

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(НАОХ СО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор НАОХ СО РАН,**

**д.ф.-м.н., проф. Е.Г.Багрянская**

**« 11 » июня 2023**

Методические указания  
для выполнения практических работ в рамках  
основной программы профессионального обучения  
программы профессиональной подготовки рабочих по профессии 13321 Лаборант химического анализа

Новосибирск 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Методика оформления лабораторной работы	3
Перечень работ	3
Инструкция по технике безопасности и правилам поведения в лаборатории для обучающихся	4
Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	5
Критерии оценки лабораторных работ	6
Список использованной литературы	7

## **Введение**

Лабораторные и практические работы составляют важную часть теоретической, профессиональной и практической подготовки обучающихся.

Содержание и объем лабораторных и практических работ соответствует рабочей программе профессионального обучения по программе 13 321 Лаборант Химического анализа

Цели лабораторной и практической работы:

- обобщение, систематизация, закрепление теоретических знаний по соответствующей теме дисциплины;
- формирование умений и навыков по дисциплине;
- развитие общих и профессиональных компетенций у студентов

Весь цикл лабораторных и практических заданий работ состоит из 6 работ. На выполнение каждой работы отведено 2 часа. Лабораторные и практические работы и методические указания по их выполнению приведены ниже.

При подготовке к занятиям обучающиеся должны повторить теоретический материал, ознакомиться с описанием работ и их выполнением, уяснить цели и задачи, поставленные в работе.

### **Методика оформления лабораторной и практической работы**

- Номер и тема работы
- Цель работы
- Оборудование, реактивы
- Порядок выполнения работы и (или) задания к работе
- Контрольные вопросы
- Вывод, полученный в ходе выполнения работы

### **Перечень работ**

ПР №1 Металлическое оборудование и его назначение

ПР№2 Протоколы исследований, Заполнение протоколов(сертификатов).

ПР №3 Расчет погрешности измерений

ЛР №1 Приготовление растворов заданного количественного состава. Определение концентрации растворов методом титрования

ЛР№2 Приготовление раствора заданной концентрации разными способами

ЛР№3 Экспериментальное решение задач.

ЛР№ 4 Отбор проб водопроводной воды

## **Инструкция по технике безопасности и правилам поведения в лаборатории для обучающихся**

### **Общие положения:**

К работе в лаборатории допускаются лица, ознакомленные с данной инструкцией по технике безопасности и правилам поведения.

Работа обучающихся в лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя (лаборанта).

Во время занятий посторонние лица могут находиться в классе только с разрешения преподавателя.

Во время перемен между уроками проводится обязательное проветривание лаборатории с обязательным выходом обучающихся из класса.

Помните, что каждый обучающийся в ответе за состояние своего рабочего места и сохранность размещенного на нем оборудования.

Во время работы в химической лаборатории соблюдайте тишину, порядок, чистоту.

Запрещается работать в лаборатории одному

Во время работы надевайте халат

Аккуратно и осторожно обращайтесь с химической посудой, приборами и реактивами

Не работайте с грязной посудой, не оставляйте действующий прибор без присмотра

Не выносите из лаборатории приборы посуду и реактивы

Работу с ядовитыми веществами проводите в вытяжном шкафу

Соблюдайте меры предосторожности при работе с взрывоопасными и легковоспламеняющимися веществами

Не выливайте в раковины остатки кислот, щелочей, огнеопасных жидкостей. Сливайте эти вещества в специальные склянки, помещенные в вытяжной шкаф.

Не оставляйте вещества в посуду без этикеток

Запрещается курить и принимать пищу в химической лаборатории

Уходя из лаборатории проверьте, выключены ли газ, вода и электричество

## Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

1. Лабораторный практикум по аналитической химии содержит лабораторные работы по основным темам и используется для получения навыков по работе с информацией,
2. Все лабораторные работы выполняются в лаборатории.
3. Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны. Выполняйте правила техники безопасности.
4. Располагайте аккуратно тетради, методические указания для проведения лабораторных работ на рабочем столе. Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся для выполнения задания.
5. Вначале необходимо осмыслить цель и краткое содержание теоретического материала лабораторной работы, в случае затруднений вновь повторить теоретический материал. Затем следует уяснить суть задания, которое необходимо выполнить в ходе лабораторной работы
6. Внимательно слушайте инструктаж преподавателя по выполнению лабораторной работы.
7. По окончании выполнения практической части индивидуальной работы необходимо по требуемой форме составить отчет о проделанной работе и защитить его у преподавателя.
8. Лабораторная работа считается выполненной, если предоставлен отчет о результатах выполнения задания в письменной форме.
10. После этого следует в устной и(или) в письменной форме ответить на контрольные вопросы лабораторной работы и попытаться сформулировать выводы о проделанной работе.

### **Критерии оценки лабораторных и практических работ**

«5 Оценка» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением правил техники безопасности. Аккуратно оформлен отчет о проделанной работе, содержатся ответы на все контрольные вопросы, сделан вывод по работе.

Оценка «4» ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета или 2-3 негрубых ошибки.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью (не все задания по работе за компьютером или ответы не на все контрольные вопросы – не менее 60%), но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы. Если отсутствуют ответы на контрольные вопросы, но выполнена большая часть задания (не менее 70%), но нет ответов на контрольные вопросы.

Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет достичь требуемых в задании результатов, если не представлен результат выполнения работы. Если допущены множественные грубые ошибки в практической части задания.

