

*Dr. Alexander Smith,*  
Профессоръ химіи Чикагскаго Университета.

---

# ВВЕДЕНІЕ ВЪ ХИМІЮ. РУКОВОДСТВО

И С Ъ

## ПРАКТИЧЕСКИМЪ ЗАНЯТІЯМЪ.

Переводъ П. ЛЕБЕДЕВА,

преподавателя Императорскаго Московскаго Инженернаго училища и Никольскаго Коммерческаго училища.

Цена 75 коп.

---

МОСКВА.

Типо-Лит. Г. И. Простакова, Балчугъ, д. Симонова монастыря.  
1905.



## Предисловіе къ русскому переводу.

---

Первоначальныя практическія занятія по такъ называемой „общей химіи“ являются у насъ и въ высшей и, гдѣ введена химія, въ средней школѣ дѣломъ молодымъ. Ни цѣль этихъ занятій, ни содержаніе, ни постановка ихъ вполне не опредѣлились. Обыкновенно эти занятія заключаются въ томъ, что учащіеся повторяютъ опыты, показанные имъ уже на лекціи или на урокѣ. Прибавляется къ этому только то, что учащіеся научаются согнуть трубки, да подобрать пробку. Не отрицая нѣкотораго значенія этихъ занятій, какъ „репетиторія“, надо въ то же время согласиться, что ихъ собственно образовательная роль не велика.

Для образованія собственно „химическаго мышленія“ предлагаются обыкновенно занятія по качественному анализу, или сейчасъ же послѣ этихъ, такъ сказать, повторительныхъ опытовъ по неорганической химіи, или даже, въ большинствѣ случаевъ, безъ нихъ. Имѣя большое образовательное значеніе и приучая къ самостоятельной работѣ, качественный анализъ, однако, касается лишь части курса химіи и совсѣмъ почти не затрагиваетъ отдѣловъ физической химіи.

Предлагаемая книжка, въ которой, кстати сказать, отводится значительное мѣсто новому физикохимическому направленію, удачно разрѣшаетъ вопросъ о постановкѣ практическихъ занятій. Матеріалъ распо-

женъ очень педагогично, самостоятельности учащихся открывается большой просторъ, важнѣйшіе законы химіи иллюстрируются и выводятся учащимися на основаніи опытовъ, поставленныхъ ими же самими. Нѣкоторые простѣйшіе методы количественныхъ измѣреній находятъ себѣ широкое примѣненіе и важнѣйшіе количественные законы химіи дѣлаются воочію доступными учащемуся.

Послѣднія главы книжки какъ бы являются введеніемъ въ аналитическую химию. Пройдя курсъ практическихъ занятій по предлагаемой книгѣ, учащійся можетъ уже вполне сознательно приступить къ качественному анализу и, благодаря предварительно приобрѣтенному навыку въ производствѣ химическихъ изслѣдованій, пройти курсъ послѣдняго значительно быстрее и сознательнѣе.

Цѣль занятій вполне достигнется только при незначительномъ числѣ занимающихся на одного руководителя (отъ 10 до 15 человекъ на одного руководителя).

Переводъ книги сдѣланъ съ нѣмецкаго перевода проф. *F. Haber*'а и *M. Stoecker*'а, которые внесли въ книгу самыя незначительныя измѣненія.

Въ концѣ подлинника приведенъ подборъ параграфовъ для тѣхъ студентовъ высшихъ учебныхъ заведеній, которые уже прошли 1-годиный курсъ практическихъ занятій въ средней школѣ. Такъ какъ у насъ въ средней школѣ такія занятія являются лишь очень рѣдкимъ исключеніемъ и только вводятся въ школахъ нѣкоторыхъ типовъ, то было бы умѣстнѣе сдѣлать подборъ опытовъ для средней школы, при чемъ пришлось бы кое-что выпустить и сократить, не измѣняя распорядка и общаго характера книги. Но этотъ выборъ предоставляется самимъ гг. преподавателямъ.

Переводчикъ.

## Общія предписанія.

---

Прежде всего занимающійся долженъ провѣрить по списку наличность выданныхъ принадлежностей для опытовъ и, расписавшись на списокѣ, вернуть его служителю.

Внимательно прочесть прибитыя въ лабораторіи правила.

Каждый занимающійся долженъ вести журналъ работъ. Въ этотъ журналъ заносятся прежде всего всѣ добавленія, которыя сдѣланы при производствѣ каждаго опыта сверхъ указаній руководства; во-вторыхъ заносятся всѣ наблюденія, сдѣланныя во время опыта, и, наконецъ, записываются слѣдствія, откуда вытекающія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ полезно также дѣлать въ журналѣ набросокъ относящихся къ опыту аппаратовъ, чтобы впослѣдствіи легче оріентироваться въ приѣмахъ изслѣдованія.

Въ журналъ же руководитель занятіями вноситъ предварительныя замѣчанія, отмѣчаетъ вѣсовыя количества веществъ для опыта и пр.

Если въ текстѣ стоитъ знакъ вопроса или поставленъ прямой вопросъ, занимающійся долженъ занести въ журналъ свои соображенія.

На эти вопросы нужно давать отвѣтъ на основаніи выводовъ изъ тщательно произведенныхъ наблюденій, а не на основаніи умозрѣній и предположеній. Въ нѣ-

которыхъ случаяхъ занимающійся бываетъ поставленъ въ необходимость самостоятельно придумывать и исполнять маленькіе опыты прежде, чѣмъ дать удовлетворительный отвѣтъ. Въ нѣкоторыхъ, болѣе сложныхъ, случаяхъ слѣдуетъ справиться въ надлежащихъ руководствахъ. Это указано въ самомъ текстѣ словомъ (литература). Это чтеніе должно однако производить уже послѣ того, какъ опытъ произведенъ и запись наблюдений въ журналъ сдѣлана.

Для каждой наблюденной реакціи слѣдуетъ писать въ журналъ равенство. Однако нельзя довольствоваться приведеніемъ голаго равенства безъ необходимыхъ разъясненій.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда встрѣчается слово (ассистентъ), слѣдуетъ обращаться къ руководителю занятіямъ.

Для вѣсовыхъ количествъ ниже 100 гр. слѣдуетъ пользоваться аналитическими вѣсами, если при опытѣ стоитъ пометка (количеств.), въ другихъ же случаяхъ — ручными вѣсами; вѣсовые количества больше 100 гр. взвѣшивать на аптекарскихъ вѣсахъ.

Слово (занять) обозначаетъ, что соотвѣтствующій аппаратъ нужно спросить изъ запасовъ лабораторіи.

Если точныхъ данныхъ относительно количествъ веществъ для опыта нѣтъ, всегда слѣдуетъ брать только малые количества растворовъ (1 куб. сант. или меньше). Такимъ образомъ, сохраняется матеріалъ и время.

Запасныя стеклянки съ реактивами не переносить съ полки у стѣны лабораторіи къ себѣ на столъ. Необходимыя же вещества изъ этихъ стеклянокъ брать въ чистыя пробирки (жидкости) и на часовыя стекла (твердыя вещества). Неизрасходованные реактивы никогда не сливать обратно въ стеклянки.

Химическія вещества на полкѣ раздѣлены на три класса и каждый классъ расположенъ по алфавиту.

Первый отдѣлъ заключаетъ въ себѣ твердыя вещества, которые идутъ въ дѣло въ небольшихъ количествахъ (маленькія стеклянки), второй—твердыя вещества, часто употребляемые (большія стеклянки), и третій отдѣлъ—растворы. Стеклянки и ихъ мѣста перенумерованы. Этикетки нужно прочитывать внимательно, такъ-какъ однѣ и тѣ же вещества имѣются въ различныхъ видахъ и разной чистоты (напр.: техническ., химич. чист., концентрир., нормальн. растворъ). Для нѣкоторыхъ опытовъ занимающійся долженъ самъ приготовить растворы опредѣленной концентраціи.

Имѣющіяся на каждомъ столѣ 9 стеклянокъ наполнены растворами—ѣдкаго натра, углекислаго натрія и амміака, съ одной стороны, и затѣмъ—сѣрной, соляной и азотной кислотъ въ концентрированномъ и разбавленномъ видахъ — съ другой. Эти кислоты не чисты. Соответствующіе химически чистые препараты находятся на боковой полкѣ у стѣны и употреблять ихъ въ дѣло можно только, когда на то есть точное указаніе.

Занимающіеся работаютъ независимо одинъ отъ другого, если только нѣтъ указанія, что работа должна производиться совмѣстно.

## ГЛАВА I.

### А п п а р а т ы .

#### 1. Указанія.

а) Вышеприведенныя „Общія предписанія“ должно исполнять точно.

б) Такъ какъ количество воздуходушныхъ мѣховъ и вѣсовъ ограничено, то описанный въ этой главѣ порядокъ нельзя соблюсти всегда. Двое занимающихся работаютъ у мѣха, чтобы продѣлать подѣ руковод-

ствомъ ассистента опыты, описанные во 2. Другіе двое берутся за 5 и 6, чтобы затѣмъ уже перейти къ 2, 3 и 4. Остальные работаютъ у воздухоудныхъ мѣховъ (2) и у вѣсовъ (6), какъ только тамъ освобождается мѣсто, а тѣмъ временемъ занимаются выполнениемъ 3, 4 и 5 или читаютъ III главу.

с) Глава II имѣетъ значеніе только для тѣхъ, кто не достаточно знакомъ съ физикой.

д) О 1, 2 и 3 замѣтки въ журналѣ не обязательны.

## 2. Дутье стекла.

(Указанія и примѣчанія см. ниже).

### Задачи:

а) Отрѣзать маленькій кусокъ широкой стеклянной трубки.

б) Приготовить пробирку изъ легкоплавкаго стекла.

с) Приготовить пробирку изъ тугоплавкаго стекла.

д) Спаять двѣ узкихъ стеклянныхъ трубки въ одну длинную.

*Примѣчанія* (1). Края стеклянныхъ трубокъ должны быть всегда оплавлены, что легко сдѣлать прямо на бунзеновской горѣлкѣ. Если же потомъ нужно будетъ пробирку или вообще какую-нибудь трубку съ широкимъ сѣченіемъ заткнуть пробкой, то расширяютъ этотъ конецъ трубки заостреннымъ кускомъ угля или напильникомъ. Если стеклянную трубку нагрѣть на паяльной лампѣ или на горѣлкѣ, она спадется въ нагрѣтомъ мѣстѣ. Закрывши одинъ конецъ трубки и осторожно дую въ открытый конецъ ея, ей опять придаютъ первоначальную форму. Для охлажденія держать трубку въ свѣтящемъ пламени, чтобы она покрылась копотью. Если не принять всѣхъ этихъ мѣръ предосторожности, стекло послѣ легко трескается.

(2) Для сгибанія трубокъ пользоваться плоскимъ пламенемъ и держать въ немъ трубку по длинѣ послѣдняго. Бунзеновской горѣлкой при этомъ пользоваться неудобно. Чтобы уяснить разницу, попробовать согнуть трубку на бунзеновской горѣлкѣ.



Трубку не слѣдуетъ сгибать, пока она находится въ самомъ пламени, а только по удаленіи изъ пламени (почему?).

### 3. Составленіе промывалки.

Взять самую большую колбу. Подобрать хорошую пробку и обжать ее пробочнымъ прессомъ. Просверлить сверломъ (см. примѣчаніе ниже) въ пробкѣ два отверстія, стѣнки которыхъ подравнять круглымъ подпилкомъ. На рис. 1 видно, какъ нужно сгибать стеклянные

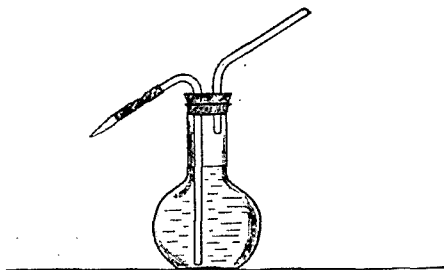


Рис. 1.

трубки (см. примѣчаніе 2 о сгибаніи трубокъ выше подъ 2 d). Трубки оплавить съ концовъ и по охлажденіи вставить въ пробку. Чтобы приготовить накопчикъ, надо стеклянную трубку нагрѣть на бунзенской горѣлкѣ до размягченія, вытянуть въ капилляръ и въ суженной части обрѣзать \*). Стеклянные трубки соединить при помощи каучуковой трубочки (изъ запасовъ лабораторіи). Послѣ этого необходимо

\*) *Прим. перев.* Удобно также, не вытягивая капилляра, конецъ стеклянной трубки нагрѣвать на бунзенской горѣлкѣ, пока отверстіе на этомъ концѣ не заплыветъ до требуемой величины.

испытать плотно ли приходится пробка и прилегаетъ каучукъ. Наполнить промывалку дистиллированной водой. (Дистиллированная вода необходима при всѣхъ манипуляціяхъ, напр. для ополаскиванья вымытыхъ водопроводной водой стакановъ).

*Примѣчаніе* (3). Пробочное сверло латунное. Заостренный конецъ его легко мнется и зазубривается. Передъ пользованіемъ его слѣдуетъ осторожно отточить напильникомъ (ассистентъ!). При просверливаніи пробку не слѣдуетъ упирать въ поверхность стола, такъ какъ при этомъ острый конецъ сверла легко портится. Пробку слѣдуетъ держать въ рукѣ и буравить съ ея утонченнаго конца, наблюдая, чтобы оси пробки и сверла были параллельны. При одновременномъ вращеніи сверла и пробки, если сверло 'остро, сверленіе идетъ безъ всякаго затрудненія. Чтобы экономить и время и пробки, одно и то же поперечное сѣченіе имѣютъ термометры, трубки капальныхъ воронокъ и запасныя стеклянныя трубки.

#### 4. Бунзеновская горѣлка.

а) Замѣтить, какія измѣненія происходятъ въ пламени при открываніи и закрываніи поддувала. Какова причина этихъ измѣненій? При зажиганіи горѣлки слѣдуетъ такъ урегулировать притокъ воздуха, чтобы пламя горѣло спокойно и было несвѣтяще.

б) Рассмотрѣть строеніе пламени. Установить, какая часть пламени относительно горячѣе, какая холоднѣе, для чего поперекъ пламени въ разныхъ мѣстахъ нужно вставить спичку и платиновую проволоку; получить форму паленаго пятна, для чего надо направить пламя горѣлки на нѣсколько мгновеній на гладко разстеленный по столу листъ бумаги. Сдѣлать набросокъ несвѣтящаго пламени. Въ какую часть несвѣтящаго пламени надо помѣстить предметъ, чтобы какъ можно сильнѣе нагрѣть его? Какая часть пламени содержитъ въ себѣ избытокъ кислорода и какая нѣтъ? Какъ называются эти части или зоны? (Литература!).

с) Продержать въ пламени паяльной лампы конецъ стеклянной палочки (75 мм. длины) до сплавленія и вставить въ нее платиновую проволоку (изъ запасовъ лабор.). Получить борный перлъ (см. ниже примѣч.) на платиновой проволокѣ (никакихъ загибовъ на проволокѣ) въ несвѣтящемъ пламени. Что при этомъ дѣлается съ бурой и какъ объяснить это явленіе (литература). Кусочекъ буры захватываютъ, прикасаясь къ нему горячей проволокой. Перлъ долженъ быть маленькій, иначе онъ отскакиваетъ.

д) Растворить слѣды перекиси марганца въ перлѣ, нагрѣть въ окислительномъ пламени и обратить вниманіе на цвѣтъ. Если перекиси взято слишкомъ много, перлъ дѣлается непрозрачнымъ. Въ такомъ случаѣ, расплавивши перлъ, сбросить его съ проволоки и начать все сначала.

е) Нагрѣть этотъ перлъ въ восстановительномъ пламени (?). Наилучшій результатъ получается на маленькомъ пламени, не болѣе 6 см. высоты, если при этомъ такъ прикрыть поддувала, что на концѣ внутренняго конуса пламени образуется небольшой участочекъ свѣтящаго пламени;—въ это мѣсто и помѣстить перлъ. Перлъ нужно охладить въ токѣ негорящаго газа во внутренней части пламени у самого устья горѣлки и затѣмъ вынуть.

ф) Нагрѣть тотъ же перлъ въ окислительномъ пламени (?).

*Примѣчаніе* (4). Химическіе матеріалы расположены на полкѣ у стѣны въ алфавитномъ порядкѣ. Подробнѣе о пользованіи ими сказано въ „Общихъ предписаніяхъ“ (стр. 5). Бура стоитъ подъ этикеткой „Тетраборноокислый натрій“ среди твердыхъ реактивовъ на полкѣ у стѣны. (Брать на часовое стекло, а не уносить всю стклянку; неизведенную буру не ссыпать назадъ!) Въ этой книгѣ часто попадаются обыденныя названія реактивовъ, а на стклянкахъ—научныя обозначенія.

## 5. Измѣрительные сосуды.

### Задачи:

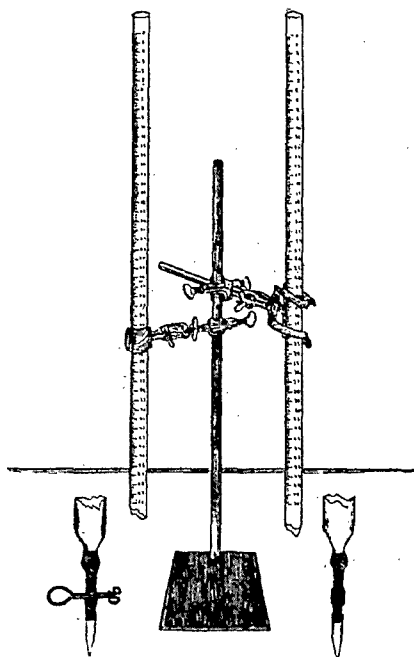


Рис. 2.

а) Снабдить бюретку маленькимъ кускомъ каучуковой трубки и наконечникомъ (рис. 2). Для запиранія каучука служить или зажимъ, или стеклянная палочка, плотно всунутая въ каучуковую трубку и такимъ образомъ замыкающая ее. Въ послѣднемъ случаѣ регулируютъ истечение жидкости тѣмъ, что сжимаютъ каучуковую трубочку,—она слегка отстаетъ отъ стеклянной палочки и жидкость выходитъ черезъ наконечникъ.

б) Наполнить бюретку дистиллированной водой. При этомъ необходимо слѣдить, чтобы застрявшій внутри у зажима и въ наконечникѣ воздухъ былъ совершенно вытѣсненъ. Замѣтить высоту жидкости въ бюреткѣ по нижнему мениску\*). Необходимо высчитать:

\*) Если на внутренней стѣнкѣ бюретки остаются капли, ихъ нужно отмыть конц. сѣрной кислотой и двухромокислымъ калиемъ (ассистентъ).

десятыя доли.—Отмѣрить около 10 куб. сант. дистиллированной воды въ двѣ пробирки,—въ одну при помощи бюретки, въ другую—градуированнымъ цилиндромъ. Какая мѣра точнѣе и почему? Зарисовать такимъ образомъ наполненную пробирку въ натуральную величину.

с) Занимающійся измѣряетъ объемы своихъ стакановъ и колбъ при помощи градуированнаго цилиндра и числа записываетъ. Сосуды слѣдуетъ наполнять не съ краями, а такъ, какъ ихъ обычно наполняютъ.

## 6. Взвѣшиваніе на аналитическихъ вѣсахъ. (Ассистентъ! Количеств.).

### Задачи:

а) Установить вѣсы и опредѣлить отклоненіе стрѣлки отъ нулевой точки скалы въ обѣ стороны. Эти отклоненія рѣдко бываютъ одинаковы. Нужно опредѣлить истинное положеніе нулевой точки. Если, напримѣръ, стрѣлка отклоняется на 5 дѣленій вправо и  $3\frac{1}{2}$  дѣленія влѣво, то истинная нулевая точка, около которой качается стрѣлка, на  $\frac{5-3\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$  дѣленія лежитъ правѣе. Слѣдуетъ всегда наблюдать нечетное число отклоненій, напр.—два отклоненія вправо и одно влѣво, или три вправо и два влѣво. Если другъ за другомъ слѣдующія отклоненія въ одну и ту же сторону не равны, брать среднее. (Положеніе стрѣлки при спокойномъ стояніи рычага вѣсовъ не можетъ служить для опредѣленія).

Опредѣлить положеніе нулевой точки, положивъ на каждую чашку вѣсовъ по 10 гр. Положивши затѣмъ на правую чашку вѣсовъ 0,01 гр., установить новую нулевую точку скалы, около которой теперь качаются

вѣсы. Это отклоненіе нулевой точки даетъ возможность опредѣлять избытокъ вѣса меньше 0,01 грамма.

*Примѣчаніе (5).* Вѣсами и разновѣсками пользоваться съ величайшей аккуратностью. При сниманіи или накладываніи разновѣсковъ чашки вѣсовъ нужно арретировать. Взвѣшиваемые предметы нужно тщательно вытирать и обсушивать. Твердые вещества взвѣшивать на глянцовитой бумагѣ или на часовомъ стеклѣ, а отнюдь не прямо на чашкѣ вѣсовъ. Разновѣски брать только пинцетомъ. При хватаніи руками разновѣски быстро окисляются и потому дѣлаются неточными. При записываніи вѣса въ журналѣ сначала сосчитываютъ вѣсъ по порожнимъ мѣстамъ въ ящикѣ для разновѣсковъ и это число записываютъ. Затѣмъ снова сосчитываютъ вѣсъ, укладывая разновѣски по одному съ чашки вѣсовъ въ ящикъ, и такимъ образомъ провѣряютъ прежде записанное число. Взвѣшиванія отнюдь не слѣдуетъ записывать на отдѣльныхъ клочкахъ бумаги, такъ какъ послѣдніе легко затериваются.

б) Взвѣсить небольшой вытертый до суха стаканъ. Налить въ него отмѣренное бюреткой количество воды (около 10 куб. см.). Опредѣлить вѣсъ стакана съ водой (см. примѣчаніе ниже).

Опредѣлить возможную ошибку отсчитыванія при различныхъ положеніяхъ глазъ. Записать эту ошибку (выраж. въ к. см.) и вычислить ее въ процентахъ объема, который предложено отмѣрить.

*Примѣчаніе (6).* Приведенныя въ „указаніяхъ“ количества отвѣшивать не обязательно. Здѣсь эти количества приведены лишь для того, чтобы занимающійся имѣлъ нѣкоторые указанія, съ какими количества предлагаемые опыты удобнѣе всего вести.

## ГЛАВА II.

### Физическія свойства.

#### 1. Удѣльный вѣсъ (колич.).

##### Задачи:

а) Результатомъ задачи въ I главѣ 6 в, явилось опредѣленіе удѣльнаго вѣса воды (вѣса 1 куб. см.). Критически разсмотрѣть результатъ. Произвести сравненіе въ этомъ отношеніи и сдѣлать соотвѣтствующія вычисленія для раствора углекислаго натрія (съ полки) и хлороформа. Прежде чѣмъ наливать хлороформъ, бюретку слѣдуетъ высушить. Строго наблюдать, какъ всегда, чтобы жидкость не попала на чашки вѣсовъ.

б) Прикрѣпить къ крючку надъ чашкой вѣсовъ катушечную нитку, приблизительно уравновѣсить ее кускомъ бумаги на другой чашкѣ и вышеописаннымъ образомъ опредѣлить нулевую точку скалы. Къ ниткѣ привязать короткій кусокъ толстой стеклянной палочки и взвѣсить ее сначала въ воздухѣ, а затѣмъ въ водѣ. Вычислить отсюда удѣльный вѣсъ стекла.

*Примѣчаніе (7).* Поставивъ справа и слѣва отъ чашки вѣсовъ два чурбашика, положить на нихъ кусокъ картона, и на картонъ поставить стаканъ.

с) Колбу вмѣстимостью приблизительно 25 куб. сант. наполнить водой до черты, сдѣланной подпилкомъ на срединѣ горла, и взвѣсить. Бросить въ колбу нѣсколько маленькихъ, точно взвѣшенныхъ, кусочковъ сѣры, довести менискъ снова до черты и опять взвѣсить. Вычислить по этимъ взвѣшиваніямъ удѣльн. вѣсъ сѣры.

## 2. Законъ Гей-Люссана (количеств.).

### Задача:

Взять сухую колбу (ассистентъ) въ 300 куб. сант. вмѣстимостью и снабдить ее, какъ показано на рис. 3, просверленной каучуковой пробкой со стеклянной трубкой, каучукомъ и зажимомъ. Опредѣлить вѣсъ колбы, включая пробку и пр. ( $w$ ). На горлѣ колбы поставить мѣтку у нижняго края воткнутой пробки; впослѣдствіи пробку всегда нужно такъ вгонять въ колбу, чтобы ея нижній край доходилъ до этой мѣтки. Теперь

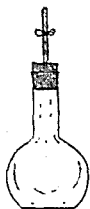


Рис. 3.

