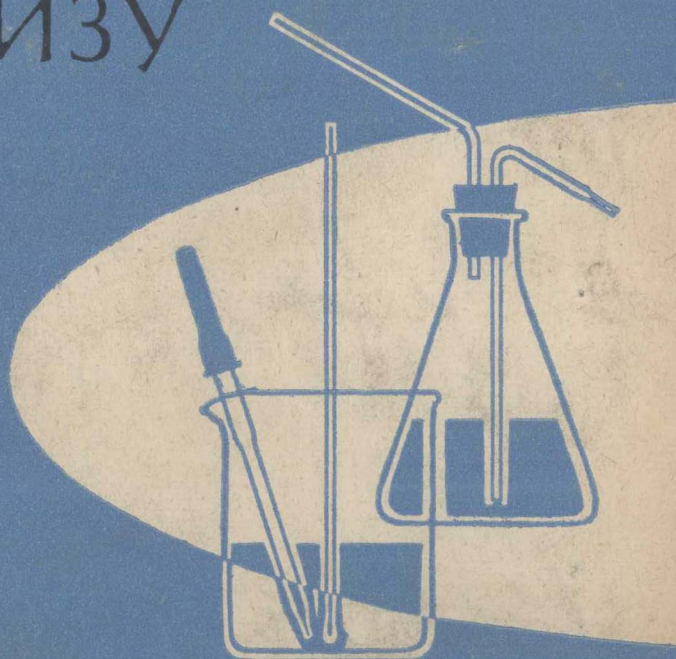


Г. П. ХОМЧЕНКО

ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ И КАЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ



14. Растворы солей в ящике-штативе (всего 48 склянок с капельными пипетками)	372
15. Степень диссоциации электролитов в 0,1 н. водных растворах при 18°С	373
16. Примерный перечень лабораторных работ для разных специальностей	373
17. Номенклатура анионов и солей	374
18. Указания к приготовлению некоторых реактивов	376
19. Таблица логарифмов	381
Периодическая система элементов Д. И. Менделеева	

Гавриил Платонович Хомченко

ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ И КАЧЕСТВЕННОМУ
АНАЛИЗУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛУМИКРОМЕТОДА

Редактор *Г. С. Гольденберг*
Технический редактор *Г. И. Георгиева*

Сдано в набор 9/VII 1960 г.	Подписано к печати 15/IV 1961 г.
Л-88353.	Печ. л. 24,5+1 вклейка.
Уч.-изд. л. 22,77.	Изд. № 1455.
Заказ 981.	Цена 80 коп.
Формат 60×90 ¹ / ₁₆ .	Тираж 15 000 экз.

Издательство Московского университета
Москва, Ленинские горы
Типография изд-ва МГУ. Москва, Ленинские горы

Г. П. ХОМЧЕНКО

ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ И КАЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛУМИКРОМЕТОДА

Издание 2-е, переработанное
и дополненное

*Допущено Министерством высшего
и среднего специального образования
РСФСР в качестве учебного пособия
для нехимических факультетов уни-
верситетов, и их вечерних и заочных
отделений*

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1961

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

Отв. редактор проф. Г. Д. ВОВЧЕНКО

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Первое издание книги преследовало цель создания руководства для практических занятий по общей химии с применением полумикрометода, нашедшего широкое распространение в вузах, научно-исследовательских институтах и на производстве.

По сравнению с предыдущим настоящее издание значительно переработано и дополнено. Главное дополнение — написан новый раздел «Основы качественного анализа», где также применен полумикрометод.

Опыт преподавания общей химии для студентов нехимических факультетов или специальностей показал, что в этом курсе должны находить отражение элементы качественного анализа, в особенности, если этот курс является единственной химической дисциплиной, изучаемой студентами. Но и в тех случаях, когда на качественный анализ отводится мало времени (порядка 30—40 часов), оказалось целесообразным совместное преподавание смежных дисциплин*. Такое объединение, устранившее параллелизм и дублирование в этих курсах, не противоречит принципам университетского преподавания. Поскольку законы общей химии являются теоретической основой качественного анализа, с помощью совместных упражнений и лабораторных работ удастся лучше закрепить изучаемый материал и развить химическое мышление студента.

