

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 14.09.2020  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e9450f4a4871da56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии



### ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НЕКОТОРЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине «Неорганическая химия»  
для студентов направления подготовки  
04.03.01 «Химия»

КУРСК 2020

УДК 546  
Составитель: О.В. Бурыкина, Т.А. Уварова

Рецензент  
кандидат педагогических наук, доцент Янкив К.Ф.

**Ознакомление с некоторыми операциями химического анализа:** методические указания по дисциплине "Неорганическая химия" / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Бурыкина, Т.А. Уварова / Курск, 2020, 19с.: рис.4, табл.6, прилож. 2, Библиогр.: 18 с.

Излагаются методические указания по проведению лабораторной работы по теме «Ознакомление с некоторыми операциями химического анализа» курса «Неорганическая химия». В методических указаниях приведены правила выполнения основных операций при проведении химического анализа.

Методические указания предназначены для студентов 1 курса дневного отделения направления подготовки 04.03.01 «Химия», выполняющих лабораторную работу по теме «Ознакомление с некоторыми операциями химического анализа» дисциплины «Неорганическая химия» согласно рабочего учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.09.2020. Форма 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 30 экз. Заказ 294. Бесплатно  
Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Вопросы для самоподготовки.....	5
1. Калибровка посуды.....	6
2. Взвешивание.....	7
3. Нагревание.....	8
4. Фильтрование.....	9
5. Приготовление растворов.....	10
Лабораторная работа «Калибровка посуды».....	12
Лабораторная работа «Ознакомление с некоторыми операциями химического анализа».....	15
Список литературы.....	18
Приложение 1.....	19

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лабораторная работа – одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности студентов, приобретение умений и формирования общих и профессиональных компетенций. Выполнение заданий на лабораторных работах способствует закреплению теоретических знаний, приобретению практических навыков, более глубокому пониманию и усвоению материала междисциплинарного курса профессионального модуля.

В методических указаниях приведены правила выполнения основных операций при проведении химического анализа, лабораторные работы «Калибровка посуды», «Ознакомление с некоторыми операциями химического анализа» курса «Неорганическая химия», последовательность их выполнения, иллюстративный материал по теме, а также ссылки на информационные источники, рекомендуемые для использования в работе.

Методические указания предназначены для студентов 1 курса дневного отделения направления подготовки 04.03.01 «Химия».

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Почему фактический и номинальный объем мерной посуды могут отличаться?
2. Что такое калибровка мерной посуды и для чего она используется?
3. Как проводят калибровку: а) пипетки, б) бюретки, в) мерной колбы?
4. Какие типы весов, используемых в химическом анализе Вы знаете? Каковы точность и предел взвешивания в каждом случае?
5. Сформулируйте основные правила взвешивания на аналитических весах.
6. Что используется в химическом анализе при нагревании: а) медленном; б) быстром?
7. Сформулируйте правила работы со спиртовкой.
8. Для чего используется фильтрование?
9. Что называется раствором? Из каких частей он состоит?
10. Какие способы приготовления растворов Вы знаете?
11. Какие требования предъявляются к растворяемому веществу, чтобы приготовить раствор точной концентрации, не требующей стандартизации?

## 1. КАЛИБРОВКА ПОСУДЫ

Ежедневно в фармацевтических, химических, пищевых производствах и лабораториях используют сосуды для быстрого и точного дозирования или отбора жидких и сыпучих реактивов. Измерение необходимого количества реактива проводят специальными емкостями с градуировкой, которая показывает точную вместимость емкости. Фактическая вместимость мерной посуды может отличаться от величины, указываемой изготовителем. Истинную вместимость определяют калиброванием. Точность этого определения составляет сотые доли миллилитра.

Калибровка проводится путем определения массы чистой воды, заполняющей указанный на посуде объем, или воды, вылитой из нее (при определенной температуре) По массе воды и плотности устанавливают объем мерной посуды. Значение плотности воды при данной температуре берут из справочника.