Во всех случаях оценка снижается, если студент не соблюдал требования правил безопасности труда.

### **Список использованной литературы:**

- 1 Васильев, В. П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач [Текст] : пособие для вузов / В. П. Васильев. – М. : Дрофа, 2004. – 318 с.
- 2 Гильманшина, С. И. Основы аналитической химии [Текст] : курс лекций / С. И. Гильманшина. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 224 с.
- 3 Ермин, В. В. Основы физической химии. Теория и задачи [Текст] : учебное пособие / В. В. Ермин [и др.]. – М. : Экзамен, 2005. – 480 с.
- 4 Литвинов, Я. М. Аналитическая химия [Текст] / Я. М. Литвинов. – М. : КолосС, 1967. – 328 с.
- 5 Нечаев, А. П. Пищевая химия [Текст] / А. П. Нечаев [и др.]. – 3-е изд., исправ. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 640 с.

### **Дополнительная литература**

- 1 Харитонов, Ю. А. Аналитическая химия. Аналитика. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Текст] / Ю. А. Харитонов. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 2005. – 615 с.
- 2 Алексеев, В. Н. Количественный анализ [Текст] / под ред. П. К. Агасяна. – 4-е изд., перераб. – М. : Химия, 1972. – 504 с.
- 3 Крешков, А. П. Курс аналитической химии. Качественный анализ [Текст] / А. П. Крешков, А. А. Ярославцев. – 3-е изд. – М. : Химия, 1968.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Строительство и ремонт (Электронный ресурс) <http://www.stroy-remont.org>.
- 2 Портал стандартов: нормативно-техническая документация: [www.pntdoc.ru](http://www.pntdoc.ru)

## Практическая работа №1

**Тема:** Металлическое оборудование и его назначение

**Цель работы :** изучить теоретический материал и заполнить таблицу

**Теория:** В лабораториях широко применяют разнообразное металлическое оборудование, преимущественно стальное. Штатив представляет собой стальной стержень, укрепленный на тяжелой стальной подставке, чаще всего имеющей форму четырехугольника. Обычно стержень укрепляют почти у самого края меньшей стороны подставки. Штатив — оборудование для установки лабораторной посуды и инструментов, необходимый атрибут химической (медицинской) лаборатории. Состоит из тяжёлого металлического основания (металлическая плита) и вертикальной стойки. На стойке закрепляются держатели для пробирок, лабораторных колб, лабораторных спиртовок и другого оборудования.

Другой вариант лабораторного штатива — подставка для хранения пробирок и работы с ними.

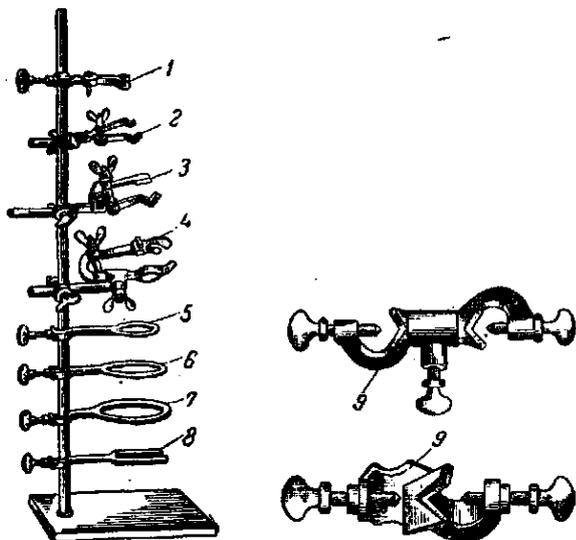


Рис. 146. Железный штатив с набором: 1-лапки малые; 3, 4 — лапки большие; 5, 6, 7 — кольца; 8 — вилка; 9- муфты для лапок и колец.

### Назначение

Штатив является вспомогательным оборудованием для сборки установок, закрепления различных приборов, лабораторной посуды при проведении лабораторных опытов и практических занятий.

### 2. Комплектность

1. Подставка — 1 шт.
2. Стержень — 1 шт.
3. Муфта в сборе — 3 шт.
4. Лапка в сборе — 2 шт.
5. Кольцо — 1 шт.
6. Инструкция — 1 шт.

### 3. Сборка

1. Ввернуть стержень в подставку.
2. Надеть на стержень муфты и закрепить их на необходимой высоте.
3. Вставить лапки и кольцо в отверстия муфт и закрепить их.

### 4. Правила хранения

1. Штативы следует хранить разобранными. Во избежание корроирования рекомендуется смазывать безводным вазелином.
2. Хранить штативы следует в сухом помещении с температурой около 20 градусов при относительной влажности воздуха до 80%.

Бывают также штативы, у которых стальной стержень укреплен не у края, а посередине подставки. В этом случае подставка имеет удлиненную форму. Штативы служат для закрепления на них всякого рода приборов. Обычно штативы продаются с набором держателей (лапок), колец и муфт различной величины (рис. 146). Иногда держатели для бюреток бывают отлиты вместе с муфтой; лапки и муфты

продаются также отдельно. Лапки бывают самых разнообразных форм и величин; они служат для закрепления бюреток, холодильников, делительных воронок, колб и т. д. Внутренняя часть губ лапок обычно покрыта пробкой, чтобы при зажимании не раздавить стекла; если же пробковая прослойка отсутствует, на губы лапки необходимо натянуть куски резиновой трубки.