В этих условиях пользование специальными учебными пособиями по качественному анализу оказалось весьма затруднительным, так как они значительно превосходят по объему программу для нехимических специальностей. Практиковавшийся выбор материала из разных руководств сильно осложнял работу студентов и не отвечал педагогической целесообразности.

* См. Г. П. Хомченко. Объединение двух смежных дисциплин. Вестник Высшей школы, № 7, 55, 1958.

Введение нового раздела заставило расширить теоретическую часть лабораторных работ. Заново освещены такие вопросы, как катализ, активность, буферные растворы, амфотерность, коллоидные растворы, окислительно-восстановительные потенциалы и ряд других. Мы ставили задачу лучше связать теоретический материал с практическими лабораторными работами.

В настоящем издании в четыре раза увеличено число вопросов и задач, которые должны явиться формой закрепления материала, а также основой для составления заданий и контрольных работ студентам-заочникам.

Наш опыт работы подтверждает необходимость освоения студентами простейших стекловудных работ. С этой целью заново написана работа 1, которая должна быть обязательной при применении полумикрометода.

Каждая работа рассчитана на 4 часа. В книге дано больше работ, чем можно выполнить в отводимое на практические занятия время. Кроме того, для студентов, успешно занимающихся в лаборатории и интересующихся более полным изучением материала, а также для большего приближения пособия к потребностям различных нехимических специальностей значительно расширено число факультативных работ. Можно заменять одни работы и опыты другими, а также уменьшать обязательное их число в зависимости от времени, отводимого на лабораторные занятия. Примерное распределение работ дано в приложении № 16.

В настоящем пособии в основном отражен опыт кафедры общей химии МГУ по преподаванию общей химии на смежных факультетах и по совместному преподаванию общей химии и качественного анализа на геологическом факультете в течение последних пяти лет.

На наш взгляд, данное пособие может быть использовано в технических вузах нехимических специальностей и частично в средних школах, поскольку подобные руководства по общей химии, т. е. с применением полумикрометода, для них еще не созданы.

При составлении книги учтены замечания и пожелания преподавателей и студентов по поводу первого издания, за которые автор приносит им глубокую благодарность. Автор также весьма признателен профессорам К. Г. Хомякову, И. Н. Путиловой, Г. А. Богданову, А. И. Бусеву и редактору книги Г. С. Гольденберг за ряд ценных советов, сделанных при просмотре рукописи. С большой благодарностью будут приняты предложения и критические замечания по настоящему изданию книги.

- Г. П. Хомченко

ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛУМИКРОМЕТОДА

Рабочее место

Лабораторные работы по общей химии и качественному анализу проводятся в специально оборудованной химической лаборатории.

В лаборатории за каждым студентом на все время работы закрепляется постоянное место на рабочем столе. Имеются полки для реактивов (над столом) и ящики и шкафы для хранения химической посуды, приборов, различных материалов и реактивов.

На каждом рабочем месте имеется определенный набор лабораторных принадлежностей, перечень которых приводится в списках, вывешенных у столов. Кроме того, каждому работающему выдаются для индивидуального пользования колбы, пробирки, стаканы и др. (см. приложение № 1). Такие предметы, как сверла, напильники, ножницы и др., служат для общего пользования и находятся в определенном месте лаборатории. Ясно, что этими предметами можно пользоваться при условии, если их будут аккуратно возвращать на место в рабочем состоянии и чистыми.

В процессе работы необходимо содержать рабочее место в порядке и чистоте. Не следует загромождать его ненужными посудой и материалами. В ящики и шкафы следует складывать однородные предметы, например, в один — стекло, в другой — пробки и т. д. Запрещается класть на стол книги, свертки, портфели, чемоданы.

