

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 17.05.2021 09:50:28

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20277f7ab5c65

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НОРИЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ  
ИНСТИТУТ»

Политехнический колледж

**Методические указания**  
для студентов по проведению практических работ  
по дисциплине «Химия»  
для специальностей:

- 13.02.01 Тепловые электрические станции;
- 13.02.11 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта;
- 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям);
- 23.02.03 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям);
- 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых;
- 21.02.16 Шахтное строительство

Методические указания для студентов по проведению лабораторных работ по дисциплине: **Химия**

для специальностей:

13.02.01 Тепловые электрические станции;

13.02.11 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта;

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям);

23.02.03 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям);

21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых;

21.02.16 Шахтное строительство

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФБГОУ ВПО «Норильский государственный индустриальный институт»

Разработчик: Ивасишина Елена Евгеньевна, преподаватель

Рассмотрена на заседании предметной или цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ М.В. Олейник

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФБГОУ ВПО «Норильский индустриальный институт».

Протокол заседания методического совета № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ С.П. Блинова

## Содержание

Предисловие .....	4
Правила техники безопасности при проведении и подготовке лабораторных работ по химии .....	5
Первая помощь при несчастных случаях в химической лаборатории .....	7
Лабораторная работа № 1 .....	8
Лабораторная работа № 2 .....	12
Лабораторная работа № 3 .....	15
Лабораторная работа № 4 .....	21
Лабораторная работа № 5 .....	23
Лабораторная работа № 6 .....	26
Лабораторная работа № 7 .....	29
Лабораторная работа № 8 .....	32
Библиографический список .....	36

## Предисловие.

Для повышения роли эксперимента как основы изучения химии и более успешного формирования практических навыков в программе определен перечень лабораторных работ. Лабораторные работы должны проводиться параллельно с изучением предмета, причем к их выполнению учащиеся допускаются только после подробного ознакомления с установленными правилами техники безопасности.

Лабораторные работы по химии охватывают основные разделы программы курса химии, включая растворы, окислительно-восстановительные процессы, свойства элементов, соединений. Методические указания по проведению лабораторных работ включают также работы по специальной части курса: по химии металлов побочных подгрупп.

Лабораторные работы имеют лишь краткие теоретические вступления, для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующие параграфы учебников.

Описание работ включают задания предварительной подготовки, что способствует более успешному выполнению лабораторных работ.

Опыты выполняются студентами индивидуально: каждый получает задание и оформляет отчет по своим результатам, что развивает у студентов самостоятельность в решении поставленных задач.

Как правило, работы ведут макрометодом, однако ряд опытов выполняется полумикрометодом, поэтому во введении описано необходимое оборудование и техника выполнения работ.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты получают навыки в сборке и использовании простейших приборов, определении по характерным реакциям различных веществ, что позволяет понять взаимосвязь теории и практики.

Каждая лабораторная работа рассчитана на 2 часа.

Правила техники безопасности при проведении и подготовке лабораторных работ по химии.

Работа с небольшими количествами химических веществ снижает возможность несчастных случаев, но не исключает их полностью. Поэтому каждому работающему в химической лаборатории следует знать и строго выполнять все правила техники безопасности.

1. При всех работах соблюдать осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство со свойствами веществ могут повлечь за собой несчастные случаи.
2. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать тишину и чистоту. Обрывки бумаги, осколки стекла бросать в специальное мусорное ведро. Пролитые на стол растворы реактивов и воду тотчас же вытирать тряпкой, после чего тщательно мыть руки с мылом.
3. В лаборатории не разрешается принимать пищу. Воду можно пить только из предназначенных для этого стаканов, но не из химической посуды.
4. Приступать к выполнению опыта можно только после разрешения преподавателя.
5. Проводить опыт следует строго в той последовательности, которая указана в описании данного опыта.
6. Категорически запрещается пробовать на вкус химические реактивы.
7. Работы с воспламеняющимися веществами следует проводить, используя малые их количества вдали от огня (горелки, плитки).
8. Концентрированные растворы кислот и щелочей следует выливать не в раковину, а в специальные банки, стоящие в вытяжном шкафу.
9. Все опыты следует проводить в чистой посуде.
10. При нагревании растворов посуду следует располагать так, чтобы случайно выброшенные из нее капли жидкости не попали в лицо или на одежду выполняющего опыт или его соседа.
11. Горячие приборы нельзя ставить непосредственно на стол, их помещают на асбестовый картон.

12. При пользовании реактивами общего назначения следует помнить, что жидкие реактивы наливают из склянки, держа ее этикеткой вверх. Взятую в избытке жидкость нельзя выливать обратно в склянку, чтобы не загрязнить реактив.
13. Твердые вещества из банок следует брать ложечкой или шпателем.
14. Прежде чем взять вещество для опыта, внимательно прочесть надпись на этикетке.
15. Все опыты, сопровождающиеся выделением ядовитых, летучих и неприятно пахнущих веществ, проводить только в вытяжном шкафу.
16. Выполняя опыты с взрывчатыми, легко воспламеняющимися веществами или концентрированными кислотами и щелочами, помимо соблюдения мер предосторожности, следует работать стоя.
17. При работе с газоотводной трубкой убирать горелку из-под пробирки с реакционной смесью можно лишь после того, как конец газоотводной трубки, опущенный в жидкость, удален из нее. В противном случае жидкость засосет в реакционную пробирку и может произойти ее разбрызгивание.
18. Осторожно пользоваться спиртовками. Не зажигать спиртовку, наклоняя ее к другой горячей спиртовке. Гасить спиртовку, только накрывая сверху колпачком.
19. В случае возникновения пожара в лаборатории немедленно позвонить в пожарную охрану. До прибытия пожарных гасить огонь песком, огнетушителем и водой.
20. В случае ожога лица, рук кислотой или щелочью необходимо оказать пострадавшему первую помощь.
21. После ознакомления с правилами техники безопасности каждый учащийся должен расписаться в специальном журнале.

## Первая помощь при несчастных случаях

в химической лаборатории.

