. 3.

Стандарты

ГОСТ Р 517721-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. - Введ. 2002-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести./ <http://gostexpert.ru/gost/gost-12038-84>.

Патентные документы

Патент 2257712, Российская Федерация, А01N61/00. Способ получения регулятора роста растений / Брыкалов А.В., Романенко Е.С., заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» . - № 2004108515/15, заявл. 22.03.2004; опубл. 10.08.2005.

Статьи из сборников

Абрамов, Г.А. Виноград на песках / Г.А. Абрамов, В.И. Резвякова // Науч. тр. / Ставроп. СХИ. – 1982. – Вып. 45, т. 2. – С. 79-81.

Окрут, С.В. Мониторинг прудовых экосистем при рыбохозяйственной деятельности в аридных зонах / С.В. Окрут // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве: материалы 71-ой научно-практической конференции (Ставрополь 3-6 апреля 2007 г.) / СтГАУ. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2007. – С. 128-131.

Статьи из журналов

С 1-м автором

Доценко, К.А. Влияние антропогенного фактора на почвенную альгофлору Северского района Краснодарского края / К.А. Доценко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009.- №2. – С 124-126.

С 2-мя авторами

Соколов Я.В. Управленческий учет: как его понимать / Я.В. Соколов, М.Л. Пятов // Бух. Учет. – 2003. - № 7. – С. 53-55.

С 3-мя авторами

Хицков, И. Интегрированные связи в агропромышленном производстве / И. Хицков, Н. Мытина, Е. Фомина // АПК: экономика, управление. – 2003. - № 9. – С. 9-17.

С 4-мя и более авторами

Микроудобрения и их эффективность / Л.М. Онищенко, Х.Д. Хурум, А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009.- №2. – С 124-126.

Главы из книг

Методы и приемы ускоренного чтения // Ускоренное конспектирование и чтение / Э.В. Минько, А.Э. Минько. – М.; СПб; Н. Новгород [и др.], 2003. – С. 74-122.

Книги

Агафонова, Н.Н. Гражданское право: учеб.пособие для вузов / Н.Н. Агафонова, Т.В. Богачева, Л.И. Глушкова; под общ. Ред. А.Г. Калпина; М-во общ.и проф. образования РФ, Моск. гос. юр. акад. – Изд. 2-е, перераб. и доп.- М.: Юрист, 2002. – 542 с.

Закшевская, Е.В. Функционирование и развитие агропродовольственного рынка: теория, методология, практика: автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Закшевская Елена Васильевна. – Воронеж, 2004. – 50 с.

Образец оформления титульного листа реферата

**ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии и защиты растений

РЕФЕРАТ

Дисциплина: _____

Тема: _____

Выполнил:
студент факультета агробиологии и
земельных ресурсов,
1 курса, 1 группы,
направление 35.03.04 Агротомия
Иванов В.В.

Проверил:
к.х.н., доцент Шипуля А.Н.

Ставрополь, 20__

**РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ХИМИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ»**

1. Предмет, задачи и значение физической химии. Разделы физической химии.
2. Газообразное состояние вещества. Идеальный газ. Законы идеальных газов.
3. Жидкое состояние вещества.
4. Твердое состояние вещества.
5. Основные термодинамические понятия: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.
6. Термохимия. Тепловой эффект. Закон Гесса и следствия из него.
7. Первое начало термодинамики. Энтальпия.
8. Второе начало термодинамики. Энтропия.
9. Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость химических реакций.
10. Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций.
11. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса.
12. Катализ. Виды катализа. Влияние катализа на скорость химических реакций.
13. Обратимые и необратимые реакции.
14. Необратимые реакции и химическое равновесие. Константа равновесия.
15. Смещение равновесия. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.
16. Фотохимические реакции. Фотосинтез.
17. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность.
18. Общая характеристика растворов. Способы выражения концентрации растворов.
19. Законы Рауля. Криоскопия. Эбуллиоскопия.
20. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.
21. Диффузия. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
22. Теория электрической диссоциации Аррениуса. Степень диссоциации.
23. Электролитическая диссоциация. Слабые электролиты. Константа диссоциации.
24. Сильные электролиты. Активность электролита. Ионная сила раствора.
25. Ионное произведение воды. pH , pOH .
26. Буферные растворы. Составы буферных растворов.
27. Буферные растворы. Буферная емкость. Значение буферных растворов.