Определение объема мерной посуды осложняется тем, что объем стеклянной посуды, а также плотность воды изменяются с изменением температуры. Кроме того, взвешивание приходится проводить не в пустоте, а в воздухе.

Таблица 1

**Приведение объема воды к объему, занимаемому ею при 20<sup>0</sup>С при указанном давлении**

<i>t, °C</i>	<i>Масса 1 л воды при 20<sup>0</sup>С</i>			
	<i>101,1кПа 760мм.рт.ст</i>	<i>98,4кПа 740мм.рт.ст</i>	<i>95,7 кПа 720мм.рт.ст</i>	<i>932 кПа 700мм.рт.ст</i>
16	997,80	997,83	997,86	997,88
17	997,65	997,68	997,71	997,73
18	997,51	997,54	997,57	997,59
19	997,34	997,37	997,40	997,42
20	997,18	997,21	997,24	997,26
21	997,00	997,03	997,06	997,08
22	996,80	996,83	996,85	996,88
23	996,61	996,64	996,67	996,69
24	996,39	996,42	996,45	996,47
25	996,18	996,21	996,23	996,26
26	995,94	995,97	995,99	996,02
27	995,70	995,73	995,75	995,78
28	995,45	995,48	995,50	995,53
29	995,19	995,22	995,24	995,27
30	994,92	994,95	994,97	995,00

Для приведения объема воды к объему, занимаемому ею при 20°C, пользуются данными таблицы 1, в которой учтены поправки на тепловое расширение воды и стекла посуды, а также на различие плотностей воды и разности при взвешивании на воздухе латунным разновесом (средняя плотность латуни 8,4 г/см<sup>3</sup>). Температура 20°C принята за стандартную, поэтому все объемы и массы путем расчета приводят к этой температуре.

Если атмосферное давление не совпадает с табличными данными, а имеет какое-либо промежуточное значение, то берут наиболее близкое его значение. Ошибка в измерении температуры на 1°C приводит к ошибке в определении вместимости сосуда примерно на 0,02%.

В таблице 2 приведены пределы погрешностей, допустимые для стеклянной посуды 1-го класса.

Таблица 2

**Пределы погрешностей для стеклянной посуды 1-го класса**

Объем посуды, мл	Отклонения, мл		
	Мерные колбы	Пипетки	Бюретки
2	-	±0,005	-
5	-	±0,01	±0,01
10	-	±0,02	±0,02
25	±0,03	±0,04	±0,05
50	±0,05	±0,05	±0,05
100	±0,10	±0,08	±0,10
200	±0,10	±0,10	-
500	±0,15	-	-
1000	±0,30	-	-
2000	±0,50	-	-

Для посуды второго класса допустимые пределы погрешностей увеличены вдвое.

## 2. ВЗВЕШИВАНИЕ

Для взвешивания необходимого количества вещества используют весы.

По точности взвешивания весы подразделяются на:

- технические, которые используются: а) для грубого взвешивания (точность до 1 г); б) для точного взвешивания (точность до 0.01г); (рис.1а). Предел взвешивания составляет 1000г
- аналитические (точность 10<sup>-4</sup>-10<sup>-6</sup>г) (рис.1б), предел взвешивания

вания – 200г;

-специальные (приборные, торсионные) (рис. 1в), предел взвешивания – 500мг.



**Рисунок 1 – Весы, используемые в лабораторном анализе**

а) теххимические; б) аналитические; в) торсионные.

Электронные весы (техническими или аналитическими) имеют сетевой кабель. В комплект весов входят калибровочные гири, применяемые для проверки правильности взвешивания

#### *Правила взвешивания на весах*

1) Для взвешивания следует нажать кнопку включения. На индикаторе сначала высвечивается техническая информация, а потом значение «0,00»; «0,000» или «0,0000» в зависимости от точности весов.

2) Взвешиваемый объект ставят на чашку весов. При этом выводится значение массы в граммах.

3) При необходимости обнулить тару её ставят на чашку весов и нажимают кнопку обнуления.

4) После взвешивания весы отключают.

5) Просыпанные или пролитые на весы реактивы следует убрать сразу после взвешивания.