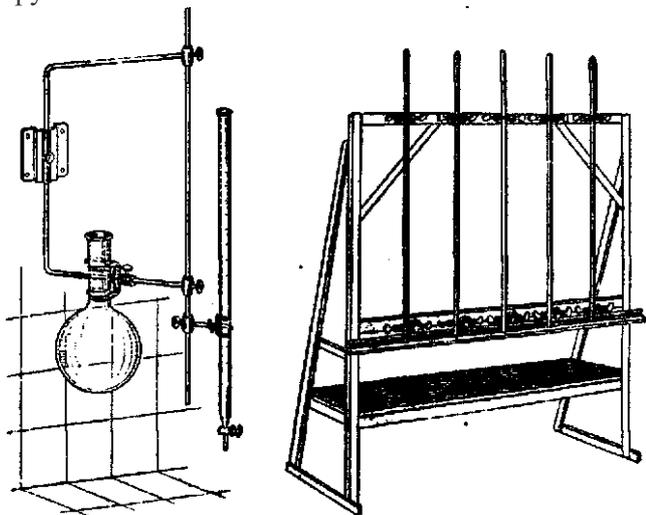


Рис. 146. Железный штатив с набором: 1-лапки малые; 3, 4 — лапки большие; 5, 6, 7 — кольца; 8 — вилка; 9- муфты для лапок и колец.

#### Назначение

Штатив является вспомогательным оборудованием для сборки установок, закрепления различных приборов, лабораторной посуды при проведении лабораторных опытов и практических занятий.

#### 2. Комплектность

1. Подставка — 1 шт.
2. Стержень — 1 шт.
3. Муфта в сборе — 3 шт.
4. Лапка в сборе — 2 шт.
5. Кольцо — 1 шт.
6. Инструкция — 1 шт.

#### 3. Сборка

1. Ввернуть стержень в подставку.
2. Надеть на стержень муфты и закрепить их на необходимой высоте.
3. Вставить лапки и кольцо в отверстия муфт и закрепить их.

#### 4. Правила хранения

1. Штативы следует хранить разобранными. Во избежание корроирования рекомендуется смазывать безводным вазелином.
2. Хранить штативы следует в сухом помещении с температурой около 20 градусов при относительной влажности воздуха до 80%.

Бывают также штативы, у которых стальной стержень укреплен не у края, а посередине подставки. В этом случае подставка имеет удлиненную форму. Штативы служат для закрепления на них всякого рода приборов. Обычно штативы продаются с набором держателей (лапок), колец и муфт различной величины (рис. 146). Иногда держатели для бюреток бывают отлиты вместе с муфтой; лапки и муфты продаются также отдельно. Лапки бывают самых разнообразных форм и величин; они служат для закрепления бюреток, холодильников, делительных воронок, колб и т. д.

Внутренняя часть губ лапок обычно покрыта пробкой, чтобы при зажимании не раздавить стекла; если же пробковая прослойка отсутствует, на губы лапки необходимо натянуть куски резиновой трубки.



Рис. 149. Металлическая тренога.

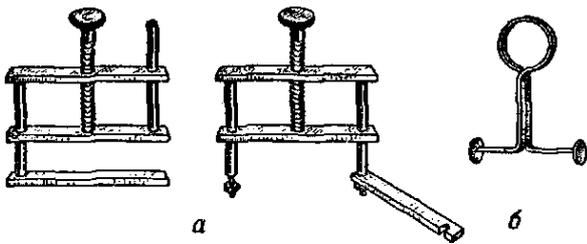


Рис. 150. Зажимы:  
а —Гоффмана; б —Мора.

Зажимы Мора имеют некоторые недостатки, в частности они не дают возможности достичь равномерного зажимания. Значительно удобнее зажим (рис. 151), предложенный Боринцем. Этот зажим прост в обращении и не имеет недостатков, присущих зажиму Мора. Прецизионный зажим (рис. 152) относится к винтовым зажимам. Он имеет преимущество перед другими зажимами в том, что смонтирован на устойчивом металлическом цоколе и допускает очень точную регулировку пружинящим рычагом. Завинчивая или отвинчивая гайку, можно фиксировать нужное положение.

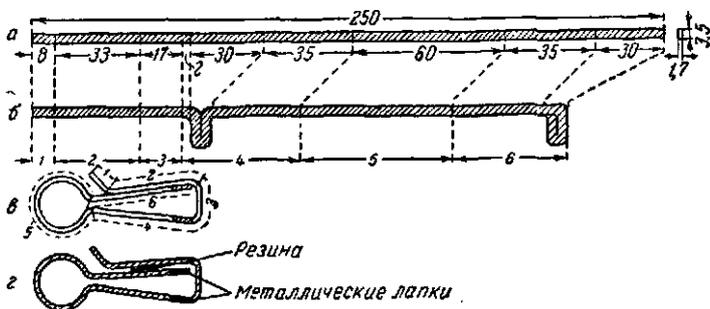
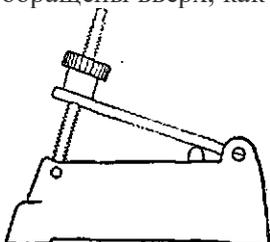


Рис. 151. Рабочий эскиз для изготовления зажима конструкции Боринца: а — металлическая полоса с сечением 3,5 X 1,7 мм; б — та же полоса с согнутыми лапками; в — схема изготовления зажима; г — зажим в рабочем положении; д — вид зажима сбоку.