погрузить колбу отверстіемъ кверху въ сосудъ съ кипящей водой и при помощи клеммы (лапы) продержатъ ее нѣкоторое время въ такомъ положеніи при открытомъ зажимѣ. Спустя нѣсколько минутъ закрыть зажимъ, колбу вынуть и, погрузивши горломъ внизъ въ пневматическую ванну, открыть зажимъ, чтобы вода могла войти въ колбу. Затѣмъ довести уровень воды въ колбѣ и въ ваннѣ до одной высоты, закрыть кранъ, колбу снаружи тщательно вытереть и взвѣсить ( $a$ ).

Колбу и стеклянную трубку сплошь наполнить водой и опять взвѣсить ( $b$ ). Температуру воды ( $t$ ) въ ваннѣ, равно какъ и кипящей воды ( $t_1$ ), измѣрить.

Вычитаніемъ вѣса колбы ( $w$ ) изъ вѣса ( $a$ ) опредѣляется объемъ вошедшей воды (1 гр. = 1 куб. сант.) Если же вычесть вѣсъ колбы ( $w$ ) изъ ( $b$ ) — опредѣлится объемъ колбы. Вычитаніемъ этихъ двухъ разностей опредѣляется объемъ воздуха, который при  $t^0$  наполняетъ только часть колбы, а при  $t_1^0$  совершенно. Разность  $t_1 - t$  есть измѣненіе температуры. Вычислать расширеніе (въ куб. сант.) 1 куб. сант. воздуха при нагрѣваніи отъ  $t^0$  до  $(t+1)^0$ . Этотъ результатъ выразить въ формѣ общей дроби. Какой величиной выра-



жаются теоретически эта дробь по закону Гей-Люссака. Результат одинъ и тотъ же для всѣхъ газовъ и газовыхъ смѣсей (исключенія, литература).

### 3. Законъ Бойля (колич.).

Короткій конецъ Т-образной трубки (занять) соединить съ аппаратомъ, которымъ пользовались въ предшествующемъ опытѣ (колба должна быть суха). Другой короткий конецъ запереть каучукомъ съ зажимомъ. Каучукъ соединенъ съ насосомъ. Длинный конецъ трубки (около 40 сант.) погруженъ въ стаканъ со ртутью! Оба зажима открыть и, насколько возможно, выкачать насосомъ воздухъ. Закрывши зажимы снова, опредѣлить высоту поднявшагося въ длинный конецъ трубки столба ртути. Т-образную трубку отнять. Кранъ въ колбѣ оставить закрытымъ. Поставить колбу, какъ и въ предвѣдущемъ опытѣ, внизъ горломъ въ пневматическую ванну и открыть кранъ. Сравнявши уровни воды, закрыть кранъ и взвѣсить колбу. Поглядѣть барометрическое давленіе (р). Вычитаніемъ вѣса колбы ~~изъ~~ только что полученнаго вѣса опредѣляется объемъ вошедшей воды. Вычитая этотъ объемъ изъ общаго объема колбы (d), опредѣлить объемъ воздуха, который при атмосферномъ давленіи (р) только отчасти наполняетъ колбу, а при уменьшенномъ ( $p_1$ ) сплошь.  $p_1$  находятъ вычитаніемъ высоты столба вошедшей въ трубку ртути изъ р.

Законъ Бойля выражается такъ:  $c : d = p_1 : p$ . Вычислить d изъ c,  $p_1$  и р по этой формулѣ и сравнить вычисленіе съ наблюденной величиной.

## ГЛАВА III.

### Химическія превращенія.

#### 1. Признаки химических превращеній.

##### Задачи:

а) Составить для собиранія газа (пользуясь большой бутылкой) особый сосудъ, который для краткости бу-

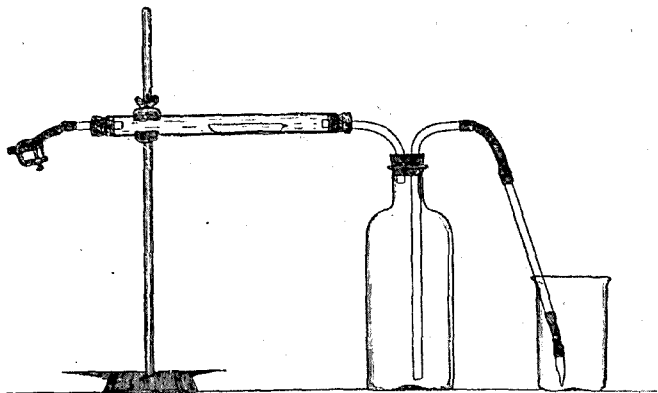


Рис. 4.

демъ всегда называть „аспираторомъ“. Соединить его съ тугоплавкой стеклянной трубкой 25—30 см. длиною. Другой конецъ трубки закрыть пробкой со стеклянной трубкой, каучукомъ и винтовымъ зажимомъ на каучукѣ. Остальныя части аппарата ясны безъ дальнѣйшаго описанія по рис. 4. Пробка сосуда должна быть каучуковая. Трубка у наружнаго конца зажата въ лапы штатива. Передъ началомъ опыта нужно убѣдиться герметически-ли запирается аппаратъ. Для этой цѣли

бутылъ надо налить до высоты 3—5 сант. водой и за-  
винтить зажимъ (на лѣвомъ концѣ рис.). Затѣмъ про-  
дуть черезъ сифонную трубку (справа на рис.) немного  
воздуха въ бутылъ. Если аппаратъ не пропускаетъ  
воздуха, то уровень жидкости внутри сифонной трубки  
будетъ выше, чѣмъ въ бутылѣ внѣ трубки, и эта раз-  
ность уровней остается неизмѣнной долгое время. Если  
уровень воды въ трубкѣ опускается, всѣ соединенія и  
пробки надо хорошенько еще разъ пересмотрѣть.  
Послѣ всего этого наполнить фарфоровую лодочку  
желѣзомъ въ порошокъ, которое предварительно про-  
сушено въ пробиркѣ при слабомъ нагреваніи. Опре-  
дѣлить на ручныхъ вѣсахъ вѣсъ лодочки и желѣза  
(опытъ не количеств.). Разсмотрѣть и описать въ жур-  
налѣ внѣшній видъ желѣза передъ опытомъ. Вставить  
лодочку въ средину трубки, бутылъ до краевъ напол-  
нить водой и заткнуть пробкой. Пропустить затѣмъ  
черезъ трубку (слѣва) кислородъ изъ бомбы съ сжа-  
тымъ кислородомъ и, когда изъ трубки будетъ вытѣс-  
ненъ воздухъ, соединить трубку съ „аспираторомъ“.  
Послѣ того, какъ соединительная пробка заткнута,  
дать водѣ вытечь до половины изъ „аспиратора“ подъ  
давленіемъ кислорода изъ бомбы. Теперь остановить  
токъ кислорода и завинтить зажимъ. Эта операція  
имѣетъ цѣлью съ одной стороны по возможности вы-  
тѣснить воздухъ, а съ другой—получить въ замкну-  
томъ пространствѣ нѣкоторый запасъ кислорода. Из-  
мѣненія объема кислорода замѣтны по тому, втекаетъ  
въ сосудъ или вытекаетъ изъ него вода. Чтобы отмѣ-  
тить объемъ кислорода передъ началомъ опыта, нужно  
наполнить стаканъ водой, затѣмъ, поднимая или опу-  
ская послѣдній, добиться равенства уровней воды въ ста-  
канѣ и въ бутылѣ (въ силу чего?) и отмѣтить этотъ уро-  
вень воды въ бутылѣ наклейкой узкой полоски бумаги.

Нагрѣть желѣзо при помощи бунзеновской горѣлки  
сначала слабо, а затѣмъ сильнѣе (см. примѣч.), на-

блюдая въ то же время происходящія измѣненія. Нагрѣвать до тѣхъ поръ, пока объемъ кислорода не перестанетъ уменьшаться. По охлажденіи трубки опредѣлить вышеописаннымъ способомъ положеніе уровня воды въ бутылѣ. Лодочку съ ея содержимымъ снова взвѣсить. Въ какомъ отношеніи измѣнилось желѣзо.

*Примѣчаніе* (8). Чтобы трубка въ томъ мѣстѣ, гдѣ ее нагрѣваютъ, не лопнула, цѣлесообразно ее обмотать здѣсь желѣзной проволокой.

б) Порохъ состоитъ изъ селитры (азотнокислый калий), сѣры и древеснаго угля. Изъ запасныхъ стеколъ взять на часовыя стекла пробы этихъ составныхъ частей и посмотреть, какія ихъ свойства могутъ послужить для ихъ различенія и раздѣленія (литература). Всего удобнѣе воспользоваться для этого растворимостью ихъ въ дистиллированной водѣ и въ сѣроуглеродѣ. Какія физическія свойства общи пороху (съ полки у стѣны) и его составнымъ частямъ въ отдѣльности? На основаніи этихъ наблюденій намѣтить и описать путь, слѣдуя по которому, можно рѣшить вопросъ, представляетъ ли порохъ смѣсь, или химическое соединеніе названныхъ веществъ.

*Примѣчанія.* (9) Всѣ пахучія жидкости, какъ сѣроуглеродъ, слѣдуетъ выливать въ раковину подъ тягой, а не въ раковины и мусорные ящики у рабочихъ столовъ.

(10) Фильтръ нужно всегда обрѣзать ножницами въ видѣ кружечка. Чтобы избѣжать потери, нужно пользоваться соответственно количеству фильтруемыхъ осадковъ возможно маленькими фильтрами и воронками. Фильтръ не долженъ выступать надъ краемъ воронки, а наоборотъ долженъ быть ниже его около  $\frac{1}{2}$  сант. (см. рис. 13).

(11) На глазъ часто нельзя опредѣлить растворяется ли тѣло. Жидкость нужно профильтровать; 2—3 капли фильтрата выпарить на часовомъ стеклѣ. Для сравненія выпарить 2—3 капли дистиллированной воды.

## 2. Законъ постоянныхъ вѣсовыхъ отношеній.

(Коллч.; употребленіе аналитическихъ вѣсовъ и взвѣшивание до сантигр.).

### Задачи:

а) Взять для опыта 2 бюретки и выпарительныхъ чашки. Взвѣсить одну чашку. Разбавить 25 куб. сант. концентрированной соляной кислоты (на боковой полкѣ, сравн. прим. 12) такимъ же объемомъ воды и влить въ бюретку. Другую бюретку наполнить нашатырнымъ спиртомъ (реактивъ на рабочемъ столѣ). Слить изъ первой бюретки въ чашку 5 куб. сант. кислоты и прилить лакмусоваго раствора до замѣтнаго краснаго окрашиванія. Затѣмъ по каплямъ приливать, все время побалтывая жидкость въ стаканѣ, амміаку, пока жидкость не станетъ ни красной, ни синей. Жидкость выпарить на водяной банѣ досуха (тяги). Остатокъ, представляющій изъ себя хлористый аммоній, по охлажденіи до комнатной температуры, взвѣсить. Послѣ взвѣшиванія остатокъ еще нагревать съ  $\frac{1}{2}$  часа и опять взвѣсить, чтобы быть увѣреннымъ, что онъ совсѣмъ высохъ. Точно такъ же нужно поступать во всѣхъ подобныхъ случаяхъ. Если при выпариваніи и высушиваніи не выдѣляется никакихъ непріятныхъ паровъ, нагреваніе вмѣсто тяги можно вести на рабочемъ столѣ. Вмѣсто металлической водяной бани можно пользоваться стаканомъ съ кипящей водой, какъ указано на рис. 5. На голомъ огнѣ нагреваніе вести нельзя, такъ какъ хлористый аммоній летучъ.



Рис. 5.

Взвѣсить вторую чашку, налить въ нее 5 куб. см. соляной кислоты и двойное противъ прежняго количество амміака. Жидкость, какъ и прежде, досуха выпарить (тяги) и остатокъ взвѣсить. Присутствіе лакмуса въ этомъ случаѣ роли не играетъ. Сравнить количество образовавшагося въ обоихъ случаяхъ хлористаго аммонія и объяснить результаты. На какомъ физическомъ свойствѣ амміака основывается постановка опыта?

б) Въ тщательно взвѣшенную фарфоровую чашку насыпать около 1 гр. (точное взвѣшиваніе. См. прим. 6) двууглекислаго натрія и растворить въ чистой разбавленной соляной кислотѣ, которую прибавлять маленькими порціями. Послѣ cadaго прибавленія кислоты прикрывать чашку часовымъ стекломъ, чтобы не было потери черезъ разбрызгиваніе. Когда двууглекислый натрій растворится, обмыть тщательно часовое стекло изъ промывалки надъ чашкой и всю жидкость выпарить досуха подъ тягой на водяной банѣ или на стаканѣ съ кипящей водой. По охлажденіи взвѣсить. Какъ и прежде, еще нѣсколько разъ нагревать въ продолженіи получаса и взвѣшивать, пока не получится неизмѣнный вѣсъ. Вычислить отношеніе вѣсовъ употребленнаго для опыта двууглекислаго натрія и полученной поваренной соли,  $1 : x$ . Тотъ же опытъ продолжать съ двойнымъ количествомъ двууглекислаго натрія и снова опредѣлить отношеніе вѣсовыхъ количествъ. Оба результата сравнить и сдѣлать выводъ.

Вмѣсто выпарительной чашки, для растворенія веществъ въ соляной кислотѣ удобно пользоваться колбочкой, содержимое которой затѣмъ для выпариванія сливать въ чашку. Какое физическое свойство соляной кислоты дѣлаетъ возможнымъ этотъ опытъ?

*Примѣчаніе.* (12). На каждомъ рабочемъ столѣ стоять шесть стеклянокъ съ разбавленными и концентрированными кислотами. Концентрированныя кислоты представляютъ изъ

себя водные растворы такой крепости: серная кислота (жидкость)—94<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, соляная (газъ)—34<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, азотная (жидкость)—65<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Разбавленные кислоты представляют растворы во много разъ болѣе слабые.

## ГЛАВА IV.

### Кислородъ.

#### 1. Образование.

Въ тугоплавкой пробиркѣ нагрѣть отдѣльно другъ отъ друга небольшія количества перекиси барія, перекиси свинца, двуххромокислаго калия и пиролюзита (перекиси марганца); послѣдній должно предварительно нагрѣть въ фарфоровомъ тиглѣ для удаленія влаги. Выдѣляется ли при этомъ какой-либо газъ? Попробовать лучинкой (см. прим. 14 и 16). Если бунзеновскаго пламени не достаточно, воспользоваться паяльной лампой. Какой видъ имѣютъ остатки?

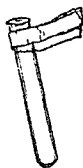


Рис. 6.

*Примѣчанія.* (13). Пробирку во время нагрѣванія слѣдуетъ захватывать лапкой или обхватывать полоской бумаги (рис. 6). Во всякомъ случаѣ пробирку держать горизонтально; иначе, улетающая вода снова сгущается въ верхней части пробирки, и отъ скатывающихся внизъ на горячее дно капель пробирка лопается.

(14) Надо брать длинную лучинку (на полкъ у стѣны), а не спичку.

(15) Пробирку послѣ каждого опыта вымывать дымящей азотной кислотой и высушивать.

(16). Начиная съ этой главы, заносить въ журналъ для всѣхъ химическихъ превращеній равенства.

Если незамѣтно никакого превращенія, нечего и равенство составлять. Формулы употребляемыхъ для опыта веществъ нужно отыскать въ учебникѣ. Формулы же веществъ образующихся искать также въ учебникѣ только послѣ того, какъ занимающійся разсмотритъ внѣшній видъ продуктовъ

реакціи и отвѣтитъ на вопросъ: выдѣляется-ли кислородъ, и такимъ образомъ получить указаніе на продуктъ, формулу котораго надо искать.

(17) Продажная перекись марганца (пиролюзитъ) содержитъ иногда древесный уголь и при нагреваніи въ смѣси съ бертолетовой солью (2) производитъ варывы. Поэтому пиролюзитъ нужно, предварительно, отдѣльно нагрѣть. Вспышки указываютъ на присутствіе горючихъ примѣсей.

## 2. Полученіе.

5 гр. хлорноватокаліевой соли и 3 гр. измельченнаго въ порошокъ и высушеннаго пиролюзита тща-

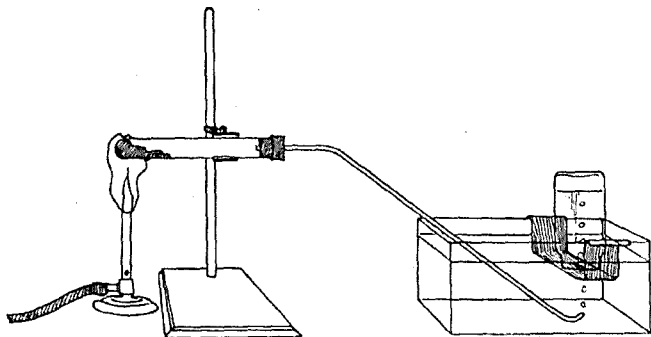


Рис. 7.

тельно перемѣшать на глянцевитой бумагѣ и сыпать въ тугоплавкую пробирку съ пробкой и съ газоотводной трубкой (рис. 7). Попробовать хорошо ли держитъ аппаратъ. Пробирку зажать въ лапы штатива. Нагрѣть осторожно пробирку, избѣгая бурнаго выдѣленія газа, и выдѣляющійся газъ собрать надъ водой въ 4 бутылки. Какъ только бутылки наполнятся, газоотводную трубку вынуть изъ воды (зачѣмъ?). Пробирку по охлажденіи промыть водой.



### 3. Свойства.

#### Задачи:

а) Опустить въ одну изъ стеклянокъ маленькую желѣзную ложку съ зажженной сѣрой (?). Вынувъ ложку, налить немного воды, заткнуть бутылъ рукой и встряхнуть.

Какъ дѣйствуетъ эта вода на лакмусовую бумагу или на лакмусовый растворъ? (литература).

б) Во вторую стеклянку опустить вмѣсто сѣры подогрѣтый фосфоръ (?) (ассистентъ).

Желтый фосфоръ рѣзать можно только подъ водой; брать его можно только пинцетомъ. Руками касаться его нельзя, такъ какъ онъ легко загорается и причиняетъ тяжкіе ожоги. Красный фосфоръ безопасенъ и потому онъ для вышеупомянутаго опыта болѣе удобенъ, чѣмъ желтый. Поступить какъ при а (?). Какъ дѣйствуетъ вода на лакмусъ? (Литература)

с) Въ третью стеклянку опустить тлѣющій уголекъ, зажавши его въ щипцы или укрѣпивъ на мѣдной проволоцѣ (?). Приливъ воды и взболтавъ нѣсколько разъ, произвести испытанія съ помощью известковой воды (?) (литература).

### 4. Химическія измѣненія, происходящія при добываніи нислорода. (Количеств.).

#### Задачи:

Выбрать способъ, воспользовавшись которымъ можно раздѣлить получившіяся въ остаткѣ во 2 опытѣ вещества и вмѣстѣ съ тѣмъ убѣдиться, претерпѣли-ли какое-нибудь измѣненіе пиролюзитъ. Прежде чѣмъ приступить къ приведенію въ исполненіе намѣченнаго способа, надо представить его на одобреніе ассистента.

То, что пиролюзитъ не претерпѣлъ никакихъ измѣненій, опредѣлить не по выдѣленію изъ него кислорода, а простымъ взвѣшиваніемъ. Получившійся хлористый калий надо выдѣлить и сравнить по внѣшнему виду (кристаллы) съ бертолетовой солью. Какія реакціи съ азотнокислымъ серебромъ дають хлористый калий и бертолетова соль (съ полки)? Объяснить различіе (литература).

### 5. Медленное окисленіе металловъ.

Занимающійся самъ долженъ выбрать и описать способъ, пользуясь которымъ можно доказать, что воздухъ теряетъ одну изъ своихъ составныхъ частей, когда въ немъ ржавѣютъ влажныя желѣзныя опилки. Расположеніе опыта передъ началомъ его надо представить на одобреніе ассистента.

### 6. Взвѣсить литръ кислорода, пользуясь аспираторомъ. (Количеств.).

а) Тщательно высушить на бунзеновской горѣлкѣ измелъченную въ порошокъ бертолетову соль. Пользуясь вышеописаннымъ аспираторомъ (1-литровая бутылъ) и тугоплавкой пробиркой, составить изображенный на рис. 8 аппаратъ.

*Примѣчаніе.* Тугоплавкія пробирки не всегда имѣются въ запасѣ. Ихъ нужно предварительно заказать. Пробирки, приготовленныя изъ тугоплавкаго стекла самимъ занимающимся, также годятся.

При помощи каучука надѣвается стеклянный наколечникъ. Какъ и въ прежнихъ опытахъ, надо испытать не пропускаютъ-ли воздухъ пробки и каучуки. Наполнить бутылъ водой, однако такъ, чтобы короткая трубка не касалась воды. Сифонъ долженъ быть заполненъ водой и запертъ зажимомъ. Взвѣсить туго-

плавкую пробирку и насыпать въ нее около 1 гр. бертолетовой соли. Вѣсъ бертолетовой соли точно установить,—онъ не многимъ долженъ превышать 1 гр. Испытать хорошо-ли держать пробки. Соединить пробирки съ аспираторомъ, открыть зажимъ, въ стаканъ налить немного воды и настолько приподнять, чтобы уровни воды въ стаканѣ и въ бутылѣ сравнялись и, слѣдовательно, давленіе газа снаружи и въ пробиркѣ сдѣлалось одинаково. Теперь, осторожно подогревая соль, разложить ее, а вытекающую черезъ сифонъ воду

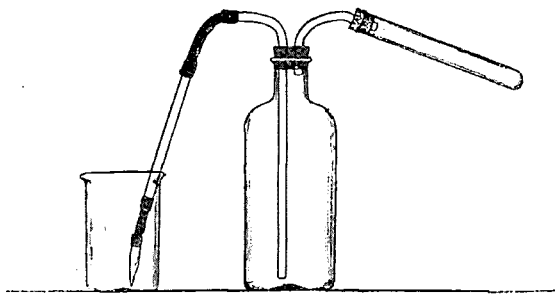


Рис. 8.

собрать въ опорожненный передъ тѣмъ стаканъ. При началѣ нагреванія отъ соли легко отскакиваютъ твердыя частицы. Ни въ какомъ случаѣ онѣ не должны попадать въ трубку, соединенную съ пробиркой, или въ бутылъ, такъ-какъ результаты взвѣшиванія будутъ не точны, если твердыя частицы выскочатъ изъ пробирки и, такимъ образомъ, ускользнутъ отъ взвѣшиванія. Нагреваніе надо время отъ времени прерывать, чтобы дать возможность частичкамъ осаждаться. Нагреваніе остановить, какъ только стекло станетъ размягчаться или прекратится выдѣленіе газа. Голубое пламя бунзеновской горѣлки окрашивается въ желтый

цвѣтъ, какъ только пробирка нагревается слишкомъ сильно. Доводить опытъ до конца не обязательно (см. 6, b). Нужно слѣдить за тѣмъ, чтобы наконецникъ сифона съ момента прекращенія нагреванія находился въ водѣ. Аппаратъ оставить охладиться до комнатной температуры. Нѣкоторая доля воды изъ стакана при этомъ опять переходитъ въ бутылъ. Для успѣха опыта очень важно, чтобы въ бутылъ не вошелъ черезъ сифонъ воздухъ. Затѣмъ нужно установить вышеописаннымъ способомъ равенство уровней жидкости и зажать зажимъ.

Теперь опредѣлить вѣсъ собравшейся въ стаканъ воды. Вывести отсюда объемъ выдѣлившагося газа. (Какъ обстоитъ теперь дѣло съ воздухомъ, первоначально бывшимъ въ аппаратѣ?). Охладившуюся тугоплавкую пробирку взвѣсить и, одновременно съ тѣмъ, замѣтить барометрическое давленіе и температуру. Упругость водяного пара при температурѣ опыта (см. Приб.) вычесть изъ барометрическаго давленія, чтобы прямо получить парціальное давленіе кислорода въ бутылѣ. Привести объемъ къ  $0^{\circ}$  и 760 мм. Опредѣлить вѣсъ выдѣлившагося кислорода вычитаніемъ вѣса полученной въ остаткѣ соли изъ вѣса взятой для опыта хлорноватокаліевой соли. Вычислить вѣсъ 1 литра и объемъ 32 гр. кислорода. Какимъ классомъ газовъ ограничивается примѣненіе аспиратора при подобнаго рода опытахъ?

b) Какимъ образомъ измѣнится форма пробирки, если сильно нагревать ее (1), когда она находится еще въ соединеніи съ аспираторомъ и (2) когда она разъединена съ нимъ? Тугоплавкую пробирку отъ опыта 6 нагрѣть, чтобы выдѣлился весь кислородъ, и по охлажденіи взвѣсить. Количество всего заключавшагося въ хлорноватокисломъ калии кислорода опредѣляется вычитаніемъ вѣса оставшагося хлористаго калия.