1. При ранении стеклом убедиться, что в ранке не осталось стекла, после чего протереть рану спиртом, смазать раствором йода и забинтовать место пореза.
2. При ожоге горячими предметами к обожженному месту приложить кусок бинта, смоченного жидкостью против ожогов.
3. В случае ожога кислотой или щелочью немедленно обмыть пораженное место большим количеством воды, а затем:
4. при ожоге кислотой обмыть 2 % раствором пищевой соды или слабым раствором нашатырного спирта;
5. при ожоге щелочами обмыть 1 % раствором уксусной или лимонной кислоты. В обоих случаях после этого наложить повязку из бинта, смоченного спиртом.
6. При попадании кислоты или щелочи в глаза необходимо промыть их большим количеством воды, а затем:
  - a. при попадании кислоты промыть разбавленным раствором пищевой соды;
  - b. при попадании щелочи 1 % раствором борной кислоты.
7. Если необходимо, то пострадавшего после оказания первой помощи немедленно доставить в медпункт или поликлинику

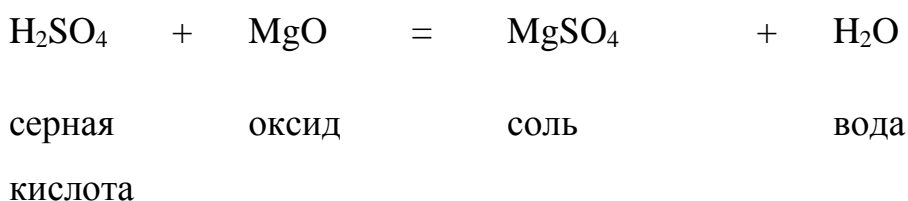
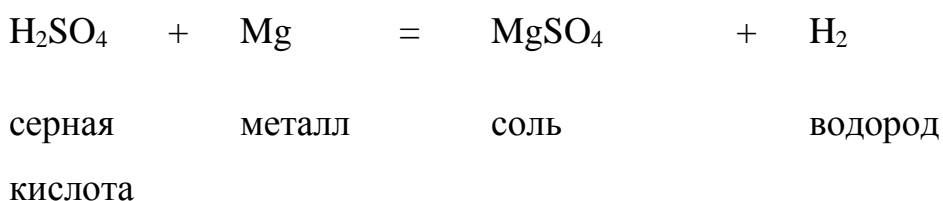
## Лабораторная работа № 1

### Тема: Взаимодействие металлов с кислотами

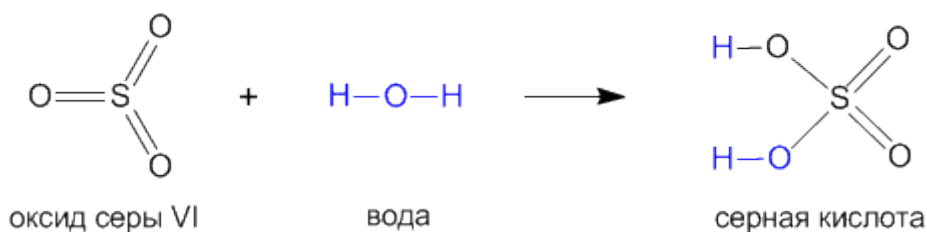
Цель работы: изучение восстановительных свойств металлов, их взаимодействия с кислотами, щелочами, водой и растворами солей.

#### Теоретическая часть.

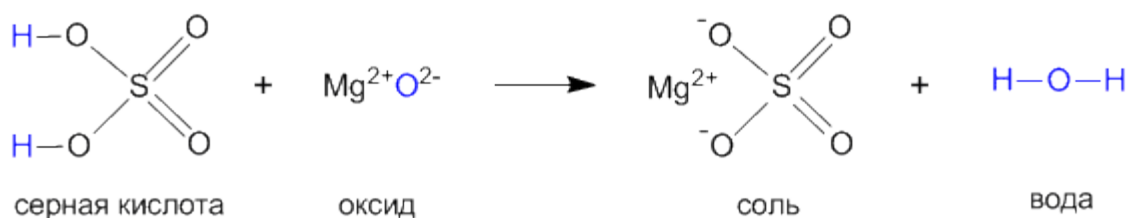
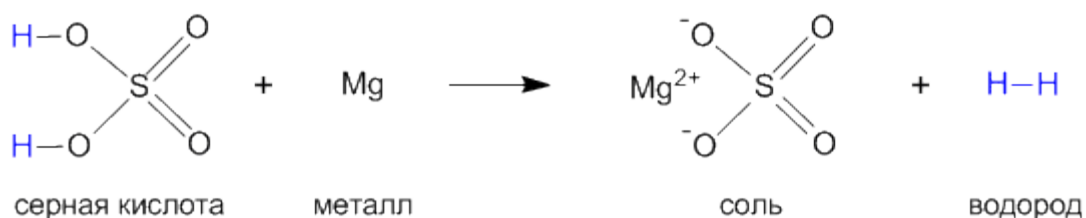
Кислота – это сложное вещество, в молекуле которого имеется один или несколько атомов водорода и кислотный остаток. Свойства кислот определяются тем, что они способны заменять в своих молекулах атомы водорода на атомы металлов. Например:



Давайте на примере серной кислоты рассмотрим ее образование из кислотного оксида  $\text{SO}_3$ , а затем реакцию серной кислоты с магнием. Валентности всех элементов, участвующих в реакции, нам известны, поэтому напишем соединения в виде структурных формул:







Эти примеры позволяют легко проследить связь между кислотным оксидом  $\text{SO}_3$ , кислотой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и солью  $\text{MgSO}_4$ . Одно "рождается" из другого, причем атом серы и атомы кислорода переходят из соединения одного класса (кислотный оксид) в соединения других классов (кислота, соль).

Кислоты классифицируют по таким признакам: а) по наличию или отсутствию кислорода в молекуле и б) по числу атомов водорода.

Для взаимодействия кислот с металлом должны выполняться некоторые условия (в отличие от реакций кислот с основаниями и основными оксидами, которые идут практически всегда).

Во-первых, металл должен быть достаточно активным (реакционноспособным) по отношению к кислотам. Например, золото, серебро, медь, ртуть и некоторые другие металлы с выделением водорода с кислотами не реагируют. Такие металлы как натрий, кальций, цинк – напротив – реагируют очень активно с выделением газообразного водорода и большого количества тепла.

Во-вторых, кислота должна быть достаточно сильной, чтобы реагировать даже с металлом из левой части табл. 8-3. Под силой кислоты понимают ее способность отдавать ионы водорода  $\text{H}^+$ .

Например, кислоты растений (яблочная, лимонная, щавелевая и т.д.) являются слабыми кислотами и очень медленно реагируют с такими

металлами как цинк, хром, железо, никель, олово, свинец (хотя с основаниями и оксидами металлов они способны реагировать).

С другой стороны, такие сильные кислоты как серная или соляная (хлороводородная) способны реагировать со всеми металлами из левой части.