### **3. НАГРЕВАНИЕ**

Для многих операций, выполняемых в химических лабораториях, требуется нагревание. Одни процессы нужно вести при медленном и равномерном нагревании, другие – при быстром и сильном.

При нагревании растворов в пробирках пользуются спиртовками, водяными, масляными и спиртовыми банями, электроплитками.



### *Правила нагревания на спиртовке*

Используют для быстрого нагревания реакционной смеси. Нагревание проводят в вытяжном шкафу при включенной вытяжке.

1) Пробирку закрепляют в специальный держатель  
2) Пробирку медленно прогревают в пламени спиртовки по всей длине.

3) Нагревание пробирки ведут в верхней части пламени горелки, не касаясь фитиля спиртовки. Отверстие пробирки должно быть направлено в сторону задней стенки вытяжного шкафа.

4) После проведения нагревания пробирку помещают в штатив для пробирок для полного остывания. Спиртовку тушат с помощью крышки спиртовки.

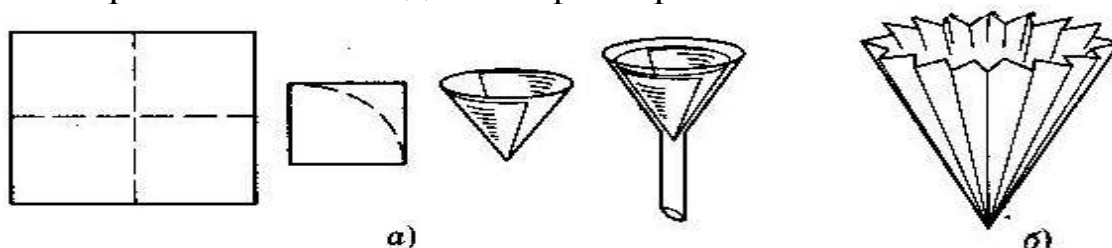
Для медленного нагревания или нагревания до определенной температуры используют различные виды электрических бань.

## **4. ФИЛЬТРОВАНИЕ**

Фильтрация – это процесс движения через пористую перегородку жидкости или газа, который сопровождается осаждением на пористой перегородке взвешенных в них твердых частиц.

В качестве фильтрующих материалов применяют различные органические и неорганические вещества. Фильтрующие материалы могут быть: волокнистыми (вата, шерсть, различные ткани, синтетические волокна), зернистыми (кварцевый песок), пористыми (бумага, керамика).

Фильтрация можно проводить различными способами: в обычных условиях, при нагревании, под вакуумом. При обычных условиях для фильтрации применяют стеклянные воронки. Внутри воронки помещают какой-либо фильтрующий материал, например вату, фильтровальную бумагу. Из фильтровальной бумаги делают простые или складчатые фильтры.



**Рисунок 2. Изготовление фильтра:**

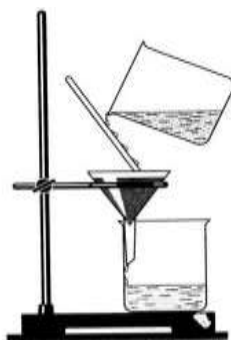
а – простого; б - складчатого

Для приготовления простого фильтра берут лист фильтровальной бумаги квадратной формы (рис. 2а). Складывают сначала вдвое, затем еще раз, как показано на рисунке. Получается уменьшенный в 4 раза квадрат. Угол сложенного квадрата обрезают ножницами по дуге. Отделяют пальцем один слой бумаги от трех остальных и расправляют.

Для приготовления складчатого фильтра поступают вначале также, как при изготовлении простого, затем складывают его пополам и каждую половинку сгибают несколько раз в одну и другую сторону подобно гармошке (рис. 2б).

Верхний край фильтра не должен доходить до края воронки на 5мм. Правильно уложенный в воронку фильтр смачивают фильтруемой жидкостью или дистиллированной водой.

При фильтровании воронку укрепляют на кольце штатива. Кончик воронки должен касаться стенки сосуда для фильтрата (рис. 3).