Опредѣлить отношеніе вѣсовъ хлористаго калия и кислорода въ предположеніи, что формула соли— $\text{KCl}$ , а молекулярный вѣсъ ея  $= 74,5$ . Вычисленіе производится слѣдующимъ образомъ: вѣсъ хлористаго калия : вѣсъ кислорода  $= 74,5 : x$ . По закону эквивалентовъ  $x$  равно или 16, или кратному этого числа.

Какова формула хлорноватокислаго калия? Какъ выразить уравненіемъ распадъ хлорноватокислаго калия при нагрѣваніи?

## ГЛАВА V.

### Эквивалентные вѣса, формулы и уравненія химическихъ превращеній.

#### 1. Составъ двуокиси углерода (колич.).

*Примѣчаніе.* (18). Нижеслѣдующій опытъ лучше вести двумъ занимающимся совмѣстно.

Къ тугоплавкой трубкѣ, длиною 25—30 см., подобрать пробуравленныя пробки. Съ одной стороны въ отверстіе пробки вставить короткую стеклянную трубку, а съ другой U-образную трубку, какъ показано на рис. 9.—Внутренніе острые края трубки надо или закруглить подпилкомъ, или оплавить на паялкѣ. Каучуковые пробки запираютъ лучше. Къ U-образной трубкѣ при помощи пробки присоединена короткая, прямая, оттянутая въ тонкій кончикъ трубка, поперечнаго сѣченія узкой пробирки. Далѣе, къ U-образной трубкѣ надо придѣлать проволочную петлю, чтобы вѣшать ее на крючекъ вѣсовъ при взвѣшиваніи. Въ трубку помѣстить слой зерновой окиси мѣди или скатанную въ цилиндрикъ (длинною около 4 см.) и окисленную мѣдную проволочную сѣтку. Если пользуются зерновой окисью мѣди, то съ обѣихъ сторонъ ея нужно аккуратно приткнуть асбестовыя пробки. Окись мѣди и

асбестъ для каждаго опыта прокалывать въ фарфоровомъ тиглѣ. Когда все это готово, отвѣсить около 0,2 гр. чистаго сухого сахарнаго угля (изъ запасовъ) въ фарфоровой лодочкѣ и помѣстить въ трубку сзади окиси мѣди. Въ изгибъ U-образной трубки налить нѣсколько кубическихъ сантиметровъ крѣпкаго раствора ѣдкаго кали (около 30%), а заостренную трубочку наполнить кусочками сухого ѣдкаго кали. Аппаратъ долженъ заператься герметически (ассистентъ). Соединенныя вмѣстѣ трубки съ кали надо взвѣшивать непосредственно передъ опытомъ, для чего ихъ привѣшиваютъ за проволочную петлю на крючокъ вѣсовъ.

Обмотать, какъ раньше было указано, трубку предохранительной проволочной сѣткой, соединить съ кис-

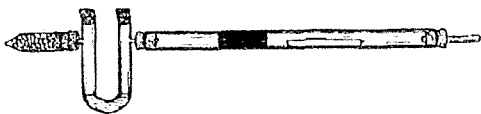


Рис. 9.

лородной „бомбой“ (или съ другимъ источникомъ кислорода) и нагрѣвать двумя горѣлками (занять) въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится лодочка и окись мѣди. Токъ кислорода пропускать осторожно и регулировать такъ, чтобы уголь сгоралъ медленно и чтобы черезъ кали-аппаратъ проходило не болѣе 15—20 пузырьковъ неиспользованнаго кислорода въ минуту. Если токъ кислорода силенъ, можно опасаться потери двуокиси углерода. Сначала нагрѣвать передній конецъ лодочки. Здѣсь уголь накаливается и это накаливаніе, вызываемое процессомъ горѣнія, распространяется спереди назадъ. Черезъ 30—45 минутъ сожженіе кончено. По окончаніи его нужно пропускать черезъ трубку кислородъ еще 4—5 минутъ (для чего?). Отнять кали-аппа-

ратъ и взвѣсить. Результатъ получится точнѣе, если передъ взвѣшиваніемъ кислородъ вытѣснить (ассистентъ) воздухомъ (почему?). По охлажденіи трубки взвѣсить лодочку вмѣстѣ съ оставшейся въ ней золой.

Потеря въ вѣсѣ лодочки обозначаетъ количество потребленнаго угля, прибавка въ вѣсѣ кали-аппарата указываетъ количество образовавшейся двуокиси углерода. Изъ разности этихъ двухъ данныхъ получается количество потребленнаго кислорода.

Каковъ процентный составъ двуокиси углерода и сколько углерода соединяется съ 8 вѣсовыми частями кислорода? Такимъ образомъ, получается вѣсовое количество входящаго въ соединеніе углерода (кислородъ = 8), а также вѣсъ углерода, который эквивалентенъ вѣсовымъ количествамъ другихъ элементовъ, соединяющимся также съ 8 вѣсовыми частями кислорода. Вывести формулу двуокиси углерода изъ найденнаго процентнаго отношенія, кладя въ основу атомные вѣса кислорода и углерода: 16 и 12.

Каково уравненіе реакціи сгоранія углерода?

Какова была бы формула двуокиси углерода, если принять, что химическіе символы обозначаютъ эквивалентные вѣса?

## 2. Вѣсовое количество металла, входящее въ соединеніе съ кислородомъ (количеств.).

Большую часть окисей металловъ непосредственно изъ кислорода и металла можно получить, собрать и взвѣсить, только съ трудомъ. Для этого болѣе удобенъ косвенный путь, который состоитъ въ томъ, что определенное количество металла переводятъ въ соответствующій нитратъ (дѣйствіемъ азотной кислоты) и накалываютъ этотъ послѣдній. (Уравненія этого превращенія не составляютъ).

### Задачи:

а) Въ взвѣшенную выпарительную чашку средняго размѣра положить приблизительно 0,5 гр. (около 15 см.) чистой желѣзной проволоки и снова взвѣсить. Прикрывъ часовымъ стекломъ (выпуклой стороной внизъ), влить 5 куб. см. чистой разбавленной азотной кислоты. Прикрытую выпарительную чашку подогрѣвать на водяной банѣ, пока не растворится все желѣзо. Теперь тщательно обмыть надъ чашкой часовое стекло, и растворъ на водяной банѣ или на стаканѣ съ кипящей водой выпарить до суха (тяга). Получившійся въ чашкѣ сухой остатокъ (изъ чего онъ состоитъ?) поставить на проволочную сѣтку и нагрѣвать осторожно на горѣлкѣ, держа послѣднюю въ рукѣ, пока не прекратится выдѣленіе бурыхъ паровъ. По охлажденіи чашку вмѣстѣ съ содержимымъ (?) взвѣсить. Для провѣрки, какъ всегда въ подобныхъ случаяхъ, еще разъ нагрѣть и взвѣсить.

Изъ полученныхъ данныхъ вычислить, какое вѣсовое количество желѣза соединяется съ 8 вѣсовыми частями кислорода. Это число есть вмѣстѣ съ тѣмъ и вѣсъ желѣза, эквивалентный такимъ количествамъ другихъ элементовъ, которые соединяются съ 8 частями кислорода.

Атомные вѣса желѣза и кислорода—56 и 16. Какая формула для окиси желѣза отсюда вытекаетъ?

б) Вмѣсто желѣза можно взять чистаго цинку (около 0,5 гр.). Опытъ ведутъ какъ предыдущій. Остатокъ отъ выпариванія состоитъ изъ сиропообразной жидкости, которую нельзя высушить. Нагрѣваніе нужно вести съ величайшею осторожностью, чтобы избѣжать потери отъ разбрызгиванія. Отвѣтить на тѣ же вопросы, какъ и въ 2 а.



### 3. Эквивалентный вѣсъ металла, опредѣляемый по выдѣленію водорода (колич.).

#### Задачи:

а) Сначала наполнить водой пневматическую ванну и 1-литровую колбу, чтобы вода во время другихъ приготовленій къ опыту приняла температуру комнаты. Затѣмъ вскипятить около  $\frac{1}{2}$  л. воды. Колбу въ 100 куб. см. съ довольно широкимъ горломъ снабдить пробкой съ двумя отверстіями; подобно рис. 10, съ отводной трубкой, только вмѣсто воронки съ трубкой вставить капальную воронку. Не выгодно брать для этого колбу большей вмѣстимости, въ виду бесполезно большой затраты кислоты. Трубка капальной воронки должна доходить до дна колбы, а нижній конецъ отводной трубки долженъ кончаться у нижней поверхности пробки. Къ отводной трубкѣ приспособить длинную каучуковую или стеклянную трубку. Испытать, хорошо ли закупоренъ аппаратъ.

Точно взвѣсить около 2 гр. химически чистаго цинка. Обмотать платиновую проволоку, не отнимая ея отъ стеклянной палочки, вокругъ цинка (цѣль?). Затѣмъ спустить осторожно вмѣстѣ съ платиновой проволокой и стеклянной палочкой въ колбу. Заткнувши пробкой, наполнить аппаратъ черезъ капальную воронку до конца отводной трубки кипяченой водой. Давши водѣ почти совсѣмъ вытечь изъ шарика воронки, запереть кранъ. Теперь перевернуть литровую колбу, укрѣпить ее на подставкѣ пневматической ванны и подвести подъ нее трубку, которая должна проводить въ литровую колбу газъ. Налить послѣ этого въ шарикъ воронки до половины концентрированной соляной кислоты (съ полки у стѣны) и дать стекать ей черезъ кранъ медленно порціями къ цинку. Если правильно вести

прибавку кислоты, дѣйствіе ея на цинкъ происходитъ постоянно, но не бурно. Когда растворится весь металлъ, выдѣлившійся газъ надо весь перевести въ пріемникъ, для чего черезъ капальную воронку опять наливаютъ прокипяченной воды. (Слѣдить, чтобы не пропустить въ аппаратъ воздуха).

Какъ только газъ приметъ комнатную температуру, пріемникъ погрузить въ ванну настолько, чтобы уровни воды снаружи и внутри сравнялись. Въ такомъ положеніи заткнуть ее пробкой, вынуть изъ ванны и взвѣсить (G). Изъ вѣса совершенно наполненной водой колбы и только что полученнаго вѣса G получается объемъ выдѣливавшагося и барометрическое давленіе, а изъ послѣдняго вычесть упругость паровъ воды (см. въ прибавленіи). Вычислить вѣсъ выдѣливавшагося водорода (1 литръ при 0° и 760 мм. вѣситъ 0,09 гр.). Какъ великъ эквивалентный вѣсъ (кислородъ = 8) цинка, т. е. вѣсовое количество металла, замѣщающее 1,0076 гр. водорода (?). Пневматическую ванну должно тщательно ополоснуть, чтобы и слѣда кислоты въ ней не оставалось. Послѣ этого поставить ее, чтобы она не ржавѣла, дномъ къверху сушиться.

б) Тотъ же опытъ провести вмѣсто цинка съ магниемъ (около 0,7 гр.), желѣзомъ (около 1,5 гр.) или съ алюминіемъ (около 0,8 гр.).

Если нѣтъ капальной воронки, можно воспользоваться и обыкновенной воронкой, которую нужно соединить при помощи каучуковой трубки съ прямой стеклянной трубкой; на каучуковую же трубку надѣть зажимъ. Также можно воспользоваться и аспираторомъ (рис. 8). Въ этомъ случаѣ металлъ (половинныя количества противъ указанныхъ выше), воду и узкую пробирочку съ кислотой вводятъ въ пробирку и смѣшиваютъ наклоненіемъ стеклянки, по составленіи аппарата.

4. Если количества  $a$  и  $b$  двухъ тѣлъ эквивалентны количеству  $c$  третьяго, то и между собой они эквивалентны.

Если былъ проведенъ опытъ 2b, то надо сравнить количество цинка, которое соединяется съ 8 гр. кислорода, и количество цинка, вытѣсняющаго 1,0076 гр. водорода. Если количества равны, то можно соотвѣтственные количества водорода и кислорода соединить въ химическое соединеніе. Какое соединеніе имѣетъ отвѣчающій этому составъ?

5. Вѣсовое количество хлора, входящее въ соединеніе съ цинкомъ. (количеств.).

Въ взвѣшенную фарфоровую чашку средняго размѣра положить около 2 гр. чистаго цинка, налить немного концентрированной чистой соляной кислоты (съ боковой полки), разбавленной въ отношеніи 1 : 2, и накрыть чашку часовымъ стекломъ (выпуклой стороной внизъ). Если реакція идетъ очень слабо, положить на цинкъ платиновую проволоку. Частыми прибавками небольшихъ количествъ соляной кислоты вызываютъ гладкое теченіе реакціи. Нужно однако наблюдать, чтобы къ концу реакціи не было большого избытка кислоты, такъ какъ тогда потратится много времени на выпариваніе. Когда весь металлъ растворится, тщательно обмыть часовое стекло и платиновую проволоку надъ чашкой и убрать ихъ. Насколько можно, выпарить растворъ на водяной банѣ или на стаканѣ съ кипящей водой (тяга), поставить чашку на треножникъ и выпаривать осторожно при помощи бунзеновской горѣлки сиропообразную жидкость до суха. Бѣлый сухой остатокъ нагревать, пока не начнетъ сплавляться, но не сильнѣе; этого лучше всего можно достигнуть, если пламенемъ бунзеновской горѣлки водить по поверхности. Избѣгать слишкомъ сильнаго нагреванія, такъ какъ хло-

ристый цинкъ при высокой температурѣ летучъ. Когда чашка охладится на столько, что за нее можно взяться (если возможно, воспользоваться эксикаторомъ; ассистентъ), ее тщательно вытереть снаружи и взвѣсить. Взвѣшивание нужно вести быстро, такъ какъ это вещество жадно поглощаетъ влагу изъ воздуха. Вслѣдствіе этого свойства хлористаго цинка результатъ получается не точный, если на охлажденіе (когда оно ведется не въ эксикаторѣ) и на взвѣшивание потратится много времени. Опять, какъ и въ подобныхъ предыдущихъ случаяхъ, надо вещество снова сплавить, охладить и взвѣсить и наименьшій результатъ считать за вѣрный.

Пользуясь полученнымъ въ За эквивалентнымъ вѣсомъ цинка и полученными въ послѣднемъ опытѣ результатами, вычислить вѣсъ хлора, входящій въ соединеніе съ цинкомъ. Это число представляетъ вѣсъ, эквивалентный 8 вѣсов. частямъ кислорода.

Какая формула хлористаго цинка, если атомный вѣсъ цинка 65,4, а хлора—35,5?

Пользуясь результатомъ опыта За, вычислить, сколько вѣсовыхъ частей водорода вытѣсняются 65,4 частями цинка. Какова значность (валентность, атомность цинка?

Выразить уравненіемъ дѣйствіе соляной кислоты на цинкъ.

## 6. Кратныя отношенія (колич.).

### Задачи:

а) (Двое работаютъ вмѣстѣ). Заткнуть тугоплавкую стеклянную трубку въ 25—30 см. длины съ обоихъ концовъ пробурованными пробками, въ отверстія которыхъ вставлены коротенькія стеклянные трубки. Одинъ конецъ черезъ промывалку (какъ на рис. 12), до половины наполненную концентрированной сѣрной кислотой, соединить съ киповскимъ аппаратомъ для

водорода. Испытать, хорошо ли запирается аппаратъ. Взвѣсить двѣ фарфоровыхъ лодочки (занять); изъ нихъ въ одну насыпать около 1 гр. предварительно прокаленной въ тугоплавкой пробиркѣ окиси мѣди въ порошокъ, а въ другую около 1 гр. закиси мѣди \*) (изъ запасовъ лабораторіи) и снова взвѣсить. Вставить лодочки въ тугоплавкую трубку. Онѣ должны быть со-всѣмъ близко другъ къ другу и какъ можно дальше отъ пробокъ, чтобы послѣднія не загорѣлись. При записываніи, взвѣшиваніи и при вставленіи лодочекъ въ трубку надо слѣдить, чтобы не произошло какой-нибудь путаницы. Обернуть стеклянную трубку проволочной сѣткой.

Теперь пропустить черезъ аппаратъ медленный токъ водорода, пока не вытѣснится воздухъ. Какъ въ этомъ убѣдиться? Послѣ этого медленно нагрѣвать лодочки, начиная съ передней. Что собирается на заднемъ концѣ лодочки? Причина? По окончаніи реакціи, которая протекаетъ въ 10—15 минутъ, дать охладиться въ токѣ водорода. Затѣмъ взвѣсить лодочки вмѣстѣ съ содержимымъ (?) и убѣдиться въ томъ, что вѣсъ достигъ своей постоянной величины, повторнымъ нагрѣваніемъ въ токѣ водорода, охлажденіемъ и взвѣшиваніемъ.

Эквивалентный вѣсъ кислорода—8. Вычислить, пользуясь этими результатами, эквивалентный вѣсъ мѣди въ обоихъ окислахъ. Атомный вѣсъ кислорода 16, мѣди—63,6. Какъ выразить формулами оба окисла? Составить уравненія реакцій.

б) Сухой хлорнокислый калий такъ же, какъ остатокъ отъ опыта 6а (стр. 26) въ опытѣ 6 б (стр. 28), нагрѣть въ простой тугоплавкой пробиркѣ. Не надо

---

\*) Для этого служить чистая окись мѣди (отъ С. А. Ф. Kahlbaum in Berlin S O), хорошо запечатанная въ маленькихъ стеклянкахъ, которыя открывать надо только передъ употребленіемъ:

никакого аспиратора, а просто выпускать медленно кислородъ на воздухъ. Въ главѣ IV, 6 в вычислено было отношеніе вѣса хлористаго калия къ выдѣлившемуся кислороду ( $74,5 : x$ ). Въ предлагаемомъ опытѣ также привести въ извѣстность это отношеніе ( $74,5 : x'$ ). Значенія  $x$  и  $x'$  другъ съ другомъ сравнить. Какія самыя малыя цѣлыя числа, которыми можно выразить отношеніе  $x : x'$ ?

Пользуясь атомнымъ вѣсомъ кислорода (16) и результатами опыта, написать формулу хлорнокислаго калия.

с) Опытъ, описанный въ  $\alpha$ , можно провести съ окисью и двуокисью свинца. Окись очень легко поглощаетъ изъ воздуха углекислоту и потому не прочна. Она труднѣе восстанавливается, чѣмъ двуокись. Нагрѣвать въ токѣ водорода нужно до постояннаго вѣса.

## 7. Законъ Дюлонга и Пти.

Удѣльные теплоемкости, которыми здѣсь предстоить пользоваться, слѣд.:

магній . . . . .	0,250
алюминій . . . . .	0,214
железо . . . . .	0,114
мѣдь . . . . .	0,095
цинкъ . . . . .	0,095
свинецъ . . . . .	0,031

Законъ гласитъ: „Произведеніе атомнаго вѣса на удѣльную теплоемкость твердыхъ простыхъ тѣлъ выражается числомъ, которое лежитъ между 6 и 6,8“. Помножить эквивалентные вѣса, экспериментально установленные въ опытахъ 2, 3 и 6 (здѣсь оба значенія), на соотвѣтствующія удѣльныя теплоемкости. Если результатъ близокъ къ 6,4, то атомный вѣсъ и эквивалентный вѣсъ выражается однимъ и тѣмъ же числомъ. Если результатъ не сходится, надо умножить

эквивалентный вѣсъ на самое маленькое цѣлое число, какое необходимо, чтобы результатъ былъ возможно ближе къ 6,4. Это маленькое число выражаетъ также значность (валентность) элемента. Слѣд. произведеніе значности на эквивалентный вѣсъ равно атомному вѣсу. Произвести вычисленіе значеній атомныхъ вѣсовъ и значности. Обратитъ вниманіе, что у мѣди разная значность въ двухъ соединеніяхъ.

## ГЛАВА VI.

### Водородъ.

#### 1. Дѣйствіе кислотъ на металлы.

##### Задачи:

а) Маленькіе кусочки олова (гранулированнаго), мѣди (стружки), желѣза (опилки), цинка (гранулированнаго, изъ большой стеклянки), свинца (гранул.), алюминія (провода) и магнія (провода) облить каждый отдѣльно въ пробиркѣ небольшимъ количествомъ чистой концентрированной соляной кислоты (съ полки у стѣны) (составъ кислоты? Литература). Наблюдать, какъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ происходитъ взаимодействие, и записать, какъ располагаются металлы по силѣ дѣйствія (Примѣчаніе 19 ниже). Если никакой реакціи не происходитъ на холоду, подогрѣть. Если выдѣленіе газа происходитъ при нагрѣваніи, то это можетъ быть водородъ или пары воды и соляной кислоты. Сомнѣніе надо разрѣшить на основаніи внимательнаго наблюденія и другихъ соображеній.— Если замѣтное дѣйствіе прекратилось, отфильтровать жидкость и выпарить ее до суха на песчаной банѣ (почему?) (подъ тягой). Почему реакція постепенно слабѣетъ въ силѣ, если

металлъ взять въ избытокъ? На чемъ основывается воззрѣніе, что водородъ обязанъ своимъ происхожденіемъ кислотѣ, а не металлу или водѣ?

б) Испробовать, какое вліяніе оказываетъ на характеръ реакціи между металломъ и кислотой степень раздробленности металла; для этого надо воспользо- ваться вмѣсто гранулированнаго цинка цинковыми палочками.

с) Какъ дѣйствуетъ разбавленная сѣрная кислота на мѣдь, цинкъ (чистый) и желѣзо? Если на холоду реакція не начинается, положить на металлъ платиновую проволоку (?). Вслѣдъ затѣмъ, удаливши послѣднюю, капнуть каплю сѣрнокислой мѣди на цинкъ (?) и на желѣзо (?) и наблюдать дѣйствіе этого. Наконецъ, попробовать, какое дѣйствіе оказываетъ нагрѣваніе. Въ случаѣ, если выдѣляется водородъ, рассмотреть, гдѣ выдѣляются пузырьки и объяснить это (литература). Въ опытѣ съ желѣзомъ металлъ этотъ долженъ быть въ избыткѣ. Если въ этомъ опытѣ съ желѣзомъ кислота израсходовалась, отфильтровать еще теплый отъ реакціи растворъ и поставить въ сторону для кристаллизаціи (ассистентъ; см. такъ же примѣчанія).

д) Какъ дѣйствуетъ на желѣзо крѣпкая уксусная кислота?

е) Для сравненія съ опытомъ с, въ которомъ пользовались разбавленной сѣрной кислотой, изучить дѣйствіе концентрированной кислоты на цинкъ (гранул.) при одновременномъ нагрѣваніи для ускоренія реакціи. Что при этомъ образуется? (Примѣчаніе 19).

*Примѣчанія.* (19). При изученіи реакціи между различными веществами прежде всего ихъ нужно хорошенько взбалтываніемъ перемѣшать. Если реакція не идетъ, подогрѣть. Затѣмъ наблюдать, не выдѣляется-ли какой-нибудь газъ или пары, и, въ такомъ случаѣ посмотреть, есть-ли и какой именно запахъ. По этимъ указаніямъ поступать въ е.



(20) Крімъ результатівъ наблюденія для составленія уравненій реакцій нужны еще формулы веществъ, которые въ этомъ случаѣ не вытекають изъ наблюденія, а должны быть найдены въ учебникъ (литература).

## 2. Дѣйствіе металловъ на воду.

### Задачи:

а) Что сообщено на лекціи о дѣйствіи калия и натрія на воду?

б) (Двое работаютъ вмѣстѣ). Около 20 см. свернутой въ комокъ ленты магнія помѣстить въ верхнюю часть наискось зажатой въ лапу тугоплавкой трубки. Нижний конецъ послѣдней соединенъ съ кипятильникомъ, который составленъ изъ кипятильной колбы въ 250 куб. см. вмѣстимостью съ пробуравленной въ двухъ мѣстахъ пробкой, въ отверстія которой вставлена отводная трубка и трубка съ воронкой (см. рис. 10). Чтобы избѣжать остановокъ во время кипѣнія, набросать въ колбу кусочковъ фарфора. Теперь нагрѣть другой горѣлкой магній, пропустить паръ, а выдѣляющійся газъ собирать въ колбу надъ водой. Когда газа собрано достаточно, или весь магній окислился, вынуть газоотводную трубку изъ воды. Попробовать на огнѣ, горючій-ли газъ въ колбѣ.