Ухватки (рис. 153). Вместо тигельных щипцов часто удобнее пользоваться ухватками, размеры которых подгоняют к размерам тиглей, применяемых в лаборатории. Ухватки могут быть изготовлены из нержавеющей стали или из никеля. Для больших стальных тиглей ухватки можно делать из латунной или бронзовой проволоки, лучше никелированной или хромированной. Тигельные щипцы (рис. 154) служат для захватывания крышек тиглей. Обычно их изготавливают из железа и никелируют. Тигельные щипцы нужно класть на стол так, чтобы изогнутые концы их были обращены вверх, как показано на рис. 154.



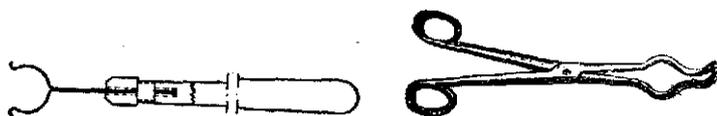


Рис. 153. Ухватик. Рис. 154. Тигельные тисцы.



Рис. 155. Пинцеты. Рис. 156. Тигли: а — металлический; б — платиновый.

тигли (рис. 156, с) требуют тщательного ухода. Их следует чистить после каждого использования. Особо осторожного обращения требуют платиновые тигли (рис. 156, б). Они бывают различного размера и всегда имеют в комплекте платиновую же крышку. Принятые в СССР размеры платиновых тиглей приведены в табл. 4. В платиновых тиглях нельзя сплавлять едкие щелочи, перекись натрия, окиси и гидроокиси бария и лития, азот-но- и азотистокислые соли и соли синильной кислоты. Нельзя прокаливать вещества, содержащие окислы железа, соли. Платиновую посуду нельзя прокаливать в соприкосновении с какими бы то ни было металлами, кроме платины. Для вынимания раскаленных платиновых тиглей из муфельной печи или после прокаливания их на газовой горелке применяют специальные тигельные шипы с платиновым наконечником, чтобы избежать соприкосновения платины с другим металлом.

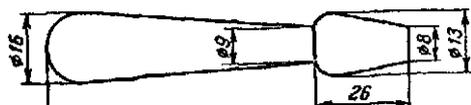


Рис. 157. Деревянная болванка для выпрямления тиглей и чашек вмятины на платиновом тигле исправляют при помощи специальных буковых или дубовых болванок (рис. 157), имеющих соответствующую форму. Платиновый тигель «надевают на такую болванку и выпрямляют вмятины осторожными ударами деревянным молотком, обтянутым замшей. Следует иметь в виду, что платиновые изделия являются фондируемым материалом и находятся на строгом учете как драгоценный металл. Поэтому обращаться с платиной надо особенно осторожно. За потерю платиновой посуды виновные несут строгую ответственность. Из других металлических тиглей часто применяют стальные. Их обычно продают в комплекте с крышкой. Стальные тигли очень удобны, когда требуется сплавление с щелочами и перекисью натрия. Эти вещества не действуют так сильно на сталь, как на другие металлы. Поэтому сплавление таких веществ в стальных тиглях безопасно. Для сплавления с перекисью натрия в настоящее время рекомендованы тигли из циркония. Они оказались пригодными при анализе минералов, руд и сплавов. Чашки металлические (рис. 158). Для выпаривания многих растворов применяют чашки из платины, золота и других металлов. Обращение с ними то же, что и с тиглями. Они бывают различного диаметра и емкости. Держатели для пробирок (рис. 159) бывают металлические (рис. 159, а) и деревянные (рис. 159, б). Держателями пользуются при нагревании пробирок. На рис. 160 показаны держатели для фарфоровых чашек и стаканов.

Ступки металлические, встречающиеся в некоторых лабораториях, в большинстве случаев бывают медными или латунными. Чугунные встречаются реже, так как они менее прочны. В металлических ступках можно измельчать только те вещества, которые не действуют на металл ступки. В остальном обращение с ними такое же, как с фарфоровыми, с той, однако, разницей, что в металлической ступке можно смело разбивать куски даже сильными ударами пестика. Так как при этом не исключена возможность выброса кусочков размельчаемого вещества, то в начале работы ступку закрывают тканью. За лабораторными металлическими предметами следует постоянно следить и предохранять их от ржавления. Поэтому, например, штативы, муфты, лапки следует иногда, хотя бы раз в год, покрывать специальным негорючим черным лаком. Такие предметы как треноги, зажимы, тигельные

щипцы, пинцеты, металлические тигли, которые нельзя лакировать, следует очищать от ржавчины. Чистить можно наждачной бумагой разных номеров (в зависимости от назначения предмета) или песком.

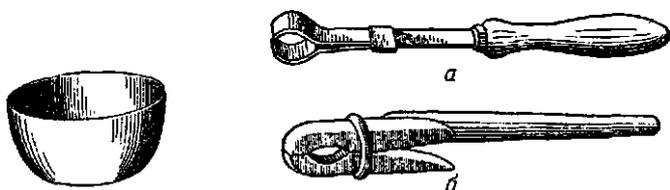


Рис. 158. Чашка металлическая (платиновая)

Рис. 159. Держатели для пробирок

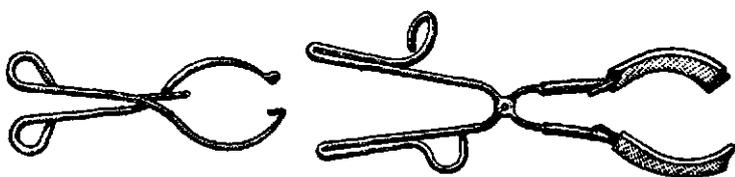


Рис. 160. Держатели для фарфоровых чашек и стаканов.