**Рисунок 3 Фильтрация через бумажный фильтр**

Жидкость сливают по стеклянной палочке, прижав ее к стенке воронки.

## **5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ**

Часто для проведения химического анализа вещества его переводят в раствор.

**Раствор** – гомогенная система, состоящая из двух и более компонентов (т.е. исходных индивидуальных веществ), а также продуктов их взаимодействия.

Один из компонентов раствора называют **растворителем**, другой – **растворенным веществом**.

Растворы используемых веществ, необходимой концентрации можно готовить:

- 1) из фиксонала;

2) растворением точной массы сухого вещества в определенном объеме растворителя;

3) разбавлением более концентрированного раствора (полученного не из фиксонала).

В первом случае стеклянную ампулу (фиксонал), в которой находится строго определенное количество растворяемого вещества, разбавляют в заданном количестве растворителя. Растворение ведут в мерной колбе определенного объема. Стеклянную ампулу разбивают об вложенный в воронку боек. Если вещество твердое, то его сначала полностью растворяют, добавляя не более  $1/3$  объема мерной колбы дистиллированной воды, после этого раствор доводят до метки и перемешивают. Раствор необходимой концентрации можно приготовить разбавлением полученного раствора. Для этого рассчитанный объем концентрированного раствора отмеряют пипеткой (или бюреткой) и переносят в мерную колбу. Полученный раствор имеет точную концентрацию, величину которой не уточняют.

Во втором случае полученный раствор может иметь точную концентрацию и приблизительную. Точную концентрацию получают, если готовят раствор вещества, удовлетворяющего следующим требованиям:

- ✓ вещество должно иметь кристаллическую структуру.
- ✓ состав вещества должен строго соответствовать формуле;
- ✓ вещество не должно содержать посторонних примесей в количествах, которые могут повлиять на точность анализов, или должен быть известен способ простой очистки вещества от примесей;
- ✓ вещество должно быть химически устойчивым при хранении (не изменяться при высушивании, не быть гигроскопичным, не взаимодействовать с компонентами воздуха).
- ✓ вещество должно иметь по возможности большую молекулярную массу, чтобы уменьшить погрешность при взвешивании.

Если вещество не удовлетворяет перечисленным требованиям, то полученный раствор имеет приблизительную концентрацию, которую необходимо уточнить (стандартизировать).

В третьем случае полученные растворы имеют приблизительную концентрацию, и для определения её точной величины используют титрование, либо измерение плотности с помощью ареометра.

Титрование – операция химического анализа, используемая для установления концентрации растворов. Точный объем раствора

неизвестной концентрации помещают в колбу для титрования. Другой раствор известной концентрации (титрант) добавляют в колбу небольшими порциями из бюретки. Конец титрования - точку эквивалентности определяют обычно по изменению окраски индикатора (рис.4). Объем израсходованного на титрование раствора должен составлять примерно 1/3 – 2/3 объема используемой бюретки. Чем точнее фиксируется точка эквивалентности, тем точнее определение концентрации.



**Рисунок 4 Установка для проведения операции титрования**

Для определения концентрации исследуемого раствора используют закон эквивалентов.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «КАЛИБРОВКА ПОСУДЫ»

### Опыт 1 Калибровка пипетки

Объем пипеток определяют по объему жидкости, выливающейся из неё.

1. Взвесить чистый сухой стакан. Взвешивание проводят на технических весах с точностью ( $\pm 0,01$ ) г. Полученную массу стакана записать в таблицу 3.

Таблица 3

### Оформление результатов эксперимента

№	$m_{\text{пуст. стакан,}}$ Г	$m_{\text{стакан с водой,}}$ Г	$m_{\text{воды,}}$ Г	$t_{\text{воды,}}$ °С	$\rho_{\text{воды}}$ Г/мл	$V_{\text{воды,}}$ мл
1						
2						
3						

2. Тщательно вымыть пипетку и наполнить её до метки дистиллированной водой. Для заполнения пипетки жидкость засасывают ртом или грушей через широкое отверстие пипетки (кончик пипетки должен быть полностью погружен в жидкость) на 2–3 см выше метки, затем быстро закрывают отверстие указательным пальцем.