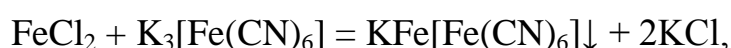
Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета по проделанной работе.

Опыт 1. Сравнение восстановительных свойств металлов

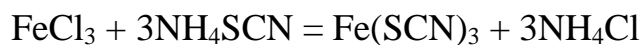
В четыре пробирки поместить по 8 капель разбавленной соляной кислоты. В первую пробирку внести кусочек магния, во вторую – железа, в третью – меди, в четвертую – цинка. В отчёте описать наблюдения; написать уравнения реакций, объяснить, почему в третьей реакция не происходит. В выводе указать, соответствуют ли обнаруженные в опыте свойства изученных металлов их положению в ряду напряжений.

Опыт 2. Взаимодействие железа с разбавленной и концентрированной соляной кислотой

В две пробирки внести по 8–10 капель разбавленной соляной кислоты и по одному микрошпателью порошкообразного железа. Для ускорения реакции пробирки слегка подогреть. Затем в первой пробирке провести качественную реакцию на ионы железа (II):



а во второй – на ионы железа (III):



При наличии в первой пробирке ионов  $\text{Fe}^{2+}$  образуется темно-синий осадок турнбулевой сини, а во второй пробирке при наличии ионов  $\text{Fe}^{3+}$

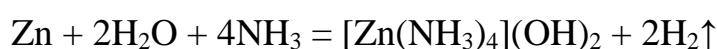
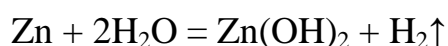
– кроваво-красный раствор роданида трёхвалентного железа (при малой

концентрации ионов  $\text{Fe}^{3+}$  наблюдается слабое окрашивание раствора).

Затем опыт повторить от начала до конца, заменив разбавленную соляную кислоту на концентрированную.

Описать опыт. Составить уравнения двух возможных реакций железа с соляной кислотой и объяснить, какая из них более вероятна и как влияет увеличение концентрации HCl на её протекание.

Опыт 3. Взаимодействие цинка с водой и раствором аммиака. В две пробирки внести по одному микрошпателью цинковой пыли. В первую прилить 15–20 капель воды, а во вторую – столько же концентрированного водного раствора аммиака. Описать наблюдения. Используя потенциалы полуреакций 3, 6, 7, оценить возможность протекания реакций:



Объяснить, какая реакция и почему термодинамически более вероятна; почему в первой пробирке взаимодействие практически не идет.

#### Контролирующие задания

1. Какие металлы, из предложенных в перечне, взаимодействуют с водой при обычных условиях: Ni, Na, Mg, Fe, Cu, Ca?
2. Покажите с помощью уравнений реакции механизм взаимодействия алюминия с раствором щелочи, учитывая, что его поверхность покрыта оксидной плёнкой.
3. Напишите несколько уравнений взаимодействия цинка с азотной кислотой. Протекание какой реакции наиболее вероятно при стандартных условиях? Уравняйте её методом полуреакций.
4. Наиболее сильным окисляющим воздействием обладает смесь двух кислот – азотной и фтороводородной. Напишите уравнение реакции взаимодействия вольфрама с этой смесью.
5. Приведите формулы соединений, имеющих названия: турнбулева синь, берлинская лазурь, роданид железа (III).
6. Какое явление называется пассивацией металла?

## Лабораторная работа № 2

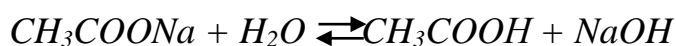
### Тема: Гидролиз солей

Цель работы: изучение некоторых свойств растворов солей, связанных с реакцией гидролиза.

Теоретическая часть.

Гидролизом называют обменные химические реакции, протекающие с участием воды. Если в обменную реакцию с водой вступает соль, то взаимодействие называют гидролизом соли.

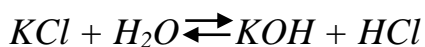
Признаком гидролиза соли является изменение нейтральной реакции среды водного раствора. Например, при растворении в воде ацетата натрия раствор подщелачивается вследствие образования избытка ионов  $OH^-$ :



или



Однако не все соли вступают в реакцию гидролиза. Если растворить в воде хлорид калия, нейтральная реакция среды, характерная для чистой воды, не изменится, т.е. в растворе сохранится равенство концентраций ионов  $H^+$  и  $OH^-$ :



или



Можно утверждать, что соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, в реакцию гидролиза не вступают.

С водой взаимодействуют:

1. соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой;
2. соли, образованные слабой кислотой и сильным основанием;

### 3. соли, образованные слабой кислотой и слабым основанием.

Реакция гидролиза соли обратима. В прямом направлении (  $\rightarrow$  ) она протекает в сторону образования молекул (основных ионов) слабых оснований или молекул (кислых ионов) слабых кислот, а в обратном (  $\leftarrow$  ) – в сторону образования молекул воды. Реакцию образования молекул воды из ионов  $H^+$  и  $OH^-$  называют реакцией нейтрализации. Следовательно, реакция гидролиза соли обратна реакции нейтрализации.

К реакции гидролиза соли применимы все положения и законы учения о химическом равновесии. Равновесие процесса гидролиза, отвечающее равенству скоростей реакции гидролиза и нейтрализации подвижно и может быть смещено вправо или влево в соответствии с принципом Ле Шателье. Так, например, при повышении температуры равновесие гидролиза смещается вправо, так как прямая реакция эндотермическая, а обратная (нейтрализация) – экзотермическая. При постоянной температуре равновесие гидролиза можно сместить вправо, уменьшая концентрацию раствора (разбавляя раствор) это следует из закона Оствальда.

Предварительная подготовка.

В процессе домашней подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

1. Имеются растворы солей  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $CuCl_2$ ,  $AlCl_3$ . В каких растворах концентрация иона  $H^+$  равна концентрации иона  $OH^-$ ?
2. Можно ли, пользуясь фенолфталеином, отличить водных раствор  $Na_2SiO_3$  от водного раствора  $Na_2SO_4$ ?
3. На примерах гидролиза солей  $Na_3PO_4$  и  $FeCl_3$  объяснить ступенчатое протекание процесса гидролиза при нагревании или разбавлении растворов. Составить уравнения реакций.
4. Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета по проделанной работе.

Опыт 1. Гидролиз соли образованной сильным основанием и слабой кислотой.

Определить рН раствором карбоната, гидрокарбоната и ацетата натрия с помощью индикаторной бумаги.