с) Если нагрѣть твердый гидратъ окиси натрія (образование его см. въ а) съ натріемъ, то онъ обнаруживаетъ характерное измѣненіе. Вмѣсто натрія удобнѣе воспользоваться другимъ металломъ, который дѣйствуетъ подобнымъ образомъ.

Подогнать къ тугоплавкой пробиркѣ пробку съ газоотводной трубкой (рис. 8). 1 вѣсовую часть непосредственно предъ тѣмъ быстро истолченного гидрата окиси натрія тщательно перемѣшать съ  $1\frac{1}{2}$  частями цинковой пыли и всыпать въ пробирку, укрѣпленную горизонтально. Нагрѣть, и выдѣляющійся газъ собрать надъ

водой. Горючь-ли этотъ газъ? Какой выводъ о составѣ воды можно сдѣлать изъ опытовъ а и с? Изъ чего состоитъ твердый продуктъ реакціи въ пробиркѣ (литература)?

д) Около 5 гр. гранулированного цинка въ пробиркѣ облить разведеннымъ растворомъ сѣрнокислой мѣди (?). Спустя нѣсколько секундъ слить растворъ и налить въ пробирку воды. Надо внимательно слѣдить, чтобы зерна металла не оставались на воздухѣ, такъ какъ отъ этого уменьшается дѣйствіе его. Заткнуть затѣмъ пробирку пробкой съ отводной трубкой и маленькимъ пламенемъ медленно привести воду въ кипѣніе. Когда воздухъ совсѣмъ вытѣснится парами воды изъ прибора, собрать надъ водой очень медленно образующійся газъ. Горитъ-ли онъ? На основаніи опытовъ 1 а, с и 2 д сопоставить наблюденныя свойства цинка. Изъ сопоставленія всѣхъ этихъ опытовъ установить, какъ проявляетъ себя водородъ воды и кислотъ.

### 3. Полученіе водорода.

(Тѣмъ же самымъ аппаратомъ придется пользоваться въ 4 и 5).

#### Задача:

Насыпать гранулированного цинка (изъ большой запасной стеклянки) въ колбу 250 куб. см. вмѣстимостью (рис. 10), снабженную пробкой съ воронкой и отводной каучуковой трубкой, налить разбавленной соляной кислоты и изслѣдовать выдѣляющійся газъ послѣ того, какъ будетъ вытѣсненъ весь воздухъ (Ассистентъ. Нельзя газъ зажигать сейчасъ же въ началѣ опыта, такъ какъ легко можетъ произойти взрывъ. Нужно время отъ времени набрать газъ въ перевернутую вверхъ дномъ пробирку, заткнуть ее большимъ пальцемъ, поднести отверстіемъ внизъ къ стоящему въ сторонѣ пла-

мени и зажечь, не переворачивая опять пробирки. Если къ газу не примѣшанъ воздухъ, газъ загорается тихо, въ противномъ случаѣ съ шумомъ). Горятъ-ли въ этомъ газѣ обыкновенно горячія тѣла? Легче или тяжелѣе воздуха этотъ газъ? Впустить въ пробирку на  $\frac{1}{3}$  водорода и на  $\frac{2}{3}$  воздуха и поднести къ огню. Оставить въ дѣйствіи этотъ приборъ для опытовъ 4 и 5.

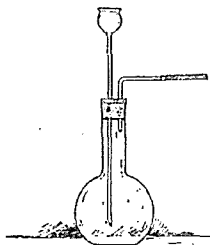


Рис. 10.

#### 4. Соединеніе водорода съ кислородомъ.

Вмѣсто отводной трубки приладить вытянутую въ капилляръ стеклянную трубку. Испытать, свободенъ ли газъ отъ воздуха. Прямо надъ отверстіемъ, изъ котораго выходитъ незажженный газъ, подержать сухой, холодный стаканъ и посмотрѣть не осаждается ли на немъ влага (причина?). Если да, то газъ надо высушить (почему?), для чего пропускаютъ его черезъ наполненную хлористымъ кальціемъ U-образную трубку прежде, чѣмъ онъ выйдетъ черезъ наконечникъ. Такимъ образомъ высушенный газъ, который, не будучи зажженъ, не осаждаетъ никакой влаги на поставленномъ передъ нимъ стаканѣ, зажечь, и холодный стаканъ держать передъ пламенемъ (?).

Пользуясь тѣмъ же наконечникомъ, зажечь свѣтильный газъ и держать передъ нимъ также холодный стаканъ. Какъ объяснить появленіе влаги?

#### 5. Возстановленіе.

Задачи:

а) (Работаютъ по двое). Заткнуть тугоплавкую стеклянную трубку съ двухъ концовъ пробками, въ отвер-

стія которыхъ вставлены короткія стеклянныя трубочки. Трубки въ трехъ отдѣльныхъ опытахъ съ глиноземомъ, окисью желѣза и съ сурикомъ приспособляются такъ, чтобы вещество каждый разъ находилось вблизи того конца, черезъ который позднѣе будутъ пропускать водородъ. Однако вещество не слѣдуетъ такъ плотно придвигать къ передней пробкѣ, чтобы послѣдняя могла пострадать, когда будутъ нагревать вещество. Каждый окиселъ нужно предварительно просушить нагреваніемъ въ фарфоровомъ тиглѣ. Зажавши въ лапу за задній конецъ и установивши горизонтально трубку, медленно пропускать черезъ нее сухой водородъ. Вмѣсто вышеописаннаго аппарата для полученія водорода, можно воспользоваться киповскимъ аппаратомъ. Затѣмъ нагрѣть каждый изъ окисловъ въ токѣ газа. Прежде чѣмъ начать нагреваніе, нужно убѣдиться, что воздухъ изъ аппарата вытѣсненъ (какъ? зачѣмъ?). Какое дѣйствіе оказываетъ водородъ на вышеозначенныя окислы? Сгущается-ли вода на заднемъ концѣ трубки? Если послѣ 3-хъ минутнаго нагреванія окисла до краснаго каленія никакого измѣненія въ немъ не замѣтно, значить, никакого дѣйствія и не происходитъ вообще.

Какія формулы имѣютъ рассматриваемые окислы? (Литература). Есть извѣстный лекціонный опытъ, который представляетъ обратно поставленный здѣсь опытъ съ окисломъ желѣза. Что это за опытъ? (Для успѣвающихъ: При какихъ условіяхъ реакція сполна протекаетъ въ томъ или другомъ направленіи? Литература).

б) Порошокъ магнія и углекислый кальцій хорошо перемѣшать въ ступкѣ и всыпать въ пробирку (на 1 — 1½ см. высотой). Зажать пробирку въ лапу и нагрѣть бунзеновской горѣлкой такъ, чтобы разогрѣлся верхній слой смѣси. Какъ только реакція начнется, прекратить нагреваніе. Реакція тогда распространяется по всей массѣ. (Нужно слѣдить, чтобы отверстіе про-

бирки все время было отвращено въ сторону отъ лица экспериментатора). Дать охладиться. По охлажденіи влить немного воды и затѣмъ осторожно избытокъ концентрированной соляной кислоты (?) Если пробирка лопнула, то ее вмѣстѣ съ содержимымъ помѣстить въ стаканъ. Кислота растворяетъ, вспѣвиваясь при этомъ, неизрасходованный избытокъ углекислаго кальція, а также образовавшіяся при реакціи окиси кальція и магнія. Остается въ остаткѣ только черный осадокъ (?). Отфильтровать и промыть его водой. Высушить этотъ осадокъ въ сушильномъ шкафу или на водяной банѣ и установить, что это уголь. Для этого смѣшать его съ одной частью хлорноватокаліевой соли въ сухой пробиркѣ, накаливать и дать остынуть, заткнувъ при этомъ пробирку большимъ пальцемъ. Наконецъ перелить газъ изъ этой пробирки въ другую съ известковой водой и взболтать. Какое явленіе при этомъ наблюдается? Какое вещество при этой реакціи есть возстановитель?

## ГЛАВА VII.

### Вода. Растворы.

#### 1. Чистота воды.

Выпарить нѣсколько капель дистиллированной воды на чистомъ часовомъ стеклѣ (почему не въ фарфоровой чашкѣ) на водяной банѣ. Остается-ли какой-нибудь осадокъ? Произвести то же самое съ обыкновенной водой. Какія примѣси при этомъ не даютъ остатка?

#### 2. Соединеніе съ окислами.

Нѣсколько кусочковъ окиси мѣди облить въ пробиркѣ небольшимъ количествомъ дистиллированной

воды, взболтать и жидкость слить. Послѣ этого снова прибавить воды, взболтать и испробовать растворъ нейтральной лакмусовой бумагой? Въ то же время испытать такой же бумажкой пробу свѣжей дистиллированной воды и сравнить оба окрашиванія. Произвести такой же опытъ съ окисью барія (?).

Отношеніе кислотныхъ окисловъ уже было разъяснено въ главѣ IV, 3 (стр. 25). Сопоставить результаты этихъ трехъ опытовъ.

### 3. Г и д р а т ы.

#### Задачи:

а) Немного мѣднаго купороса нагрѣть въ фарфоровомъ тиглѣ (?). Бѣлый порошокъ растворить, для чего его кипятятъ съ минимальнымъ количествомъ воды, какое только необходимо для растворенія. Поставить растворъ въ сторону. Какія реакціи при этихъ двухъ операціяхъ имѣютъ мѣсто?

б) (Количеств.). Небольшія количества глауберовой соли и мѣднаго купороса (около 1 гр.) взвѣсить, положить въ фарфоровыя чашки и послѣднія вмѣстѣ съ содержимымъ снова взвѣсить. Оставить чашки стоять 24 часа и снова взвѣсить (?). (Литература). Объяснить.

в) Осторожно нагрѣть небольшія количества хлористаго барія, азотнокислаго калия, сѣрнокислаго магнія, квасцовъ и двуххромокислаго калия въ сухихъ пробиркахъ и установить, происходятъ-ли какія-нибудь измѣненія (литература).

Все-ли кристаллизованныя вещества содержатъ воду? Обративъ на это вниманіе, раздѣлить на 2 группы изслѣдованные вещества.

г) (Колич.). Взвѣсить около 2 гр. кристалловъ гипса въ фарфоровомъ тиглѣ. Нагрѣвать до красна, пока вѣсъ не перестанетъ уменьшаться. Съ помощью атом-

ныхъ вѣсовъ элементовъ, формулъ сѣрноокислой соли и воды вычислить формулу гипса.

#### 4. Распльваніе.

Поставить небольшое количество углекислаго калия въ стаканѣ въ сторону и наблюдать день за день.

#### 5. Раствореніе: газы въ жидностяхъ.

##### Задачи:

Въ 1-литровую колбу налить до половины воды, заткнуть пробкой и сильно взбалтывать, пока вода не насытится воздухомъ. Замѣтить температуру воды и барометрическое давленіе. Измѣрить вмѣстимость колбы прибл. въ 100 куб. см. и снабдить ее пробкой съ отводной трубкой (рис. 11). Весь аппаратъ, включая и отводную трубку, совершенно наполнить насыщенною воздухомъ водой, воду нагревать до кипѣнія, а выдѣляющійся газъ собирать надъ водой въ обернутую дномъ кверху пробирку. Если объемъ газа болѣе не увеличивается, слѣдуетъ установить равенство и отмѣтить положеніе воды въ пробиркѣ (при помощи тоненькаго каучуковаго кольца, которое надо отрѣзать отъ каучуковой трубки). Объемъ, который занимаетъ воздухъ, измѣрить и вычислить, принимая во вниманіе упругость пара воды, какой объемъ воздуха содержался въ водѣ при наблюденной температурѣ и давленіи (?).

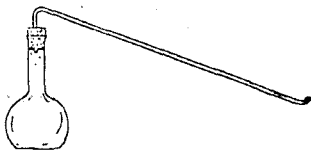


Рис. 11.

Въ какомъ отношеніи находятся объемъ воды и объемъ сухого воздуха, въ ней раствореннаго?

*Примѣчаніе (21).* Въмѣсто пробирки можно воспользоваться обернутой, отчасти наполненной водой бюреткой, если только внести поправку на разницу уровней воды внутри бюретки и внѣ ея. Эта поправка состоитъ въ томъ, что надо высоту водяного столба (разницу уровней), выраженную въ мм., раздѣлить на 13,6 (приведеніе къ ртутному давленію) и вычесть изъ барометрическаго давленія въ мм.

3) (Коллч.) Составить вмѣстѣ, какъ показано на рис. 12, промывную стеклянку и пробирку. Пробка, которая замыкаетъ пробирку, имѣетъ сбоку прорѣзъ, черезъ который можетъ выходить газъ. Пробирку надо обвить такъ проволокой, чтобы ее можно было подвѣшивать на вѣсы. Стеклянка на  $\frac{1}{3}$  наполняется водой (цѣль?).

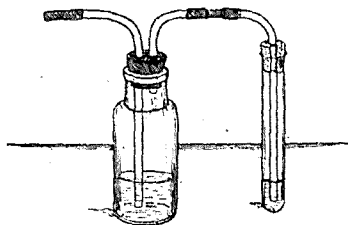


Рис. 12.

Пробирку вмѣстѣ съ пробкой и трубкой взвѣсить и налить въ нее около 5 куб. см. воды. Затѣмъ, пробирку снова взвѣсить и погрузить, наконецъ, въ стаканъ съ холодной водой. Промывную стеклянку соединить съ бомбой съ жидкой сѣрнистой кислотой (тяга) и пропускать медленный токъ черезъ аппаратъ. Когда, повидимому, вода будетъ насыщена газомъ, токъ газа прекратить. Разъединить приборъ, обтереть пробирку и взвѣсить. Снова пропускать около 1 минуты токъ газа и снова взвѣсить. Прибавку въ вѣсъ опредѣлить и эту операцію до тѣхъ поръ повторять, пока вѣсъ не перестанетъ увеличиваться. Запѣтить температуру ( $t$ )



воды въ стаканѣ и барометрическое давленіе (p). Какъ великъ вѣсъ двуокиси, растворимой въ 100 к. см. воды при  $t^0$  и p мм. давленія? Какой объемъ заняло бы это количество двуокиси сѣры въ газообразномъ состояніи при тѣхъ же условіяхъ? Въ какомъ отношеніи находятся объемъ воды и двуокиси сѣры, въ немъ растворяющейся? Какъ выражается законъ Генри объ отношеніи между количествомъ растворившагося газа и давленіемъ? (Литература).

## 6. Раствореніе: жидкости въ жидкостяхъ.

### Задачи:

а) Налить 5 к. см. сѣроуглерода въ одну сухую пробирку, а въ другую 5 к. см. воды. Капать сѣроуглеродъ въ воду, взбалтывая послѣ каждой прибавки, инаблюдать, происходитъ-ли раствореніе (?). Повторить тотъ-же опытъ, причемъ вливать воду въ сѣроуглеродъ (?).

б) Повторить опытъ такимъ-же образомъ съ эфиромъ и водой и со спиртомъ и водой, пользуясь сухими пробирками для эфира и спирта.

## 7. Раствореніе твердыхъ тѣлъ въ жидкостяхъ.

### Задачи:

а) Полученіе насыщеннаго раствора двухромовокислаго калия. Для этого истолченную соль облить 50 к. см. воды и взбалтывать съ паузами въ продолженіи 10 минутъ. Соль нужно прибавлять до тѣхъ поръ (при температурѣ 7—14 гр.), пока не останется нерастворившейся соли 4—5 гр. Измѣрить температуру раствора. Около 25 гр. раствора (колич.) взвѣсить въ фарфоровой чашкѣ и затѣмъ, выпаривъ досуха на водяной банѣ,

снова взвѣсить. Сколько двухромокислаго калия при наблюденной температурѣ растворяется въ 1 литрѣ дистиллированной воды?

б) 6 гр. двухромокислаго калия вскипятить въ пробиркѣ съ 10 к. см. воды. Другая-ли здѣсь растворимость, чѣмъ въ а? Дать охладиться прозрачному раствору (?) Какъ объяснить результатъ?

с) (Колич.) Влить въ двѣ пробирки по 10 к. см. воды. Въ одну изъ нихъ насыпать кристаллическаго истолченнаго въ порошокъ сѣрноокислаго натрія, пока часть его не будетъ оставаться нерастворенной, въ другую, такимъ же образомъ, безводнаго также истолченнаго сѣрноокислаго натрія (свѣжеприготовленнаго нагреваніемъ въ маленькомъ тиглѣ воду содержащей соли, если безводной соли нѣтъ). Взбалтывать послѣ каждой прибавки и часто ставить пробирки въ одинъ и тотъ же стаканъ съ водой, чтобы онѣ приняли одинаковую температуру. Опредѣлить затѣмъ, какъ и при а, растворимость обѣихъ сѣрнокислыхъ солей. Для опредѣленія пользуются возможно большимъ количествомъ раствора, стоящаго надъ нерастворившейся солью. При этомъ нужно слѣдить, чтобы нерастворившаяся соль не взмучивалась. Какъ объяснить такой результатъ опыта (литература)?

д) Сѣрнокислый кальцій облить только-что вскипяченной дистиллированной водой и взболтать. Перешло ли что-нибудь въ растворъ или нѣтъ? Тотъ же опытъ повторить съ мѣломъ (углекислый кальцій), причемъ первую порцію воды, встряхнувъ, вылить (?).

е) Двѣ несмѣшивающихся жидкости. Въ три пробирки положить понемногу іода; первую порцію облить водой, вторую—растворомъ іодистаго калия, а третью—эфиромъ и взболтать (?). Если въ какой-нибудь пробиркѣ останется нерастворившійся іодъ, жидкость слить съ него въ чистую пробирку. Влить теперь немного эфира въ первые два раствора, взболтать и внима-

тельно наблюдать, какое измѣненіе происходитъ. Можно ли отсюда заключить объ относительной растворимости іода въ этихъ трехъ растворителяхъ?

## ГЛАВА VIII.

### Хлоръ и соляная кислота.

#### 1. Полученіе хлора (тяга)..

Опыты 1 б и 2 нужно дѣлать одинъ за другимъ. 1 а можно предпринять уже послѣ нихъ.

#### Задачи:

а) Нѣсколько полосокъ фильтровальной бумаги погрузить въ крахмальный клейстеръ, къ которому прибавлена одна капля раствора іодистаго калия.

Облить въ пробиркахъ небольшія количества хлорноватокалиевой соли, сурика, глета (окиси свинца) (этотъ опытъ можно пропустить, если нѣтъ для проведенія его чистаго глѣта) и двуххромокислаго калия небольшимъ количествомъ концентр. соляной кислоты. Подвесить въ каждую пробирку раньше заготовленную полоску фильтровальной бумаги (?) и затѣмъ наблюдать, нѣтъ ли какого-нибудь запаха (?). Если на холоду не происходитъ никакой реакціи, подогрѣть. Какое свойство общее у веществъ, выделяющихъ хлоръ? Какъ объясняется разница въ дѣйствіи обоихъ окисловъ свинца?

б) Составить колбу вмѣстимостью 250 к. см. по рис. 10 и промывную стеклянку, какъ на рис. 12. Газоотводная трубка должна идти вертикально и быть довольно длинной, чтобы доходить до дна газопріемника (почему?). При этомъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы въ

каучуковыхъ соединеніяхъ стеклянныя трубочки другъ къ другу плотно примыкали, такъ какъ каучуковая трубка сильно портится. Испытать, хорошо-ли записывается аппаратъ. Въ колбу всыпать пригоршню крупно истолченного (въ желѣзной ступкѣ) пиролюзита и налить столько концентрированной соляной кислоты, чтобы она покрывала пиролюзитъ. Промывную стеклянку наполнить на  $\frac{1}{3}$  (не болѣе) водой (цѣль?). Наступаетъ-ли реакція уже на холоду? Колбу надо погрузить въ плоскій сосудъ съ кипящей водой (почему здѣсь неумѣстно пользованіе песчаной баней или прямо пламенемъ?). Наполнить хлоромъ три стеклянки и пробирку, при чемъ послѣднія становятся прямо, а хлоръ проводятъ на дно и онъ вытѣсняется бывшій тамъ болѣе легкій воздухъ. Во время наполненія хлоромъ приемникъ надо прикрыть продыравленной картой, въ отверстіе которой проходитъ проводящая газъ трубка (см. примѣчаніе 22 ниже). Приведенные въ 2 эксперимента надо исполнять безъ замедленія, какъ только одинъ сосудъ наполнится хлоромъ. При какихъ условіяхъ можно было-бы газъ собирать надъ водой (литература)? Причину медленности реакціи надо искать въ нерастворимости пиролюзита въ водѣ.

Когда хлора выдѣлилось достаточно, профильтровать часть содержаемаго колбы въ фарфоровую чашку, выпарить досуха (подъ тягой), и снова растворить въ 100 к. см. кипящей воды (въ стаканѣ). Если осадокъ отъ присутствія хлористаго желѣза имѣетъ желтую окраску, прибавлять по каплямъ раствора ѣдкаго натра въ кипящую жидкость. Сначала выпадаетъ бурый осадокъ (?). Какъ только появится бѣлая окраска, прибавленіе ѣдкаго натра прекратить (?). Послѣ каждой прибавки щелочи, жидкость кипятить. По прибавленіи послѣдней капли щелочи дать осѣсть осадку. Наконецъ жидкость нѣсколько минутъ сильно прокипятить, отфильтровать при помощи водяного насоса (см. примѣч.

23), на четверть выпарить и предоставить самой себѣ кристаллизоваться (?). Выдѣлившіеся кристаллы хранить для 3а. Если не выдѣляются въ розовый цвѣтъ окрашенные кристаллы, то возможно, что марганецъ осѣлъ вмѣстѣ съ желѣзомъ. Въ этомъ случаѣ осадокъ, который изъ предосторожности на всякій случай всегда сохраняется, надо растворить въ соляной кислотѣ и снова произвести осажденіе желѣза, какъ раньше указано.

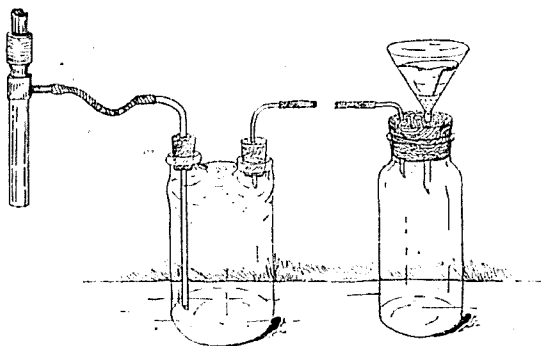


Рис. 13.

*Примѣчанія.* (22). Надо очень опасаться выпускать хлоръ въ комнату. Если уже нѣтъ необходимости собирать газъ, его пропускаютъ въ стаканъ съ растворомъ соды. Колбу и промывную стеклянку опорожняютъ въ раковину подъ тягой.

(23) Сберегается время и получаются лучшіе результаты, если при фильтрованіи и при промываніи осадковъ пользоваться насосомъ. Для защиты кончика фильтра въ воронку вставляется конусъ изъ пергамента съ дырочками. Аппаратъ представленъ на рис. 13. Насосъ, пустую предохранительную стеклянку, которая препятствуетъ смѣшиванію фильтрата съ водой въ случаѣ обратной работы насоса, и соединительныя части занять въ складѣ лабораторіи.

## 2. Свойства хлора (подъ тягой).

### Задачи:

а) Въ стеклянку, наполненную хлоромъ, всыпать немного мелкаго порошка сурьмы (?) (литература).

б) Острымъ ножомъ (ножь и руки должны быть сухи) отрѣзать тонкій ломтикъ (съ площадью сѣченія около  $1\frac{1}{2}$  кв. см.) натрія и бросить въ стеклянку, наполненную хлоромъ (?). Стеклянку прикрыть стекломъ и содержимое ея  $\frac{1}{2}$  часа спустя (почему?) по окончаніи реакціи изслѣдовать. Для этого бѣлый остатокъ надо растворить въ 2 куб. см. воды. Оставить растворъ кристаллизоваться на часовомъ стеклѣ и рассмотреть черезъ лупу кристаллы (?).

в) Соединить при помощи каучука трубку, вытянутую въ капиллярный кончикъ, съ краномъ свѣтильнаго газа и зажечь газъ на концѣ. Маленькое газовое пламя погрузить въ третью стеклянку съ хлоромъ (?). По удаленіи пламени подуть въ стеклянку (?).

д) Наполнить пробирку водородомъ изъ киниповскаго аппарата. Составить отверстіями эту пробирку съ пробиркой, наполненной хлоромъ, и перемѣшать газы, переворачивая пробирки. (Смѣшеніе производить не на прямомъ солнечномъ свѣтѣ). Поднести обѣ пробирки отверстіями къ бунзеновской горѣлкѣ (?).