По окончании работы необходимо тщательно убраться в рабочем месте, вытереть поверхность стола влажной тряпкой, выключить газ, воду, электричество.

В химической лаборатории нужно особенно строго соблюдать правила внутреннего распорядка, с которыми следует хорошо ознакомиться в первый день работы. Нарушение их может привести к несчастным случаям.

Материалы и реактивы

Для выполнения лабораторных работ потребуются многие материалы и реактивы. Обычно по степени чистоты реактивы делятся на технические (т.), чистые (ч.), чистые для анализа (ч. д. а.) и химически чистые (х. ч.). Меньше всего примесей находится в химически чистых реактивах.

Реактивы для общего пользования содержатся в закрытых склянках (банках) емкостью 0,5—1 л. Банки с реактивами размещаются на полках для реактивов этикетками наружу. На одной полке находятся твердые вещества, на другой — растворы и жидкости. Реактивы с неприятными запахами и вредными испарениями, а также концентрированные кислоты и щелочи находятся под тягой (тяга — вытяжной шкаф, из которого с помощью вентиляции откачивается воздух вместе с вредными газами).

Реактивы для индивидуального пользования (или рассчитанные на двух-трех студентов) содержатся в реактивных склянках емкостью 10—15 мл, в которые опущены обычные капельные пипетки с резиновыми колпачками (рис. 1). Пипетки вставлены для того, чтобы удобно было брать малые количества реактива. Отверстие склянки плотно закрывается пипеткой.

Склянки с реактивами, которыми пользуются часто, хранятся в специальном ящике-штативе, как показано на рис. 2. Чтобы их не вынимали из штатива, они сделаны круглодонными. Такой набор реактивов предназначается для одновременной работы двух-трех учащихся.

Удобной в употреблении является склянка, представленная на рис. 3. Ее легко наполнять и мыть. Склянка толстостенная. На горлышке сделана резьба (отливается) для навинчивания пластмассовой крышки. Через отверстие в крышке вставляется капельная пипетка с резиновым колпачком (рис. 3, б). Основание резинового колпачка (рис. 3, в), равное внутреннему диаметру пластмассовой крышки, служит одновременно прокладкой, препятствующей испарению жидкости и вытеканию ее, если склянка опрокинется. Внутри колпачка сделано небольшое углубление, в которое вставляется слегка расширенный и хорошо сплавленный широкий конец стеклянной капельной пипетки.

Следует избегать загрязнения реактивов. Ни в коем случае



Рис. 1. Реактивная склянка с пипеткой (1-й образец)

нельзя оставлять склянки незакрытыми, а также переставлять пробки и пипетки из одной склянки в другую. Нельзя пипетками касаться стенок пробирок при выливании из них раствора.

Склянки с реактивами для общего пользования надо ставить на место тотчас же после употребления. Нельзя высыпать или выливать обратно в склянку неиспользованный или частично использованный реактив.