3. Воду из пипетки вылить в чистый, предварительно взвешенный стакан. Когда пипетка наполнена, ослабевают нажим указательного пальца, в результате чего жидкость будет медленно вытекать из пипетки (палец должен быть слегка влажным); как только нижний мениск жидкости коснется метки, палец снова плотно прижимают. Пипетка калибруется на свободное вытекание под действием силы тяжести, в этом случае жидкость из нее вытекает равномерно и с одинаковой скоростью. **Выдувать остатки жидкости нельзя.**

4. После того как вся жидкость вытечет из носика пипетки, касаются им стенок сосуда 2–3 раза.

5. Взвесить стакан с водой и результат записать в таблицу 3.

6. Термометром измерить температуру воды и по приложению 1 определить ее плотность. По уравнению  $V=m/\rho$  рассчитать объем воды, отобранный пипеткой. Полученные значения занести в таблицу 3.

7. Опыт повторить не менее 3 раз. По полученным данным рассчитать средний объем:

$$V_{\text{ср}}=(V_1+V_2+V_3)/3$$

и его относительное отклонение от номинального в процентах:

$$\text{относит отклонение}=(V_{\text{ср}}-V_{\text{ном}})\cdot 100/V_{\text{ном}}$$

Если относительное отклонение выходит за пределы ошибок, допустимых при химическом анализе (0,1 %–0,2 %), то пипетку необходимо поправить. Для этого либо помечается на пипетке ее истинный объем, либо на пипетку наносится новая метка, соответствующая номинальному объему.

### **Опыт 2** Калибровка мерной колбы

Для установления объема мерной колбы определяют объем жидкости, которая помещается в мерную колбу.

1. Чистую и сухую мерную колбу с пробкой взвесить на технических весах с точностью до ( $\pm 0,01$ ) г (большие колбы, объемом 1, 2 л можно взвешивать с точностью  $\pm 0,1$  г, ошибка взвешивания не должна превышать 0,1 %–0,2 %).

2. Колбу заполнить до метки дистиллированной водой. Сперва наливают воду в мерную колбу на 0,1–1 см ниже метки, после чего доводят до метки, добавляя жидкость по каплям из капельницы.

3. Колбу закрыть пробкой и снова взвесить. Полученные значения занести в таблицу 4.

Таблица 4

### Оформление результатов эксперимента

№	$m_{\text{пуст. колба}}$ , Г	$m_{\text{колба с водой}}$ , Г	$m_{\text{воды}}$ , Г	$t_{\text{воды}}$ , °С	$\rho_{\text{воды}}$ Г/МЛ	$V_{\text{воды}}$ , МЛ
1						
2						
3						

4. Термометром измерить температуру воды и по приложению 1 определить ее плотность.

5. Рассчитать объем воды, заполняющий колбу. Полученные значения занести в таблицу 4.

6. Опыт повторяют не менее трех раз. По полученным данным рассчитывают средний объем мерной колбы и его относительное отклонение от номинального.

В случае превышения относительного отклонения допустимого значения (0,1 %–0,2 %), поступают так же, как и с пипеткой.

#### **Опыт 3** Калибровка бюретки

Бюретку калибруют, взвешивая воду всей бюретки и её части.

1. Взвесить сухой и чистый стакан. Результаты записать в таблицу 3.

2. Бюретку заполнить дистиллированной водой и слить в стаканчик всю бюретку.

3. Взвесить воду в стакане, и записать в таблицу 3.

4. Термометром измерить температуру воды и по приложению 1 определить ее плотность.

5. Рассчитать объем воды, заполняющий бюретку. Полученные значения занести в таблицу 3.

6. Опыт повторяют не менее трех раз. По полученным данным рассчитывают средний объем мерной колбы и его относительное отклонение от номинального.