**Заполнить таблицу:**

№ п/п	Наименование оборудования	Типы (вид)оборудования	Применение оборудование
1	Штатив	Монтажный, Универсальный	для сборки установок, закрепления различных приборов, лабораторной посуды при проведении лабораторных опытов

**Вывод( запишите)**

## Практическая работа № 2,3

**Тема:** Заполнение протоколов исследований (сертификатов). Расчет погрешности измерений

**Цель работы :** научиться заполнять нормативную документацию и проводить расчет погрешности измерений.

**Задание1 :** из предложенных бланков протоколов(сертификатов) заполнить строки бланков

**Задание 2:** рассчитать погрешность измерений

**Задача.**

Проводили измерения навески сульфата калия. Было сделано 8 измерений и получены следующие значения: 5,2 г, 5,3г, 4,95г, 5,21г, 2,33г, 5,2г, 5,24г, 5,3г. Требуется найти среднее значение измеряемой величины (массы навески) и погрешность измерений.

**Задача.**

Проводили измерения длины  $L$  металлического бруска. Было сделано 10 измерений и получены следующие значения: 10 мм, 11 мм, 12 мм, 13 мм, 10 мм, 10 мм, 11 мм, 10 мм, 10 мм, 11 мм. Требуется найти среднее значение  $\bar{L}$  измеряемой величины (длины бруска) и его погрешность  $\Delta\bar{L}$ .

**Вывод( запишите)**

## Лабораторная работа № 1

**Тема:** Приготовление растворов заданного количественного состава. Определение концентрации растворов методом титрования.

**Цель работы:** опытным путем научиться готовить растворы заданного количественного состава

**Оборудование и реактивы:** раствора NaCl , вода

**Ход работы:**

**Задание 1** Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества из навески твердого вещества. Приготовить раствора заданной концентрации из кристаллического вещества и воды. Пусть требуется приготовить 200 мл 12% раствора NaCl

Проведите необходимые расчеты и определите:

- массу раствора,
- массу растворенного вещества,
- массу растворителя,
- объем растворителя.

Массу раствора находим, используя формулу:

$$m_{\text{раствора}} = V_{\text{раствора}} \cdot \rho_{\text{раствора}}, \text{ где}$$

$m_{\text{раствора}}$  – масса раствора, [г]

$V_{\text{раствора}}$  – объем раствора, [см<sup>3</sup>]

$\rho_{\text{раствора}}$  – плотность раствора, [г/см<sup>3</sup>]

Для нахождения значения плотности раствора по заданному значению массовой доли  $\omega_{\text{теор}}$  пользуются табличными данными, см. табл 2.

Таблица 2

**Зависимость плотности раствора от массовой доли  $\rho$  растворенного вещества 20°, (г/см<sup>3</sup>)**

$\omega$ , %	Плотность раствора вещества, г/см <sup>3</sup>							
	КОН	NaOH	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
2	1,017	1,021	1,013	1,018	1,015	1,012	1,008	1,019
4	1,033	1,043	1,027	1,039	1,032	1,025	1,018	1,040
6	1,049	1,065	1,041	1,060	1,049	1,038	1,028	1,061
8	1,065	1,087	1,056	1,032	1,066	1,052	1,038	1,082
10	1,083	1,109	1,071	1,104	1,084	1,066	1,047	1,103
12	1,108	1,137	1,086	1,126	1,102	1,080	1,057	1,124

14	1,126	1,153	1,101	1,148	1,120	1,095	1,068	1,146
16	1,144	1,175	1,116	1,173	1,139	1,109	1,078	-
18	1,165	1,197	1,132	1,196	1,158	1,124	1,088	-
20	1,183	1,219	1,149	1,220	1,173	1,139	1,098	-
22	1,206	1,241	1,164	1,245	1,197	1,155	1,108	-
24	1,225	1,263	1,180	1,270	1,218	1,170	1,119	-
26	1,246	1,297	1,197	-	1,288	1,186	1,129	-
28	1,267	1,306	-	-	-	1,202	1,139	-
30	1,288	1,328	-	-	-	1,219	1,149	-
32	1,308	1,349	-	-	-	1,235	1,159	-
34	1,330	1,370	-	-	-	1,252	1,169	-
36	1,355	1,390	-	-	-	1,268	1,179	-
38	1,373	1,410	-	-	-	1,286	1,189	-
40	1,395	1,430	-	-	-	1,303	1,198	-
42	1,417	1,449	-	-	-	1,321	-	-
44	1,445	1,469	-	-	-	1,338	-	-

Массу растворенного вещества определяем по формуле:

$$m_{\text{раств. в-ва}} = m_{\text{раствора}} \cdot \omega,$$

где:  $m_{\text{раствора}}$  – масса раствора

$m_{\text{раств. в-ва}}$  – масса растворенного вещества

$\omega$  – массовая доля растворенного вещества в растворе, выраженная в долях единицы.

Массу растворителя определим как разность между массами раствора и растворенного вещества.

$$m_{\text{растворителя}} = m_{\text{раствора}} - m_{\text{раств. в-ва}}$$

Так как жидкости удобнее не взвешивать, а отмерять для них определенный объем, то найдем объем, который займет найденная масса растворителя.