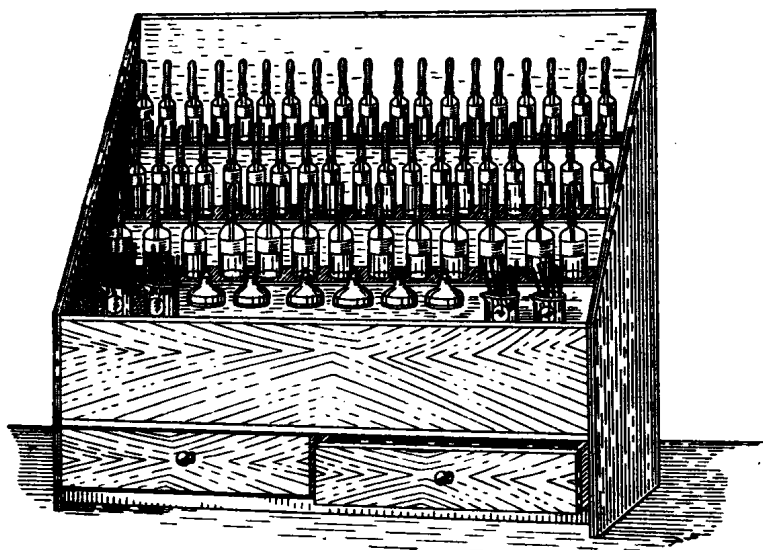


Рис. 2. Ящик с набором реактивов

Для работы берется возможно меньшее количество реактива, если количество реактива не указано при описании работы.

Преимущества полумикрометода

В настоящем практикуме при выполнении лабораторных работ по общей химии и качественному анализу применяется *полумикрометод*, т. е. опыты проводятся с малыми количествами реактивов: обычно объемы растворов составляют от 0,1 до 3 мл (редко до 10 мл), навески твердых веществ — также небольшие (в 10—20 раз меньше, чем при макрометоде), емкость пробирок 2—6 мл, стаканов — до 50 мл и т. д.

Преимущества работы полумикрометодом довольно ощутимы и эффективны. Он дает значительную экономию реакти-

вов и времени, приучает студентов к аккуратности, обеспечивает чистоту рабочего места и всей лаборатории, прививает единые лабораторные навыки, необходимые для успешного изучения общей химии и качественного анализа.

Большинство опытов с вредными газами этим методом можно проводить без специальных вытяжных приспособлений. Сильно уменьшаются размеры всей стеклянной химической

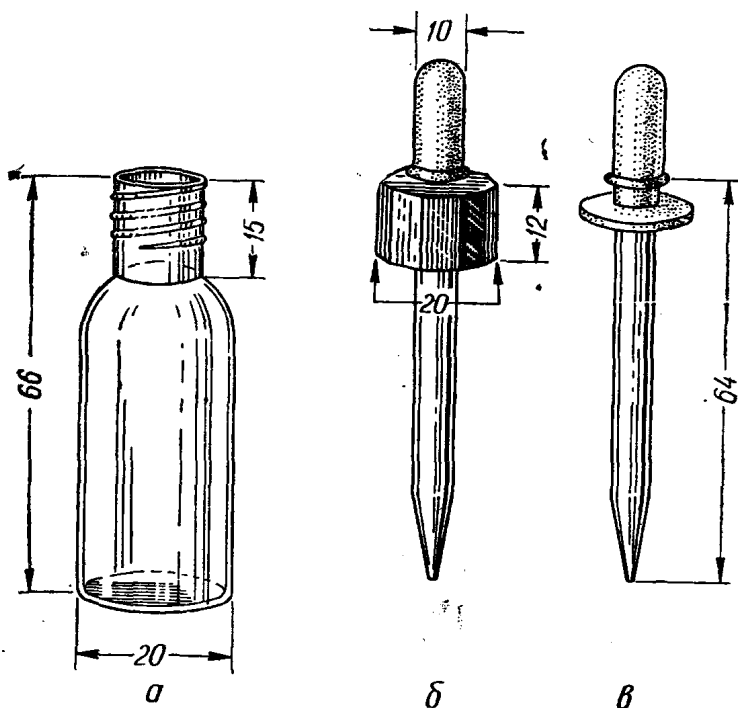


Рис. 3. Реактивная склянка с пипеткой (2-й образец):
 а — склянка; б — крышка с пипеткой и резиновым колпачком;
 в — резиновый колпачок с пипеткой

посуды, что в свою очередь требует меньше места на лабораторных столах при проведении опытов. Студенты работают быстрее, чище и точнее, чем при макрометодом. Большинство реактивов находится на рабочем месте, за ними не нужно ходить, что способствует более сосредоточенной и обдуманной работе. За одно и то же время можно сделать больше опытов (примерно в два раза). Все это заметно улучшает химическую подготовку студента.