Задание. Составить уравнение реакции гидролиза соли (первая ступень).

Опыт 2. Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой.

Определить рН раствора хлорида железа (III) с помощью индикаторной бумаги.

Задание. Составить уравнение реакции гидролиза (первая ступень).

Опыт 3. Смещение равновесия реакции гидролиза соли при разбавлении раствора.

В коническую колбу налить 500 мл водопроводной воды и добавить 1-2 капли прозрачного концентрированного раствора нитрата свинца.

При оформлении результатов опыта:

1. Назвать гидролизующийся ион, составить уравнение реакции гидролиза и объяснить, почему концентрированный раствор нитрата свинца прозрачен.
2. Объяснить, почему при разбавлении в колбе появился осадок. Составить уравнение реакции образования осадка. Имеет ли отношение эта реакция к процессу гидролиза рассматриваемой соли?
3. Сделать вывод о влиянии разбавления растворов гидролизующихся солей на гидролитическое равновесие.

Опыт 4. Смещение равновесия реакции гидролиза при изменении температуры.

1. В пробирку налить 5-6 мл раствора ацетата натрия и 1-2 капли индикатора (фенолфталеина). Содержимое пробирки разделить на две части, одну из них оставить для сравнения, другую – нагреть до кипения.

2. Сравнить окраску индикатора в обеих пробирках. Дать пробирке охладиться и снова сравнить окраску индикатора в обеих пробирках.

Задание. Описать и пояснить свои наблюдения. Составить уравнения реакции гидролиза соли, назвав предварительно гидролизующийся ион. Сделать вывод о среде раствора и о влиянии температуры на гидролитическое равновесие.

Содержание отчета. Отчет по проделанной работе должен содержать:

1. Наблюдения к каждому опыту и объяснения к ним;
2. Уравнения соответствующих реакций;
3. Ответы на контрольные вопросы к каждому опыту.

### Лабораторная работа № 3

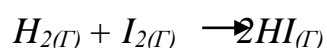
Тема: Зависимость скорости реакции от различных факторов.

Цель работы: изучение скорости химической реакции и её зависимости от различных факторов: природы реагирующих веществ, концентрации, температуры.

Теоретическая часть.

Скоростью химической реакции называют изменение концентрации реагирующего вещества в единицу времени. Скорость реакции определяется природой реагирующих веществ и зависит от условий протекания процесса.

Зависимость скорости реакции от концентрации выражается законом действующих масс: при постоянной температуре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях равных стехиометрическим коэффициентом. Например, для реакции



закон действующих масс может быть записан:

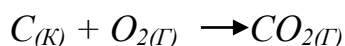
$$V = kC_{H_2} \cdot C_{I_2}, \quad (3.1)$$

где  $V$  – скорость химической реакции;

$k$  – константа скорости;

$C_{H_2}$  и  $C_{I_2}$  - концентрации реагирующих веществ.

Реакции в гетерогенной системе осуществляются на поверхности раздела между фазами. Поэтому скорость гетерогенных реакций при постоянной температуре зависит не только от концентрации веществ, но и от площади поверхности раздела. Так, для реакции



закон действующих масс имеет вид

$$V = kC_{O_2} \cdot S, \quad (3.2)$$

где  $k$  – константа скорости;

$C_{O_2}$  - концентрация кислорода;

$S$  – площадь поверхности раздела между фазами.

Зависимость скорости реакции от температуры выражается правилом Вант-Гофора:

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}, \quad (3.3)$$

где  $V_{T_2}$  и  $V_{T_1}$  - скорость реакции при  $T_2$  и  $T_1$ ;

$\gamma$  - температурный коэффициент, показывающий во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на  $10^0$ .

Одним из методов ускорения химической реакции является катализ, который осуществляется при помощи катализаторов, увеличивающих скорость реакции, но не расходующихся в процессе ее протекания.

Механизм действия катализатора сводится к уменьшению величины энергии активации реакции, т.е. к уменьшению разности между средней энергией активных молекул и средней энергией молекул исходных веществ. Скорость химической реакции при этом увеличивается.

I часть



Опыт 1. Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ.

Приготовьте прибор для собирания газа над водой, как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 Собираение газа над водой

где 1 – коническая колба;

2 – стеклянный кристаллизатор;

3 – коническая пробирка.

В стеклянный кристаллизатор налейте воды; коническую пробирку доверху заполните водой. Закрыв отверстие пробирки пальцем переверните ее вверх дном и опустите в кристаллизатор с водой. Под водой осторожно откройте пробирку. Укрепите в штативе микроколбу и пипеткой налейте в нее на  $\frac{3}{4}$  объема 0,1 М раствор уксусной кислоты. Промойте водой 2-3 маленьких кусочка цинка, вытрите их фильтровальной бумагой и опустите в микроколбу с кислотой. Колбу закройте пробкой с отводной трубкой, конец которой опустите в воду и подведите под пробирку. Запишите время заполнения пробирки газом.

Проведите аналогичный опыт, налив в колбу 0,1 М раствор соляной кислоты. Запишите время заполнения пробирки газом в этом случае.

Напишите уравнения реакций взаимодействия цинка с уксусной и соляной кислотами. Чем объяснить различную скорость выделения водорода в первом и во втором случаях?

Опыт 2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ изучают на примере взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой:



Признаком реакции является помутнение раствора вследствие выделения серы.

В три конические колбы налейте: в первую – 5 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и 10 мл воды; во вторую – 10 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и 5 мл воды; в третью – 15 мл раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Заметив время, в первую колбу прилейте 5 мл раствора 1Н раствора серной кислоты и быстро перемешайте полученную смесь. Отметьте время начала помутнения раствора.

Проделайте то же самое с двумя оставшимися колбами. Результаты опыта внесите в таблицу 3.1:

Таблица 3.1 Результаты опыта 2

Номер колбы	Объем, мл			Общий объем, мл	Относительная концентрация	Температура	Время начала помутнения, С	Относительная скорость реакции	
	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$					$V_{\text{теор}}$	$V_{\text{факт}}$
1	5	5	10	20	1			1	1
2	5	10	5	20	2			2	
3	5	15	-	20	3			3	

Рассчитайте  $V_{\text{факт}}$  для второго и третьего случаев, учитывая, что скорость реакции и время протекания реакции до начала помутнения раствора обратно пропорциональны. Следовательно,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\tau_2}{\tau_1}, \quad (3.4)$$

где  $V_1$  – скорость реакции в первом случае ( $V_1=1$ )

$V_2$  – скорость реакции во втором (третьем) случае;

$\tau_1$  – время протекания реакции до начала помутнения раствора в первом случае, с;

$\tau_2$  – время протекания реакции до начала помутнения раствора во втором (третьем) случае, с.