28. Электрохимия. Гальванический элемент.
29. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. ЭДС.
30. Стандартные электродные потенциалы. Ряд стандартных электродных потенциалов.
31. Предмет, задачи и значение коллоидной химии.
32. Общая характеристика сорбционных явлений. Адсорбция.
33. Адсорбция и биологические процессы.
34. Адсорбция на поверхности раздела твердое вещество-газ. Теории адсорбции. Изотермы адсорбции.
35. Адсорбция на поверхности раздела жидкость-газ. Поверхностное натяжение.
36. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества. Правило Дюкло-Траубе.
37. Адсорбция на поверхности твердое тело-жидкость. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
38. Дисперсные системы, их классификация.
39. Мицеллярная теория строения коллоидной частицы.
40. Строение мицеллы (состав мицеллы, мицеллярные формулы для коллоидной и отрицательной мицеллы).
41. Методы получения коллоидных растворов.
42. Коагуляция лиофобных коллоидов. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди.
43. Старение золей и пептизация.
44. Кинетическая устойчивость золей. Седиментация.
45. Очистка коллоидных систем.
46. Оптические свойства коллоидных систем.
47. Белки как природные коллоиды.
48. Микрогетерогенные системы. Суспензии.
49. Микрогетерогенные системы. Эмульсии.
50. Микрогетерогенные системы. Пены.
51. Микрогетерогенные системы. Порошки.
52. Микрогетерогенные системы. Аэрозоли (туманы, дымы).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Стандартная теплота (энтальпия) образования ΔH^0_{298}
некоторых веществ

Вещество	Состояние	ΔH^0_{298} , кДж/моль	Вещество	Состояние	ΔH^0_{298} , кДж/моль
C_2H_2	г	+226,75	CO	г	-110,52
CS_2	г	+115,28	CH_3OH	г	-201,17
NO	г	+90,37	C_2H_5OH	г	-235,31
C_6H_6	г	+82,93	H_2O	г	-241,83
C_2H_4	г	+52,28	H_2O	ж	-285,84
NH_3	г	-46,19	NH_4Cl	к	-315,39
H_2S	г	-20,15	CO_2	г	-393,51
CH_4	г	-74,85	Fe_2O_3	к	-822,10
C_2H_6	г	-84,67	$Ca(OH)_2$	к	-986,50
HCl	г	-92,31	Al_2O_3	к	-1669,80

Стандартная энергия Гиббса образования ΔG^0_{298}
некоторых веществ

Вещество	Состояние	ΔG^0_{298} , кДж/моль	Вещество	Состояние	ΔG^0_{298} , кДж/моль
$BaCO_3$	к	-1138,8	FeO	к	-244,3
$CaCO_3$	к	-1128,75	H_2O	ж	-237,19
Fe_3O_4	к	-1014,2	H_2O	г	-228,59
$BeCO_3$	к	-944,75	PbO_2	к	-219,0
CaO	к	-604,2	CH_4	г	-50,79
BaO	к	-528,4	NO_2	г	+51,84
BeO	к	-581,61	CO	г	-137,27
CO_2	г	-394,38	C_2H_2	г	+209,20
NaCl	к	-384,03	NO	г	+86,69
ZnO	к	-318,2			

Учебное издание

**ШИПУЛЯ Анна Николаевна
ВОЛОСОВА Елена Владимировна
ПАШКОВА Елена Валентиновна
ГЛАЗУНОВА Наталья Николаевна
Шарипова Ольга Васильевна**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО
ФИЗИЧЕСКОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**