УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Т.В.Пипкина

ОРГАНИЧЕСКИЙ И НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания для студентов по специальности
«Ветеринарная фармация»

Витебск
ВГАВМ
2026

УДК 542.057
ББК 24
П32

Рекомендовано к изданию методической комиссией биотехнологического факультета УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 23декабря 2025 г. (протокол № 2)

Автор:
старший преподаватель *Т. В. Пипкина*

Рецензенты:
доктор биологических наук, профессор кафедры химии и естественнонаучного образования УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова» *А. А. Чиркин*;
заведующий физико-химическим отделом лаборатории контроля качества ООО «Вик-здоровье животных» *А. Н. Беляева*

Пипкина, Т. В.

П3 Органический и неорганический синтез. Лабораторные работы : методические указания для студентов по специальности «Ветеринарная фармация» / Т. В. Пипкина. – Витебск : ВГАВМ, 2026. – 40 с.

ISBN 978-985-591-319-2.

Методические указания составлены в соответствии с типовой учебной программой для высших учебных заведений по специальности «Ветеринарная фармация». Включают работы по синтезу органических и неорганических соединений. Предусмотрено знакомство с лабораторной посудой и оборудованием. Методические указания будут способствовать выработке у студентов практических навыков по проведению лабораторного эксперимента.

УДК 542.057
ББК 24

ISBN 978-985-591-319-2

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

Лабораторная работа №1. Основная химическая посуда и оборудование. Получение и очистка газов 7

Лабораторная работа №2. Методы очистки твердых веществ 12

Лабораторная работа №3. Получение комплексных соединений 17

Лабораторная работа №4. Синтез этилацетата 20

Лабораторная работа №5. Методы очистки жидких веществ. Синтез бромистого этила, C_2H_5Br 24

Лабораторная работа №6. Синтез иодида калия, KI 27

Лабораторная работа №7. Синтез карбоната марганца (II), $MnCO_3$ 30

Литература 34

Приложения 35

Введение

Для успешного выполнения задач по синтезу веществ с заданным строением и физико-химическими свойствами для провизора ветеринарной медицины определяющим является умение интегрированно использовать знания, умения и навыки, полученные при изучении общей, неорганической, физический и коллоидной и органической химии. Грамотный и осознанный подбор метода синтеза, умение аккуратно проводить планирование, расчет исходных, сопутствующих и конечных веществ, адекватное планирование синтеза, соблюдение технологий проведения химического эксперимента является залогом успеха при осуществлении синтетических процессов как в органической, так и в неорганической химии.

Целью данного пособия является развитие у студентов экспериментальных навыков работы с химическими веществами, с химической посудой и приборами, с оборудованием в химической лаборатории.

Лабораторные работы достаточно простые в выполнении, что является необходимым условием для студентов начальных курсов, не имеющих еще навыков лабораторной работы, дает им возможность освоить основные необходимые элементы лабораторной техники и получить представление о работе в лаборатории. Описание техники выполнения лабораторных работ позволяет студентам заранее подготовиться к ее выполнению и не терять время на ее изучение во время проведения лабораторных занятий. Это способствует более продуктивному использованию времени лабораторно-практических занятий, что особенно важно в условиях небольшого количества часов, отведенных на дисциплину.

Методические указания построены по общей схеме: формулируется цель занятия, описываются последовательность и техника выполнения лабораторной работы, протокол оформления и вопросы, на которые необходимо ответить после выполнения лабораторной работы. Включают7лабораторных работ и вопросы к коллоквиуму и зачету.

Методические указания предназначены для студентов биотехнологического факультета специальности «Ветеринарная фармация». Составлены в соответствии с образовательным стандартом специальности, требованиями, которые предъявляются к провизору ветеринарной медицины, и количеством часов, предусмотренных учебным планом по этой специальности.

Правила поведения в химической лаборатории и техника безопасности

- ✓ К эксперименту приступают только после ознакомления со всеми его этапами.
- ✓ На лабораторном столе должны находиться только необходимые для эксперимента приборы, оборудование, лабораторный журнал.
- ✓ В лаборатории работают только в халате.
- ✓ Нельзя брать руками вещества и пробовать их на вкус.
- ✓ Опыты с ядовитыми и летучими веществами, концентрированными растворами кислот и щелочей проводят под тягой.
- ✓ При приливании реактивов нельзя наклоняться над отверстием сосуда во избежание попадания брызг на лицо и одежду.
- ✓ Нельзя работать с легковоспламеняющимися жидкостями вблизи включенных электрических и нагревательных приборов.
- ✓ Нельзя выливать в раковину остатки кислот, щелочей и огнеопасных веществ, их следует сливать в специально предназначенные для этого склянки.
- ✓ Для засасывания кислот и щелочей в пипетку пользуются резиновыми грушами.
- ✓ Разбавляя концентрированные кислоты, осторожно вливают кислоту в воду, а не наоборот.

При несоблюдении правил техники безопасности в лаборатории бывают несчастные случаи, требующие первой неотложной помощи, для ее оказания в лаборатории должна быть аптечка. Основные правила скорой помощи следующие:

- при термическом ожоге кожу обрабатывают спиртом или свежеприготовленным раствором перманганата калия, а затем смазывают мазью от ожогов или присыпают танином;
- при химических ожогах глаз обильно промывают глаза водой, используя глазную ванночку, после этого следует обратиться к врачу;
- при ожогах кислотой необходимо омыть реактив большим количеством воды, затем обработать кожу растворам соды;
- при ожогах щелочью необходимо смыть реактив большим количеством воды, затем промыть участок кожи разбавленной уксусной кислотой, а затем снова водой.

Прежде чем приступить к эксперименту студенты должны изучить соответствующий раздел учебника, лекций, а также ознакомиться с описанием работы и ответить на вопросы для самоподготовки.

Оформление рабочего журнала

Дата, название работы.

Цель работы.

Физико-химические особенности исходных веществ и продуктов реакции, необходимых для синтеза газов.

Вещество	Формула	Mr	ρ, г/мл	Температура		Растворимость		Внешний вид	Другие данные
				плавления	кипячения	в воде	в органических растворителях		

Ход работы с выделением всех стадий и операций. Таблица оформляется на развороте – две страницы.

Название стадии, операции	Рисунок прибора (или краткое описание), условие	Наблюдение	Уравнение реакций, объяснение явлений

Лабораторная работа №1

ОСНОВНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ОБОРУДОВАНИЕ. ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА ГАЗОВ

Цель: изучить основную химическую посуду, приобрести навык работы с лабораторной посудой, научиться основным способам получения и очистки газов.

I. Основная посуда и оборудование

1) плоскодонная колба;
2) круглодонная колба;
3) коническая колба;
4) двухгорлая колба;
5) трехгорлая колба;
6) колба Вюрца;
7) колба Бунзена;
8) химический стакан;
9) цилиндр;
10) мензурка;
11) воронка;
12) делительные воронки (коническая и цилиндрическая);
13) капельная воронка;
14) воронка Шота;
15) воронка Бюхнера;
16) бюкс (стаканчик для взвешивания);
17) тигель с крышкой;
18) фарфоровая чашка для выпаривания;
19) пестик со ступкой;
20) холодильник Либиха
21) шариковый холодильник;
22) змеевиковый холодильник;
23) аллонж;
24) дефлегматор;
25) склянка Дрекселя;
26) склянки Тищенко;
27) U-образная трубка;
28) кристаллизатор;
29) водоструйный насос

II. Получение, очистка, собирание газов, изучение их свойств

Методы собирания полученных газов определяются свойствами этих газов и целью их получения. Выделяют два основных способа собирания газов: метод вытеснения воздуха (а и б) и метод вытеснения воды (в).

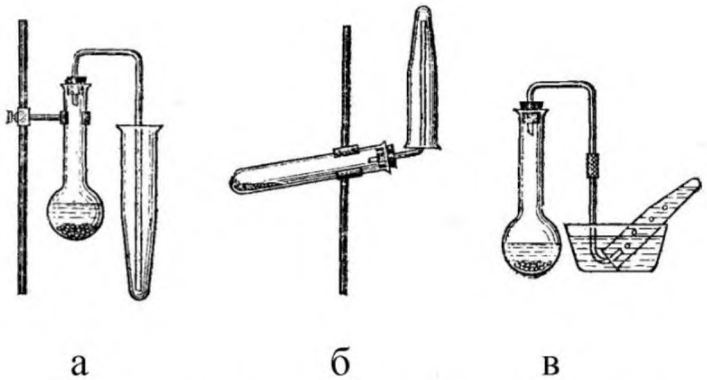


Рисунок 1 - Способы собирания газов

а – прибор для получения газа более тяжелого, чем воздух;
б - прибор для получения газа более легкого, чем воздух;
в – прибор для получения газа вытеснением воды.

ОПЫТ 1. ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА ВОДОРОДА, ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Оборудование: штатив с лапкой; прибор Кирюшкина (аппарат, состоящий из пробирки с отводом и присоединенной резиновой газоотводной трубкой и воронкой); кристаллизатор; наконечник изогнутый для газоотводной трубки; спиртовка, две-три пробирки Флоринского с пробками; лучины, стеклянная трубка.

Реактивы: гранулы цинка, соляная кислота (1:3) или 20%-ный раствор серной кислоты, оксид меди (II).

А) Для получения водорода соберите аппарат, состоящий из пробирки с отводом и присоединенной резиновой газоотводной трубкой и воронкой (прибор Кирюшкина).

Укрепите вертикально пробирку в штативе. На резиновую трубку наденьте зажим. Поместите несколько гранул цинка на резиновое расширение воронки. Воронку поместите в пробирку и налейте в прибор соляной или серной кислоты.

Б) Чтобы убедиться в отсутствии примесей воздуха, проверьте водород на чистоту. Для этого соберите в пробирку водород методом вытеснения воды: пробирку-приемник заполните водой и, закрыв отверстие пальцем, опрокиньте в кристаллизатор с водой; отводную трубку прибора подведите к отверстию пробирки с водой и снимите зажим с газоотводной трубки. Соберите водород в несколько пробирок, закройте их пробками.

Вдали от прибора поднесите пробирку с водородом к пламени спиртовки или спички. Если в результате появляется легкий хлопок, то водород чистый. Если же слышен характерный «лающий» звук, то в пробирке присутствует примесь кислорода.