Для нахождения объема растворителя, используем формулу:

$$V_{\text{растворителя}} = \frac{m_{\text{растворителя}}}{\rho_{\text{растворителя}}}, \text{ где}$$

$m_{\text{растворителя}}$  – масса растворителя, [г]

$V_{\text{растворителя}}$  – объем растворителя, [см<sup>3</sup>]

$\rho_{\text{растворителя}}$  – плотность растворителя, [г/см<sup>3</sup>]

Напомним, что плотность воды при 20<sup>0</sup>С  $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$

Растворяемое вещество, найденной массы, взвесьте на весах. Необходимый объем дистиллированной воды отмерьте мерным цилиндром.

**Задание 2** Приготовьте раствор в химическом стакане, перемешивая стеклянной палочкой. Термометром измерьте температуру раствора. Если температура отличается от 20<sup>0</sup>С, то раствор необходимо нагреть или охладить.

Перелейте раствор в цилиндр и осторожно опустите в него ареометр. По шкале ареометра (по нижнему мениску жидкости) определите плотность приготовленного раствора.

*Внимание! Необходимо помнить, что во время определения плотности раствора, ареометр не должен касаться стенок цилиндра. После каждого определения ареометр моют, протирают фильтровальной бумагой и осторожно помещают в соответствующее гнездо штатива.*

Сравните найденное значение ( $\omega_{\text{эксп.}}$ ) с заданным значением массовой доли ( $\omega_{\text{теор.}}$ ) и определите значение относительной ошибки эксперимента ( $\eta_{\text{относ.}}$ ):

$$\eta_{\text{относ.}} = \frac{\omega_{\text{эксп.}} - \omega_{\text{теор.}}}{\omega_{\text{теор.}}} \cdot 100 \%$$

Вывод: (запишите)

## Лабораторная работа 2

**Тема:** Приготовление раствора заданной концентрации разными способами

**Цель работы:** Опытным путем научиться определять концентрацию раствора

**Оборудование и реактивы:** мерный цилиндр на 50 мл, химический стакан на 100 мл, мерная колба на 50 мл, пипетка на 25 мл, ареометр: стеклянная палочка, индикатор.

**Ход работы:**

**Задание 1.** Приготовление раствора соляной кислоты, заданной концентрации измеряя плотность раствора.

Раствор готовится разбавлением более концентрированного раствора исходной кислоты.

Для определения концентрации раствора исходной соляной кислоты измерьте ареометром ее плотность ( $\rho$ , г/см<sup>3</sup>). Для этого кислоту налейте в цилиндр, опустите в нее ареометр. Отметьте деление шкалы ареометра, совпадающее с нижним мениском жидкости в цилиндре. Это и есть плотность раствора. Пользуясь табл. 1, определите процентную концентрацию исходной соляной кислоты ( $\omega_{\text{исх}}$ , %).

Таблица 1 растворов некоторых кислот и оснований при 20°C

Массовая доля, %	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	HCl	NaOH	NH <sub>3</sub>
2	1,012	1,009	1,008	1,021	0,990
4	1,025	1,020	1,018	1,043	0,981
6	1,038	1,031	1,023	1,065	0,973
8	1,052	1,043	1,038	1,087	0,965
10	1,066	1,054	1,047	1,109	0,958
12	1,080	1,066	1,057	1,131	0,950
14	1,095	1,078	1,069	1,153	0,943
16	1,109	1,090	1,078	1,175	0,936
18	1,124	1,103	1,088	1,197	0,930
20	1,139	1,115	1,098	1,219	0,923
22	1,155	1,128	1,108	1,241	0,916
24	1,170	1,140	1,119	1,263	0,910
26	1,186	1,153	1,129	1,285	0,904
28	1,202	1,167	1,139	1,306	0,898
30	1,219	1,180	1,149	1,328	0,892
32	1,235	1,193	1,158	1,349	0,886
34	1,252	1,207	1,169	1,370	
36	1,268	1,221	1,179	1,390	
38	1,286	1,234	1,189	1,410	
40	1,303	1,246	1,198	1,430	
42	1,321	1,259		1,449	
44	1,337	1,272		1,469	
46	1,357	1,285		1,487	
48	1,376	1,298		1,507	
50	1,395	1,310		1,525	

52	1,415	1,322		1,543	
54	1,435	1,334			

**Задание 2** Приготовление раствора заданной концентрации из кристаллического вещества и воды весовым методом.

Пусть требуется приготовить 250 мл 0,1 н раствора NaOH ( $M_{\text{э}} = 40$  г/моль).

Рассчитайте навеску щёлочи, необходимую для приготовления заданного раствора:

$$m = N \cdot V \cdot M_{\text{э}} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 40 = 1 \text{ г.}$$

Взвесьте рассчитанное количество щёлочи на теххимических весах с точностью до 0,01 г.

Взвешивание производится в тщательно вымытой и высушенной фильтровальной бумагой фарфоровой или стеклянной чашке, масса которой определена предварительно.

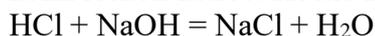
Щёлочь отбирают шпателем или пластмассовым пинцетом!!!

Приготовленную навеску перенесите в плоскодонную колбу, отмерьте цилиндром необходимое количество воды (для грубых растворов объём воды можно брать равным объёму раствора), несколько раз ополосните фарфоровую (стеклянную) чашку и слейте воду в колбу со щёлочью. Растворение щёлочи проводите сначала в небольшом количестве воды при интенсивном перемешивании, по мере растворения щёлочи добавляйте следующие порции воды. По окончании процедуры раствор должен быть тщательно перемешан.