На миллиметровой бумаге постройте кривую зависимости  $V_{теор}$  от концентрации  $Na_2S_2O_3$  (в относительных единицах). Масштаб: 2 см на единицу изменения концентрации и скорости. На этом же графике отметьте точками значения  $V_{практ}$ , полученные при вычислениях.

Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации  $Na_2S_2O_3$  при данных условиях.

II часть

Опыт 3. Зависимость скорости реакции от температуры.

Зависимость скорости реакции от температуры изучают на примере реакции предыдущего опыта по правилу Вант-Гоффа (при  $\gamma = 1,8$ )

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot \gamma^{\Delta T / 10}, \quad (3.5)$$

В две конические колбы налейте по 5 мл раствора  $Na_2S_2O_3$  и по 10 мл воды.

В две пробирки налейте по 5 мл  $H_2SO_4$ . Одну колбу и пробирку поместите в термостат с температурой на  $10^0$  выше комнатной. Когда растворы нагреются до нужной температуры, смешайте их и определите время помутнения раствора, как в опыте 2.

Другую колбу и пробирку поместите в термостат с температурой на  $20^0$  выше комнатной. Смешайте растворы и определите время начала помутнения.

Результаты опыта запишите в таблицу 3.2 (экспериментальные данные для комнатной температуры возьмите из опыта 2, колба 1):

Таблица 3.2 Результаты опыта №3

Номер колбы	Объем, мл			Общий объем, мл	Температура опыта, °С	Время начала помутнения раствора, с	Относительная скорость реакции	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O				V <sub>теор</sub>	V <sub>факт</sub>
1	5	5	10	20			1	
2	5	5	10	20			1,8	
3	5	5	10	20			3,24	

Рассчитайте  $V_{\text{факт}}$  для второго и третьего случаев (опыт 2).

На миллиметровой бумаге постройте кривую зависимости  $V_{\text{теор}}$  от температуры. На этом же графике отметьте значения  $V_{\text{факт}}$ . Рассчитайте значение температурного коэффициента  $\gamma_{\text{факт}}$ , исходя из опытных данных.

Сделайте вывод о зависимости скорости реакции от температуры.

Опыт 4. Влияние поверхности раздела реагирующих веществ на скорость реакции в гетерогенной системе.

Подготовьте два небольших приблизительно одинаковых кусочка мыла. Один из них разотрите пестиком на листе бумаги и пересыпьте в коническую пробирку, второй поместите в другую пробирку. В обе пробирки одновременно добавьте 15-20 капель концентрированной соляной кислоты.

Напишите уравнение реакции. Отметьте влияние поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химической реакции.

Контрольные вопросы.

1. Что называется скоростью химической реакции. От каких факторов она зависит?
2. Как и почему изменяется скорость химической реакции при изменении температуры?
3. Что называют энергией активации?

- От каких факторов зависит скорость химической реакции в гетерогенных системах?
- Что называют катализатором? Какое влияние и почему оказывает катализатор на скорость реакции.

#### Лабораторная работа № 4

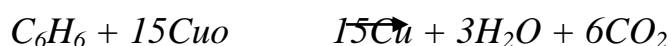
Тема: Химические свойства углеводородов.

Цель работы: ознакомление с качественным элементным анализом органических соединений.

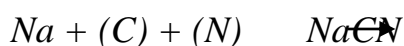
Теоретическая часть.

В состав органических соединений кроме углерода и водорода чаще всего входят еще кислород и азот.

- Присутствие углерода в органических веществах может быть обнаружено несколькими способами: при нагревании многих органических веществ наблюдается обугливание; при горении выделяется копоть. Если этими способами доказать наличие углерода не удастся, то вещество прокаливают с каким-либо окислителем, чаще с оксидом меди  $\text{CuO}$ , при этом происходит окисление углерода до  $\text{CO}_2$ , который в свою очередь можно обнаружить по помутнению известковой воды. Например:



- Наличие водорода обнаруживается по появлению капелек воды на холодных стенках пробирки.
- Проба на азот основана на способности металлического натрия образовывать цианиды при сплавлении с азотосодержащими органическими соединениями:



Цианид натрия в продуктах реакции обнаруживают по образованию синего осадка берлинской лазури - гексацианоферрата (II) железа (III)  $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$

Предварительная подготовка. В процессе домашней подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

1. Какие вещества называют органическими?
2. Почему органическую химию выделили в отдельный раздел химии?
3. Что подразумевал А.М. Бутлеров под химическим строением вещества? В качестве примеров приведите как органические, так и неорганические вещества.
4. Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

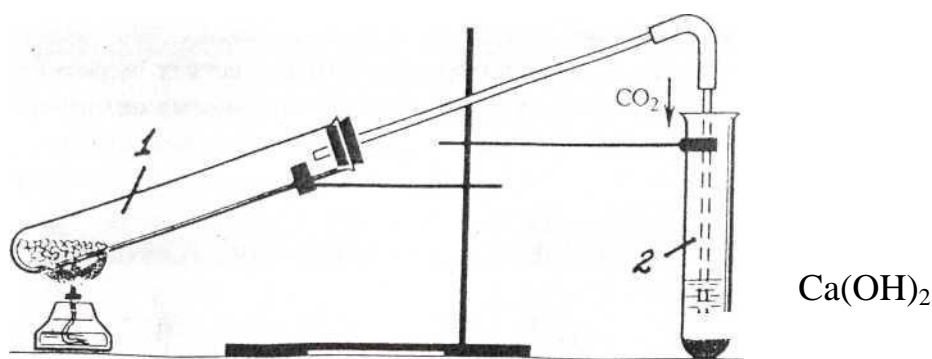
Работа в лаборатории. Проведение опытов и оформление отчета.

Опыт 1. В фарфоровый тигель помещают немного муки и нагревают над пламенем горелки.

Опыт 2. На кусочек фильтровальной бумаги наносят каплю раствора серной кислоты, после чего осторожно нагревают бумагу над пламенем горелки.

Опыт 3. Кончик стеклянной палочки, обмакнув в скипидар, вносят в пламя горелки.

Опыт 4. Собрать прибор так, как это указано на рис. 4. 1. В сухую пробирку 1 насыпать смесь сахара и оксида меди на  $\frac{1}{5}$  часть пробирки. Закрывать пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Второй конец трубки опустить до дна в пробирку 2, налив в нее предварительно немного известковой воды. Несколько минут нагревать пробирку 1 на пламени горелки.