Проверку водорода «на чистоту» проводят только в присутствии преподавателя!

В) В центральную часть короткой стеклянной трубки поместите 2-3 кусочка оксида меди (II). Подсоедините конец стеклянной трубки к резиновой газоотводной трубке прибора для получения газа. Пропустите ток водорода через трубку и нагревайте оксид меди (II) в пламени спиртовки. Какие внешние признаки наблюдаете? Какие свойства проявляет водород?

Составьте уравнения реакций всех протекающих процессов.

ОПЫТ 2. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ОКСИДА УГЛЕРОДА (IV)

Оборудование: аппарат Киппа; склянки Дрекселя; два химических стакана; пробирка, свечка, лучины.

Реактивы: мрамор, соляная кислота (1:3), раствор $Ca(OH)_2$, раствор$CuSO_4$, дистилированная вода.

А) Для получения газа используйте аппарат Киппа.

Для того чтобы зарядить аппарат Киппа поступают следующим образом. Вынимают трубку из верхнего тубуса и через него в среднюю расширенную часть вносят твердое вещество, служащее для получения газа, в данном случае мрамор. В верхний тубус вставляют пробку с газоотводной трубкой и краном. Открывают кран и в аппарат через верхнюю воронку заливают разбавленную соляную кислоту. Жидкость наливают в таком количестве, чтобы она покрывала твердое вещество на 1-1,5 см. Газ пропускают в течение нескольких минут для вытеснения воздуха из аппарата, затем закрывают кран. Пока кран закрыт, выделяющийся газ вытесняет кислоту в нижнюю часть прибора, а оттуда в верхнюю воронку.

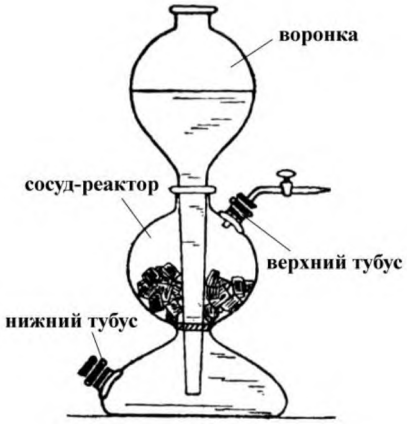


Рисунок 2- Аппарат Киппа

Зарядите аппарат Киппа, вытесните из него воздух. К заряженному прибору присоедините серию очистительных склянок, заполненных соответственно водой (для поглощения хлороводорода) и раствором соли меди (II) (для поглощения сероводорода). Получите углекислый газ и пропустите его через очистительную систему.

Б) Пропустите выделяющийся газ в пробирку с раствором известкового молока. Что вы наблюдаете при этом? Что происходит в растворе при дальнейшем пропускании газа? Напишите соответствующие уравнения реакций.

В) Соберите выделяющийся газ в химический стакан методом вытеснения воздуха. Как для этого должен располагаться стакан? Почему нельзя собирать образующийся газ методом вытеснения воды? Быстро опустите в сосуд зажженную лучинку. Что вы наблюдаете?

Г) Зажгите лучинкой свечку в стакане. Перелейте в стакан с горящей свечкой углекислый газ, полученный в предыдущем опыте. Что вы наблюдаете?

ОПЫТ 3. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КИСЛОРОДА

Оборудование: штатив с лапкой; колба Вюрца с пробкой и резиновой газоотводной трубкой; наконечник для газоотводной трубки; спиртовка, две про-

бирки с пробками; две пробирки; лучины, металлическая проволока со спиралькой (или ложка для сжигания).

Реактивы: твердый $KMnO_4$, уголь, раствор $MnSO_4$, раствор щелочи

А) Поместите в колбу Вюрца кристаллический перманганат калия. Колбу закройте пробкой и укрепите в держателе штатива. Колбу нагрейте на спиртовке. Соберите выделяющийся газ в две пробирки методом вытеснения воздуха и закройте их пробками. Нагревание колбы прекратите. Составьте уравнение реакции разложения $KMnO_4$. Можно ли собирать кислород методом вытеснения воды?

Б) В одну из пробирок с газом внесите тлеющую лучинку и убедитесь в наличии кислорода.

В) Укрепить в металлической проволоке кусочек угля. Накалить уголь в пламени спиртовки и внести во вторую пробирку с кислородом. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции горения угля в кислороде.

Г) В чистую пробирку добавьте по 0,5 мл раствора сульфата марганца (II) и раствора щелочи. В полученный осадок погрузите конец газоотводной трубки от прибора для получения кислорода. Нагревайте колбу с $KMnO_4$ и пропускайте через осадок кислород. Как изменяется цвет осадка? Напишите уравнение реакции окисления гидроксида марганца (II) кислородом.

ОПЫТ 4. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АММИАКА

Оборудование: штатив с лапкой; сахарная пробирка с пробкой и газоотводной трубкой; маленький кристаллизатор; спиртовка, две-три пробирки с пробками.

***Реактивы*:** твердый NH_4Cl, твердый$Ca(OH)_2$, раствор $CuSO_4$, раствор фенолфталеина.

А) Поместите в сахарную пробирку твердые хлорид аммония и гашеную известь (по 1 см слоя каждого вещества) и перемешайте. Закройте ее пробкой с газоотводной трубкой. Собранный прибор закрепите в лапке штатива под небольшим наклоном так, чтобы отверстие пробирки смотрело вниз. Почему?

Нагрейте реакционную смесь на спиртовке. Соберите выделяющийся газ в пробирку методом вытеснения воздуха. Почему нельзя собирать образующийся газ методом вытеснения воды? Закройте пробирку с собранным газом пробкой.

Б) Налейте в пробирку 1-1,5 мл раствора $CuSO_4$ и пропускайте выделяющийся газ через этот раствор. Что вы наблюдаете при этом? Пропускайте газ до тех пор, пока образующийся осадок полностью не растворится. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Будьте внимательны: *может произойти «засасывание» жидкости в сосуд-реактор при уменьшении давления газа. В этом случае следует прекратить контакт с жидкостью.*

В) В кристаллизатор с водой добавьте несколько капель фенолфталеина. Поместите в кристаллизатор закрытую пробирку с газом. Осторожно откройте

пробку и медленно покачивайте пробирку в кристаллизаторе из стороны в сторону. Что вы наблюдаете? Напишите соответствующее уравнение реакции.

Вопросы к лабораторной работе №1 «Получение и очистка газов»

1. С помощью каких приборов можно получать газы, используя: а) реакции взаимодействия твердого вещества с раствором другого вещества; б) реакции термического разложения вещества.
2. Подготовка аппарата Киппа к работе.
3. Перечислите, какие склянки и сосуды применяют для очистки газов.
4. Каким образом определить интенсивность выделения газа и регулировать его?
5. Как удалить пары хлороводорода при получении углекислого газа или водорода?
6. Какие вещества используют для очистки газов от примеси кислорода?
7. Способы осушки газов.
8. Какие вещества используются для сушки газов?
9. Предложите, какие вещества можно использовать для осушки водорода, углекислого газа, кислорода, аммиака, сероводорода.
10. Вымораживание газов.
11. Хранение газов.
12. Какую опознавательную окраску имеют баллоны с такими газами как метан, азот, кислород, водород, углекислый газ?
13. Какие из перечисленных газов можно собирать методом вытеснения воды: водород, аммиак, сероводород, кислород, углекислый газ? Почему?
14. Если собирать вышеперечисленные газы методом вытеснения воздуха, то каким образом должен располагаться сосуд-приемник? Почему?

Лабораторная работа №2

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

Цель: изучить основные способы очистки твердых веществ (перекристаллизацию, возгонку), научиться подбирать варианты проведения перекристаллизации, условия сушки веществ; освоить выполнение горячего фильтрования, фильтрования при пониженном давлении, возгонки веществ, закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

I. Перекристаллизация веществ

Вещества для перекристаллизации (~ 5-10 г):

1. Хлорид натрия – NaCl.
2. Дихромат калия – K2Cr2O7.
3. Хромат калия – K2CrO4.
4. Алюмокалиевые квасцы – KAl(SO4)2 · 12H2O.
5. Красная кровяная соль (гексацианоферрат (III) калия) – K3[Fe(CN)6].
6. Хлорид кобальта (II) шестиводный – CoCl2 · 6H2O.
7. Медный купорос (сульфат меди (II) пятиводный) – CuSO4 · 5H2O.

Таблица - Физические константы веществ

Вещество	Растворимость вещества, г/100 г H_2O		$t_{плавления}$, °C
	0 °C	60 °C	
NaCl	35,7	37,3	810
$K_2Cr_2O_7$	5,0	50,5	398
K_2CrO_4	58,2	68,6	968
$KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$	3,0	24,8	92,5
$K_3[Fe(CN)_6]$	~30	71,0	при нагр. разл.
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	43,5	93,8 ($CoCl_2 \cdot 2H_2O$)	86
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	14,3	40,0	100 ($-2H_2O$)

Исходя из справочных данных определите, какой объем воды и массы выданного вещества потребуется для приготовления насыщенного при 60 °C раствора.

Приготовление горячего насыщенного раствора

Оборудование: электронные весы, электрическая плитка, часовое стекло, шпатель или ложка для веществ, цилиндр на 50 мл, химический стакан на 100 мл, стеклянная палочка.

На электронных весах на часовом стекле взвесить рассчитанное количество вещества. На плитке в химическом стакане нагреть до 60-70°C необходи-

мый объем воды. Растворить вещество в горячей воде (не допускать сильного охлаждения воды).

Горячее фильтрование *(Если раствор получился прозрачным, без нерастворимых примесей, то данный этап можно опустить).*

Оборудование: сушильный шкаф, штатив с кольцом, стеклянная воронка, фильтровальная бумага, химический стакан на 50 мл (для чистого растворителя) и на 100 мл.

Заранее подготовьте небольшое количество (8-10 мл) горячего чистого растворителя.

Горячее фильтрование проводят через нагретую воронку. Воронку подогревают в сушильном шкафу. Для фильтрования используйте складчатый фильтр.

Горячий раствор быстро фильтруют (можно вначале немного подогреть раствор на плитке, не допуская сильного испарения растворителя). Если на фильтре образуется осадок, то его необходимо немедленно растворить небольшим количеством горячей воды.