Преимущества применения полумикрометода особенно ощутимы в тех случаях, когда реактивы малодоступны или до-

рого стоят. Однако и тогда, когда эти факторы не имеют места, целесообразно применять полумикрометод из-за экономии времени.

Полумикрометод широко применяется в научно-исследовательских институтах и заводских лабораториях. Поэтому приобретаемые студентом навыки могут в дальнейшем найти применение. Тем самым процесс обучения приближается к практической работе производственных лабораторий.

Наконец, работа с малыми количествами веществ есть практическое отражение в учебном процессе современного этапа развития химии. Широкое применение редких и рассеянных элементов в технике, микроудобрений в сельском хозяйстве, влияние малых добавок на свойства веществ — все это говорит за необходимость обучения приемам работы с малыми количествами реактивов.

Переход на полумикрометод легко осуществим, при этом задача обучения не меняется. Не теряется и наглядность опытов. Для перехода на полумикрометод требуется немного нового и недорогого оборудования, а именно: замена больших пробирок меньшими, 1—2 центрифуги (ручные или электрические), реактивные склянки с пипетками — и проведение некоторых других простых мероприятий.

Практически все лабораторные работы по общей химии и качественному анализу могут проводиться полумикрометодом. Однако в настоящем руководстве в отдельных опытах применяется и макрометод. Это дает возможность самому работающему в лаборатории сопоставить эти методы и ощутить преимущества работы с малыми количествами веществ.

Аппаратура

При работе с малыми количествами реактивов, т. е. полумикрометодом, большинство химических реакций проводится обычно в *конических* пробирках для центрифугирования (рис. 4, а). Нижний конец у них сужен, что удобно для рассматривания осадка (осадок выпадает более толстым слоем), а также при отделении осадка от раствора (см. центрифугирование). Применяются также *цилиндрические* (обычные) пробирки разных размеров (рис. 4, б). Пробирки обычно помещаются в специальных устройствах — деревянных штативах (рис. 5).

При работе с малыми количествами реактивов (одна или несколько капель) реакции могут проводиться не только в конических пробирках, но и на стеклах (часовых — рис. 6, а или предметных — рис. 6, б), а также на фарфоровых пластинках

с углублениями (рис. 7). Осадки рекомендуется рассматривать с помощью лупы.

Стеклянные палочки (рис. 8) служат для перемешивания жидкости. Концы у них должны быть хорошо оплавлены.

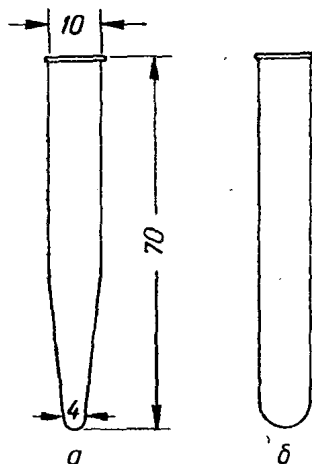


Рис. 4. Пробирки:
а — коническая для центрифугирования; б — цилиндрическая (обычная)

Малые количества реактивов берутся пипетками (рис. 3, б и рис. 9, а, б). Для отделения раствора от осадка после центрифугирования (см. ниже) применяются пипетки (рис. 9, в) с сильно вытянутым капилляром.

Твердые реактивы в малых количествах берутся шпателями небольшого размера (рис. 10). Из наиболее употребительной в лаборатории химической посуды следует указать стаканы разных размеров, с носиком и без носика — обычные и микро-стаканы (рис. 11, а), конические колбы — обычные и микроколбы (рис. 11, б), цилиндры измерительные (рис. 12), колбы Вюрца (рис. 13), пипетки (рис. 14), бюретки (рис. 15), фарфоровые чашки (рис. 16), микро-макротигли (рис. 17), промывалки на 50—100 мл (рис. 18).
Остальная применяемая аппаратура рассматривается при описании общих операций и лабораторных работ.