## Рисунок 4.1 Прибор для проведения опыта

Задание. Записать наблюдения и соответствующие уравнения реакций для каждого опыта, оформив в виде отчета по проделанной лабораторной работе.

## Лабораторная работа № 5

Тема: Химические свойства спиртов.

Цель работы: ознакомление с важнейшими свойствами органических соединений класса «Спирты».

Теоретическая часть.

Спиртами называются производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами.

К многоатомным спиртам относятся органические соединения, в молекулах которых содержится несколько гидроксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом.

Одноатомные спирты не обладают ни ярко выраженными щелочными, ни кислотными свойствами, поэтому водные растворы спиртов на индикаторы не действуют.

Спирты подобно воде реагируют с активными металлами:



В присутствии концентрированной серной кислоты спирты реагируют с галогеноводородными кислотами:



В присутствии водоотнимающих веществ и при повышенной температуре от молекул спиртов отщепляется вода и образуется непредельные углеводороды:





Предварительная подготовка. В процессе домашней подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

Классификация спиртов.

1. При помощи каких реакций можно осуществить следующий цикл превращений:



2. Какая реакция позволяет отличить этиленгликоль от этилового спирта?
3. Что общего в химическом поведении этиленгликоля и глицерина?
4. Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета.

Опыт 1. Растворимость спиртов в воде.

В первый химический стакан налить небольшое количество метанола, во второй – такой же объем этанола, в третий - бутанол, в четвертый – гексанол. В каждый из стаканов добавить одинаковый объем дистиллированной воды и перемешать стеклянной палочкой.

Опыт 2. Горение спиртов.

Кусочки фильтровальной бумаги смочить соответственно метанолом, этанолом, бутанолом и гексанолом. Каждый из кусочков внести в пламя горелки.

Опыт 3. Взаимодействие спиртов с натрием.

В четыре пробирки налить соответственно дистиллированную воду, метанол, этанол и бутанол. В каждую из пробирок добавить 1-2 капли фенолфталеина и кусочек натрия.

Опыт 4. Свойства глицерина.

а) В пробирку налить 1 мл воды и добавить 1 мл глицерина, перемешать стеклянной палочкой;

б) На полоску фильтровальной бумаги кипятком нанести 2-3 капли глицерина. На некотором расстоянии от них нанести 2-3 капли воды. С

помощью часов определить через какое время испарится вода и сколько времени потребуется для испарения глицерина;

в) В пробирку с металлическим натрием налить глицерин;

г) В пробирку налить 2 мл раствора гидроксида натрия. Добавить в эту же пробирку 4-5 капель раствора сульфата меди (II). Не сливая жидкости с осадка, прилить 1 мл глицерина. Перемешать смесь стеклянной палочкой.

Задание. Записать наблюдения и соответствующие уравнения реакций для каждого опыта, оформив в виде отчета по проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Почему спирты, в отличие от углеводов, растворимы в воде?
2. Почему среди спиртов нет газообразных веществ?
3. Как изменяется растворимость спиртов в воде с ростом углеводородного радикала?
4. Как изменяются кислотные свойства спиртов с ростом углеводородного радикала?

## Лабораторная работа № 6

Тема: Химические свойства карбоновых кислот.

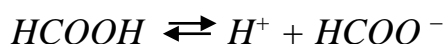
Цель работы: ознакомление с важнейшими свойствами карбоновых кислот на примере уксусной кислоты.

Теоретическая часть.

Карбоновые кислоты – это органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп COOH, соединенных с углеводородным радикалом.

Общие химические свойства карбоновых кислот аналогичны соответствующим свойствам неорганических кислот.

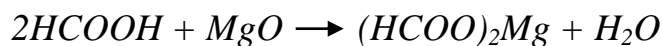
- 1 Молекулы кислот в водном растворе диссоциируют:



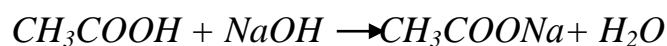
2 Реагируют с металлами:



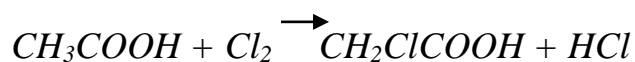
3 Кислоты реагируют с основными и амфотерными оксидами:



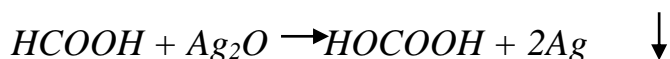
4 Реагируют с гидроксидами:



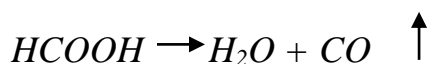
5 Карбоновые кислоты обладают и некоторыми специфическими свойствами, обусловленными наличием в их молекулах радикалов. Так, например, уксусная кислота реагирует с хлором:



6 Муравьиная кислота по химическим свойствам несколько отличается от других карбоновых кислот. Из одноосновных карбоновых кислот муравьиная кислота является самой сильной кислотой. Из-за особенности строения молекул муравьиная кислота подобно альдегидам легко окисляется (реакция «серебряного зеркала»):



7 При нагревании с концентрированной серной кислотой муравьиная кислота отщепляет воду и образует оксид углерода (II):



Предварительная подготовка. В процессе домашней подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

- 1 Составить уравнения реакции взаимодействия простейшей карбоновой кислоты с кальцием, оксидом кальция, гидроксидом кальция.
- 2 Составить уравнения реакции взаимодействия уксусной кислоты с карбонатом натрия, с пропанолом.

3 Как изменяются свойства водородных атомов гидроксильных групп в ряду веществ: одноатомные спирты, многоатомные спирты, фенолы, карбоновые кислоты. Почему?

4 Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета.

Опыт 1 Получение уксусной кислоты.

Поместить в пробирку 3-4 гр. ацетата натрия и прибавить 2-3 мл раствора серной кислоты (1:1). Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой, свободный конец которой опустить в пустую пробирку. Нагревать смесь над пламенем горелки до тех пор, пока в пробирке – приемнике соберется 1-2 мл жидкости (уксусной кислоты).

Опыт 2 Свойства уксусной кислоты.

1 Одну часть собранной кислоты испытать раствором лакмуса и нейтрализовать раствором щелочи.

2 Вторую часть кислоты разбавить немного водой и в полученный раствор поместить кусочек цинка или магния.

3 Прodelать реакции уксусной кислоты с каким-либо оксидом металла и солью.