Закончив фильтрование, обмыть колбу и воронку малым объемом горячей воды.

Упаривание раствора *(Если растворимость вещества мало зависит от температуры, то раствор такого вещества необходимо упаривать)*

Оборудование: водяная баня, электрическая плитка, фарфоровая чашка для выпаривания большая.

Перенести раствор в фарфоровую чашку для выпаривания и упарить на водяной бане (или на плитке) до появления пленки на поверхности.

Охлаждение раствора

Оборудование: кристаллизатор, лед.

Горячий фильтрат сначала охлаждают медленно на воздухе, в конце до 0 °С (на ледяной бане).

Отделение осадка от маточного раствора и его промывание.

Оборудование: колба Бунзена, воронка Бюхнера, водоструйный насос, защитные очки, фильтровальная бумага (белая лента), стеклянная палочка, хим. стакан на 50 мл с небольшим количеством ледяной воды.

Отделение осадка проводят, используя фильтрование при пониженном давлении.

Прибор для фильтрования при пониженном давлении состоит из фарфоровой воронки Бюхнера (1), колбы Бунзена (2), водоструйного насоса (4) (между последним и колбой Бунзена можно поместить предохранительную склянку (3), которая защищает фильтрат от попадания в него воды).

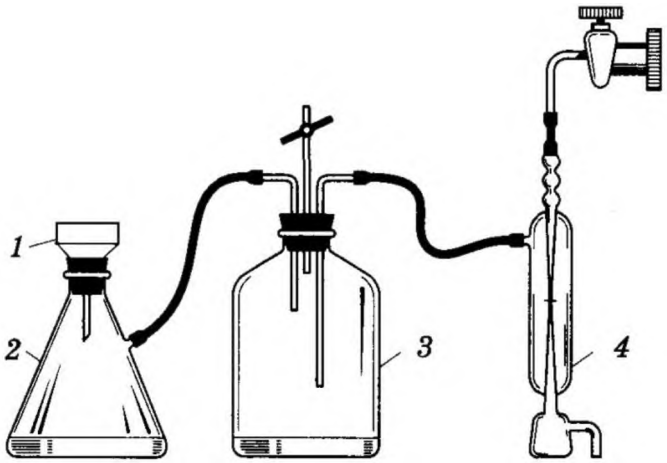


Рисунок 3 - Фильтрование при пониженном давлении

На дно воронки помещают бумажный фильтр. Для этого кусочек фильтровальной бумаги накладывают на воронку и прижимают ладонью так, чтобы отпечатались края воронки. Вырезают на 3-4 мм меньше внутри отпечатавшейся линии. Помещают полученный фильтр на дно воронки (*фильтр не должен заходить на стенку воронки, должен располагаться на 1-2 мм от нее*).

!!! Колбу Бунзена необходимо обернуть тканью и работать в защитных очках.

Включают насос и по палочке наливают суспензию, равномерно распределяя по всей поверхности фильтра. Отсасывание продолжают до тех пор, пока из воронки не перестанет капать жидкость.

Промывают вещество малыми порциями ледяной воды (несколько капель, максимум до 10% от рабочего объема).

Сушка

Оборудование: а) сушильный шкаф, чашка Петри, стеклянная палочка; б) эксикатор с осушителем, бюкс, фильтровальная бумага; в) фильтровальная бумага.

Способ сушки выбирают в зависимости от характера и устойчивости вещества к термическим и атмосферным воздействиям.

А) Сушка в сушильном шкафу.

Перенести вещество с фильтра на заранее взвешенную чашку Петри. Сушить в сушильном шкафу при температуре 110-130°С. Чтобы не образовалась корка, вещество периодически перемешивают стеклянной палочкой. Не рекомендуется сушить на бумаге, так как бумага может пропитаться веществом и при высыхании образуется неотделимая от бумаги корка.

Б) Сушка в эксикаторе над осушителем.

Вещество отжать между листами фильтровальной бумаги. Перенести вещество в заранее взвешенный бюкс. Поместить бюкс в эксикатор.

В) Сушка на воздухе.

Вещество отжать и сушить между листами фильтровальной бумаги.

Взвесить высушенное вещество, рассчитать выход в процентах от взятого количества.

II. Возгонка хлорида аммония

Необходимое для очистки количество вещества (0,5-1 г) поместите в фарфоровую чашку для выпаривания. Чашку с веществом поставьте на кольцо с асбестовой сеткой, закрепленное в штативе. Накройте чашку стеклянной воронкой, чтобы она закрывала всю поверхность. Осторожно нагревайте чашку на спиртовке и проводите возгонку.

После полной возгонки вещества дождитесь полного охлаждения системы. Сублимированное вещество осторожно снимите с поверхности стекла предметным стеклом в заранее взвешенный бюкс. Взвесьте бюкс и вычислите выход в процентах от взятого количества.

Оформление рабочего журнала

- Дата, название работы.
- Цель работы.
- Расчет загрузки.
- Ход работы с выделением всех стадий и операций (см. табл.). Таблица оформляется на развороте – две страницы.
- Определение практического выхода продукта.

Название стадии, операции	Рисунок прибора (или краткое описание), условие	Наблюдение

Вопросы к лабораторной работе №2
Методы очистки твердых веществ

1. Классификация веществ по степени чистоты.
2. Что такое перекристаллизация? Этапы перекристаллизации.
3. Выбор растворителя при перекристаллизации.
4. Какие выделяют варианты условий проведения перекристаллизации? От каких факторов зависят эти условия?
5. При перекристаллизации каким должен быть размер образующихся кристаллов? Почему?
6. Почему маточный раствор охлаждают сначала на воздухе, а затем на ледяной бане, а не сразу на ледяной бане?
7. Как выделить кристаллы из маточного раствора?
8. Для чего используют промывание? Почему промывная жидкость должна быть холодной?
9. Что такое фильтрование? От чего зависит скорость фильтрования?
10. Какие воронки используют для фильтрования?
11. Виды фильтровальной бумаги.

12. Горячее фильтрование, случаи использования. Почему при горячем фильтровании рекомендуют пользоваться складчатым фильтром?

13. Фильтрование при пониженном давлении.

14. Подбор условий для высушивания.

15. Почему при перекристаллизации NaCl необходимо упаривание раствора, а при перекристаллизации K_2CrO_4 нет?

16. Возгонка, ее характеристика. Для каких веществ можно использовать данный метод очистки?

17. Зонная плавка.

Лабораторная работа №3
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Цель: изучить основные способы получения комплексных веществ, научиться подбирать варианты проведения синтеза, условия сушки веществ; закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

При оформлении работы для каждого синтеза записать уравнения протекающих реакций. Составить уравнения диссоциации полученных комплексных соединений в растворе.

Получение моногидрат сульфата тетраамминмеди (II) $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$

Внимание! Работу вести в вытяжном шкафу при включенной вентиляции!

Внесите в химический стакан емкостью 100 мл 5,00 г пентагидрата сульфата меди(II) и растворите при умеренном нагревании в небольшом объеме (5-6 мл) воды. Раствор слегка охладите и постепенно, при тщательном перемешивании прилейте к нему концентрированный водный раствор аммиака до полного растворения выпадающего вначале голубого осадка сульфата гидроксомеди (II). К полученному темно-синему раствору сульфата тетраамминмеди (II) добавьте 5 мл этанола.

Стакан со смесью охладите в бане со льдом. Отделите выпавшие кристаллы от раствора вакуумным фильтрованием и промойте их на фильтре смесью этанола с раствором аммиака (1:1 по объему). Высушите полученную соль при температуре 50-60°С, охладите до комнатной температуры, взвесьте и рассчитайте выход.

Идентификация:

продукт (твердый) – ярко-синие кристаллы; + Т (280-300 °С) = разложение с образованием твердого бесцветного сульфата меди(II), газообразных аммиака и воды.

Хлорид гексаамминникеля (II) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

Внимание! Работу вести в вытяжном шкафу при включенной вентиляции!

Внесите в химический стакан емкостью 100 мл 2,5 г гексагидрата хлорида никеля(II) и растворите при комнатной температуре в небольшом объеме (2-3 мл) воды. Прилейте к раствору по каплям 12,5 мл концентрированного (w = 25%) водного раствора аммиака, а затем добавьте 3,3 г кристаллического хлорида аммония. Тщательно перемешайте смесь.

Полученный раствор охладите на водяной бане. Выпавшие кристаллы отделите от раствора вакуумным фильтрованием и промойте их на фильтре небольшим объемом концентрированного водного раствора аммиака. Сушат вещество при температуре не выше 40°С. После охлаждения до комнатной температуры взвесьте продукт.

Идентификация:
продукт (твердый) – голубовато-фиолетовые кристаллы; + T (176,5-450 °C) = разложение с образованием твердого зеленого хлорида никеля (II) и газообразного аммиака.

Получение гексацианоферрата (II) гексамминникеля (II)

Готовят насыщенные растворы гексацианоферрата (II) калия и сульфата никеля. Постоянно встряхивая пробиру с раствором взятой соли железа, по каплям добавляют к нему раствор соли никеля. После отстаивания образовавшегося осадка раствор над ним удаляют с помощью пипетки. Осадок несколько раз промывают, удаляя промывные воды подобным же образом. Отмытый осадок растворяют, вводя по каплям в пробирку с ним концентрированный раствор аммиака. Выдерживают раствор приблизительно при 0^0C до выпадения нового осадка. Этот осадок отделяют, сушат и взвешивают. Вычисляют выход продукта в процентах.

Идентификация:
продукт (твердый) – серо-зеленые кристаллы, не растворимые в воде; при хранении на воздухе окисляются и приобретают желто-коричневый цвет.

Вопросы к лабораторной работе №3 «Отдельные операции в химической лаборатории. Получение комплексных соединений»

1. Для чего необходимо нагревание веществ или смесей?
2. Бани, их виды, используемый теплоноситель, температурный диапазон применения.
3. Какие еще виды нагревательных приборов знаете? В какой области температур применяются?
4. Охлаждение. Какие охладители используются?
5. Измельчение веществ, его назначение. Простейший способ измельчения. Особенности растирания мягкого материала.
6. Приборы для измельчения веществ.
7. Для чего используется перемешивание смеси? Каким образом оно осуществляется?
8. Мешалки. Барботитрование.
9. Приготовление растворов.
10. Крупные кристаллы бромида натрия очень медленно растворяются. Что необходимо сделать для ускорения процесса?
11. Мелкий порошок хромата калия плавает на поверхности воды, не растворяясь. Как поступают в таких случаях?
12. Мелкие кристаллы борной кислоты при комнатной температуре растворяются долго. Как ускорить растворение вещества? В каких случаях этот способ не подходит?