**Задание 3** Определение концентрации раствора щёлочи методом титрования

Чистую бюретку ополосните небольшим количеством приготовленного раствора щёлочи.

Укрепите бюретку зажимом в штатив и заполните её через воронку раствором NaOH (или KOH) до нулевой отметки (до нижней границы мениска). Проследите за тем, чтобы носик бюретки был заполнен раствором. На подставку штатива положите белый лист. Пипеткой осторожно отберите в коническую колбу 10 мл титрованного раствора HCl, добавьте 1-2 капли индикатора фенолфталеина и проведите титрование. Раствор щёлочи добавляйте небольшими порциями, одновременно круговыми движениями перемешивайте раствор в конической колбе. После нейтрализации всей кислоты, протекающей по уравнению:



добавление одной лишней капли щелочного раствора вызовет появление розовой окраски.

Титрование считается законченным, когда розовая окраска раствора в колбе не исчезнет при перемешивании в течение 30 секунд. Отсчитайте по бюретке объём щёлочи, пошедший на нейтрализацию кислоты. Титрование проведите не менее **трёх раз**, каждый раз начиная от нулевой отметки. Объёмы израсходованной щёлочи не должны отличаться больше, чем на 0,1-0,2 мл. Из полученных результатов возьмите среднее значение и рассчитайте точную концентрацию щёлочи по формуле:

$$N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = N_{\text{щёл.}} \cdot V_{\text{щёл. ср.}}$$

**Вывод:**

**Задания для самоконтроля**

1. При некоторых заболеваниях в организм вводят раствор хлористого натрия с массовой долей 0,9%, называемый физиологическим раствором. Вычислите, сколько воды и соли нужно взять для приготовления 250 мл физиологического раствора, плотность которого 1,005 г/см<sup>3</sup>.

2. Для определения времени рекальцификации кровяной плазмы применяют 0,025М раствор хлорида кальция, который готовят из сухого прокаленного вещества. Сколько хлористого кальция необходимо для приготовления 500 мл требуемого раствора?

### Лабораторная работа № 3

**Тема:** Экспериментальное решение задач.

**Цель работы:** Научиться, опытным путем готовить растворы заданной концентрации разными методами.

**Оборудование и реактивы:** бюретки, пипетка на 5, 10мл, цилиндр, раствора  $H_2SO_4$ , раствор  $H_3PO_4$

**Ход работы:**

**Задание 1:** Приготовить 0,5 л 20% раствора  $H_2SO_4$ , исходя из концентрированного раствора, плотность которого  $1,84 \text{ г/см}^3$ .

По таблице находим, что плотности  $1,84 \text{ г/см}^3$  соответствует кислота с содержанием 96%  $H_2SO_4$ , а 20% раствору соответствует кислота с плотностью  $1,14 \text{ г/см}^3$ .

1 Находим по таблице необходимые данные

2 Вычислим количества исходной кислоты и воды, требующиеся для получения заданного объема раствора.

3 Находим массу раствора(г)  $m = v \cdot \rho$

4 Вычислим, в каком объеме исходной 96% кислоты содержится X (г)  $H_2SO_4$ :

1 мл исходной кислоты содержит

X мл исходной кислоты содержит 114 г  $H_2SO_4$  отсюда находим X

Таким образом, для приготовления 500мл 20% раствора  $H_2SO_4$  необходимо взять 64,6 мл 96% раствора. Количество воды определяется, как разность весов полученного исходного раствора написать формулу

**ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СМЕШИВАНИЕМ РАСТВОРОВ БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ И БОЛЕЕ НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.**

Раствор можно готовить, непосредственно вводя рассчитанное количество вещества в растворитель, или путем разбавления более концентрированных растворов до требуемого значения концентрации.

**Задание 2:** Приготовить 100г 36% раствора  $H_3PO_4$ , смешав 44% и 24% растворы этой кислоты. **РАСЧЕТ:**

Обозначим через X количество граммов 44% раствора, которое следует добавить к (100-x) граммам 24% раствора для получения 100г 36% раствора  $H_3PO_4$ . Составим уравнение:

Следовательно, необходимо взять 60г 44% раствора  $H_3PO_4$  и  $100 - x = 40$ г 24% раствора

Таблица 2

**Зависимость плотности раствора от массовой доли**

**$\rho$  растворенного вещества  $20^\circ$ , (г/см<sup>3</sup>)**

$\omega$ , %	Плотность раствора вещества, г/см <sup>3</sup>							
	KOH	NaOH	NaCl	MgSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
2	1,017	1,021	1,013	1,018	1,015	1,012	1,008	1,019
4	1,033	1,043	1,027	1,039	1,032	1,025	1,018	1,040

6	1,049	1,065	1,041	1,060	1,049	1,038	1,028	1,061
8	1,065	1,087	1,056	1,032	1,066	1,052	1,038	1,082
10	1,083	1,109	1,071	1,104	1,084	1,066	1,047	1,103
12	1,108	1,137	1,086	1,126	1,102	1,080	1,057	1,124
14	1,126	1,153	1,101	1,148	1,120	1,095	1,068	1,146
16	1,144	1,175	1,116	1,173	1,139	1,109	1,078	-
18	1,165	1,197	1,132	1,196	1,158	1,124	1,088	-
20	1,183	1,219	1,149	1,220	1,173	1,139	1,098	-
22	1,206	1,241	1,164	1,245	1,197	1,155	1,108	-
24	1,225	1,263	1,180	1,270	1,218	1,170	1,119	-
26	1,246	1,297	1,197	-	1,288	1,186	1,129	-
28	1,267	1,306	-	-	-	1,202	1,139	-
30	1,288	1,328	-	-	-	1,219	1,149	-
32	1,308	1,349	-	-	-	1,235	1,159	-
34	1,330	1,370	-	-	-	1,252	1,169	-
36	1,355	1,390	-	-	-	1,268	1,179	-
38	1,373	1,410	-	-	-	1,286	1,189	-