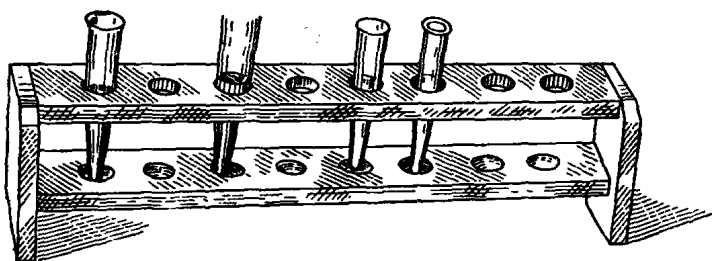


Рис. 5. Штатив для пробирок

В приложении № 1 приводится перечень общей и индивидуальной аппаратуры, выдаваемой студентам для работы полумикрометодом.

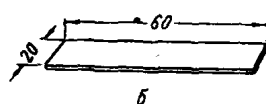
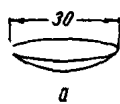


Рис. 6. а — часовое стекло;
б — предметное стекло

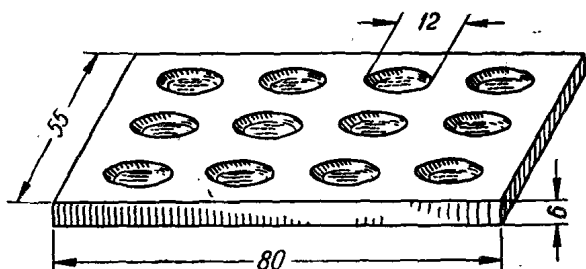


Рис. 7. Фарфоровая пластинка с углублениями

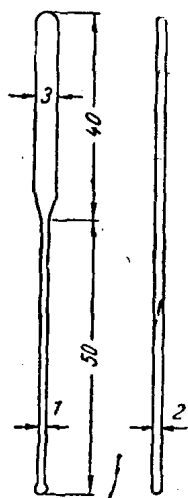


Рис. 8. Стекланные палочки для перемешивания

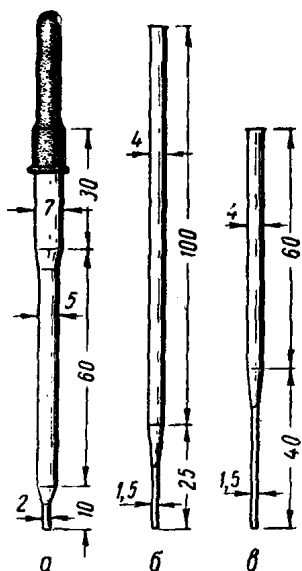


Рис. 9. Капельные пипетки:
а, б — для прибавления реактива;
в — для отделения раствора от осадка