13. Приготовление растворов солей, склонных к гидролизу.

14. В методике приготовления раствора гидроксида натрия указывается, что вещество растворяют в воде, свободной от углерода диоксида. Почему используется такой тип воды и как ее получить?

15. Порядок добавления веществ при приготовлении растворов лекарственных веществ.

16. Какие растворители используются для приготовления лекарственных средств?

17. Очистка и мытье посуды:

А) Удаление грубых механических загрязнений.

Б) Удаление жировых пятен.

В) Моющие смеси. Хромовая смесь. Обработка посуды хромовой смесью.

Г) Сушка посуды.

Д) Проверка чистоты посуды.

Лабораторная работа №4
СИНТЕЗ ЭТИЛАЦЕТАТА

Цель: изучить основные этапы синтеза этилацетата, научиться подбирать варианты проведения синтеза, условия сушки веществ; закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

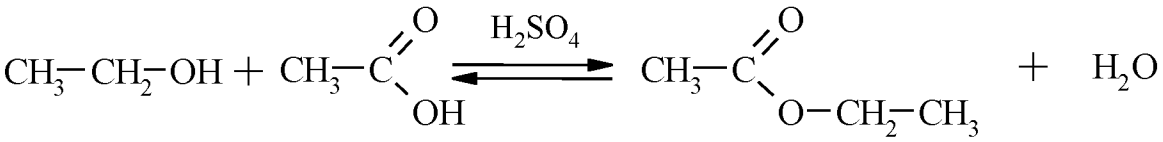
Посуда и приборы:

а) **прибор для перегонки:** колба двухгорлая с делительной воронкой со шлифом и насадкой Вюрца, холодильник маленький + алонж, коническая колба со шлифом;

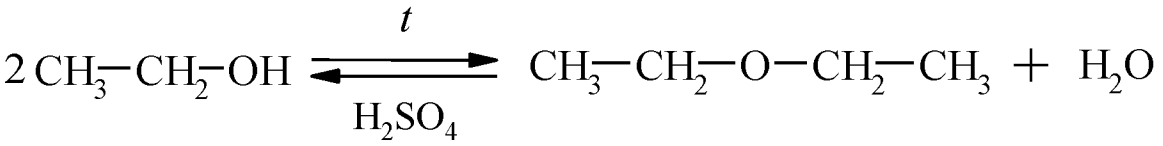
б) воронка делительная на 100 мл, 2 химических стакана, термометр, масляная или песчаная баня.

Реактивы: этиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, 2%-ный раствор карбоната натрия, безводный хлорид кальция, безводный сульфат натрия, синяя лакмусовая бумага.

Основная реакция:



Побочная реакция:



Сборка приборов

В горло двухгорлой колбы вставляют делительную воронку. Насадкой Вюрца соединяют с перегонной колбой и с нисходящим холодильником, снабженным алонжем, опущенным в приемник. Колбу помещают на масляную или песочную баню, туда же вставляют термометр.

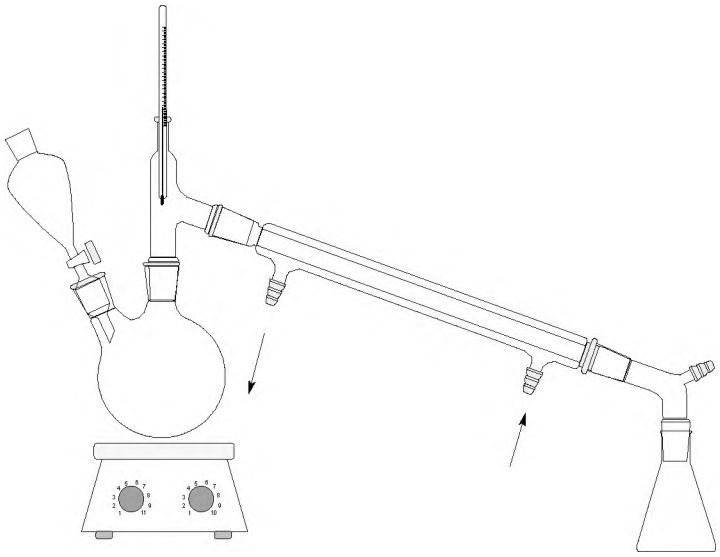


Рисунок 4 - Прибор для перегонки

Выполнение синтеза

В двухгорлую колбу вливают 2,5 мл этилового спирта и затем осторожно, по каплям приливают 2,5 мл концентрированной серной кислоты. Делительную воронку заполняют смесью из 20 мл этилового спирта и 20 мл ледяной уксусной кислоты.

Колбу нагревают на масляной бане до 140°С и при этой температуре из делительной воронки по каплям приливают смесь спирта и уксусной кислоты. Прибавление этой смеси следует вести с такой скоростью, с какой отгоняется образующийся эфир. ***Необходимо постоянно поддерживать заданную температуру 140°С, так как при более высокой температуре образуется диэтиловый эфир.***

Вместе с уксусноэтиловым эфиром отгоняется некоторое количество этилового спирта, поэтому спирт берут в избытке и выход продукта рассчитывают на взятое количество уксусной кислоты.

После окончания отгонки полученный дистиллят переносят в делительную воронку и промывают 2%-ным раствором карбоната натрия для удаления уксусной кислоты ***(раствор карбоната натрия следует прибавлять постепенно, так как жидкость сильно вспенивается выделяющимся углекислым газом.)*** Промывать следует несколько раз, до тех пор, пока синяя лакмусовая бумажка, опущенная в слой эфира, не перестанет краснеть.

Затем отделяют нижний водный слой, а верхний эфирный слой в делительной воронке встряхивают с насыщенным раствором хлорида кальция (8 г хлористого кальция в 8 мл воды) для удаления примеси этилового спирта.

Отделяют верхний эфирный слой и сушат его безводным сульфатом натрия (в колбе или стакане). После высушивания продукт перегоняют на водяной бане.

Хлористый кальций дает с первичными спиртами кристаллическое соединение $CaCl_2 \cdot 2C_2H_5OH$, которое нерастворимо в уксусноэтиловом эфире.

При 71-75^{0}С отгоняется смесь спирта с уксусноэтиловый эфиром, а при 75-78 ^{0}С — сравнительно чистый уксусноэтиловый эфир.

Уксусноэтиловый эфир (этилацетат) — бесцветная жидкость с фруктовым запахом; растворим в воде; смешивается со спиртом, хлороформом, бензолом и другими органическими растворителями.

Применяется как растворитель нитроклетчатки, целлулоида, жиров, воска, смол, а также в аналитической химии и для получения ацетоуксусного эфира и ацетилацетона. На организм действует как наркотик, раздражает слизистые оболочки.

Вопросы к лабораторной работе №4 «Методы очистки жидких веществ. Синтез этилацетата»

1. Что такое перегонка? Для чего ее используют? Виды перегонки.
2. Холодильник. Типы холодильников (по конструкции и по способу применения).
3. Простая перегонка:

А) В каких случаях используется простая перегонка?

Б) Прибор для простой перегонки.

В) Какой должен быть размер колбы для перегонки и как должна быть расположена боковая пароотводная трубка?

Г) Что такое «кипелки» и для чего они используются?

Д) В каких случаях нельзя использовать стеклянные холодильники с водяным охлаждением?

4. Фракционная перегонка:

А) Когда используется фракционная перегонка?

Б) Отличия фракционной перегонки от простой.

В) Прибор для фракционной перегонки.

Г) Назначение дефлегматоров и принцип их действия.

5. Ректификация, сущность процесса.
6. Перегонка с водяным паром:

А) В каких случаях такая перегонка применяется?

Б) Прибор для перегонки с водяным паром.

В) Как определить, что перегонка с водяным паром закончена?

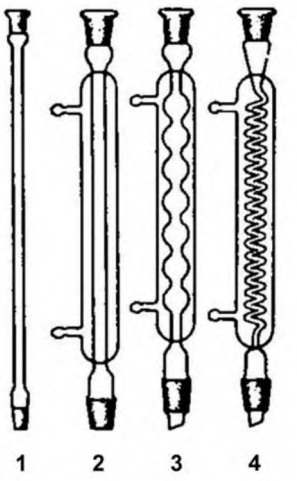
Г) Отделение продукта от воды и его высушивание.

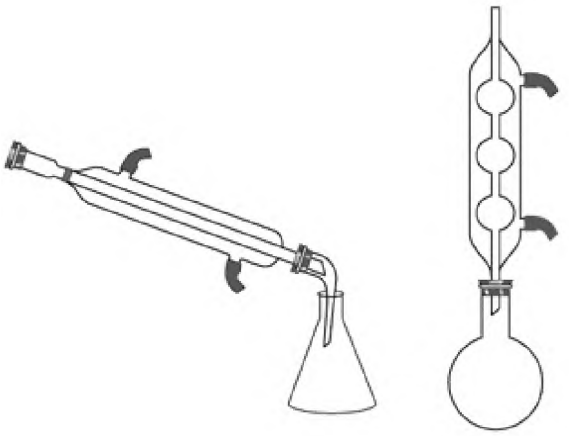
7. Перегонка при пониженном давлении:

А) Случаи ее использования.

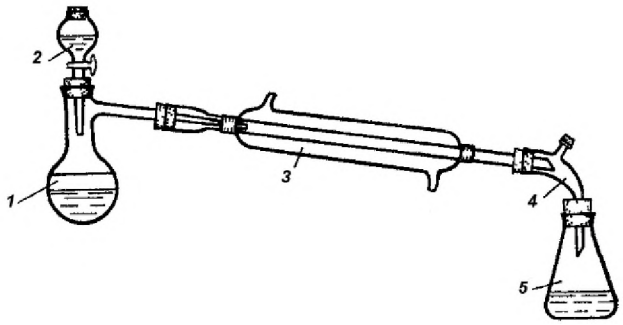
Б) Прибор для перегонки при пониженном давлении.