Затем проверяют объемы частей бюретки. Для этого в предварительно взвешенный стаканчик сливают 5мл, в следующий раз 10мл, затем 15мл и т.д., всегда начиная от 0. Расчеты проводятся аналогично описанным выше.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НЕКОТОРЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»

### Опыт 1 Взвешивание предмета на электронных весах

1. Получите у лаборанта предмет для контрольного взвешивания.
2. Убедитесь в правильности установки весов, затем подключите их через адаптер в сеть, нажмите тумблер на задней панели весов. На индикаторе высвечивается техническая информация, а потом выводится нулевое значение.
3. Положите взвешиваемый объект на чашку весов и запишите показания индикатора  $m_{\text{практ}}$ . Результат запишите в табл.5

Таблица 5

#### Запись экспериментальных данных

№	$m_{\text{практ}}$ , Г	$m_{\text{ист}}$ , Г	$a$	$\varepsilon$ , %

4. Узнайте у лаборанта истинную массу изучаемого объекта  $m_{\text{ист}}$ . Результат запишите в табл.5
5. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности взвешивания, и запишите их в таблицу 5.

**Абсолютная погрешность  $a$**  – разница между истинной массой и полученной опытным путем, взятая по модулю:

$$a = |m_{\text{ист}} - m_{\text{практ}}|$$

**Относительная погрешность  $\varepsilon$**  равна отношению абсолютной погрешности к истинной массе и выражается в процентах:

$$\varepsilon = a \cdot 100\% / m_{\text{ист}}$$

### **Опыт 2** Взвешивание сыпучих веществ

1. Получите задание у преподавателя.
2. Убедитесь в правильности установки весов, затем подключите их через адаптер в сеть, нажмите тумблер на задней панели весов. На индикаторе высвечивается техническая информация, а потом выводится нулевое значение.
3. Положите на чашку весов предметное стекло или бюкс. Обнулите его массу нажав соответствующую кнопку на весах. Насыпьте заданную массу соли небольшими порциями в тару.
4. Запишите показания индикатора весов в таблицу 5. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешность, проведенного взвешивания.

### **Опыт 3** *Определение плотности жидких веществ*

Плотность вещества  $\rho$  – масса единицы объема этого вещества.

Для нахождения плотности жидкого вещества необходимо измерить массы определенных объемов этого вещества и построить график зависимости  $m=f(V)$ . Тангенс угла наклона этой линеаризованной зависимости будет равен плотности данного вещества.

1. Получите у преподавателя задание.
2. Поставить на чашку весов сухой, чистый стакан, обнулить его массу.
3. В бюретку залить исследуемую жидкость. Добавить в стакан 1, 2 (1+1), 3 (2+1), 4 (3+1), 5 (4+1), 6 (5+1), 7 (6+1), 8 (7+1), 9 (8+1), 10 (9+1)мл исследуемой жидкости. После каждого добавления жидкости измерить массу стаканчика. Данные занести в таблицу 6.

Таблица 6

#### **Запись экспериментальных данных**

Объем жидкости, мл	Масса жидкости, г

4. По полученным данным построить график зависимости  $m=f(V)$ . По графику найти  $tg$  угла наклона прямой, который будет соответствовать плотности исследуемой жидкости.

5. Для нахождения истинного значения плотности исследуемой жидкости использовать ареометрический метод. В мерный цилиндр поместить исследуемую жидкость и поместить внутрь ареометр. Подобрать ареометр таким образом, чтобы мениск, образующийся жидкостью попал в шкалу ареометра. Если ареометр тонет, то выбрать более легкий, если всплывает, то более тяжелый.

6. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность для экспериментально найденного значения плотности исследуемой жидкости.

### **Опыт 4** *Фильтрация*

1. Получить в стаканчике осадок карбоната кальция сливанием 20 мл хлорида кальция и 20 мл карбоната натрия (калия).
2. Дать осадку осесть.
3. Сделать складчатый фильтр и вставить его в воронку так, чтобы он плотно прилегал к стенкам воронки. Чем плотнее будет прилегать фильтр к воронке, тем быстрее будет идти процесс фильтрации.