## 3. Полученіе хлористаго водорода.

### Задачи:

а) (Тяга). Насыпать въ пробирки понемногу хлористаго аммонія, хлористаго барія, хлорной ртути и хлористаго марганца (отъ 1б) и прилить по нѣскольку капель концентрированной сѣрной кислоты. Что происходитъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ? Что замѣтно,

если надъ пробиркой дуть влажнымъ воздухомъ? Въ каждую пробирку погрузить стеклинную палочку, смоченную амміакомъ (см. примѣчаніе). Какія измѣненія замѣтны при нагрѣваніи? Не слѣдуетъ забывать, что растворимость отдѣльныхъ веществъ въ сѣрной кислотѣ имѣетъ большое вліяніе на скорость реакціи. Вещество мелко истолочь и нѣсколько минутъ взбалтывать, прежде чѣмъ начать нагрѣвать.

*Примѣчаніе.* (24). Амміакъ вовсе не есть спеціальныи реактивъ на хлористый водородъ. Онъ только даетъ возможность судить о присутствіи или отсутствіи такого газа, который соединяется съ амміакомъ.

б) Смѣшать пробу мелко истолченнаго хлористаго натрія съ концентрированнымъ растворомъ фосфорной кислоты и, если надо, подогрѣть (?). Попробовать прежде всего амміакомъ. Выше приведенныя замѣчанія о растворимости и ея вліяніи на скорость реакціи имѣютъ силу и въ этомъ случаѣ.

Почему хлористый водородъ въ а и б совершенно вытѣсняется примѣненными кислотами? (Литература). При отвѣтѣ на этотъ вопросъ принять во вниманіе результаты опытовъ с и d.

с) Концентрированный растворъ кислаго сѣрноокислаго натрія смѣшать съ концентрированной чистой соляной кислотой (на полкъ у стѣны) (?) Чтобы избѣжать быстрого выпаденія осадка, нужно кислоту прибавлять лишь маленькими каплями и при этомъ взбалтывать. Осадокъ рассмотреть въ лупу. (?)

Въ какой связи находится эта реакція съ проведенной въ d? Оба наблюденія принять во вниманіе при отвѣтѣ на вопросъ въ b.

d) (Тяга). Въ колбу вмѣстимостью 250 к. см., снабженную капальной воронкой, промывной стеклянкой (съ концентрированной сѣрной кислотой) и газоотводной трубкой, насыпать пригоршню поваренной соли. Черезъ капальную воронку приливать концентрированную сѣр-

ную кислоту. Выдѣляющимся газомъ наполнить совершенно такъ же, какъ описано при хлорѣ, вытѣсняя воздухъ снизу, три сухихъ стеклянки. Затѣмъ, приспособить къ газоотводной трубкѣ при помощи каучука оттянутую въ острый наконечникъ трубочку и приготовить для опыта 4 водный растворъ хлористаго водорода, для чего газъ надо пропускать въ пробирку съ 10 к. см. воды.

Въ какой связи находится эта реакція съ описанной въ с?

#### 4. Свойства хлористаго водорода и водной соляной кислоты. (Тяга).

##### Задачи:

а) Одну изъ наполненныхъ газомъ стеклянокъ опрокинуть въ воду (?). Въ какой связи находятся здѣсь сдѣланныя наблюденія съ констатированнымъ въ 3 а отношеніемъ газообразной соляной кислоты къ влажному воздуху? Иной разъ газъ остается непоглощеннымъ, — отчего это въ данномъ случаѣ зависитъ? Экспериментальное доказательство этого предположенія.

б) Полоску фильтровальной бумаги, смоченную въ амміакѣ, опустить въ другую стеклянку (?).

Какой видъ химическаго превращенія при этомъ происходитъ?

с) Изыскать грубый способъ, чтобы на содержимомъ третьей стеклянки убѣдиться, что этотъ газъ тяжелѣе воздуха.

д) Водный растворъ раздѣлить на четыре части. Въ одну порцію бросить кусочекъ цинка (?), въ другую прилить раствора углекислаго натрія (?).

Почему углекислота совершенно вытѣсняется соляной кислотой? (Литература).



Третью часть разбавить равнымъ объемомъ воды и снова раздѣлить въ 4 пробирки. Въ первую опустить голубую лакмусовую бумагу (или прилить лакмусова-го раствора) (?), ко второй прилить одну каплю раствора азотнокислаго серебра (?), къ третьей—каплю раствора азотнокислой закиси ртути (?), къ четвертой каплю раствора азотнокислаго свинца (?). Послѣ того, какъ получившіеся въ трехъ послѣднихъ реакціяхъ осадки отсѣли, слить надъ ними находящійся растворъ, прилить къ нимъ воды и прокипятить осадки (?). Наблюдать, какія измѣненія происходятъ при кипяченіи и при охлажденіи (?).

---

## ГЛАВА IX.

### Воздухъ, азотъ, амміакъ.

#### 1. Составныя части воздуха.

##### Задачи:

а) Въ тугоплавкую трубку длиною въ 25 см. вставить плотную пробку изъ мѣдныхъ спиральныхъ стружекъ. На концахъ трубки вставить пробки со стеклянными трубками. Соединить трубку съ всасывающей трубкой аспиратора (рис. 8) при помощи каучука, на которомъ находится винтовой зажимъ; онъ сначала совсѣмъ плотно завинченъ. Аспираторъ и сифонная трубка совершенно заполнены водой. Для воды, которая будетъ во время опыта вытекать, надо приготовить сосудъ. Теперь нагрѣть мѣдь до красна и затѣмъ осторожно открыть зажимъ такъ, чтобы вода медленно стекала изъ аспиратора и воздухъ проходилъ черезъ нагрѣтую мѣдь. Какимъ образомъ измѣняется мѣдь отъ проходящаго надъ ней воздуха и что собирается въ аспира-

торѣ? Какъ только аспираторъ на  $\frac{3}{4}$  опорожнится, запереть зажимъ, отнять трубку съ мѣдью и соединить аспираторъ вмѣсто того съ отводной трубкой и пріемникомъ. Поднять сточную трубку сифона кверху, соединить ее съ воронкой, налить въ послѣднюю воды и теперь открыть зажимъ. Подливая воды въ воронку, перегнать газъ въ пріемникъ, наполненный водой и поставленный кверху дномъ въ пневматическую ванну. Горючъ-ли собранный газъ? Какого цвѣта и какъ пахнетъ этотъ газъ?

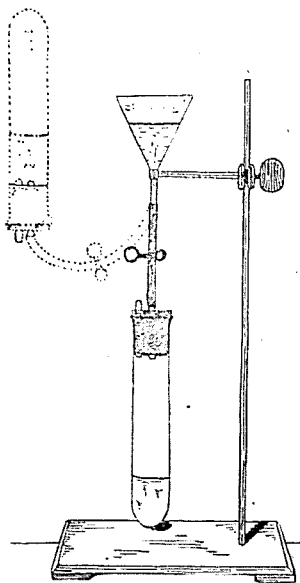


Рис. 14.

Другіе способы отнятія кислорода изъ воздуха описаны въ главѣ IV, 5 и въ б.

б) Объемное отношеніе кислорода и азота въ воздухѣ. (О другомъ способѣ см. при азотной кислотѣ гл. XV, 1 с.). (Количеств.).

Аппаратъ (рис. 14) состоитъ изъ большой пробирки, затыкающейся каучуковой пробкой съ двумя отверстіями. Въ одно изъ отверстій вставленъ кусокъ стеклянной палки, въ другое—трубочка, вытянутая съ одного конца въ тонкій кончикъ. Послѣдній лишь немного высовывается изъ нижней поверхности пробки. При помощи каучука длиною въ 15 см. эта трубка соединена съ воронкой. На каучукѣ имѣется зажимъ. Воронка стоитъ въ кольцѣ штатива или зажата въ лапу. Отнять пробирку, вынуть стеклянную палочку и наполнить воронку щелочнымъ растворомъ пирогаллола

(см. примѣчаніе). Осторожно открывая зажимъ, совершенно наполнить и каучукъ и стеклянную трубочку этимъ растворомъ. Теперь плотно вставить каучуковую пробку въ пробирку и окончательно запереть послѣднюю, вставивъ въ еще открытое отверстіе стеклянную палочку. Такимъ образомъ, въ пробиркѣ оказывается замкнутымъ при атмосферномъ давленіи объемъ воздуха, равный вмѣстимости пробирки. Эти приготовленія нужно дѣлать какъ можно быстрѣе, чтобы избѣжать поглощенія кислорода изъ воздуха щелочнымъ растворомъ пирогаллола и происходящаго отъ того преждевременнаго ослабленія этого послѣдняго. Пробирку надо какъ можно меньше брать руками, чтобы она сама и газъ въ ней не нагрѣвался. Теперь открыть кранъ. Жидкость втекаетъ, пока происходитъ поглощеніе кислорода. Поставить пробирку при открытомъ кранѣ кверху дномъ, какъ указано на рисункѣ, и установить равенство уровней жидкости въ пробиркѣ и въ воронкѣ. Закрывши кранъ, пробирку снова поставить въ прежнее положеніе и отмѣтить уровень жидкости и положеніе нижняго края каучуковой пробки тонкими каучуковыми колечками.

*Примѣчаніе.* Жидкость готовятъ, растворивъ 5 гр. пирогаллола въ 15 куб. см. воды и приливъ къ нему растворъ 120 гр. гидрата окиси калія въ 88 куб. см. воды.

Теперь пробирку отнять, вымыть и опредѣлить взвѣшиваніемъ съ водой объемъ до перваго колечка и между колечками. Первый соответствуетъ кислороду, второй—азоту. Итакъ, какой объемный составъ воздуха въ процентахъ?

с) Налить немного прозрачнаго раствора гидрата окиси барія въ стаканъ и оставить на долго стоять открытымъ на воздухѣ (?) Какія еще составныя части находятся въ воздухѣ кромѣ тѣхъ, которыя только что были опредѣлены? (Литература).

д) Вѣсъ литра воздуха, кислорода или азота опредѣляется способомъ, описаннымъ въ гл. XVII, 5 при углекислотѣ.

## 2. Азотъ.

Помѣстить въ колбу въ 250 к. см. около 8 гр. азотистокислаго натрія и 3 гр. хлористаго аммонія, влить около 15 к. см. воды и зажать колбу въ лапы. Осторожнымъ (!) нагреваніемъ вызвать реакцію и собирать газъ въ бутылъ надъ водой, выждавъ нѣкоторое время, чтобы воздухъ былъ предварительно вытѣсненъ изъ колбы для полученія газа. Если реакція идетъ бурно, налить холодной воды въ фарфоровую чашку, поставленную подъ колбу для полученія газа такъ, чтобы дно колбы въ нее погружалось и т. обр. охлажда-лось. Горючъ-ли выделяющійся газъ? Какой его цвѣтъ и запахъ? Какой примѣси обязанъ легкій запахъ. Съ чѣмъ прямо соединяется азотъ? (Литература).

## 3. Амміакъ.

. Соединить маленькую колбочку съ U-образной трубкой. Въ изгибъ U-образной трубки налить немного воды, насыпать въ колбочку смѣси порошка гашеной извести и хлористаго аммонія и нагрѣть (?). Растворъ амміака сохранить. Эта реакція между сильными основаніями и аммонійными солями служитъ для открытія солей аммонія. Какой надо было бы избрать способъ, еслибы задача состояла въ опредѣленіи вѣса литра амміака? Какимъ образомъ опредѣлили составъ амміака въ объемахъ? (Литература).

## 4. Гидратъ окиси аммонія.

### Задачи:

а) Смочить кусочекъ красной лакмусовой бумаги водой, опустить въ растворъ амміака (?) и затѣмъ на

нѣкоторое время оставить лежать на воздухѣ (?). Кусокъ голубой лакмусовой бумаги опустить въ разбавленную соляную кислоту (?) и настолько же времени оставить на воздухѣ (?). Сравнить и объяснить оба результата. Намоченную въ концентрированной соляной кислотѣ стеклянную палочку подержать надъ растворомъ амміака (?).

б) Налить небольшое количество раствора въ фарфоровую чашку, оставить на 24 часа и время отъ времени убѣждаться, насколько силенъ запахъ (?). Въ другой чашкѣ небольшое количество раствора нагревать и тоже наблюдать время отъ времени его запахъ (?) (тяга).

с) Остатокъ раствора нейтрализовать разбавленной сѣрной кислотой и выпарить до суха (?). Остатокъ соскоблить и сильно нагрѣть на обернутой крышкѣ фарфороваго тигля (?).

По выполненіи главы XII можно сопоставить вмѣстѣ вещества, составляющія растворъ амміака (іоны и пр.), и вполне объяснить механизмъ реакцій б и с.

д) Въ середину открытой тугоплавкой трубки помѣстить немного хлористаго аммонія. Трубку зажать въ слегка наклонномъ положеніи (около  $5^{\circ}$  наклоненія) и въ концы трубки положить кусочки влажной нейтральной (или голубой и красной) лакмусовой бумаги. Сильно нагрѣть (?). Внимательно наблюдать отдѣльные кусочки лакмусовой бумаги (?). Какая реакція происходитъ при нагреваніи хлористаго аммонія? Какой газъ прежде появляется на концахъ трубки и почему именно онъ становится прежде всего замѣтнымъ какъ на верхнемъ, такъ и на нижнемъ концѣ трубки? Имѣеть-ли какое-либо вліяніе на результатъ удѣльный вѣсъ?

---

## Глава X.

# Бромъ, іодъ, фторъ и ихъ водородныя соединенія.

### 1. Полученіе брома и іода.

*Примѣчаніе* (25). Хлоръ и элементы, которые будутъ разсматрѣны въ этой главѣ, очень сходны по физическимъ и химическимъ свойствамъ. Поэтому припомнить здѣсь, что было изучено относительно хлора и соляной кислоты въ главѣ VIII. Хлоръ окрашенъ, имѣетъ сильный запахъ и не дымитъ во влажномъ воздухѣ; хлористый водородъ, наоборотъ, безцвѣтенъ и дымитъ при соприкосновеніи съ влажнымъ воздухомъ. Вслѣдствіе групповой связи можно ожидать одинаковыхъ свойствъ у брома и іода и бромисто- и іодисто-водородной кислоты. Группа хлоръ, бромъ, іодъ и фторъ объединена подъ именемъ галогеновъ. Ихъ водородныя соединенія называются галогеноводородами.

### Задачи:

а) О дѣйствіи бромистаго и іодистаго водорода на пиролюзитъ см. 5 и 6 (сравн. главу VIII, 1 б).

б) Истолочь по 1 гр. бромистаго и іодистаго калия, смѣшать порознь съ равными по вѣсу количествами толченаго пиролюзита, всыпать въ пробирки и смочить концентрированной сѣрной кислотой. Затѣмъ очень осторожно нагрѣть (?). Что происходитъ съ фтористыми соединеніями при такихъ же условіяхъ? Отчего это зависитъ? (Литература). Что происходитъ при тѣхъ же условіяхъ съ хлористымъ соединеніемъ? (Глава VIII, 3 а и 1 б, стр. 54 и 51).

Что уже намъ извѣстно о растворимости іода? (Гл. VII, 7 е, стр. 50). Въ отношеніи растворимости бромъ очень похожъ на іодъ.

## 2. Галоидоводородныя соединенія: Введеніе. (Тяга).

### Задачи:

а) Около 1 гр. іодистаго калия истолочь, помѣстить въ пробирку и облить концентрированной сѣрной кислотой (?). Если нужно, подогрѣть. Опытъ дать нѣкоторое количество газа, изслѣдованіе котораго нужно произвести слѣдующимъ образомъ:

а) Подуть надъ отверстіемъ пробирки, чтобы посмотрѣть, какъ газъ реагируетъ съ влажнымъ воздухомъ. Какой изъ ранѣ полученныхъ газовъ показываетъ такое же отношеніе? Какое заключеніе можно вывести изъ этого отношенія газа къ водянымъ парамъ, принимая во вниманіе сходство галоидовъ и ихъ соединеній? Чтобы это заключеніе подтвердить, опустить въ пробирку стеклянную палочку, смоченную въ амміакъ (?), а также полоску фильтровальной бумаги, смоченную растворомъ азотно-кислаго свинца (?). (Литература):

б) Какъ окрашенъ газъ (или одна изъ составныхъ частей)? Что представляетъ изъ себя окрашенное тѣло? Образуется ли подобное же тѣло при дѣйствіи концентрированной сѣрной кислоты на хлористое соединеніе? Какимъ родомъ химическихъ превращеній можно получить это окрашенное вещество изъ соединенія, съ которымъ ознакомились въ а?

в) Какъ пахнетъ газъ? Не осталось ли какое нибудь обстоятельство при реакціи съ азотно-кислымъ свинцомъ (а) невыясненнымъ? Можетъ быть его можно теперь объяснить? (Литература).

Опыты а и б указываютъ на два различныхъ газообразныхъ продукта. Опытъ в обнаруживаетъ одно, можетъ быть даже два новыхъ тѣла. На стѣнкахъ пробирки точно также выдѣлилось новое твер-

дое вещество. Составить уравненіе для полученія перваго продукта реакціи (а) изъ исходныхъ матеріаловъ и для измѣненія этого послѣдняго подъ вліяніемъ сѣрной кислоты въ другія тѣла. Какія два свойства сѣрной кислоты и какое свойство іодистаго водорода можно узнать изъ этого ряда опытовъ?

б) Повторить такія же изслѣдованія, какъ въ а, пользуясь измельченнымъ въ порошокъ бромистымъ калиемъ. Отвѣтить на тѣ же самые вопросы.

с) Покрыть стеклянную пластинку тонкимъ слоемъ параффина; для этого надо осторожно нагрѣть ее, высоко держа надъ пламенемъ, и затѣмъ натирать твердымъ параффиномъ. Одновременно съ этимъ смочить около 3 гр. плавиковаго шпата въ свинцовомъ сосудѣ (занять) концентрированной сѣрной кислотой. (Только смочить, а не облить!). Выцарапать подпилкомъ на параффинѣ какой-нибудь знакъ такъ, чтобы поверхность стекла въ этомъ мѣстѣ была обнажена. Положить эту стеклянную пластинку на свинцовую чашку и такъ слабо подогрѣвать, чтобы параффинъ не плавился. Черезъ полчаса нагрѣть сильнѣе, чтобы параффинъ расплавился, и стереть его фильтровальной бумагой (?). Какими уравненіями выражается это явленіе?

Что дѣлается съ отдѣльными составными частями стекла? (Литература). Подержать смоченную амміакомъ стеклянную палочку надъ свинцовой чашкой и наблюдать, происходитъ-ли реакція? Позволяетъ ли запахъ газа предположить возстановленіе сѣрной кислоты, какъ при бромистомъ или іодистомъ водородѣ.

Какъ относится къ тѣмъ же условіямъ хлористое соединеніе? Какія различія наблюдаются въ свойствахъ галоидоводородныхъ кислотъ (а, б, с)? Расположить галоидоводороды по степени ихъ окисляемости на основаніи предыдущихъ опытовъ.

д) Небольшія пробы мелко истолченнаго бромистаго и іодистаго калия отдѣльно въ пробиркахъ облить кон-



центрированнымъ растворомъ фосфорной кислоты и взбалтывать нѣкоторое время (?). (Продолжительность реакціи протекаетъ изъ нерастворимости соли въ кислотѣ. Можно для этого съ выгодой воспользоваться натріевой солью, такъ-какъ она растворима значительно легче. Если нужно, подогрѣть. Какой появляется запахъ? Проба на амміакъ (?). Какая разница наблюдается въ дѣйствіи сѣрной и фосфорной кислоты? О какихъ свойствахъ обѣихъ кислотъ можно сдѣлать заключеніе на основаніи этихъ отношеній.

### 3. Полученіе бромистаго и іодистаго водорода (Тяга).

Задачи:

а) Колбу въ 250 к. см. снабдить капальной воронкой и отводной трубкой и соединить съ U-образной

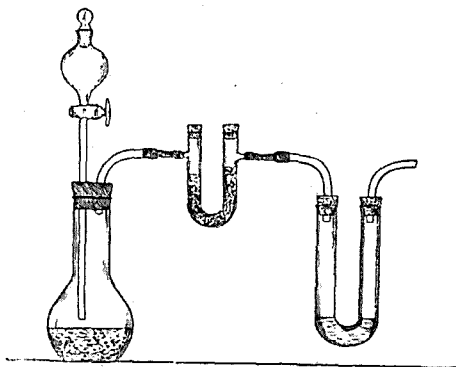


Рис. 15.

трубкой (рис. 15). Въ послѣднюю насыпать битаго стекла или фарфора и немного краснаго фосфора (цѣль?). Другой отростокъ U-образной трубки соеди-

нить съ большей U-образной трубкой (занять), въ которую налито около 10 к. см. воды. Смѣшать (встряхиваніемъ въ колбѣ) около 5 гр. краснаго фосфора съ двойнымъ количествомъ песку и съ 5 к. см. воды. Налить въ капальную воронку 8 к. см. брома и дать ему каплями стекать къ фосфору въ колбѣ. Выдѣляющійся газъ растворяется въ водѣ. Какія свойства газа узнаются изъ опыта? Растворъ сохранить для опытовъ 4 а и 6.

б) Такимъ же образомъ можно добыть іодистый водородъ, съ тѣмъ только измѣненіемъ, что іодъ съ краснымъ фосфоромъ (въ отношеніи 11:1) надо хорошенько смѣшать въ ступкѣ и затѣмъ помѣстить въ колбу, а водѣ дать медленно по каплямъ стекать черезъ капальную воронку.

#### 4. Взаимное вытѣсненіе галоидовъ (Тяга).

Въ пробиркѣ, снабженной П-образно изогнутой отводной трубкой, получить немного хлора (стр. 51) гл. VIII, 1 б).

#### Задачи:

а) Пропустить нѣсколько пузырьковъ хлора въ разведенный растворъ (1:10) бромистаго калия (въ пробиркѣ) (?). Нѣсколько капель этой жидкости влить въ пробирку съ жидкимъ крахмальнымъ клейстеромъ (?). Оставшійся растворъ взболтать съ эфиромъ или хлороформомъ (?). Объясненіе. (См. прим. 27 и сравн. стр. 50, е). Далѣе, пропустить нѣсколько пузырьковъ хлора въ небольшое количество раствора бромистаго водорода (3, а) (?).

б) Пропустить небольшое количество хлора въ сильно разведенный растворъ іодистаго калия (?). Нѣсколько капель раствора влить въ пробирку съ крахмальнымъ

клеистеромъ (?). Остатокъ жидкости взболтать съ эфиромъ или хлороформомъ (?). Объясненіе. Если водный растворъ не дѣлается безцвѣтнымъ (почему?), нужно еще немного пропустить хлора и снова взболтать съ эфиромъ или хлороформомъ (?).

с) Совершенно такимъ же образомъ изучить дѣйствіе бромной воды на сильно разведенный растворъ іодистаго калия (?).

*Примѣчанія.* (26). Если въ пробиркѣ получилось два различно окрашенныхъ слоя, нужно во всякомъ случаѣ ихъ нѣсколько разъ взболтать прежде, чѣмъ дѣлать умозаключенія.

(27) Хлороформъ и эфиръ не дѣйствуютъ на бромъ и іодъ химически, а являются только растворителями, въ которыхъ галоиды растворяются гораздо сильнѣе, чѣмъ въ водѣ.

## 5. Вытѣсненіе сѣры и кислорода галоидами.

а) Смѣшать въ пробиркѣ 2—3 к. см. разведеннаго раствора сѣрнистаго натрія съ бромной водой (?).

б) (Тяга). Въ маленькую колбу помѣстить 5 гр. истолченнаго въ порошокъ іода и 50 к. см. воды. Колба снабжена пробкой съ приводящей прямоугольной трубкой, которая доходитъ до дна колбы. Изъ киповскаго аппарата пропустить въ колбу сѣроводородъ, при чемъ сначала пробку вмѣстѣ съ трубкой надо два раза приподнять, чтобы вытѣснить воздухъ. Пропусканіе сѣроводорода продолжать до тѣхъ поръ, пока іодъ не исчезнетъ совершенно и растворъ при взбалтываніи перестанетъ дѣлаться бурымъ. Для ускоренія реакціи надо взбалтывать постоянно. Какая реакція здѣсь происходитъ? Растворъ нагрѣть, профильтровать и подвергнуть дробной перегонкѣ (фракционировать) (рис. 16) (Аппаратъ занять). Фракціи въ  $100^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$ — $103^{\circ}$ ,  $103^{\circ}$ — $106^{\circ}$  и т. д. собрать отдѣльно. Подогрѣвать совсемъ малымъ пламенемъ и слѣдить, чтобы оно не касалось колбы выше поверхности жидкости. Отъ боль-

шого пламени не только может лопнуть колба, но и температуру термометръ показываетъ высшую, чѣмъ та, которую онъ показываетъ, будучи нагрѣтъ только одними парами. Когда жидкость почти вся перегналась, прекратить перегонку. Высшую достигнутую температуру записать. Остатокъ наравнѣ съ перегнанными фракціями слить въ пробирку для опыта 7.