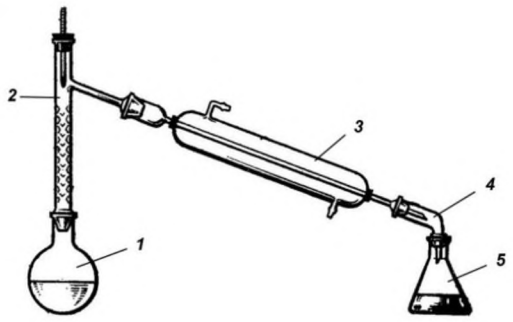
8. Укажите, какие типы холодильников изображены (по конструкции и способу применения):

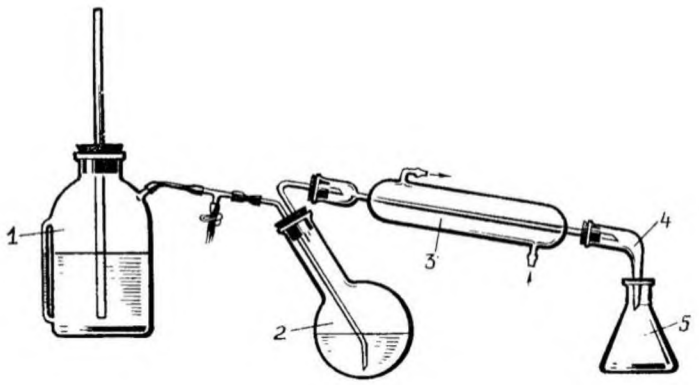




9. Для чего используют нижеприведенные приборы? Укажите их составные части.







Лабораторная работа №5

Методы очистки жидких веществ. Синтез бромистого этила, C_2H_5Br

Цель: изучить основные этапы синтеза бромэтана, научиться подбирать варианты проведения синтеза, условия сушки веществ; закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

Бромистый этил (бромэтан) – бесцветная жидкость с запахом эфира; в 100 г воды при 20°С растворяется 0,914 г (надо учесть и не брать в приемник много воды); хорошо растворяется в спирте, эфире, обладает свойствами, типичными для галогенопроизводных предельных углеводородов. На свету желтеет вследствие выделения свободного брома. Применяется как хладоагент вместе с CH_3OH и C_2H_5Cl для получения этилбензола, этилмалонового эфира, для ингаляции, а также в синтезе Гриньяра.

При повышенных концентрациях бромистый этил вызывает поражения нервной системы. Хранят его в запаянных ампулах или в толстостенных склянках с притертой пробкой.

Основные реакции

$$KBr + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HBr$$

$$CH_3CH_2OH + HO–SO_2–OH \text{ F } CH_3CH_2–O–SO_2–OH + H_2O$$

$$CH_3CH_2–O–SO_2–OH + KBr \rightarrow CH_3CH_2Br + H_2SO_4$$

Побочные реакции

$$2HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + 2H_2O + SO_2$$

$$CH_3CH_2–O–SO_2–OH + CH_3CH_2OH \rightarrow H_2SO_4 + CH_3CH_2–O–CH_2CH_3$$

Сборка прибора

В песочную баню помещают круглодонную колбу на 500 мл, в которую вносят «кипелки». Колбу соединяют с длинным холодильником, к которому присоединяют аллонж.

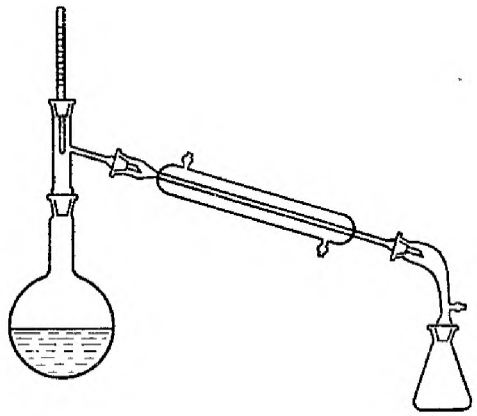


Рисунок 5 - Прибор для синтеза бромистого этила

Выполнение синтеза

В ступке предварительно растирают 30 г бромида калия.

В реакционной колбе смешивают 28 мл этилового спирта с 20 мл ледяной воды, добавленной для уменьшения образования побочного продукта (диэтилового эфира), сокращения потерь бромоводородной кислоты, которая обладает большой летучестью, и для частичного разбавления серной кислоты, чтобы избежать окислительно - восстановительной реакции образования брома. Для более полного использования образующийся бромоводородной кислоты спирт берут в избытке.

При постоянном перемешивании реакционной смеси и охлаждении колбы холодной водой к смеси осторожно добавляют 33 мл серной кислоты, а затем 30 г тонкорастертого бромида калия.

Реакционную колбу соединяют прямым водяным холодильником с алонжем. Конец алонжа на 1-1,5 см погружают в воду со льдом, налитую в колбу-приемник, и время от времени добавляют в нее кусочки льда. Через рубашку холодильника пропускают довольно сильную струю холодной воды.

Реакционную смесь нагревают на песчаной бане до прекращения выделения маслянистых капель бромистого этила, скапливающихся на дне приемника. Если реакционная смесь в колбе начинает сильно пениться, то нагрев временно прекращают, а затем вновь возобновляют.

Реакционную смесь нагревают до тех пор, пока из холодильника не перестает стекать не растворяющийся в воде бромистый этил. Перегонку ведут с такой скоростью, чтобы в приемник непрерывно поступали маслянистые капли бромистого этила, а жидкость из приемника не поднималась в холодильник.

Внимание! *Иногда при перегонке налитая в приемник вода втягивается обратно в аллонж. В этом случае приемник опускается пониже, чтобы освободить конец аллонжа. Когда вода стечет в приемник, аллонж устанавливают в первоначальное положение.*

После окончания реакции переливают содержимое приемника в делительную воронку, отделяют нижний слой бромистого этила в коническую колбу емкостью 100 мл, помещают в сосуд с мелко раскрошенным льдом и при легком встряхивании по каплям приливают концентрированную серную кислоту до тех пор, пока жидкость не расслоится.

Промывку бромистого этила серной кислотой проводят для удаления диэтилового эфира, который получается при реакции как побочный продукт. При этом серная кислота действует и как водоотнимающее средство, высушивая бромистый этил. Так как происходит выделение тепла (что может вызвать потери легколетучего бромистого этила), то колбу все время держат в охладительной ванне (мелкораскрошенный лед).

Содержимое колбы переносят в делительную воронку и отделяют нижний сернокислый слой. Неочищенный бромистый этил окрашен в желтый цвет, что свидетельствует о наличии в нем примесей растворенного брома.

Измеряют объем полученного этилбромида. Используя плотность, рассчитывают массу и выход продукта реакции.

Вопросы к лабораторной работе №5
«Методы очистки жидких веществ»

1. Что такое экстракция? Экстрагент? Какие экстрагенты используются для экстракции?
2. Каким требованиям должен отвечать подбираемый экстрагент?
3. Назовите виды экстракции.
4. Какой прибор можно использовать для проведения разовой экстракции? Опишите методику работы с ним.
5. Каким образом разделяют расслоившиеся жидкости?
6. Эффективней проводить однократную или многократную экстракцию? Почему?
7. Как определить момент окончания экстракции?
8. Что такое высаливание?
9. Почему следует избегать образования стойких эмульсий? Как это предотвратить?
10. К каким операциям прибегают для разрушения образовавшихся стойких эмульсий?
11. В каких случаях применяют непрерывную экстракцию? Какие приборы используются для ее проведения?
12. Сущность хроматографических методов очистки веществ.
13. Что такое азеотропные смеси и как их разделить? Приведите пример азеотропной смеси.
14. Каким образом можно осушить жидкости?
15. Требования к осушителям.
16. Какое количество осушителя следует использовать? До какого момента следует добавлять осушитель?
17. Как разделить высушиваемую жидкость и осушитель?
18. Перечислите основные осушители.

Лабораторная работа № 6
Синтез иодида калия, KI

Цель: изучить основные этапы синтеза иодида калия, научиться подбирать варианты проведения синтеза, условия выделения и сушки веществ; закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

Иодид калия - прозрачные или матовые кубические кристаллы, хорошо растворимые в воде с поглощением тепла. Водный раствор на свету постепенно желтеет вследствие выделения свободного иода.

Рекомендации по проведению синтеза

Синтез иодида калия в данном методе основан на «косвенном» иодировании.

Сначала иодируют железо: $Fe + I_2 \rightarrow FeI_2$.

Затем иодид железа разлагают карбонатом калия:

$$FeI_2 + K_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2KI + Fe(OH)_2 + CO_2$$

Чтобы освободиться от соединений железа их переводят в гидрооксид железа (III). Как это достигается? Почему такой подход дает наилучшие результаты? Составьте уравнения реакций: $Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3$. Расчет загрузки следует вести по суммарному уравнению (стадии 1+2).

На стадии превращения $Fe(OH)_2$ в $Fe(OH)_3$ рекомендуется поставить на плитку стаканчик с 10 мл дистиллированной воды для промывания осадка.

Методика синтеза

В коническую колбу объемом 250 мл помещают 3,5 г железных стружек, 35 мл воды и порциями при перемешивании (от руки) добавляют 3,5-4 г растертого в порошок иода.

Внимание! В колбе не должны появляться фиолетовые пары иода. В противном случае колбу охлаждают в кристаллизаторе с холодной водой.

Для завершения процесса смесь необходимо подогреть на асбестовой сетке ***(вытяжной шкаф!)***. Когда жидкость в колбе приобретет зеленовато-желтый цвет, ее сливают с избытка железа в фарфоровую чашку, обмывают колбу двумя порциями по 3 мл воды и переносят промывные воды в ту же чашку. Содержимое чашки нагревают до кипения и осторожно (небольшими порциями) вливают в нее раствор карбоната калия (5 г в 20 мл воды).

Загустевшую смесь продолжают нагревать до тех пор, пока *проба на ион Fe(II) не станет отрицательной.* Качественную реакцию на присутствие ионов железа (II) проводят капельным методом. Для этого на полоску фильтровальной бумаги наносят каплю реакционной смеси и рядом – каплю раствора красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$. В месте соприкосновения капель при отсутствии ионов Fe(II) не должно появляться синего окрашивания.