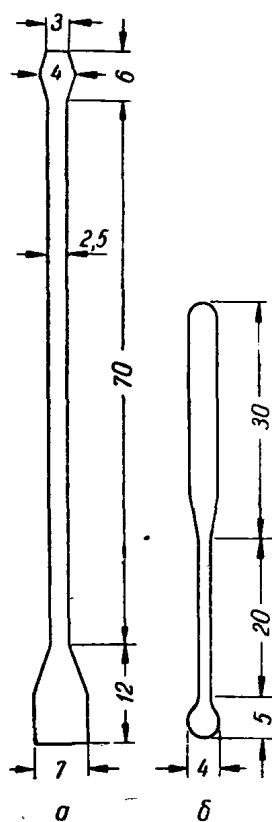


Рис. 10. Шпатели:
а — из алюминиевой про-
волоки; б — стеклянный

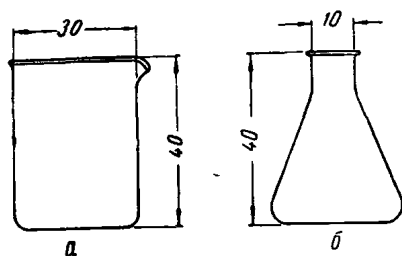


Рис. 11. Микро стакан и кониче-
ская микро колба

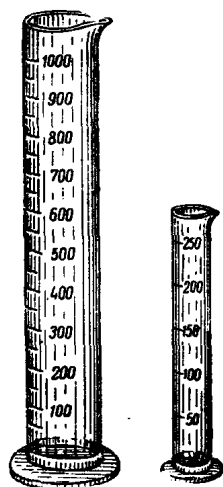


Рис. 12. Измери-
тельные цилиндры



Рис. 13. Колба
Вюрца

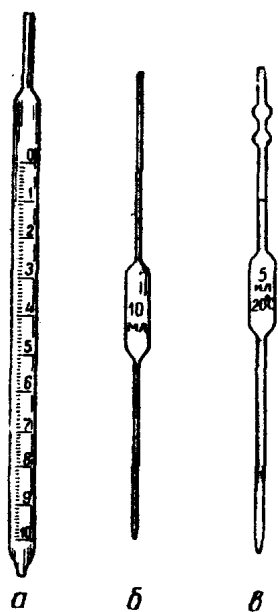


Рис. 14. Пипетки:
a — градуированная; *б* —
 простая; *в* — с предохра-
 нительными расширения-
 ми над чертой

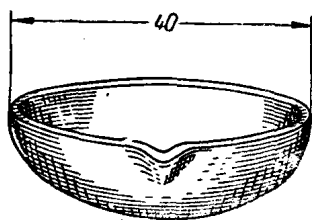


Рис. 16. Фарфоровая
 чашка

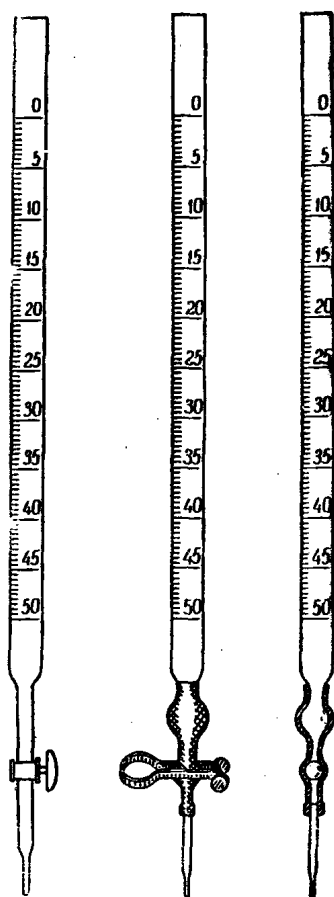


Рис. 15. Бюретки

Общие операции

1. Осаждение. Осаждение обычно проводят в пробирках для центрифугирования (рис. 4, а). В качественном анализе для осаждения групп катионов сероводородом применяются стаканы (рис. 11).

В коническую пробирку наливают необходимое количество исследуемого раствора и с помощью пипетки добавляют по каплям соответствующий реактив до полного осаждения. Последнее считается достигнутым, если

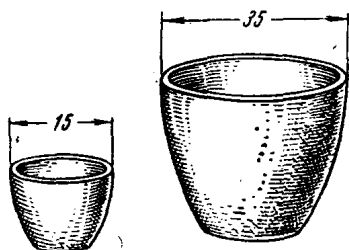


Рис. 17. Фарфоровые микро- и макротигли

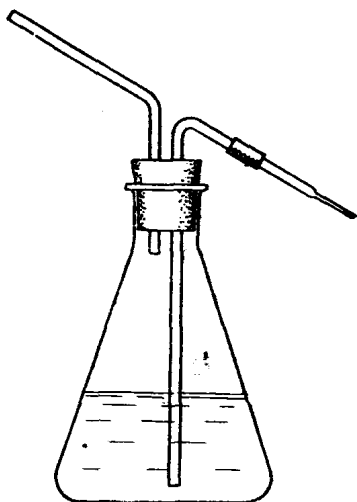


Рис. 18. Промывалка

после небольшого отстаивания или центрифугирования от дополнительного прибавления капли реактива не происходит помутнения прозрачного раствора над осадком.