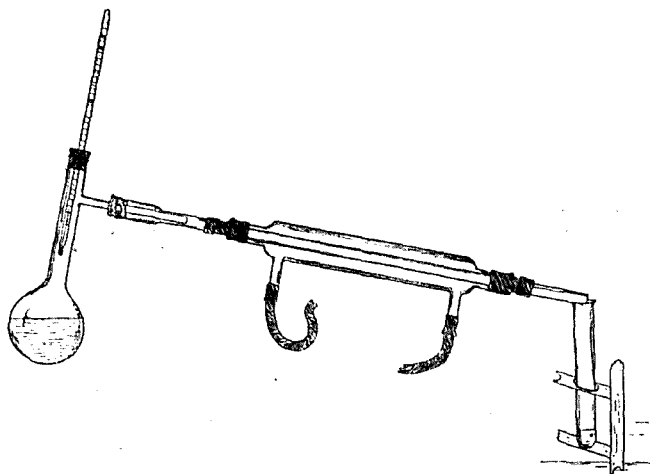


Рис. 16.

Какая составная часть вызываетъ окраску высшихъ фракцій и остатка?

Возобновить въ памяти, какъ дѣйствуетъ хлоръ на воду на солнечномъ свѣтѣ? Какъ реагируетъ фторъ съ водой? (Литература). Въ какомъ отношеніи дѣйствіе іода на сѣроводородъ похоже на эти реакціи? Какъ дѣйствуетъ кислородъ на сѣроводородную воду (литература) и какъ на растворъ іодистаго водорода (литература)?

## 6. Свойства водной бромистоводородной кислоты.

Растворъ, полученный въ 3 а, раздѣлить на 6 частей и изслѣдовать его отношеніе а) къ лакмусу, б) къ цинку, обернутому платиновой проволокой, с) къ раствору азотнокислаго серебра, д) къ раствору азотнокислой закиси ртути, е) къ раствору азотнокислаго свинца, ф) къ истолченному пиролюзиту (при нагрѣваніи). Сливъ выступающую надъ осадкомъ жидкость и замѣнивъ ее нѣсколько большимъ количествомъ воды, прокипятить с, д и е. На сколько результаты похожи на тѣ, которые получены съ хлористымъ водородомъ (гл. VIII, 4 д)?

## 7. Свойства іодистоводородной кислоты.

Къ отдѣльнымъ фракціямъ 5 б прилить раствора азотнокислаго серебра. Отъ двухъ, наиболѣе высоко кипящихъ, фракцій отнять еще одну часть. При какой температурѣ переходитъ наиболѣе концентрированный растворъ іодистаго водорода? О какомъ свойствѣ воднаго раствора іодистоводородной кислоты можно по этому заключить? Какіе другіе растворы проявляютъ то же самое свойство? Сравнить съ этимъ отношеніе амміака (?). (Гл. IX, 4 б). Въ неиспользованную часть одной изъ вышнихъ фракцій положить кусочекъ цинка, обмотанный платиновой проволокой (?). Другую пробу испытать лакмусомъ и затѣмъ прибавить къ ней при нагрѣваніи истолченный пиролюзитъ (?).

## 8. Открытіе галоидныхъ соединений:

стыя соединенія на ряду съ бромистыми, іодистыми и фтористыми соединеніями.

## ГЛАВА XI.

### Кислородныя соединенія галоидовъ. Озонъ и перекись водорода.

#### 1. Хлорноватистая кислота и хлорноватистокислые соли.

Для нижеслѣдующихъ опытовъ необходимъ большой приборъ для полученія хлора. Газъ промывается (?) въ промывной стеклянкѣ съ небольшимъ количествомъ (?) воды. Этотъ аппаратъ нуженъ для 1, 3 и 5 а.

#### Задачи:

а) Приготовить въ пробиркѣ хлорной воды. Нѣсколько капель ея сберечь для б. Въ остатокъ положить лакмусовую бумажку, затѣмъ печатную, исчерченную карандашомъ и чернилами, и, наконецъ, окрашенную бумажную матерію. Какъ дѣйствуетъ хлоръ на отдѣльные кусочки, и какъ объяснить реакціи?

б) Прибавить каплю раствора индиго къ нѣсколькимъ каплямъ хлорной воды (?).

в) Погасить кусокъ прокаленной извести и развести въ маленькомъ стаканѣ съ водой въ жидкую кашицу. Въ теченіе 10—15 минутъ пропускать въ эту кашицу хлоръ, все время взбалтывая и охлаждая стаканъ холодной водой (зачѣмъ?). Затѣмъ основательно натереть этой массой кусокъ лакмусовой бумаги и кусокъ окрашенной бумажной матеріи и погрузить эти влажные полоски въ разведенную сѣрную кислоту (?). Если необходимо, такую обработку повторить.

Какъ можно получить чистый растворъ хлорноватистокислаго кальція или калия? (Литература).

## 2. Водородъ in statu nascendi.

Смѣшать разведенный растворъ марганцовокислаго калия съ равнымъ объемомъ слабой сѣрной кислоты и этотъ растворъ раздѣлить на двѣ части. Въ одну пропустить водородъ изъ киповскаго аппарата (?), а въ другую положить палочку цинка (?). Какъ объяснить разницу результатовъ?

## 3. Хлорноватокислыя соли (Тяга).

Около 3 гр. гидрата окиси калия растворить въ пробиркѣ въ 7 к. см. воды. Затѣмъ въ горячій растворъ пропускать до насыщенья хлоръ. (Конецъ реакціи узнается по тому, что растворъ перестаетъ быть мыльнымъ на ощупь). По мѣрѣ пропусканія выделяются кристаллы, количество которыхъ увеличивается, если растворъ охлаждать. Какъ выглядятъ эти кристаллы? Это все профильтровать, фильтратъ подкислить чистой азотной кислотой и испытать растворомъ азотнокислаго серебра (?). Кристаллы высушить и нагрѣть въ узкой трубкѣ. Проба на кислородъ (?).

Какъ относится растворъ хлорноватокислаго калия къ прибавкѣ азотнокислаго серебра (?). Къ ничтожно малому количеству тонко измелченнаго хлорноватокислаго калия прибавить нѣсколько капель чистой, концентрированной соляной кислоты (литература) (?).

## 4. Хлорнокислыя соли.

Налить въ литровую стеклянку 500 к. см. воды, заткнуть, опрокинуть и мѣткой обозначить высоту жидкости въ опрокинутой стеклянкѣ. Замѣтить температуру воздуха и показанія барометра. Сколько нужно хлорноватокалиевой соли, чтобы при господствующихъ температурѣ и давленіи получить эти 500 к. см. жид-

слорода, если реакція идетъ до образованія хлористаго и хлорнокислаго калия и если положить въ основаніе предположеніе, что этой степени реакція достигаетъ при выдѣленіи  $\frac{1}{5}$  всего количества кислорода?

Вычисленное количество хлорноватокислаго калия помѣстить въ довольно широкую тугоплавкую пробирку, которая снабжена пробкой съ отводной трубкой. Попробовать, хорошо ли запирается приборъ! Нагрѣвать такъ, чтобы кислородъ выдѣлялся и постепенно вытѣснилъ воду изъ совершенно наполненной ею и опрокинутой въ пневматическую ванну колбы до отмѣтки. Нагрѣвать надо медленно, особенно къ концу, чтобы выдѣлившійся газъ принялъ температуру замыкающей его воды. Какъ только газъ дошелъ до мѣтки, вынуть трубку изъ воды и прекратить нагрѣваніе. Прежде чѣмъ остатокъ застынетъ, вылить его въ ступку и по охлажденіи въ ней растереть въ порошокъ. При раздѣленіи обѣихъ составныхъ частей, изъ которыхъ состоитъ остатокъ, нужно вычислить сколько приблизительно должно въ остаткѣ заключаться хлористаго калия. Затѣмъ довольно долго взбалтывать порошокъ съ такимъ количествомъ холодной воды, которое необходимо для растворенія имѣющагося на лицо хлористаго калия (см. примѣчаніе). Нерастворившуюся соль собрать на возможно маленькомъ фильтрѣ и промыть нѣсколькими каплями холодной воды. Какое количество воды въ  $100^{\circ}$  теоретически необходимо, чтобы растворить осадокъ, предполагая, что онъ состоитъ изъ хлорнокалиевой соли? Обработать этимъ количествомъ воды осадокъ при температурѣ кипѣнія и полученный растворъ на 1—2 часа предоставить самому себѣ. Выдѣлившіеся кристаллы отфильтровать, такъ же какъ и прежде промыть и высушить въ сушильномъ шкафу. Пробу вещества растворить въ ди-



кислымъ серебромъ (?). Къ ничтожному количеству кристалловъ прилить нѣсколько капель чистой концентрированной соляной кислоты (?). Какъ можно отличить хлорноватокислую соль отъ хлористой.

*Примѣчаніе.* (28). Здѣсь приведена растворимость солей:

	Сколько грамм. раствор. въ 10 к. см. воды.		
	при	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup> 100 <sup>0</sup>
Хлористый калий. . . . .	3,3	3,5	5,6
Хлорноватокислый калий . .	0,15	0,18	2,0

## 5. Бромноватая и іодноватая кислоты (тяга).

### Задачи:

а) Въ 2 пробирки налить по 5 к. см. воды и прибавить въ первую—каплю раствора іодистаго калия, а въ вторую—каплю бромистаго калия. Теперь пропустить въ сосуды хлоръ, при чемъ нужно, пропустивши черезъ жидкость нѣсколько пузырьковъ, взбалтывать ее (?). Это продолжать до тѣхъ поръ, пока не будетъ больше происходить никакого измѣненія. Какъ можно объяснить происходящія явленія? (Литература).

б) 2 к. см. раствора бромноватокалиевой соли смѣшать въ пробиркѣ съ равнымъ объемомъ чистой разведенной сѣрной кислоты (?) и раздѣлить на 2 части. Первую порцію оставить стоять и слѣдить, не произойдетъ ли позднѣе какое-нибудь измѣненіе. Во вторую порцію бросить кристалликъ іода и нѣсколько минутъ взбалтывать (?). Растворъ слить съ нерастворившагося іода и взболтать съ нѣсколькими каплями хлороформа (?) (хлороформъ служатъ лишь для того, чтобы, вслѣдствіе своей большей растворяющей способности, извлечь и собрать въ себѣ галогидъ изъ воднаго раствора). Какой изъ двухъ галогеновъ хлороформъ

## 6. Озонъ.

Положить въ бутылъ 2 или 3 куска фосфора и наполовину покрыть водой, къ которой прибавлена капля раствора двуххромокислаго калия. Къ пробкѣ прикрѣпить полоску фильтровальной бумаги, которая почти доходитъ до фосфора. Фильтровальная бумага насыщена крахмальнымъ клейстеромъ, къ которому прибавлена капля раствора іодистаго калия. Черезъ часъ начинается измѣненіе на фильтровальной бумагѣ (?). Затѣмъ замѣнить эту бумажку другою, которая пропитана хлористымъ марганцемъ, и снова наблюдать, измѣняется ли и эта бумажка (?). (Фосфоръ нельзя выбрасывать въ сточную раковину или въ ящикъ для мусора, а слѣдуетъ класть назадъ въ стеклянку).

## 7. Перекиси.

### Задачи:

а) Растворить въ 100 к. см. воды въ колбѣ около 1 гр. перекиси натрія (какъ получается перекись натрія?). Окиселъ надо вносить медленно, взбалтывая и охлаждая жидкость (почему?). Что содержитъ растворъ (литература)? Постоянно охлаждая въ водѣ, по каплямъ прилить слабой сѣрной кислоты до кислой реакціи. Что теперь содержитъ въ себѣ растворъ? Раздѣлить жидкость на 3 части.

б) Къ первой порціи прибавить разведеннаго подкисленнаго марганцовокислаго калия (?) (Гл. XIII, 3, е). Выдѣляющійся газъ испытать на кислородъ, если количество его для этого достаточно. Какъ дѣйствуетъ въ этомъ случаѣ перекись водорода?

Вторую порцію влить въ крахмальный клейстеръ, къ которому прибавлена капля іодистаго калия (?).

(Не слѣдуетъ забывать, что растворъ перекиси водорода по самому способу приготовленія (а) содержитъ избытокъ сѣрной кислоты, которая сама дѣйствуетъ на іодистый калий). Какъ дѣйствуетъ перекись водорода въ этомъ случаѣ?

Третью порцію взболтать съ эиромъ (Цѣль? Литература), прилить къ ней каплю двухромовокислаго калия (не больше!) и снова взболтать (?).

с) Взвѣшенные въ водѣ двуокись свинца, перекись барія и пиролюзитъ обработать разведенной сѣрной кислотой, какъ въ а. Каждую профильтровать, фильтратъ взболтать съ эиромъ и испробовать двухромовокислымъ калиемъ, какъ въ b (?). Какая разница въ свойствахъ и составѣ между дѣйствительными перекисями и окислами типа пиролюзита, которые тоже называются часто перекисями (литература)?

---

## ГЛАВА XII.

**Реакціи іоновъ. Реакціи между кислотами, основаніями и солями.\*)**

### 1. Распаденіе на іоны.

Какъ мы убѣждаемся опытнымъ путемъ въ томъ, ионизировано вещество въ растворѣ или нѣтъ? Какъ мы узнаемъ степень электролитической диссоціаціи?

---

\*) Эта глава только тогда будетъ съ пользой выполнена, если поясненія и демонстраціи преподавателя явятся введеніемъ въ нее и будутъ сопровождать ея выполненіе. Къ справочнымъ же книгамъ слѣдуетъ обращаться лишь въ тѣхъ рѣдкихъ случаяхъ, когда есть соотвѣтствующее указаніе (литература), такъ какъ все-же занимающійся бываетъ поставленъ въ необходимость самъ пользоваться ихъ указаніями по мѣрѣ возникновенія тѣхъ или другихъ вопросовъ.

Степень диссоціаціи водныхъ растворовъ цѣлаго ряда веществъ приведена въ прибавленіи. Необходимо при объясненіи наблюденій, которыя будутъ сдѣланы въ этой и послѣдующихъ главахъ, постоянно возвращаться къ этой таблицѣ.

Приведенные въ 1 опыты образуютъ вмѣстѣ особую группу и будутъ проведены съ однимъ и тѣмъ же аппаратомъ. Послѣдній состоитъ изъ 2 сосудовъ для разложенія (рис. 17) (занять), изъ которыхъ одинъ до половины налить разбавленной сѣрной кислотой, въ

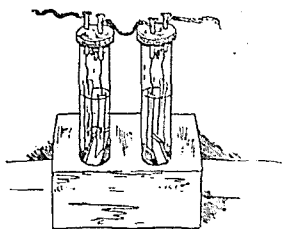


Рис. 17.

то время какъ въ другой помещено вещество, которое нужно изслѣдовать. Если включить въ цѣпь лабораторной батареи эти сосуды, то выдѣленіе газа въ первомъ изъ нихъ укажетъ, что вещество, находящееся во второмъ сосудѣ, есть проводникъ. Если выдѣленія газа не происходитъ, то нужно заключить, что вещество, заключенное во вто-

ромъ сосудѣ, непроводникъ, или по меньшей мѣрѣ очень дурной проводникъ. Если изслѣдуемое во второмъ сосудѣ вещество есть растворъ, то въ обоихъ случаяхъ можно сдѣлать заключеніе—а именно какое?—о состояніи раствореннаго тѣла. (Литература).

Наполнить до половины второй сосудъ однимъ изъ ниженазванныхъ веществъ. Наблюдать происходитъ-ли въ первомъ сосудѣ выдѣленіе газа. Если эти опыты были уже показаны на лекціи, то ихъ можно пропустить. Однако тогда все-таки должно занести въ журналъ результатъ этихъ опытовъ. Сосудъ и электроды послѣ каждого опыта надо тщательно чистить. При

Примѣры, приведенные въ а, б, с, d, f, разъясняютъ отношенія веществъ, изъ которыхъ каждое является типичнымъ для извѣстнаго класса тѣлъ. Записавши результаты опытовъ, перечислить эти классы.

- а) Сухой, кристаллическій хлористый натрій.
- б) Дистиллированная вода.
- с) Водный растворъ хлористаго натрія.
- d) Разведенный водный растворъ гидрата окиси натрія.

- е) Разведенный водный растворъ соляной кислоты.
- f) Водный растворъ сахара.

г) Высушить спиртомъ и эфиромъ сосудъ (ассистентъ) и налить въ него растворъ сухого хлористаго водорода въ толуолѣ. Какъ онъ пропускаетъ электрическій токъ? На какую разницу между водой и толуоломъ указываютъ опыты е и г? Растворъ сберечь въ сухой пробиркѣ для 2, d.

h) Далѣе слѣдуютъ химическія изслѣдованія тѣхъ же (или подобныхъ) веществъ въ растворахъ для выясненія отношенія между электропроводностью и химическими свойствами. Составъ іоновъ, происходящихъ отъ электролитической диссоціаціи тѣлъ, узнается изъ изслѣдованія тѣхъ измѣненій, которыя происходятъ у электродовъ при прохожденіи тока, и изъ изученія тѣхъ химическихъ реакцій, какія показываютъ іоны въ растворахъ. Примѣненіе этихъ методовъ объяснено на протяженіи этой главы при опытахъ.

Растворы, которые показываютъ аномальное пониженіе температуры замерзанія, проводятъ электрическій токъ (и имѣютъ другія опредѣленные свойства, теоретически связанныя съ этими), называются электролитами. Только кислоты, основанія и соли имѣютъ въ растворахъ замѣтную электролитическую диссоціацію. Растворы подобныхъ веществъ представляютъ изъ себя смѣсь многихъ составныхъ частей, которыя образуютъ группу, находящуюся въ равновѣсіи. Въ водѣ, на примѣръ,

заклѣчается 3 составныхъ части ( $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \overset{+}{\text{H}} + \overset{-}{\text{OH}}$ ), въ соляной кислотѣ—5 ( $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \overset{+}{\text{H}} + \overset{-}{\text{OH}}$  и  $\text{HCl} \rightleftharpoons \overset{+}{\text{H}} + \overset{-}{\text{Cl}}$ ). Съ извѣстнымъ ограниченіемъ можно сказать, что каждая изъ этихъ составныхъ частей, независимо отъ другихъ, способна къ самостоятельнымъ химическимъ измѣненіямъ.

Какія составныя части (8) находятся во всякомъ водномъ растворѣ поваренной соли, какія въ большемъ и какія въ меньшемъ количествѣ? Въ какомъ смыслѣ измѣняются количества главныхъ составныхъ частей съ концентраціей? Какія составныя части раствора поваренной соли участвуютъ преимущественно въ процессъ при химическихъ превращеніяхъ? (Литература). Какого рода измѣненіе произойдетъ, если удалить какъ разъ эти компоненты? (Литература). Что выясняется этимъ для раствора поваренной соли, тѣмъ самымъ имѣетъ силу и для всѣхъ другихъ электролитически диссоціированныхъ растворовъ.

## 2. Основанія и кислоты: свойства гидроксиль-іона и водородъ-іона.

а) Какъ дѣйствуетъ дистиллированная вода на лакмусовую бумагу ( $\alpha$ ), какова она на вкусъ ( $\beta$ ) и какъ она проводитъ электрической токъ ( $\gamma$ )? (Сравн. 1, б).

Растворивши небольшое количество гидрата окиси натрія, повторить пробы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ .

Для всѣхъ водныхъ растворовъ основаній эти свойства общи. Какой іонъ общій у всѣхъ этихъ растворовъ и обладаетъ вышеуказанными свойствами?

с) Попробовать, каковъ на вкусъ водный растворъ соляной кислоты ( $\alpha$ ), какъ онъ дѣйствуетъ на лакмусовую бумагу ( $\beta$ ), какова его электропроводность ( $\gamma$ ) (сравн. съ 1, е), какъ дѣйствуетъ на кусочекъ мрамора ( $\delta$ ), а также на желѣзный гвоздь ( $\epsilon$ ) (до чиста вытертый

песочной бумагой). Эти свойства общи и другимъ воднымъ растворамъ кислотъ.

Какой іонъ общій во всѣхъ этихъ растворахъ?

Какъ получается растворъ соляной кислоты?

d) Испробовать растворъ хлористаго водорода въ толуюль на электропроводность (a) (сравн. 1, g), дѣйствіе его на кусочекъ мрамора (b) (высушеннаго передъ тѣмъ непродолжительнымъ нагрѣваніемъ въ фарфоровой чашкѣ) и на (вытертый до чиста песочной бумагой) желѣзный гвоздь (c). Для этихъ опытовъ нужно только пользоваться совершенно сухой посудой. Сравнить результаты с и d. Какой характерной составной части водныхъ растворовъ здѣсь нѣтъ?

### 3. Соли: физическія свойства ихъ іоновъ.

Разсмотримъ растворъ бромистаго калия. Какъ окрашенъ бромъ-іонъ? Около 0,2 гр. бромистой мѣди смѣшать въ пробиркѣ съ 2 каплями воды и нѣкоторое время взбалтывать (?). Затѣмъ прилить еще воды (по каплямъ и сильно взбалтывать, чтобы растворъ все время оставался насыщеннымъ). Послѣ того, какъ вся мѣдная соль растворится, нужно еще осторожно прибавлять воду какъ разъ до тѣхъ поръ, когда произойдетъ полное измѣненіе цвѣта. Какъ окрашены недиссоциированныя молекулы бромистой мѣди? Какой цвѣтъ имѣетъ іонъ мѣди? Сравнить эту окраску съ окраской раствора сѣрнокислой мѣди (?). Повторить опытъ, но только къ еще зеленому (не сильно разбавленному) раствору бромистой мѣди прибавить 2—3 гр. твердаго бромистаго калия и хорошенько взболтать (?). Объяснить результатъ этой операціи.

b) Приготовить насыщенные растворы хромовыхъ квасцовъ, хлористаго кобальта, марганцовокислаго калия и двуххромокислаго калия и прослѣдить, происходитъ-ли въ нихъ измѣненіе цвѣта съ разведеніемъ.

Какъ окрашены іонъ хрома (трехъ-значный), іонъ кобальта, аніонъ марганцовой кислоты (или перманганатъ-аніонъ) и аніонъ хромовой кислоты (хроматъ-аніонъ 2-значный)? Эти цвѣта важны для опредѣленія соответствующихъ іоновъ.

с) Всѣ водные растворы веществъ этого рода проводятъ электричество.

#### 4. Реакціи іоновъ: I. Нейтрализація.

Если смѣшать два разведенныхъ раствора электролитовъ, то не произойдетъ никакихъ существенныхъ измѣненій, если отъ соединенія іоновъ не образуется вещество мало диссоціированное или трудно растворимое. Въ этихъ же двухъ случаяхъ можно констатировать существенныя измѣненія. Химическія измѣненія, при которыхъ образуются продукты мало диссоціированные, но легко растворимые, будутъ рассмотрѣны въ 4, 5 и 6.

Около 10 гр. гидрата окиси натрія растворить въ 100 к. см. дистиллированной воды и растворъ этотъ налить въ бюретку. Около 6 к. см. концентрированной соляной кислоты налить въ фарфоровую чашку, разбавить ее половиной этого объема воды, прилить къ нему 2 капли раствора фенолфталеина и затѣмъ по каплямъ прибавлять растворъ щелочи, пока вся жидкость не приметъ слабо розовую окраску. Опытъ необходимо повторить, если въ первый разъ не точно установленъ моментъ появленія окраски. Растворъ выпарить на песчаной банѣ, пока въ каплѣ его при охлажденіи не будутъ выдѣляться кристаллы. Тогда снять чашку съ песчаной бани и дать охладиться. Когда кристалловъ выдѣлится достаточно, высушить между листами фильтровальной бумаги и изслѣдовать (а) форму кристалловъ, (б) вкусъ, (с) отношеніе къ влажному воздуху, (d) отношеніе къ раствору лакмуса и, наконецъ, (е)



электропроводность (это уже сдѣлано въ 1 с). Сопоставить въ таблицу только что опредѣленные свойства съ соотвѣтствующими свойствами исходныхъ материаловъ. Сравнить съ обыкновенной поваренной солью. (На полкѣ у стѣны). Какъ можно установить, содержитъ-ли такимъ образомъ полученное вещество кристаллизационную воду? Исследовать, содержитъ-ли полученная соль кристаллизационную воду (?). После опыта бюретку надо вычистить!