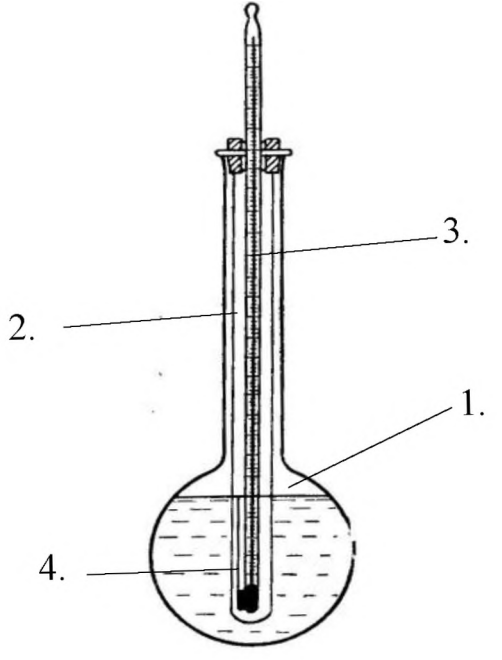
Смесь фильтруют через воронку Бюхнера, промывают осадок гидроксида железа (III) двумя-тремя порциями горячей воды по 3 мл.

Фильтрат упаривают до появления пленки кристаллов на поверхности. *Если в ходе упаривания на стенках чашки выкристаллизовывается соль, то ее кристаллы возвращать назад в выпариваемый раствор.*

Раствор охлаждают. Осадок отфильтровывают, промывают 5-7 каплями ледяной воды, тщательно отжимают и высушивают между листами бумаги, а затем на воздухе. Определяют выход чистого иодида калия.

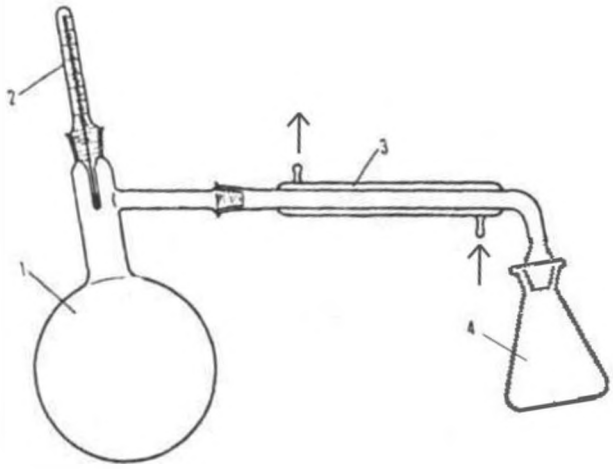
Вопросы к лабораторной работе № 6 Оценка чистоты вещества»

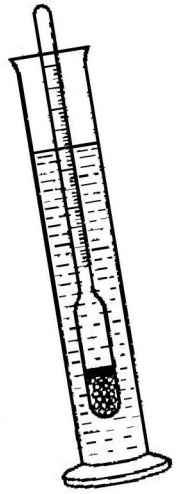
1. Характеристики, являющиеся критериями чистоты вещества.
2. Для чего устанавливают температуру плавления вещества?
3. Как по результатам определения температуры плавления установить, является ли вещество чистым?
4. Прибор, используемый для определения температуры плавления вещества.
5. Опишите методику определения температуры плавления.
6. Как установить, что вещество разлагается при плавлении?
7. С какой целью определяют температуру кипения вещества?
8. Прибор, используемый для определения температуры кипения. Укажите его составные части.
9. Дайте определение понятиям: плотность ρ20; относительная плотность d_{20}^{20}; относительная плотность d_4^{20}.
10. По значению плотности можно установить …
11. Что такое ареометры? Опишите методику работы с ними.
12. Определение плотности с помощью пикнометра. В чем преимущества пикнометра по сравнению с ареометром?
13. Что такое преломление и показатель преломления?
14. От каких факторов зависит значение показателя преломления? При каких условиях проводят его измерение?
15. С помощью какого прибора и с какой целью определяют показатель преломления?
16. Для чего используют нижеприведенные приборы? Укажите их составные части.


3.
2.
1.
4.






2
3
1
4





Лабораторная работа №7
Синтез карбоната марганца (II), $MnCO_3$

Цель: изучить основные этапы синтеза карбоната марганца, научиться подбирать варианты проведения синтеза, условия сушки веществ в атмосфере газов; закрепить навыки работы с лабораторной посудой.

$MnCO_3$ – белый пушистый порошок, плохо растворим в воде, ПР=1,8-10^{-11}. Сухой препарат устойчив на воздухе, влажный, легко окисляется и темнеет вследствие образования Mn_2O_3. При кипячении с водой гидролизуется полностью.

Уравнение реакции:

$$MnCl_2 + 2NaHCO_3 = MnCO_3\downarrow + 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

Методика синтеза

Для получения карбоната не следует использовать сульфат марганца (II), т.к. при этом образуется основной карбонат $MnCO_3 \cdot 6Mn(OH)_2 \cdot 5H_2O$.

Вычислите, какие массы хлорида марганца(II) и гидрокарбоната натрия необходимо взять для получения 2,76 г карбоната марганца (II). Для выполнения эксперимента приготовьте 10%–ные растворы $MnCl_2$ и $NaHCO_3$, учитывая, что раствор соли марганца (II) готовят из кристаллогидрата состава $MnCl_2 \cdot 4H_2O$. Если раствор соли марганца получился мутный, его фильтруют.

В ходе приготовления исходных растворов целесообразно подготовить 100 мл воды, насыщенной диоксидом углерода из аппарата Киппа.

Реакцию проводят в склянке Дрекселя. Нагретый до 40^0С раствор соли марганца (II) вливают тонкой струйкой в 10%–ный раствор гидрокарбоната натрия. Смесь перемешивают, насыщают углекислым газом из аппарата Киппа в течение 5 минут и плотно закрывают склянку пробкой. После отстаивания осадка жидкость декантируют и осадок заливают водой, насыщенной углекислым газом.

Склянку снова закрывают пробкой, тщательно перемешивают, дают отстояться и повторно декантируют. Затем снова заливают холодной водой, насыщенной CO_2 и отфильтровывают осадок на воронке Бюхнера. Промывают осадок 5 мл этилового спирта.

Сушат в токе CO_2 при 70-80°С, помещая вещество в стеклянную трубку, закрепленную над небольшой плиткой.

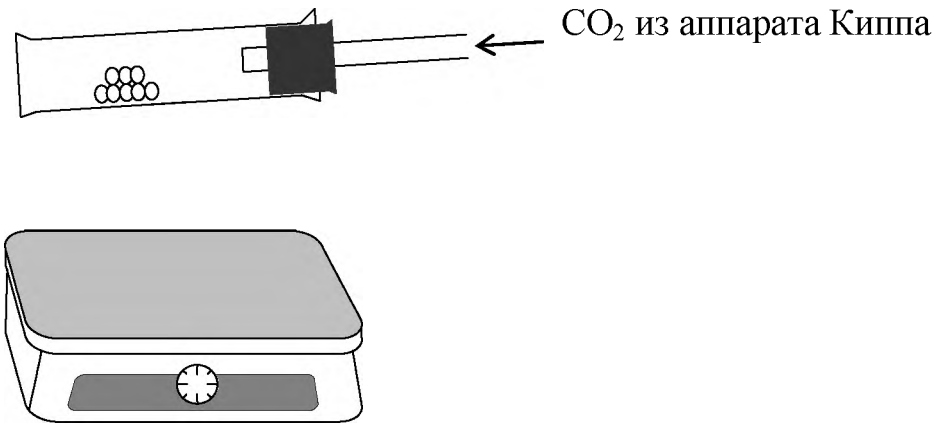


Рисунок 6 - Высушивание карбоната марганца (II) в токе углекислого газа

Взвесить полученный продукт и определить выход соли.

Вопросы к коллоквиуму

«Методы очистки веществ. Основные операции в химической лаборатории»

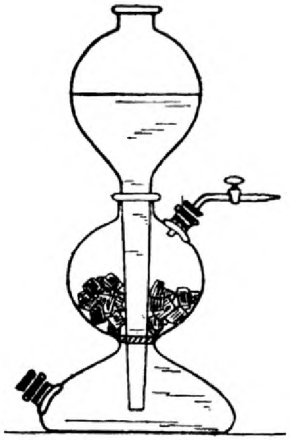
1. Основные виды химической посуды.
2. Получение газов: «тв-ж», «ж-ж». Приборы.
3. Очистка газов: приборы, реагенты.
4. Высушивание газов: твердыми осушителями, вымораживание.
5. Хранение газов.
6. Перекристаллизация: особенности и условия проведения, подбор растворителя для проведения перекристаллизации.
7. Возгонка. Зонная плавка.
8. Перегонка. Виды холодильников.
9. Простая перегонка.
10. Дробная (фракционная) перегонка и ректификация.
11. Перегонка с водяным паром.
12. Перегонка при пониженном давлении.
13. Экстракция, ее виды, методика проведения.
14. Хроматографические методы очистки.
15. Азеотропные смеси, их разделение.
16. Виды фильтров.
17. Фильтрование при атмосферном давлении.
18. Фильтрование при пониженном давлении.
19. Горячее фильтрование.
20. Сушка твердых веществ.
21. Высушивание жидкостей.
22. Нагревание и охлаждение веществ и их смесей.