Небольшой избыток реактива, как правило, благоприятствует образованию осадка (уменьшается растворимость осадка в присутствии одноименного иона, стр. 148). Если в результате осаждения образуется коллоидный раствор, то для усиления коагуляции надо прибавить немного раствора электролита и пробирку с содержимым нагреть на водяной бане (см. стр. 182—183).

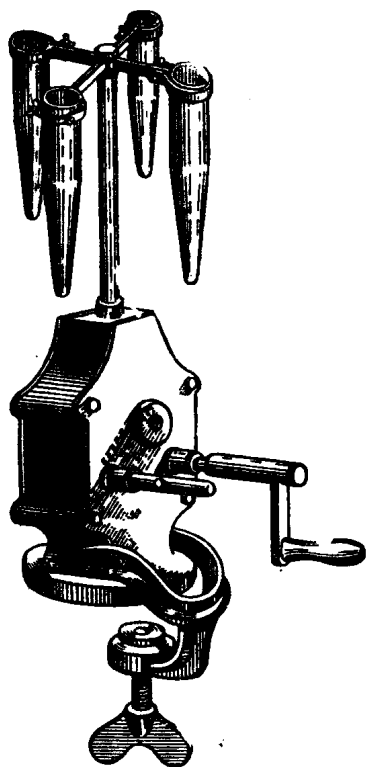
2. Перемешивание. После приливания одного раствора к другому их нужно хорошо перемешать. Это тем более необходимо, что в пробирках для центрифугирования растворы смешиваются плохо.

Перемешивание производят стеклянной палочкой, добиваясь наиболее полного распределения одного раствора в другом или образовавшегося осадка в объеме раствора. При переме-

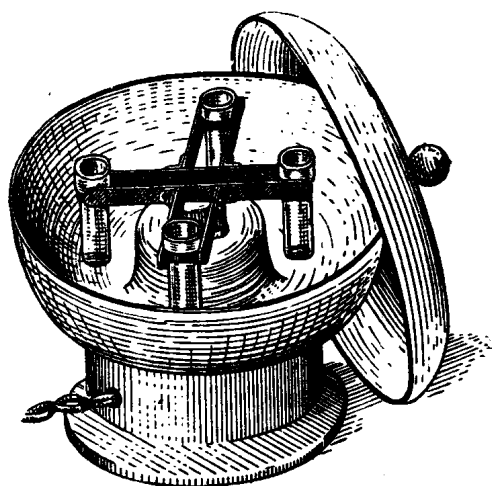
шивании не следует тереть палочкой о стенки пробирок, так как последние покрываются царапинами. Заключение о действии реактива можно сделать только после тщательного перемешивания.

3. Центрифугирование. Отделение осадка от раствора по полумикрометоду производится с помощью центрифугирования. В лаборатории для этой цели имеются ручные (рис. 19, а) и электрические (рис. 19, б) центрифуги.

Коническую пробирку с раствором и осадком помещают в



а



б

Рис. 19. Центрифуги:
а — ручная; б — электрическая

металлическую гильзу центрифуги. Для сохранения равновесия в противоположную гильзу помещают такую же коническую пробирку с таким же объемом раствора или воды, как и в первой пробирке. Затем быстрым вращением ручки (в случае ручной центрифуги) или включением реостата (при работе с электрической центрифугой) проводят центрифугирование в течение 1—2 минут. При этом осадок под влиянием центробежной силы отбрасывается на дно пробирки, а раствор над ним — центрифугат — становится прозрачным.