Опыт 3 Получение жирных кислот.

1 Налить в пробирку 2-3 мл раствора мыла и прибавить к нему раствор соляной кислоты до образования хлопьев.

2 Проверить, растворяется ли осадок в растворе щелочи.

Задание. Записать наблюдения и дать им объяснения. Составить уравнения соответствующих реакций.

Содержание отчета. Отчет по проделанной лабораторной работе должен включать:

1 Наблюдения к каждому опыту и объяснения к ним;

2 Уравнения соответствующих реакций;

3 Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

- 1 Описать физические свойства уксусной и жирных кислот.
- 2 Напишите уравнения, при помощи которых можно получить уксусную кислоту из метана, из карбоната кальция.
- 3 На схеме молекулы монохлоруксусной кислоты указать сдвиг электронной плотности. Как можно объяснить это явление? Какая из кислот – монохлоруксусная или уксусная должна быть более сильной и почему?

Лабораторная работа № 7

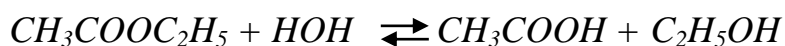
Тема: Сложные эфиры, жиры.

Цель работы: ознакомление с важнейшими свойствами сложных эфиров и жиров.

Пояснение к работе.

К сложным эфирам относятся вещества, которые образуются в реакциях кислот со спиртами, идущими с отщеплением воды.

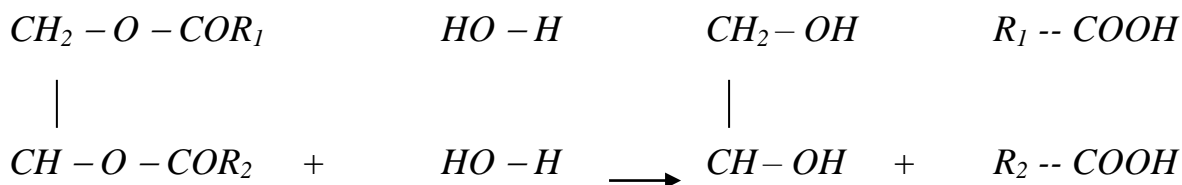
Характерное химическое свойство сложных эфиров - взаимодействие с водой (гидролиз) с образованием соответствующей кислоты и спирта:



Жиры – это сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот. Твердые жиры образованы преимущественно высшими предельными карбоновыми кислотами – стеариновой  $C_{15}H_{31}COOH$  и некоторыми другими. Жидкие жиры образованы главным образом высшими непредельными карбоновыми кислотами – олеиновой  $C_{17}H_{35}COOH$ , линолевой  $C_{17}H_{31}COOH$  и линоленовой  $C_{17}H_{29}COOH$ .

Основными химическими свойствами жиров являются:

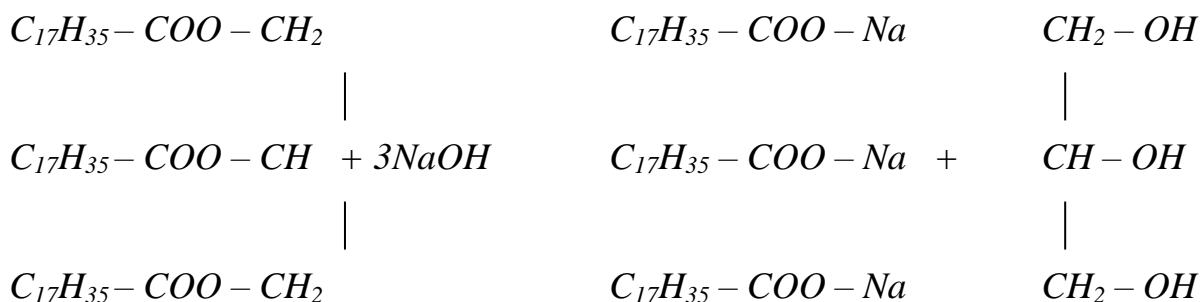
- 1 Гидролиз:





Радикалы R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> означают, что одновременно образуются разные карбоновые кислоты.

2 Жиры взаимодействуют также со щелочами:



Предварительная подготовка. В процессе подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

- 3 Приведите уравнения реакций получения этилформиата, пентилацетата, метилового эфира азотной кислоты.
- 4 Какие вещества называются жирами и при помощи, каких методов ученые определили их состав.
- 5 Если на раствор мыла подействовать серной кислотой, то на поверхность всплывает твердое нерастворимое в воде вещество. Составьте уравнение реакции, назовите это вещество.
- 6 Охарактеризуйте роль жиров в жизненных процессах организма животных. Приведите уравнения реакций, поясняющих превращение жиров в организме.
- 7 Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета.

Опыт 1 Получение этилового эфира уксусной кислоты.

1 В пробирку налить 2 мл концентрированной уксусной кислоты и столько же этанола, добавить 0,5 мл концентрированной серной кислоты. Смесь этих веществ перемешать и в течение 4-5 минут осторожно нагреть, не

доводя до кипения. Затем содержимое пробирки охладить и вылить в другую пробирку с водой.

Опыт 2 Свойства жиров.

1 В одну пробирку налить 2 мл бензина, во вторую – воды, в третью – этанола, в четвертую – бензола, в пятую - тетрахлорметана. Во все пробирки поместить по кусочку жира и встряхнуть.

2 В одну пробирку налить 2 мл подсолнечного масла, во вторую поместить кусочек твердого жира. К содержимому пробирок добавить немного бромной воды. Вторую пробирку предварительно нагреть до расплавления жира.

3 В фарфоровую чашечку поместить 3 гр. жира (маргарина или сливочного масла) и прилить 7-8 мл 20 % раствора гидроксида натрия. Для ускорения реакции добавить 1-2 мл этанола. Смесь кипятить 15-20 минут, помешивая стеклянной палочкой и добавляя воду до исходного уровня. После окончания реакции омыления к полученной массе добавить 0,5 г хлорида натрия и еще кипятить 1-2 минуты.

Задание. Записать наблюдения и дать им объяснения. Составить уравнения соответствующих реакций.

Содержание отчета. Отчет по проделанной работе должен включать:

- 1 Наблюдения к каждому опыту и объяснения к ним;
- 2 Уравнения соответствующих реакций;
- 3 Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

- 1 Каково отношение жиров к воде?
- 2 Каким растворителем лучше пользоваться для выведения жировых пятен с поверхности ткани?
- 3 Для каких практических целей используется процесс омыления жиров?