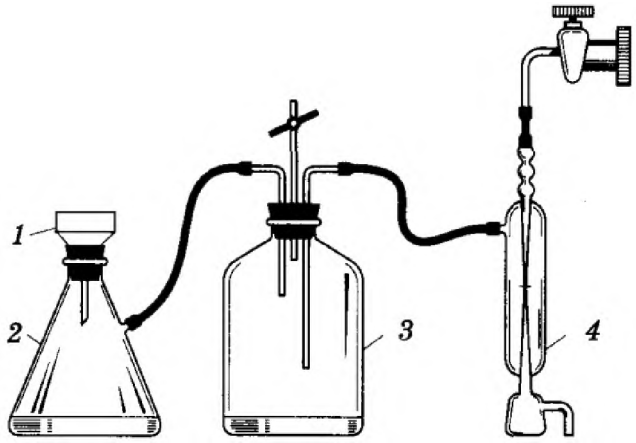
Практическая часть

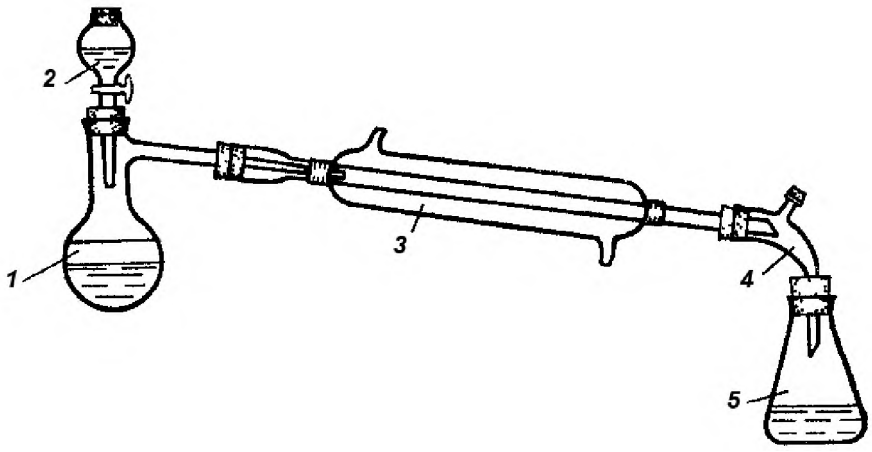
I. Из предложенного набора посуды выберите:

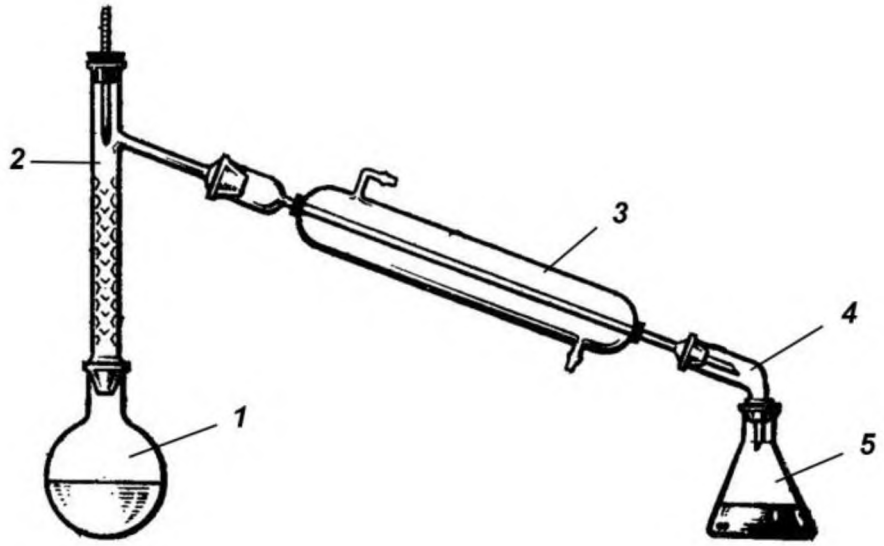
1) круглодонная колба;
2) коническая колба;
3) мерная колба;
4) двухгорлая колба;
5) трехгорлая колба;
6) колба Вюрца;
7) колба Бунзена;
8) химический стакан;
9) цилиндр;
10) плоскодонная колба;
11) мензурка;
12) воронка;
13) делительные воронки (коническая и цилиндрическая);
14) капельная воронка;
15) воронка Шота;
16) воронка Бюхнера;
17) бюкс (стаканчик для взвешивания);
18) тигель с крышкой;
19) фарфоровая чашка для выпаривания;
20) пестик со ступкой;
21) холодильник Либиха;
22) шариковый холодильник;
23) змеевиковый холодильник;
24) аллонж;
25) дефлегматор;
26) склянка Дрекселя;
27) склянки Тищенко;
28) U-образная трубка;
29) кристаллизатор;
30) водоструйный насос;
31) эксикатор.

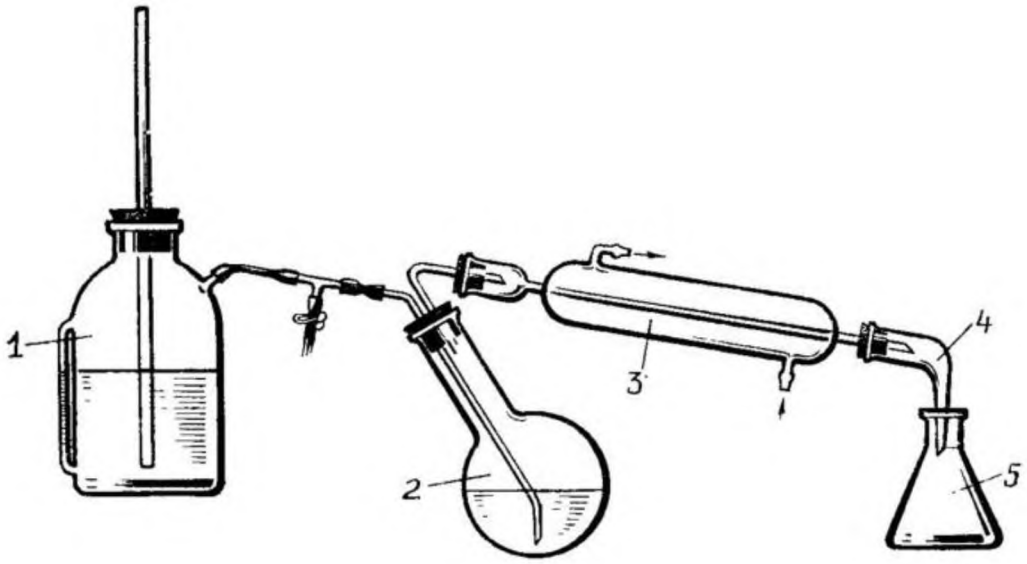
II. Укажите, схемы каких приборов изображены на рисунке и из каких элементов они состоят:




1
2
3
4


2
1
3
4
5


2
3
4
1
5


1
4
3
2
5

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Гиттис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии: Учеб. пособие для нехим. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1991.-303 с.
2. Голодников Г.В., Мандельштам Т.В. Практикум по органическому синтезу. Учебное пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – 376 с.
3. Ключников, Н.Г. Неорганический синтез: учебное пособие / Н.Г. Ключников. - М.: Просвещение, 1983. – 304 с.
4. Свиридов, В.В. и др. Неорганический синтез: учебное пособие для вузов / В.В. Свиридов, Г.А. Попкович, Е.И. Василевская. – Изд. 2-е, испр. – Минск: Універсітэцкае, 2000. – 223 с.

Дополнительная

1. Воскресенский, П. И. Техника лабораторных работ / П.И. Воскресенский. – М.: Химия, 1973. – 720 с.
2. Захаров, Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях. Справ. изд. / Л.Н. Захаров. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Химия, 1991. – 336 с.
3. Карякин, Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, Н.И. Ангелов. – М.: Химия, 1974. – 408 с.
4. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии: Справ. изд. / Ю.Ю. Лурье. – 6-е изд., перераб. и доп. – М:, Химия, 1989. – 448 с.
5. Лидин, Р.А. Справочник по неорганической химии. Константы неорганических веществ / Р.А. Лидин, Л.Л. Андреева, В.А. Молочко. – М.: Химия, 1978.– 320 с.
6. Руководство по неорганическому синтезу: В 6-ти томах / Под ред. Г. Брауэра. – М.: Мир, 1985.
7. Степин, Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии: учеб. пособие для вузов / Б.Д. Степин. – М.: – Химия, 1999. – 600 с.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

периоды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA																	VIIIA
1	1 **H** водород 1,00794	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 **He** гелий 4,0026
2	3 **Li** литий 6,941	4 **Be** бериллий 9,0122											5 **B** бор 10,811	6 **C** углерод 12,011	7 **N** азот 14,007	8 **O** кислород 15,9994	9 **F** фтор 18,9984	10 **Ne** неон 20,1797
3	11 **Na** натрий 22,9898	12 **Mg** магний 24,305	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	13 **Al** алюминий 26,9815	14 **Si** кремний 28,086	15 **P** фосфор 30,9738	16 **S** сера 32,066	17 **Cl** хлор 35,452	18 **Ar** аргон 39,948
4	19 **K** калий 39,0983	20 **Ca** кальций 40,078	21 **Sc** скандий 44,956	22 **Ti** титан 47,87	23 **V** ванадий 50,942	24 **Cr** хром 51,996	25 **Mn** марганец 54,938	26 **Fe** железо 55,845	27 **Co** кобальт 58,933	28 **Ni** никель 58,693	29 **Cu** медь 63,546	30 **Zn** цинк 65,39	31 **Ga** галлий 69,723	32 **Ge** германий 72,61	33 **As** мышьяк 74,922	34 **Se** селен 78,96	35 **Br** бром 79,904	36 **Kr** криптон 83,80
5	37 **Rb** рубидий 85,468	38 **Sr** стронций 87,62	39 **Y** иттрий 88,906	40 **Zr** цирконий 91,224	41 **Nb** ниобий 92,906	42 **Mo** молибден 95,94	43 **Tc** технеций [98]	44 **Ru** рутений 101,07	45 **Rh** родий 102,905	46 **Pd** палладий 106,42	47 **Ag** серебро 107,868	48 **Cd** кадмий 112,411	49 **In** индий 114,82	50 **Sn** олово 118,71	51 **Sb** сурьма 121,76	52 **Te** теллур 127,60	53 **I** иод 126,904	54 **Xe** ксенон 131,29
6	55 **Cs** цезий 132,905	56 **Ba** барий 137,327	57* **La** лантан 138,906	72 **Hf** гафний 178,46	73 **Ta** тантал 180,948	74 **W** вольфрам 183,84	75 **Re** рений 186,207	76 **Os** осмий 190,23	77 **Ir** иридий 192,22	78 **Pt** платина 195,08	79 **Au** золото 196,967	80 **Hg** ртуть 200,59	81 **Tl** таллий 204,383	82 **Pb** свинец 207,2	83 **Bi** висмут 208,980	84 **Po** полоний [209]	85 **At** астат [210]	86 **Rn** радон [202]
7	87 **Fr** франций [223]	88 **Ra** радий [226]	89** **Ac** актиний [227]	104 **Rf** резерфордий [261]	105 **Db** дубний [262]	106 **Sg** сиборгий [266]	107 **Bh** борий [264]	108 **Hs** хассий [269]	109 **Mt** мейтнерий [268]	110 **(Uun)** [271]	111 **(Uuu)** [272]	112 **(Uub)** [277]	113 **(Uut)** [282]	114 **(Uuq)** [285]		116 **(Uuh)** [289]		118 **(Uuo)** [293]