4. Воронку поместить в кольцо штатива. Подставить под неё стакан таким образом, чтобы кончик воронки касался стенки стакана.

5. Не взмучивая осадка, сливают жидкость по стеклянной палочке на фильтр. Затем в стакан вливают небольшое количество воды, перемешивают и сливают полученную взвесь по палочке на фильтр.

6. После фильтрования сравнивают мутность фильтрата с дистиллированной водой.

### **Опыт 5 Приготовление раствора**

#### **А) приготовление из фиксонала**

1. Получить задание у преподавателя.

2. Вставить воронку в мерную колбу необходимого объема.

3. В воронку вставить боек. Ударом о боек разбить дно фиксонала. Вторым бойком разбить верх фиксонала. Дать содержимому ампулы слиться, затем промыть фиксонал 2-3 раза небольшим количеством воды.

4. Довести объем раствора до метки на колбе, добавляя необходимое количество воды.

5. Раствор перемешать.

#### **Б) приготовление из сухого вещества**

1. Получить задание у преподавателя.

2. Взвесить необходимое количество сухого вещества.

3. Высыпать взвешенное вещество в стаканчик и добавить необходимое количество воды. Полученную смесь перемешать.

4. Приготовленный раствор поместить в мерный цилиндр и с помощью ареометра померить его плотность. Затем по приложению 2 определить % содержание полученного раствора.

5. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность концентрации приготовленного раствора.

## Список литературы

1. Коровин Н.В. Общая химия. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н.В. Коровин, В.К. Камышова, Е.Я. Удрис ; под общ. ред. Н.В. Коровина. — М. : КНОРУС, 2015. — 336 с. — (Бакалавриат).
2. ГОСТ 8.234-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Меры вместимости стеклянные. Методика поверки
3. Основы аналитической химии в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: учебник для вузов / под ред. Ю.А. Золотова. 2-е изд., перераб. и доп. —М.: Высшая школа, 2002. — 351 с.
4. [http://image.websib.ru/04/text\\_article\\_point.htm?166](http://image.websib.ru/04/text_article_point.htm?166) (дата обращения: 29.10.2008)

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Плотность воды в интервале температур 15–30 °С

t, °С	ρ, г/мл	t, °С	ρ, г/мл	t, °С	ρ, г/мл	t, °С	ρ, г/мл
15	0,99913	19	0,99843	23	0,99756	27	0,99654
16	0,99897	20	0,99823	24	0,99762	28	0,99626
17	0,99880	21	0,99802	25	0,99707	29	0,99597
18	0,99862	22	0,99780	26	0,99681	30	0,99567

### Приложение 2

#### Растворов некоторых солей

% по массе	Плотность при 20 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup>					
	NaCl	KCl	NH <sub>4</sub> Cl	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	1,007	1,005	1,001	1,004	1,009	1,007
2	1,014	1,011	1,004	1,010	1,019	1,016
3	1,022	1,017	1,008	1,016	1,029	1,026
4	1,029	1,024	1,011	1,022	1,040	1,035
5	1,036	1,030	1,014	1,028	1,050	1,044
6	1,044	1,037	1,017	1,034	1,061	1,053
7	1,051	1,043	1,020	1,040	1,072	1,063
8	1,058	1,050	1,023	1,046	1,083	1,072
9	1,065	1,056	1,026	1,051	1,094	1,082
10	1,073	1,063	1,029	1,057	1,105	1,091
11	1,081	1,070	1,031	1,063	1,117	1,101
12	1,089	1,077	1,034	1,069	1,129	1,111
13	1,096	1,083	1,037	1,075	1,140	1,121
14	1,104	1,090	1,040	1,081	1,152	1,131
16	1,119	1,104	1,046	1,092	1,176	1,141
18	1,135	1,113	1,051	1,104	1,201	
19	1,143	1,126	1,054	1,109	1,213	
20	1,151	1,133	1,057	1,115	1,226	
21	1,159	1,140	1,059	1,121	1,239	
22			1,062	1,127	1,252	