Изъ какихъ частей состоятъ употребленные въ этомъ опытѣ кислота и основаніе? Въ какомъ отношеніи находятся ихъ количества? (См. прибавленіе). Если оба вещества смѣшать, то какіе іоны соединятся въ новое соединеніе и въ какомъ размѣрѣ? (См. прибавленіе). Какая реакція здѣсь самая важная и почему она протекаетъ такъ до конца?

Первый опытъ для иллюстраціи закона постоянства вѣсовыхъ отношеній (стр. 21, гл. III, 2, а) представляетъ другой случай нейтрализаціи. Отвѣтить на поставленный выше вопросъ для этого опыта.

Записать процессъ нейтрализаціи какъ уравненіе іоновъ.

## 5. Частичная нейтрализація; кислыя соли.

Наполнить бюретку растворомъ гидрата окиси натрія. Прилить 30 к. см. концентрированной сѣрной кислоты въ 70 к. см. воды. По охлажденіи наполнить этой жидкостью другую бюретку. Установить, затѣмъ, способомъ, описаннымъ въ 4, какой объемъ раствора щелочи\* необходимъ для нейтрализаціи 5 к. см. кислоты. Эту нейтральную жидкость выпарить до 12 к. см. и затѣмъ чашку съ водяной бани снять. Выдѣляются кристаллы, которые надо отфильтровать и высушить на фильтровальной бумагѣ. Затѣмъ для второго опыта, взять двойное количество кислоты (10 к. см.), прилить

къ ней то же количество щелочи, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, выпарить до 5 куб. см. и обработать въ остальномъ, какъ выше сказано.

Получившіеся въ обоихъ случаяхъ кристаллы изслѣдовать со стороны ихъ (а) формы, (б) вкуса, (с) реакціи растворовъ на лакмусъ и (д) содержаніе кристаллизаціонной воды. Для сравненія изслѣдовать также пробы образовавшихся веществъ съ полки у стѣны. Бюретки надо хорошенько вымыть для того, чтобы краны не присохли. Какіе іоны и недиссоциированные тѣла находятся въ растворѣ гидрата окиси натрія, а также изъ какихъ частей состоитъ разведенная сѣрная кислота (въ обоихъ случаяхъ изъ пяти)? Происходящую при титрованіи реакцію выразить уравненіемъ. Если бы вмѣсто ѣдкаго натра воспользоваться амміакомъ, то въ растворѣ находилось бы еще одно вещество иного рода (какое именно?), которое бы во время титрованія измѣнилось (какимъ образомъ?) Выразить равенствами измѣненія этого вещества.

(Для наиболѣе успѣвающихъ). Приготовить растворъ двууглекислаго натрія и попробовать его реакцію на лакмусъ (?). Почему нѣкоторые кислые соли не показываютъ никакой кислой реакціи на лакмусъ? Определить обозначенія „среднія соли“ и „кислые соли“. Попробовать лакмусомъ растворы сѣрнокислой мѣди и хлорнаго желѣза (?). Почему нѣкоторые среднія соли даютъ съ лакмусомъ щелочную, а другія кислую реакцію? Какъ отвѣтить на эти вопросы съ точки зрѣнія іонной теоріи?

Что обозначаютъ именемъ „основной соли?“ Нужно привести примѣры. (Литература).

*Примѣчаніе (29).* Водные растворы необходимыхъ веществъ надлежащей концентраціи имѣются на полкѣ у стѣны. Ими и надо пользоваться во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ спеціальнаго указанія, что растворъ долженъ приготовить самъ занимающійся. При пользованіи готовымъ растворомъ во всякомъ случаѣ нужно въ то же время взять пробу соот-

вѣтствующаго вещества въ твердомъ видѣ, растворить и поглядѣть, обладаетъ-ли этотъ растворъ тѣми же свойствами, какъ и готовый растворъ съ полки.

## 6. Реакціи іоновъ: II. Образование „слабыхъ“ основаній и кислотъ.

а) Образование гидрата. Къ раствору хлористаго аммонія прибавить немного раствора гидрата окиси натрія (?) и понюхать (?).

Перечислить, какіе іоны и недиссоціированныя образования находятся въ растворахъ хлористаго аммонія и уксуснокислаго натрія до ихъ смѣшенія. Въ какомъ отношеніи находятся ихъ количества (см. прибавленіе)? Какіе іоны и въ какомъ размѣрѣ соединяются въ новыя соединенія при смѣшеніи этихъ растворовъ (см. прибавленіе)? Какое перемѣщеніе стоитъ на первомъ планѣ? Выразить это перемѣщеніе уравненіемъ іоновъ.

Опредѣлить выраженіе „слабое основаніе“ и пояснить примѣрами. Вытѣсненіе слабаго основанія болѣе сильнымъ сопровождается часто появленіемъ осадка, напр. при гидратѣ окиси цинка. Уравненіе для этого слѣдующее:

$$\text{Zn}^{++} + 2\text{OH}^{-} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2 \text{ (раств.)} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2 \text{ (тверд.)}$$
 Полнота реакціи зависитъ отъ относительной силы основаній и отъ ихъ растворимости. Насколько? (Литература).

б) Образование кислоты. Къ концентрированному раствору уксуснокислаго натрія прилить нѣсколько капель концентрированной сѣрной кислоты и немного нагрѣть, если необходимо. Какой запахъ при этомъ появляется?

Отвѣтить на тѣ же вопросы, какіе находятся во второмъ абзацѣ — а.

Опредѣлить обозначеніе „слабая кислота“ и пояснить примѣрами. Сопоставить вмѣстѣ по таблицѣ (привавленіе) тѣ кислоты, которыя, подобно уксусной, вытѣсняются изъ ихъ солей сѣрной кислотой главнымъ образомъ въ видѣ недиссоціированныхъ кислотъ въ свободномъ состояніи, и прибавить къ этому, какіе іоны соединяются вмѣстѣ при образованіи этихъ недиссоціированныхъ кислотъ. Эта реакція также часто сопровождается образованіемъ осадка, такъ напримѣръ, при выдѣленіи кремневой и борной кислоты изъ силикатовъ и солей борной кислоты (Литература). Образование метакремневой кислоты изъ кремнекислаго натрія выразить формулой по вышеприведенному примѣру. Какая причина здѣсь способствуетъ главнымъ образомъ полнотѣ реакцій?

## 7. Реакціи іоновъ: III. Образованіе осадковъ.

Всѣ соли за небольшимъ исключеніемъ (Примѣры? См. приложение) въ разбавленныхъ растворахъ сильно іонизированы. Вотъ почему и вышеописанныя химическія измѣненія вызываются въ большинствѣ случаевъ тѣмъ, что при смѣшеніи растворовъ солей образуется новая растворимая соль, которая мало диссоціирована. Часто впрочемъ недиссоціированныя молекулы трудно растворимы въ водѣ (см. 4, первый абзацъ); тогда получается осадокъ и по этому можно судить, что химическое превращеніе почти совершенно закончилось.

Слѣдующіе опыты заключаютъ въ себѣ подобныя превращенія:

а) Налить въ пробирку обыкновеннаго раствора хлористаго кальція. Разбавить каплю этого раствора въ другой пробиркѣ избыткомъ воды. Что произойдетъ, если въ обѣ пробирки прибавить 1—2 капли разведенной сѣрной кислоты? Какъ объяснить явление?

б) Образованіе солей. 3—4 к. см. раствора азотнокислаго серебра разбавить въ пробиркѣ водой. Осторожно при взбалтываніи прибавлять раствора хлористаго калия, пока не перестанетъ образовываться осадокъ. Профильтровать, фильтратъ сгустить и помѣстить на часовое стекло для кристаллизаціи. Въ осадкѣ и въ кристаллахъ мы имѣемъ два различныхъ тѣла. Какіе іоны въ обоихъ первоначальныхъ растворахъ? Какъ выражается общимъ уравненіемъ это превращеніе и какъ выражаются отдѣльно образованія обѣихъ твердыхъ солей изъ ихъ іоновъ? Въ какой стадіи процесса въ особенности происходитъ соединеніе соответствующихъ іоновъ въ недиссоціирующую соль согласно съ этими уравненіями образованія.

Связано-ли необходимо теоретически образованіе этого осадка съ взаимодействіемъ между растворами обѣихъ солей; или хлористое серебро и тогда образовалось-бы, если бы мы пользовались такими чрезвычайно разведенными растворами азотнокислаго серебра и хлористаго калия, что образующееся хлористое серебро могло бы оставаться растворимымъ?

с) Разбавить водой въ пробиркѣ 3—4 к. см. азотнокислаго серебра. Растворъ, полученный такимъ образомъ, раздѣлить на 4 разныя порціи.

Къ двумъ первымъ порціямъ прилить растворы хлористаго калия и хлористаго кобальта (?).

Къ третьей порціи прилить нѣсколько капель хлорноватокалиевой соли (?). Какое отсюда можно вывести заключеніе относительно іоновъ, которые находятся въ растворѣ хлорноватокалиевой соли (можетъ быть ихъ нѣтъ)?

Хлороформъ и хлороуксусная кислота не даютъ съ азотнокислымъ серебромъ никакого осадка. Чѣмъ эти вещества отличаются отъ хлористыхъ солей?

Нѣсколько капель раствора сѣрниокислаго серебра разбавить водой и прилить къ раствору хлористаго

калія (?). Какая общая составная часть въ растворахъ сѣрноокислаго серебра и азотноокислаго?

Къ четвертой порціи раствора азотноокислаго серебра прибавляютъ раствора ціанистаго калия (Осторожно! Ядъ!) до тѣхъ поръ, пока не растворится первоначально появившійся осадокъ (см. примѣчаніе 30).

Теперь прибавить 1—2 капли раствора хлористаго калия (?). Результатъ этого опыта приводитъ къ заключенію, что въ этомъ растворѣ нѣтъ той составной части, которая заключается въ растворахъ азотноокислаго и сѣрноокислаго серебра. Какая это составная часть?

*Примѣчаніе (30).* Растворимость такъ называемаго „нерастворимаго“ осадка не повышается вслѣдствіе простого присутствія другого какого-нибудь раствореннаго вещества, все равно, будетъ ли это прибавленный въ избытокъ реактивъ, который вызвалъ осажденіе, или какое-либо произвольно прибавленное тѣло (отсюда исключаются тѣ случаи, когда прибавленное тѣло само является растворителемъ. Такъ напр., если растворимость іода въ водѣ повышается отъ прибавленія алкоголя, то этотъ случай сюда не причисляется). Если происходитъ раствореніе осадка отъ прибавленія какого-нибудь реактива, то нельзя дѣлать заключеніе о какомъ-либо физическомъ вліяніи, которое оказываетъ на раствореніе осадка прибавленное вещество, а нужно заключить о химическомъ превращеніи осадка въ новое растворимое въ водѣ тѣло. Въ данномъ случаѣ образуется новое вещество серебряносинеродистый калий,  $KAg(CN)_2$ . На какіе іоны это вещество хорошо распадается?

д) Въ три пробирки налить небольшія количества растворовъ сѣрнистаго натрія, сѣрноокислаго натрія и сѣрноватистокислаго натрія, разбавить эти растворы водой и въ каждый прибавить нѣсколько капель раствора сѣрноокислаго кадмія (?). Если мы знаемъ въ первомъ случаѣ природу осадка и имѣющихся на лицо іоновъ, то какое заключеніе мы должны вывести изъ свойствъ другихъ двухъ растворовъ?

е) Въ какомъ отношеніи аналогиченъ вышеполученный результатъ (д) съ лекціоннымъ опытомъ, въ

которомъ приводили въ соприкосновеніе этило-сѣрно-кислый калий и хлористый барій?

г) Приготовить въ двухъ пробиркахъ пробы сильно разбавленнаго раствора марганцовокислаго калия и разбавленнаго раствора хлористаго марганца. Къ каждой пробѣ прибавить нѣсколько капель раствора соды (?). Почему хлористый марганецъ иначе дѣйствуетъ, чѣмъ марганцовокислый калий?

г) Приблизительно равныя количества двууглекислаго натрія и кислаго виннокислаго калия (литература) растереть вмѣстѣ въ ступкѣ (?). Смѣсь помѣстить въ маленький стаканъ съ водой (?). Выдѣляющійся газъ—углекислота. Составить для этого явленія уравненіе іоновъ, причемъ можно себѣ представить, что прежде всего образуется кислота —  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , которая тотчасъ же самостоятельно распадается на углекислый газъ и воду. Аніонъ виннокислой соли  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ . Для опредѣленія другихъ іоновъ надо приготовить отдѣльные растворы обоихъ исходныхъ веществъ (кислой виннокислой соли и двууглекислаго натрія). Содержатъ ли эти растворы водородъ-іоны? Содержатся ли также водородные іоны въ растворѣ при крайнемъ разведеніи? Какъ испытать это? Какіе іоны, кромѣ калий- и натрій-іоновъ, можно еще предположить въ этихъ растворахъ? (Прибавленіе. Литература).

## 8. Реакціи іоновъ. IV. Вытѣсненіе іона.

а) Нѣсколько кусочковъ гранулированнаго цинка облить растворомъ мѣднаго купороса и отставить въ сторону, пока не окончится замѣщеніе (проба!). Взбалтываніе ускоряетъ реакцію (почему?). По отфильтрованіи фильтратъ и осадокъ на фильтрѣ изслѣдовать нижеслѣдующимъ образомъ:

Осадокъ обработать въ пробиркѣ одной или двумя каплями концентрированной азотной кислоты и затѣмъ прибавить къ нему въ избытокъ амміака (?). Подвергнуть той же обработкѣ кусочекъ мѣди (?).

Прилить къ фильтрату безцвѣтнаго раствора сѣрнистаго аммонія (?).

Что заключаетъ въ себѣ растворъ (литература)?

б) Насколько опыты, проведенные въ гл. VI, 1, относятся къ одному классу іонныхъ реакцій съ только что произведенными опытами а? Отвѣтить на тотъ же вопросъ по отношенію къ гл. VI, 2, а и д.

Какъ дѣйствуетъ на цинкъ концентрированная сѣрная кислота (гл. VI, 1, е) и какъ разведенная (гл. VI, 1, с)? Первая болѣе плохой проводникъ, вторая хорошій? Къ какому заключенію приводитъ этотъ фактъ? Нельзя ли на основаніи этого объяснить различіе дѣйствія въ обоихъ случаяхъ? У какого іона отнимаетъ металлическій цинкъ положительный зарядъ, переходя самъ въ іонъ? Къ какому классу реакцій это принадлежитъ? Какія именно пять составныхъ частей заключаются въ разбавленной сѣрной кислотѣ?

с) Металлы по ихъ склонности переходить изъ металлическаго состоянія въ состояніе іоновъ располагаются въ слѣдующіе ряды:

## I.

## II.

Щелочные металлы (литер.).	Желѣзо.
Щелочно-земельн. мет. (литер.).	Кобальтъ.
Магній.	Никкель.
Алюминій.	Олово.
Марганецъ.	Свинецъ.
Цинкъ.	Водородъ.
Хромъ.	(Мышьякъ).
Кадмій.	Мѣдь.



III.

(Сурьма).  
(Висмутъ).  
Ртуть.  
Серебро.  
Палладій.  
Платина.  
Золото.

Каждый изъ этихъ металловъ вообще вытѣсняетъ изъ растворовъ обыкновенныхъ солей іоны слѣдующихъ за нимъ металловъ (рядъ напряженія) (литература. Электрохимія). Положеніе заключенныхъ въ скобки металловъ вѣрно только приблизительно.

d) Произведенные при гл. X, 4 и 5 вычисленія должны быть подъ руками.

Какъ дѣйствуетъ свободный хлоръ на бромъ-іонъ  
(4, а)?

Какъ дѣйствуетъ свободный хлоръ на іодъ-іонъ  
(4, б)?

Какъ дѣйствуетъ свободный бромъ на іодъ-іонъ  
(4, с)?

Какъ дѣйствуетъ свободный бромъ на сѣру-іонъ  
(5, а)?

Какъ дѣйствуетъ свободный іодъ на сѣру-іонъ  
(5, б)?

Расположить эти четыре элемента въ рядъ подобно металламъ. На какомъ мѣстѣ въ этомъ ряду станетъ фторъ? Каково приблизительно положеніе кислорода  
(5, б).

9. Какіе три типа іонныхъ реакцій описаны въ этой главѣ? Четвертый типъ находится въ главѣ XI, 3 (стр. 71), въ 5, б (стр. 73) и въ 7, б (стр. 74). Какой это типъ? Пятый типъ описанъ въ главѣ XIII, 3, е (стр. 93) и въ главѣ XV, 4, с (стр. 112).

10. Въ позднѣйшихъ лекціонныхъ и лабораторныхъ опытахъ мы имѣемъ еще изучить другіе способы для полученія кислотъ, основаній и солей, при которыхъ іоны совсѣмъ не играютъ важной роли. Привести примѣры этихъ различныхъ способовъ (?). Для кислотъ—два способа, для основаній—два, для солей—три. Два другихъ возможныхъ способа полученія солей мы узнаемъ позднѣе.

---

## ГЛАВА XIII.

### Сѣра и ея соединенія.

#### 1. Сѣра.

##### Задачи:

а) Нѣсколько граммовъ сѣры медленно нагрѣть до кипѣнія на маленькомъ пламени въ сухой пробиркѣ. Какія измѣненія при этомъ происходятъ? (Сохранить пробирку для опыта б).

б) Сильно кипящую сѣру вылить въ стаканъ съ холодной водой. Разсмотрѣть внѣшнія свойства получившагося продукта. Какъ установить, произошло ли измѣненіе сѣры именно отъ воды или нѣтъ? Оставить этотъ продуктъ на 1—2 дня и снова разсмотрѣть его свойства (?).

Какой растворитель уже раньше указанъ для сѣры? Растворяется ли совершенно все въ этомъ растворителѣ только что полученное вещество?

с) Стереть въ ступкѣ слѣды сѣры съ небольшимъ количествомъ ртути (изъ запасовъ лабораторіи) (?). Какіе случаи соединенія сѣры съ металлами уже встрѣчались при прохожденіи этой книги?

д) Растирая сѣрный цвѣтъ съ дистиллированной водой, приготовить жидкую кашицу и вылить ее въ узкогорлую стеклянку. Поворачивая и крутя стеклянку, покрыть этой кашицей всю внутреннюю стѣнку стеклянки. Затѣмъ оставить стеклянку на нѣсколько дней въ покоѣ. Когда она высохнетъ, налить еще немного воды, чтобы смочить сѣру. Какой запахъ при этомъ появляется? Происходитъ ли какая-нибудь реакція, если въ стеклянку погрузить, стеклянную палку, смоченную амміакомъ? Если количество жидкости въ стеклянкѣ слишкомъ мало, чтобы массу можно было оттуда вылить, то надо прибавить еще 2—3 к. см. воды и профильтровать черезъ совсѣмъ маленькій фильтръ. Фильтратъ изслѣдовать при помощи нейтральной лакмусовой бумаги и раствора хлористаго барія (?). Последняя реакція, можетъ быть, произойдетъ только спустя нѣкоторое время.

е) (Тяга). Небольшое количество сѣры сильно нагрѣть на перевернутой крышкѣ фарфороваго тигля (?). Какъ пахнетъ выдѣляющійся газъ и какъ онъ реагируетъ съ амміакомъ? Опыты д и е показываютъ различіе въ окисленіи сѣры въ присутствіи и въ отсутствіи воды.

## 2 Сѣроводородъ. (Тяга).

### Задачи:

а) Положить въ пробирку немного сѣрнистаго желѣза, облить водою и приливать до тѣхъ поръ концентрированной соляной кислоты, пока не будетъ происходить равномерное, не слишкомъ сильное выдѣленіе газа (?). Какъ пахнетъ газъ?

Эту реакцію объяснить при помощи іонной теоріи, принимая во вниманіе степень диссоціаціи сѣроводорода (см. прибавленіе). При этомъ надо допустить, что сѣрнистое желѣзо, хотя и очень мало, но все-таки

нѣсколько растворимо въ водѣ и растворившаяся часть, сколь возможно, хорошо диссоціируетъ.

Въ дальнѣйшемъ, для полученія этого газа пользоваться кипповскимъ аппаратомъ, промывая газъ въ промывной стеклянкѣ съ водою.

б) Вытѣснивъ воздухъ, соединить промывную стеклянку съ вытянутой къ одному концу стеклянной трубкой и зажечь газъ. Какіе здѣсь продукты горѣнія? Помѣстить фарфоровую чашку въ пламя (?). Показываетъ ли этотъ опытъ, какой продуктъ находится въ свободномъ состояніи внутри пламени? Что еще должно находиться въ свободномъ состояніи внутри пламени? На основаніи этихъ фактовъ сдѣлать заключеніе, въ какія двѣ фазы протекаетъ реакція? Какъ это связать съ тѣмъ, что сѣроводородъ только съ трудомъ можно получить изъ его элементовъ?

с) Для сравненія съ 2,а обработать въ отдѣльныхъ стаканахъ 2 порціи истолченнаго въ порошокъ сѣрнистаго желѣза концентрированной сѣрной кислотой на холоду (?) и при нагреваніи (?) и, далѣе, разбавленной сѣрной кислотой (?).

Какая составная часть кислоты находится въ большомъ количествѣ въ концентрированномъ растворѣ и напротивъ только въ маломъ количествѣ въ разведенномъ? Можно ли съ помощью этихъ фактовъ объяснить разницу въ дѣйствіяхъ? (Стр. 88, гл. XII, §. б).

### 3. Свойства сѣроводорода (Тяга). I.

#### Задачи:

а) Сначала приготовить въ пробиркѣ водный растворъ газа и большую часть его вылить въ открытую узкогорлую стеклянку и оставить стоять открытой нѣкоторое время (?). Остатокъ сохранить для опыта 4,г.

Слѣдующія вещества надо налить въ пробирки, и на нѣсколько мгновений пропустить въ нихъ сильный токъ сѣроводороднаго газа. Дѣйствіе такое же, какъ если прилить воднаго раствора газа. Каждое дѣйствіе разсмотрѣть внимательно.

б) Концентрированная сѣрная кислота (?). Какими веществами можно пользоваться для сушенія газа и какіе обыкновенно употребляемые осушители здѣсь негодны?

с) Подкисленный растворъ двухромовокислаго калия (?). (Подъ „подкисленіемъ“ раствора вообще подразумѣваютъ прибавленіе разбавленной кислоты до появленія кислой реакціи на лакмусовую бумагу. Въ этомъ же случаѣ необходимъ большой избытокъ сѣрной или соляной кислоты, и ихъ присутствіе надо принять во вниманіе при составленіи уравненія реакціи.) Здѣсь имѣютъ мѣсто два рода іонныхъ реакцій. (Стр. 89. Гл. XII, 9).

д) Разбавленный подкисленный растворъ марганцовокислаго калия (?) (сравн. заключенное въ скобки замѣчаніе въ предыдущемъ абзацѣ).

е) Растворъ хлорнаго желѣза (?). Жидкость насытить газомъ (Проба?). Профильтровавши, къ фильтрату прибавить раствора желѣзосинеродистаго калия (?).

Для пониманія опыта надо экспериментально изучить, какъ реагируетъ хлорное желѣзо и желѣзный купоросъ съ желѣзосинеродистымъ калиемъ (?). Выразить эти реакціи въ видѣ уравненія іоновъ (какъ дѣйствіе  $Fe'''$ -іона и  $Fe''$ -іона на желѣзосинеродистый аніонъ.)

Какъ подѣйствовалъ сѣроводородъ на растворъ хлорнаго желѣза? Какимъ образомъ измѣняются при этомъ іоны желѣза? (Стр. 89. Гл. XII, 9).

Какъ дѣйствовалъ сѣроводородъ на іодъ (стр. 67. Гл. X, 5, б)? Какое общее свойство сѣроводорода выясняетъ

ся отсюда и изъ другихъ выше (подъ 3) произведенныхъ опытовъ?

#### 4. Свойства сѣроводорода. II. Образованіе сѣрнистыхъ соединеній. (Тяга).

Взять по нѣскольکو капель ниже названныхъ веществъ изъ запасныхъ растворовъ, разбавить ихъ 5 — 10-кратнымъ объемомъ воды и пропустить въ нихъ до насыщенія сѣроводородъ (сравн. 3, а, абзацъ 2). Что происходитъ:

- а) при сѣрнокислой мѣди?
- б) при сѣрнокисломъ кадмѣ?
- с) при азотнокисломъ свинцѣ?
- д) при уксуснокисломъ цинкѣ?
- е) при хлористомъ баріи?