## Лабораторная работа № 8

Тема: Азотосодержащие органические соединения, на примере белков.

Цель работы: определение качественного состава белков; обнаружение белков в продуктах питания.

Теоретическая часть.

Белками или протеинами называют сложные высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых построены из остатков  $\alpha$ -аминокислот. Молекулярная масса белков составляет величину от 5 тысяч до нескольких миллионов. В их состав входит органическое число элементов: углерода – 50-55 %, кислорода – 21-24 %, азота – 15-18 %, водорода – 6-7 %, серы – 0,3-2,5 %. Кроме того, белки могут содержать небольшие количества фосфора, галогенов, металлов. Остатки  $\alpha$ -аминокислот связаны между собой пептидными связями –  $CO - NH -$

Разновидность аминокислотных остатков, их число и последовательность соединений в полипептидной цепи определяет основу строения белков – их первичную структуру. Полипептидные цепи в большинстве случаев имеют спиралевидную форму, что обеспечивается многочисленными водородными связями, которые возникают между атомам кислорода карбонильной группы (одного витка) и водородом аминогруппы (другого витка). Такое пространственное расположение полипептидной цепи называют вторичной структурой белка. Цилиндрические спирали, в свою очередь, сворачиваются в клубки. В результате происходит пространственная упаковка спиралеподобной полипептидной цепи с образованием сложной частицы – глобулы. Такое образование относят к третичной структуре. Молекулы белка могут состоять не только из одной, но и из нескольких полипептидных цепей, которые соединены между собой водородными, ионными и другими нековалентными связями. Пространственное объединение нескольких полипептидных макромолекул (белковых глобул), между собой с образованием единой, большой, и сложной получило название четвертичной структуры.



Как и аминокислоты, белки обладают амфотерными свойствами. В щелочной среде они проявляют кислотные свойства, в кислой – основные. Многие белки растворяются в воде, в кислотах и щелочах. Разрушение вторичной и третичной структуры белка с сохранением первичной структуры называется денатурацией. Она происходит при нагревании или действии растворителей.

Для белков известны несколько качественных реакций:

- 1 Биуретовая реакция. Она связана с присутствием в молекуле белка пептидных связей. При действии на белок солей меди (II) в щелочном растворе они дают фиолетовое окрашивание;
- 2 Ксантопротеиновая реакция. При действии на белки концентрированной азотной кислоты появляется желтая окраска. Она связана с образованием продуктов нитрования ароматических ядер, содержащихся в молекуле белка;
- 3 Сульфгидрильная реакция. При нагревании белков с раствором плюмбита натрия выпадает черный осадок сульфида свинца. Это качественная реакция на серу.

Предварительная подготовка. В процессе домашней подготовки к лабораторной работе студент обязан выполнить следующие задания:

- 1 Какую роль в структуре белков играют:
  - а) водородные связи;
  - б) цистеиновые остатки?
- 2 Почему кода желтеет при попадании на нее концентрированной азотной кислоты?
- 3 Каким путем решается проблема удовлетворения человека белками?
- 4 Изучить методические рекомендации по проведению данной лабораторной работы.

Работа в лаборатории. Выполнение опытов и оформление отчета.

Опыт 1 Определение качественного состава белков.

Налейте в пробирку 2 мл куриного яйца. Добавьте 2 мл раствора гидроксида натрия. Прокипятите смесь в течение нескольких минут, держа у отверстия пробирки влажную красную лакмусовую бумажку. Дайте реакционной смеси остыть. К холодной реакционной смеси добавьте 2-3 капли ацетата свинца (Яд!).

Опыт 2 Денатурация белков.

- 1 Налейте в пробирку 1 мл раствора белка куриного яйца. Нагрейте раствор до кипения.
- 2 В чистую пробирку налейте 1 мл раствора белка куриного яйца. Добавляйте по каплям раствор ацетата свинца (Яд!).

Опыт 3 Биуретовая реакция.

Налейте в пробирку 1 мл раствора куриного яйца. Добавьте 5-6 капель раствора гидроксида натрия. Перемешайте стеклянной палочкой реакционную смесь. Прилейте 5-6 капель раствора сульфата меди (II) и перемешайте.

Опыт 4 Ксантапротеиновая реакция.

К 1 мл раствора белка куриного яйца, прилейте 5-6 капель концентрированной азотной кислоты. Стеклянной палочкой осторожно перемешайте реакционную смесь. Через 1-1,5 минуты слегка нагрейте смесь веществ.

Опыт 5 Обнаружение белков в продуктах питания.

Белки входят в состав многих продуктов питания: молоко, сырое мясо, сырая рыба, пшеничная мука. Выберите из этого списка любой продукт, и пользуясь описанием опытов (см. выше), докажите, что в них действительно есть белки.

Задание. Записать наблюдения и дать им объяснения.

Содержание отчета. Отчет по проделанной лабораторной работе должен включать:

- 1 Наблюдения к каждому опыту и объяснения к ним;
- 2 Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

- 1 Какие химические соединения используются в организме для синтеза белков?
- 2 За счет чего происходит образование пептидной связи? Приведите пример получения трипептида.
- 3 Какими биологическими функциями обладают белки?
- 4 В чем сущность биосинтеза белка?

Библиографический список

- 1 Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова «Лабораторные работы по химии», М; «Высшая школа», 2007.

- 2 А.А. Журин «Лабораторные опыты и практические работы по химии», М; «Аквариум», 2005.
- 3 Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман, «Органическая химия», Москва «Просвещение»; 2003.

## **РЕЦЕНЗИЯ**

на лабораторные работы дисциплины «Химия» для студентов по специальности 140101 Тепловые электрические станции , 190631

Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, 140448  
Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования (в электроэнергетике), 220703  
Автоматизация технологических процессов и производств (в металлургии),  
130405 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых,  
разработанные преподавателем Ивасишиной Еленой Евгеньевной

На рецензию представлены лабораторные работы по химии в объеме 36 страниц, включающие в себя предисловие и правила техники безопасности.

Методические указания состоят из 8 лабораторных работ, в них указано название работы, цель, основные понятия по данной теме, методика эксперимента, задание, вопросы для предварительной подготовки.

Предлагаемый перечень лабораторных работ соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки студентов I курса.

Методическое пособие составлено на основе подобранного перечня литературы, со знанием предмета. Содержание пособия позволяет студентам углубить и практически подтвердить полученные знания при обработке данных опыта.

Изложенное выше позволяет положительно оценить рецензируемую работы. Данное методическое пособие может применяться в учебном процессе.

Рецензент