40	1,395	1,430	-	-	-	1,303	1,198	-
42	1,417	1,449	-	-	-	1,321	-	-
44	1,445	1,469	-	-	-	1,338	-	-

**Вывод записать:**

**Контрольные вопросы:**

- 1 Дать определение молярная концентрация
- 2 Записать формулу молярной концентрации
- 3 Какими способами еще можно выразить концентрацию раствора?

#### Лабораторная работа № 4

**Тема:** Отбор проб водопроводной воды

**Цель работы:** научиться отбирать и готовить пробы для проведения анализа

**Теория:**

**Проба** – часть анализируемого материала, представителью отражающая его химический состав. В отдельных случаях в качестве пробы используют весь анализируемый материал. В зависимости от задачи проба должна представителью отражать средний состав всего анализируемого материала или определенной его части (фазы, слоя и т.д.).

Для гомогенных объектов анализа, состоящих из одной фазы, при отборе пробы можно ограничиться взятием некоторого количества материала, необходимого для проведения анализа, из любой части анализируемого объекта.

При анализе неоднородных гетерогенных смесей необходимо отбирать *среднюю пробу*, из которой затем берут *аналитическую пробу* меньшей массы (объема). Из аналитической пробы для проведения анализа отбирают *аналитическую навеску* – определенную часть пробы, используемую при выполнении единичного определения. В отдельных случаях в качестве аналитической навески используют всю пробу.

**Средняя проба** – это небольшая представительная часть вещества, состав и свойства которой идентичны составу и свойствам всей массы анализируемого вещества.

Способ отбора средней пробы зависит от природы анализируемого вещества, его агрегатного состояния, однородности. Не существует такой методики отбора пробы, которая была бы универсальной и пригодной для всех анализируемых материалов.

**Отбор пробы жидкости.** Перед отбором пробы жидкость тщательно перемешивают, после чего отбирают часть ее, необходимую для проведения анализа.

### **Ход работы:**

**Задание 1** Отбор проб воды для химического контроля элементов.

Отбор проб воды из крана потребителя

При отборе проб не допускается взмучивание осадка.

Отбор проб воды проводят на выходе из кранов внутренних водопроводных сетей домов.

При отборе проб из крана потребителя время слива воды перед отбором проб зависит от цели отбора проб. Если целью отбора проб является оценка влияния материалов, контактирующих с водой, на качество воды, то пробы следует отбирать без предварительного слива воды. Для других целей для установления условий равновесия перед отбором проб достаточно 2-3 мин слива воды. Слив воды производить 5 мин. При отборе проб для определения микробиологических показателей металлические краны следует предварительно простерилизовать путем обжига, а пластмассовые краны следует продезинфицировать, и произвести спуск воды продолжительностью не менее 10 мин при полностью открытом кране.

**Задание 2** Отбор проб для проведения химико-аналитического и радиологического контроля качества воды

Пробы отбирают в емкости, изготовленные из химически стойкого стекла с притертыми пробками или из полимерных материалов, разрешенных для контакта с водой. Лабораторная посуда должна быть приготовлена в соответствии с ГОСТ на мытье и сушку посуды. Пробы, предназначенные для определения содержания органических веществ в воде, отбирают только в стеклянные емкости.

Требования к подготовке емкостей для отбора проб должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51592 и стандартам на метод определения показателя.

Перед отбором пробы емкости для отбора проб не менее двух раз ополаскивают водой, подлежащей анализу, и заполняют ею емкость до верха. При отборе проб, подлежащих хранению, перед закрытием емкости пробкой верхний слой воды сливают так, чтобы под пробкой оставался слой воздуха и при транспортировании пробка не смачивалась.

Для определения в пробе кислорода или других растворенных газов при отборе проб необходимо использовать шланг, прикрепленный к крану или выходному отверстию насоса и достигающий дна емкости с пробой, чтобы избежать контакта пробы воды с атмосферным воздухом. Вода должна медленно течь в емкость через шланг.

Вода должна быть подвергнута анализу в день отбора пробы. Если это невозможно, отобранную пробу охлаждают и(или) консервируют.

**Задание 3** Заполнить акт отбора проб

#### **Акт отбора проб**

В акте об отборе проб должны быть указаны следующие сведения:

Цель отбора проб \_\_\_\_\_

Расположение и наименование места отбора проб \_\_\_\_\_

Дата отбора \_\_\_\_\_

Время (начало и окончание) отбора проб \_\_\_\_\_

Климатические условия окружающей среды на месте отбора проб:

температура воздуха \_\_\_\_\_

температура воды \_\_\_\_\_

Стадия обработки воды:

обеззараживание \_\_\_\_\_

окисление \_\_\_\_\_

умягчение \_\_\_\_\_

другие виды обработки \_\_\_\_\_

Емкости для отбора проб (материал) \_\_\_\_\_

Должность, фамилия, имя, отчество лица, отобравшего пробу, и его подпись.

**Вывод(записать)**