*ЛАНТАНИДЫ

58 **Ce** церий 140,115	59 **Pr** празеодим 140,115	60 **Nb** неодим 144,24	61 **Pm** прометий 144,913	62 **Sm** самарий 150,36	63 **Eu** европий 151,965	64 **Gd** гадолиний 157,25	65 **Tb** тербий 158,925	66 **Dy** диспрозий 162,5	67 **Ho** гольмий 164,93	68 **Er** эрбий 167,26	69 **Tm** тулий 168,934	70 **Yb** иттербий 173,04	71 **Lu** лютеций 174,967

**АКТИНИДЫ

90 **Th** торий 232,038	91 **Pa** протактиний 231,035	92 **U** уран 238,028	93 **Np** нептуний 237,048	94 **Pu** плутоний 244,064	95 **Am** америций 243,061	96 **Cm** кюрий 247,07	97 **Bk** берклий 247,07	98 **Cf** калифорний 251,079	99 **Es** эйнштейний 252,083	100 **Fm** фермий 257,095	101 **Md** менделевий 258,099	102 **No** нобелий 259,1	103 **Lr** лоуренсий 260,105

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

Анионы	Катионы																
	H^+	K^+	Na^+	NH_4^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Pb^{2+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ag^+
OH^-		Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	Н	Н	Н	–
F^-	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	Р	Р	Р	–	М	Р	М	М	Р
Cl^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н
Br^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Н
I^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	–	Н	Р	Р	Р	–	Н
S^{2-}	Р	Р	Р	Р	Н	М	–	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	–	Н
SO_3^{2-}	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	–	–	–	Н	–	Н
SO_4^{2-}	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М
NO_3^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
NO_2^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	–	–	–	–	–	–	–	М
PO_4^{3-}	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO_3^{2-}	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	–	Н
SiO_3^{2-}	Н	Р	Р	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	–	Н	–	–
$HCOO^-$	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
CH_3COO^-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Электрохимический ряд активности металлов

Li Cs Rb K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Mo Sn Pb *(H₂)* Cu Hg Ag Pt Au

Приложение 3

Константы диссоциации кислот и оснований, К (25°)

Название кислоты	Формула	К
Азотистая	HNO_2	$5{,}1 \cdot 10^{-4}$
Борная	H_3BO_3	$5{,}8 \cdot 10^{-10}$
Бромноватистая	HBrO	$2{,}5 \cdot 10^{-9}$
Йодноватистая	HIO	$2{,}3 \cdot 10^{-11}$
Муравьиная	HCOOH	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$
Мышьяковая, K_1	H_3AsO_4	$6{,}0 \cdot 10^{-3}$
Мышьяковистая	H_3AsO_3	$5{,}1 \cdot 10^{-10}$
Пероксид водорода	H_2O_2	$2{,}0 \cdot 10^{-12}$
Селенистая, K_1	H_2SeO_3	$2{,}4 \cdot 10^{-3}$
K_2		$4{,}8 \cdot 10^{-9}$
Селеновая, K_2	H_2SeO_4	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$
Селеноводородная, K_1	H_2Se	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$
K_2		$1{,}0 \cdot 10^{-11}$
Сернистая, K_1	H_2SO_3	$1{,}7 \cdot 10^{-2}$
K_2		$6{,}2 \cdot 10^{-8}$
Сероводородная, K_1	H_2S	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$
K_2		$1{,}3 \cdot 10^{-13}$
Угольная, K_1	$CO_2(aq) + H_2O$	$4{,}5 \cdot 10^{-7}$
K_2		$4{,}8 \cdot 10^{-11}$
Уксусная	CH_3COOH	$1{,}74 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная (орто), K_1	H_3PO_4	$7{,}6 \cdot 10^{-2}$
K_2		$6{,}2 \cdot 10^{-8}$
K_3		$4{,}2 \cdot 10^{-13}$
Фтороводородная	HF	$6{,}8 \cdot 10^{-4}$
Хлорноватистая	HClO	$5{,}0 \cdot 10^{-8}$
Хромовая, K_1	H_2CrO_4	$1{,}1 \cdot 10^{-1}$
K_2		$3{,}2 \cdot 10^{-7}$
Циановодородная	HCN	$6{,}2 \cdot 10^{-10}$
Щавелевая, K_1	$H_2C_2O_4$	$5{,}6 \cdot 10^{-2}$
K_2		$5{,}4 \cdot 10^{-5}$
Аммиака раствор	$NH_3 + H_2O$	$1{,}76 \cdot 10^{-5}$
Гидроксид бария, K_2	$Ba(OH)_2$	$2{,}3 \cdot 10^{-1}$
Гидроксид кальция, K_2	$Ca(OH)_2$	$4{,}0 \cdot 10^{-2}$
Гидроксид свинца (II), K_1	$Pb(OH)_2$	$9{,}55 \cdot 10^{-4}$
K_2		$3{,}00 \cdot 10^{-8}$
Гидроксид серебра	AgOH	$5{,}0 \cdot 10^{-3}$
Гидроксид цинка, K_1	$Zn(OH)_2$	$4{,}4 \cdot 10^{-5}$
K_2		$1{,}5 \cdot 10^{-9}$

Приложение 4

Плотности растворов кислот

Содержание кислот,%	Плотность растворов, г/см^3 (15°С)			
	H_2SO_4	HNO_3	HCl	CH_3COOH
4	1,027	1,022	1,019	1,0052
8	1,055	1,044	1,039	1,0113
12	1,083	1,068	1,059	1,0171
16	1,112	1,093	1,079	1,0228
20	1,143	1,119	1,100	1,0284
24	1,174	1,145	1,121	1,0337
28	1,205	1,171	1,142	1,0388
32	1,233	1,198	1,163	1,0436
36	1,273	1,225	1,183	1,0481
40	1,307	1,251		1,0523
44	1,342	1,277		1,0562
48	1,380	1,303		1,0598
52	1,419	1,328		1,0631
56	1,460	1,351		1,0660
60	1,503	1,373		1,0685
64	1,547	1,394		1,0707
68	1,594	1,412		1,0725
72	1,640	1,429		1,0740
76	1,687	1,445		1,0747
80	1,732	1,460		1,0748
84	1,776	1,474		1,0742
88	1,808	1,486		1,0726
92	1,830	1,496		1,0696
96	1,840	1,504		1,0644
100	1,838	1,522		1,0553

Приложение 5

Плотности растворов оснований

Содержание оснований, %	Плотность растворов, г/см^3 (15°С)		
	KOH	**NaOH**	**NH_3**
4	1,033	1,046	0,983
8	1,065	1,092	0,967
12	1,100	1,137	0,953
16	1,137	1,181	0,939
20	1,176	1,225	0,926
24	1,217	1,268	0,913
28	1,263	1,310	0,903
32	1,310	1,352	0,893
36	1,358	1,395	0,884
40	1,411	1,437	
44	1,460	1,478	
48	1,511	1,519	
52	1,564	1,560	
56	1,616	1,601	
60	-	1,643	

Устойчивость комплексных ионов в водных растворах

Состав комплексных ионов	$K_{нест}$	$K_{уст} = 1/K_{нест}$	°С
$[AgCl_2]^-$	$5{,}7 \cdot 10^{-6}$	$1{,}74 \cdot 10^{5}$	
$[Ag(CN)_2]^-$	$8{,}0 \cdot 10^{-22}$	$1{,}25 \cdot 10^{21}$	18
$[Ag(NH_3)_2]^+$	$9{,}31 \cdot 10^{-8}$	$1{,}07 \cdot 10^{7}$	30
$[Ag(S_2O_3)]^-$	$1{,}5 \cdot 10^{-9}$	$6{,}66 \cdot 10^{8}$	20
$[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$	$3{,}5 \cdot 10^{-14}$	$2{,}85 \cdot 10^{13}$	20
$[Au(CN)_2]^-$	$5{,}0 \cdot 10^{-39}$	$2{,}00 \cdot 10^{38}$	-
$[Cd(NH_3)_6]^{2+}$	$7{,}3 \cdot 10^{-6}$	$1{,}36 \cdot 10^{5}$	30
$[Co(CN)_6]^{4-}$	$0{,}81 \cdot 10^{-19}$	$1{,}23 \cdot 10^{19}$	
$[Co(NH_3)_6]^{2+}$	$7{,}75 \cdot 10^{-6}$	$1{,}29 \cdot 10^{5}$	30
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	$3{,}1 \cdot 10^{-33}$	$3{,}22 \cdot 10^{32}$	30
$[Cu(NH_3)_2]^+$	$1{,}35 \cdot 10^{-11}$	$7{,}40 \cdot 10^{10}$	30
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$2{,}14 \cdot 10^{-13}$	$4{,}67 \cdot 10^{12}$	30
$[Fe(CN)_6]^{4-}$	10^{-35}	10^{35}	18
$[Fe(CN)_6]^{3-}$	10^{-42}	10^{42}	18
$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$	$1{,}12 \cdot 10^{-8}$	$8{,}92 \cdot 10^{7}$	30
$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$	$1{,}86 \cdot 10^{-9}$	$5{,}37 \cdot 10^{8}$	30
$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$	$3{,}46 \cdot 10^{-10}$	$2{,}89 \cdot 10^{9}$	30

Учебное издание

Пипкина Татьяна Владимировна

ОРГАНИЧЕСКИЙ И НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания

Ответственный за выпуск В. П. Баран
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор Т. В. Пипкина
Компьютерная верстка Т. А.Никитенко
Корректор О. А. Никитина

Подписано в печать 25.08.2026. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 1,28. Тираж 40 экз. Заказ 2661.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
http://www.vsavm.by

ISBN 978-985-591-319-2