Эти реакціи обратимы и протекаютъ въ обратномъ направленіи, если прибавить достаточное количество кислоты (т. е. Н-ионовъ). Въ аналитической химіи металлы относятъ къ различнымъ группамъ, смотря по тому, постоянны ихъ сѣрнистыя соединенія по отношенію къ кислотамъ малой концентраціи (избытокъ разбавленной кислоты) или нѣтъ. Концентраціи Н-ионовъ, при которыхъ реакція образованія сѣрнистыхъ соединеній принимаетъ обратное направленіе, вообще для металловъ очень различны. Границы обозначаются, съ одной стороны, постоянствомъ сѣрнистыхъ соединеній по отношенію къ концентрированной соляной кислотѣ, съ другой—постоянствомъ нейтральныхъ растворовъ хлористыхъ металловъ по отношенію къ сѣроводороду. Въ послѣднемъ случаѣ какимъ-бы то ни было способомъ приготовленныхъ сѣрнистыя соединенія совершенно разлагаются или, по крайней мѣрѣ, совершенно растворяются отъ прибавленія эквивалентнаго количества кислоты.

Къ выше полученнымъ пробамъ прилить разбавленной соляной кислоты, взболтать и поглядѣть происходить ли какое-нибудь дѣйствіе или нѣтъ. Такимъ образомъ изслѣдованныя сѣрнистыя соединенія раздѣлить на три класса, принимая во вниманіе слѣдующее: разлагаются ли они уже отъ прибавленія эквивалентнаго количества кислоты, разлагаются ли они избыткомъ разбавленной кислоты, или въ присутствіи избытка разбавленной кислоты они постоянны.

Какъ объясняются эти реакціи іонной теоріей? Нужно при этомъ имѣть въ виду, что какъ ни мало диссоцірованъ сѣроводородъ, другія сѣрнистыя соединенія при равныхъ условіяхъ отдѣляются отъ себя еще менѣе іоновъ сѣры, чѣмъ самъ сѣроводородъ.

f) Въ пробирку съ растворомъ азотнокислаго свинца прилить раствора углекислаго натрія. Осадокъ отфильтровать и подвергнуть дѣйствію сѣроводорода (?).

g) Сохраненный отъ 3,а остатокъ сѣроводородной воды попробовать лакмусовой бумагой (?).

h) Пропустить сѣроводородъ до насыщенія (проба ?) въ нѣсколько к. см. раствора гидрата окиси натрія. Растворъ попробовать лакмусовой бумагой и раздѣлить на 3 части (?). Къ первой порціи прибавить чистой разбавленной соляной кислоты (?). Ко второй порціи прибавить немного истолченной черенковой сѣры и взбалтывать время отъ времени (?). Черезъ полчаса или ранѣе, если растворъ уже тогда сдѣлался сильно желтымъ, профильтровать и фильтратъ подкислить чистой разбавленной соляной кислотой (?). Осадокъ отфильтровать, промыть водой, высушить и испробовать, растворяется ли онъ въ сѣроуглеродѣ и какъ горитъ. Что заключается въ желтомъ растворѣ (литература)? Какой ранѣе сдѣланный опытъ съ іодомъ похожъ на это дѣйствіе сѣры на сѣрнистый натрій?

Третью порцію оставить стоять нѣсколько дней въ слабо закрытой стеклянкѣ (?). Послѣ того, какъ про-

изошло замѣтное измѣненіе, прибавить чистой разбавленной соляной кислоты въ избытокъ (?) Какъ объясняются эти явленія?

## 5. Сѣрная кислота (Работать по двое).

### Задачи:

а) Для опыта нужно: перегонную колбу, предохранительную стеклянку, довольно широкогорлую 1-литровую стеклянку и водяной воздушной насосъ (занять). Спо-

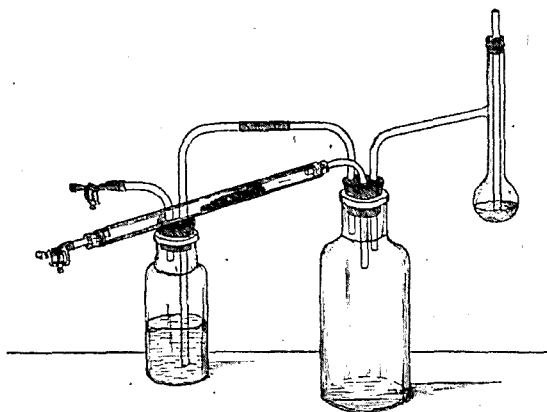


Рис. 18.

собъ составленія ясенъ безъ дальнѣйшихъ объясненій (рис. 18). Въ тугоплавкую трубку положить 10 гр. истолченного желѣзнаго колчедана, а въ перегонную колбу налить 10 к. см. чистой концентрированной азотной кислоты (съ полки у стѣны). Предохранительная стеклянка, до половины наполненная водой, служитъ для того, чтобы контролировать скорость тока воздуха, который



просасывается черезъ аппаратъ при помощи насоса. Она соединена съ водянымъ насосомъ. Общее количество проходящаго черезъ аппаратъ воздуха регулируется винтовымъ зажимомъ у насоса, въ то время какъ обѣ порціи воздуха, изъ которыхъ одна проходитъ надъ колчеданомъ, а другая движется вмѣстѣ съ парами азотной кислоты, регулируются другимъ винтовымъ зажимомъ. Теперь нужно нагрѣть сначала колчеданъ въ очень медленномъ токъ воздуха, пока сѣра колчедана не загорится, затѣмъ нагрѣвать азотную кислоту и такъ регулировать воздухъ, чтобы часть его проходила черезъ азотную кислоту и увлекала съ собой немного ея паровъ; колчеданъ нагрѣвать сильно и непрерывно. Токъ воздуха, насыщеннаго парами азотной кислоты, долженъ быть лишь настолько силенъ, чтобы содержимое сосуда было замѣтно окрашено азотистыми парами. Затѣмъ этотъ токъ прекратить и повременамъ соответствующей регулировкой зажима у тугоплавкой трубки снова возобновлять, если красные пары въ стеклянкѣ исчезнутъ.

Послѣ того, какъ внутри стеклянки выдѣлились кристаллы (иногда кристаллизація происходитъ очень поздно), разъединить приборъ и еще заключающійся въ стеклянкѣ газъ вытѣснить мѣхами. Если очень долго не происходитъ выдѣленія кристалловъ (замѣчательно, что реакція между газовыми молекулами, несмотря на совершенное смѣшеніе, можетъ происходить очень медленно), то это можетъ быть или отъ того, что азотная кислота содержитъ въ себѣ много воды, или что температура, при которой происходила реакція, высока. Охлажденіе стеклянки въ холодной водѣ послѣ того какъ приборъ разъединенъ, часто вызываетъ кристаллизацію.

Въ стеклянку налить 4—5 куб. см. воды и растворить кристаллы со стѣнокъ стеклянки. Всѣ наблюденія при этомъ записать. Если желательно получить боль-

шее количество продукта реакціи, надо снова въ аппарате помѣстить колчеданъ, повторить опытъ и, наконецъ, снова растворить кристаллы въ водѣ. Такимъ образомъ полученную жидкость надо профильтровать черезъ маленькій фильтръ въ фарфоровую чашку, ополоснуть стеклянку 2—3 куб. сантиметрами воды, и весь растворъ выпаривать на песчаной банѣ (тяга), пока онъ не начнетъ сильно дымиться (?). Этимъ путемъ удаляется присутствующая здѣсь азотистая или азотная кислота.

б) Продуктъ, полученный въ а, разбавить двойнымъ или тройнымъ объемомъ воды и попробовать лакмусовой бумагой (?). Въ  $\frac{1}{3}$  жидкости бросить кусочекъ цинка или желѣза (?). Остатокъ употребить на то, чтобы имъ сдѣлать черточки на кускѣ писчей бумаги при помощи деревянной лучинки (или спички безъ головки). Палочку и бумагу положить затѣмъ сушиться въ сушильный шкафъ (?).

с) (Тяга). Налить въ пробирку 2—3 к. см. концентрированной сѣрной кислоты и погрузить туда термометръ такъ, чтобы шарикъ его совсѣмъ былъ погруженъ въ кислоту, но не касался стѣнокъ и дна. Нагрѣвать пробирку маленькимъ огонькомъ и наблюдать, а) при какой температурѣ происходитъ измѣненіе и (б) при какой оно становится рѣзкимъ (Осторожно! Во время нагрѣванія пробирка можетъ треснуть. Горячая сѣрная кислота можетъ попасть на платье и на руки и причинить серьезные ожоги). Только по охлажденіи пробирку можно сполоснуть водой.

## 6. Сѣрнокислыя соли.

Сильно нагрѣвать на паялкѣ въ тугоплавкой трубкѣ или въ фарфоровомъ тиглѣ желѣзный купоросъ до тѣхъ поръ, пока не перестанетъ болѣе выдѣляться вода (Литература) (?). Въ какомъ отношеніи находится

этотъ опытъ къ 5, с? Что дѣлается съ гипсомъ, если отнять у него при высокой температурѣ воду (Гл. VII, 3, d, стр. 46)? На основаніи этого всѣ сѣрнокислыя соли можно раздѣлить на 2 класса (какіе именно?) (Литература).

## 7. Двуокись сѣры (сѣрнистый ангидридъ).

### Задачи.

а) Кусочекъ сѣры и кусочекъ древеснаго угля нагрѣть въ отдѣльныхъ пробиркахъ съ концентрированной сѣрной кислотой. Какъ пахнутъ выделяющіеся пары? Какое свойство сѣрной кислоты въ этомъ случаѣ обнаруживается? (Гл. XIII, 2, с и 3, b; Гл. X, 2, а и Гл. VI, 1, е). Свойства сѣрной кислоты, какъ они опредѣлились въ 5, b и с, и въ 7, сопоставить вмѣстѣ.

б) (Тяга). Аппаратъ состоитъ изъ колбы для полученія газа (см. рис. 10) и двухъ промывалокъ для газа (см. рис. 12). Если 8 будетъ пропущенъ, нужна еще одна промывалка (именно какъ предохранительная, въ то время какъ стеклянка для сушенія газа является лишней). Смять мѣдныя стружки въ маленькіе комочки и облить въ колбѣ 10—15 к. см. концентрированной сѣрной кислоты. Одной пустой промывной стеклянкой надо воспользоваться въ качествѣ предохранительной, при чемъ ее присоединяють короткой трубкой къ отводной трубкѣ колбы. Въ другую стеклянку налить слой концентрированной сѣрной кислоты высотой въ 2—3 см. и опредѣлить, не пропускаетъ-ли аппаратъ воздухъ.

Колбу нагрѣвать на песчаной банѣ, при чемъ вначалѣ нужно отнять пробку и погрузить въ кислоту термометръ, чтобы слѣдить за измѣненіемъ температуры. При какой температурѣ наступаетъ реакція? При какой температурѣ она идетъ энергично? Сравнить эти

температуры съ найденными въ 5, с. Почему нельзя пользоваться разведенной сѣрной кислотой? Теперь надо заткнуть пробку и, нагрѣвая дальше, собирать газъ для 8 и 9.

Какъ измѣняется внѣшній видъ содержимаго колбы при продолжительномъ нагрѣваніи? Принять во вниманіе это наблюденіе позднѣе при отвѣтѣ на вопросъ въ 9, f.

### 8. Вѣсъ 1 литра двуокиси сѣры. (Колич. Тяга).

Подогнать къ чистой сухой колбѣ хорошо ее затыкающую пробку и вмѣстѣ съ ней взвѣсить. Такимъ образомъ получается вѣсъ колбы съ воздухомъ. Затѣмъ пропускать черезъ трубку, доходящую до дна колбы, двуокись сѣры, которая будетъ вытѣснять воздухъ и т. о. наполнить сосудъ. Замкнуть послѣ этого колбу и взвѣсить снова. Для точности повторить операцію, пока не будетъ происходить больше никакого увеличенія вѣса. Въ заключеніе дать газу выйти, налить въ колбу до пробки воды, заткнуть и еще разъ взвѣсить. Первое и послѣднее взвѣшиванія даютъ вмѣстимость колбы. Замѣтить температуру и баром. давленіе.

Чтобы опредѣлить вѣсъ колбы (съ пробкой) безъ воздуха, надо вычесть изъ вѣса колбы съ воздухомъ вѣсъ заключающагося въ ней воздуха. А этотъ послѣдній вычисляютъ, зная вмѣстимость колбы, давленіе и температуру (1 литръ сухого чистаго воздуха вѣсить 1,294 гр. при  $0^{\circ}$  и 760 мм.). Изъ разности вѣса колбы съ двуокисью сѣры и вѣса колбы безъ воздуха опредѣляется вѣсъ двуокиси сѣры. Объемъ двуокиси сѣры, вѣсъ котораго только что опредѣленъ, привести къ  $0^{\circ}$  и 760 мм. и вычислить затѣмъ вѣсъ 1 литра (?) при нормальныхъ условіяхъ и вѣсъ 22,39 литровъ (?).

Какіе источники ошибокъ присущи этому способу опредѣленія плотности газа?

## 9. Сѣрнистая кислота. (Тяга).

### Задачи:

а) Полученную, какъ въ 7, б, двуокись сѣры пропускать нѣсколько минутъ въ пробирку съ водой (?). Какъ реагируетъ растворъ на лакмусовую бумагу? (Литература). Кромѣ двуокиси сѣры еще на какое тѣло въ растворѣ (происшедшее изъ воды и двуокиси сѣры) указываетъ эта реакція?

б) Прилить къ половинѣ этой жидкости хлористаго барія (?) и избытокъ чистой концентрированной соляной кислоты (?). Обратима или нѣтъ реакція сѣрнистой кислоты съ хлористымъ баріемъ?

Къ той же порціи прибавить еще бромной воды (?). Изъ чего состоитъ (литература) (?) и какъ образуется этотъ осадокъ?

с) Остатокъ раствора оставить стоять въ открытомъ стаканѣ на 1—2 дня и время отъ времени въ маленькихъ пробахъ производить испытаніе хлористымъ баріемъ съ чистой соляной кислотой (?). Въ какомъ отношеніи находится этотъ опытъ къ 1, d, e и 9, б?

д) Пропускать токъ газа въ пробирки съ растворами двухромовокислаго калия (?) и марганцовокислаго калия (?), пока больше не будетъ происходить никакого измѣненія. Растворы нужно предварительно подкислить разведенной сѣрной кислотой (см. гл. XIII, 3, с).

е) Вытѣснивъ изъ сосуда воздухъ сѣрнистымъ ангидридомъ, положить туда лакмусовой бумаги и какой-нибудь травы или цвѣтокъ (?).

ф) Колбу для полученія сѣрнистаго ангидрида оставить стоять на ночь и затѣмъ подробно изслѣдовать, что въ ней есть? Если выдѣлилось твердое тѣло, слить съ него жидкость, внимательно рассмотреть остатокъ и часть его положить въ стаканъ съ водой. Если ничего не выдѣлилось, налить немного самой жидкости

въ большой избытокъ воды. Каковы внѣшнія свойства выдѣлившагося тѣла? Что обнаруживается, если растворить это тѣло въ водѣ? Объясненіе.

## 10. Сѣрнистокислыя соли.

### Задачи:

а) Къ сѣрнистокислому или къ кислосѣрнистокислому натрію прибавить какой-нибудь разбавленной кислоты (?).

б) Сильно нагрѣть въ сухой пробиркѣ по 1 гр. этихъ же солей (на паяльной горѣлкѣ), пока не будетъ больше происходить никакого измѣненія (?). Нагрѣваніе нужно вести осторожно и медленно, пробирку держать все время горизонтально, чтобы избѣжать ея растрескиванія отъ собирающейся воды, и къ концу нѣсколько минутъ нагрѣвать такъ сильно, какъ только можетъ выдержать тугоплавкая пробирка.

Прилить къ продукту реакціи разведенной соляной кислоты (?). Если при этомъ должна выдѣлиться свободная сѣра, объяснить, какъ она можетъ образоваться.

## 11. Сѣрноватистокислыя соли.

### Задачи:

Какъ получить эти соли? (Литература). Налить въ разведенный растворъ сѣрноватистокислаго натрія разведенной минеральной кислоты (?). Что происходитъ спустя немного времени и какъ пахнетъ выдѣляющійся газъ? Нагрѣть, какъ въ 10, б, съ тѣми же самыми предосторожностями сѣрноватистокислый натрій, пока не будетъ происходить больше никакого измѣненія, и наблюдать происходящія явленія. Запахъ (?). Прилить къ продукту реакціи разведенной соляной кислоты (?).

## 12. Возстановленіе соединеній сѣры.

Смѣшать любую соль кислородной кислоты сѣры (въ очень маломъ количествѣ) съ равнымъ количествомъ углекислаго натрія. Обуглить съ поверхности конецъ лучинки на длину 2—3 см. и потереть этотъ обугленный конецъ о нагрѣтый кристаллъ соды (ассистентъ). Приготовленную раньше смѣсь смочить водой, немного ея захватить на конецъ лучинки и нагрѣть въ возстановительной части маленькаго пламени бунзеновской горѣлки. Продуктъ реакціи помѣстить на блестящую серебряную монету, положенную на часовое стекло, и смочить каплей воды (?). Какой запахъ выдѣляется при прибавленіи какой-нибудь разбавленной минеральной кислоты? Эта проба позволяетъ открыть сѣру во всѣхъ ея нелетучихъ соединеніяхъ.

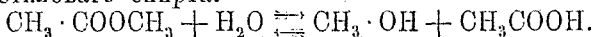
## ГЛАВА XIV.

### Измѣреніе силы кислотъ химическимъ путемъ.

#### 1. Оцѣнка относительной силы кислотъ.

Относительную силу или жадность кислотъ (или оснований) можно только тогда измѣрить, если кислоты, которыя сравниваются, находятся при одинаковыхъ условіяхъ. Если летучая кислота вытѣсняется другой нелетучей въ условіяхъ опыта, напр., соляная кислота при ея полученіи изъ поваренной соли и концентрированной сѣрной кислоты, то при этомъ нельзя сдѣлать выводовъ объ относительной силѣ кислотъ. Въ слѣдующихъ опытахъ объясняется простѣйшій изъ 4—5 способовъ сравненія силы кислотъ.

а) Если смѣшать метиловый эфиръ уксусной кислоты съ водой, то очень медленно происходитъ гидролитическое расщепленіе съ образованіемъ уксусной кислоты и метиловаго спирта:



Около 1 к. см. метиловаго эфира уксусной кислоты смѣшать въ пробиркѣ съ 10 к. см. воды, жидкость по-пробовать лакмусовой бумагой (?), замкнуть пробкой и отставить въ сторону. Черезъ нѣсколько дней снова по-пробовать лакмусомъ (?).

Это дѣйствіе воды ускоряется въ присутствіи свободныхъ кислотъ. Сами кислоты остаются непричастными къ реакціи. Эквивалентныя количества химически различныхъ кислотъ вызываютъ самое различное ускореніе реакціи. Порядокъ, въ которомъ при этомъ располагаются кислоты по ихъ относительной силѣ дѣйствія, тотъ же, какой устанавливается другими методами опредѣленія силы кислотъ. Степень, до которой произошло распаденіе эфира, можно во всякое время опредѣлить титрованіемъ щелочью. Титрованіемъ опредѣляется общая кислотность. Если вычесть отсюда количество прибавленной вначалѣ кислоты, то получится количество уксусной кислоты, образовавшейся вслѣдствіе распаденія эфира; это и есть мѣра силы кислоты, которая вызывала ускореніе реакціи. Силы соляной и сѣрной кислотъ этимъ способомъ будутъ сравнены другъ съ другомъ въ б.

б) (Двое работаютъ вмѣстѣ). Нужно двѣ измѣрительныхъ колбы въ 20 к. см., пипетка въ 10 к. см. и пипетка въ 1 к. см. (занять). Колбы надо какъ-нибудь отмѣтить, чтобы можно было ихъ различать. Въ одну колбу налить точно 10 к. см. нормальной (?) соляной кислоты, а въ другую 10 к. см. нормальной (?) сѣрной кислоты. Въ обѣ колбы затѣмъ прибавить по 1 к. см. метиловаго эфира уксусной кислоты и тотчасъ же (зачѣмъ?) долить ихъ дистиллированной водой до мѣтки.



Колбы хорошенько закупорить, взболтать, и объ помѣ-  
стить въ одну водяную баню около  $45^{\circ}$  такъ, чтобы  
горла ихъ прямо торчали изъ воды. Если баня доста-  
точно велика, то больше нагрѣвать ее не нужно; въ  
противномъ случаѣ маленькимъ пламенемъ поддержи-  
ваютъ продолжительное время означенную температуру.  
(При точныхъ опредѣленіяхъ температуру при помощи  
термостата держать постоянной въ предѣлахъ  $0,1^{\circ}$ ).  
Колбы въ банѣ надо оставить на  $\frac{1}{2}$  часа \*). Тѣмъ вре-  
менемъ надо приготовить и затѣмъ налить въ бюретку  
нормальный растворъ ѣдкаго натра (или приблизительно  
нормальный  $= 4\%$ ). Теперь налить отдѣльно въ ста-  
каны точно такое же количество соляной и сѣрной  
кислотъ (по 10 к. см.) и протитровать ихъ только что  
приготовленнымъ нормальнымъ растворомъ щелочи,  
причемъ въ качествѣ индикатора прибавить фенолфта-  
ленна (двѣ капли). Полученныя числа являются мѣрой  
количествъ кислотъ, прибавленныхъ въ началѣ опыта  
въ объ колбы.

По прошествіи  $\frac{1}{2}$  часа вынуть объ колбы изъ бани  
и ихъ содержимое слить и сполоснуть дистиллирован-  
ной водой въ стаканы. Прибавивъ по двѣ капли фе-  
нолфталенна, снова протитровать ранѣе приготовлен-  
нымъ нормальнымъ растворомъ щелочи. Разница въ  
потраченныхъ на титрованіе объемахъ раствора ще-  
лочи въ предыдущемъ титрованіи и теперь даетъ ко-  
личества уксусной кислоты, образовавшейся вслѣдствіе  
гидролиза. Эти количества уксусной кислоты отвѣчаютъ

---

\*) Въмѣсто измѣрительныхъ колбъ можно воспользоваться  
обыкновенными колбочками съ пробкой. Въ этомъ случаѣ  
надо отмѣрить одной и той же пипеткой сначала 10 к. см.  
кислоты, затѣмъ прилить въ каждую колбочку 10 к. см. воды,  
прибавить затѣмъ 1 к. см. эенра и поступать дальше какъ  
въ предыдущемъ. Другая реакція, которая можетъ служить  
для опредѣленія относительной силы кислоты, будетъ изло-  
жена въ гл. XXII, 2, а.

относительной силѣ кислотъ. Какая изъ кислотъ сильнѣе? Что собственно измѣряется въ этихъ двухъ опытахъ съ точки зрѣнія іонной теоріи? На какое свойство воды указываетъ опытъ *a*?

(Для успѣвающихъ). Вся задача еще не исчерпывается измѣреніемъ силы кислотъ по гидролизу метилового эфира уксусной кислоты. Остается, сверхъ того, еще прочно установить размѣры силы кислотъ при помощи аналогичныхъ опытовъ. Но за этимъ нужно обратиться къ учебникамъ по физической химіи.

---

## ГЛАВА XV.

### Окислы и кислородныя кислоты азота.

#### 1. Предварительные опыты.

##### Задачи:

а) Азотная кислота. (Тяга). Нѣсколько граммовъ истолченной натронной селитры помѣстить въ сухую реторту или въ перегонную колбу (занять) и сверху селитры налить концентрированной сѣрной кислоты. Послѣ того, какъ вещества хорошо перемѣшались, начать перегонку. Нагрѣвать надо на песчаной банѣ и дестиллатъ (отгонъ) собирать въ колбу, охлаждаемую водой. (Осторожно! Съ дестиллатомъ надо обращаться очень осторожно, такъ какъ, попавъ на руки, онъ производитъ на кожѣ непріятныя язвы).

Каковы виѣшнія свойства азотной кислоты? Определить температуру кипѣнія ея, для чего ее надо перелить въ перегонную колбу, и въ послѣднюю такъ вставить термометръ, чтобы верхній край его шарика приходился на одной высотѣ съ отверстіемъ отводящей пары трубки. Какъ окрашена кислота? Пропу-

стить нѣкоторое количество воздуха черезъ кислоту (?). Отчего происходитъ окраска? Отчего возникаетъ окрашивающее вещество? Какое свойство азотной кислоты по этому мы узнаемъ?

б) Перевернуть 1-литровую колбу съ водой въ пневматическую ванну и до половины наполнить кислородомъ (изъ бомбы). Только что приготовленную кислоту разбавить въ маленькой колбѣ (см. рис. 10) такимъ же объемомъ воды. Затѣмъ положить туда мѣдныхъ стружекъ и нагревать, послѣ чего начинаетъ выдѣляться газъ. Послѣ того, какъ весь воздухъ изъ колбы будетъ вытѣсненъ, надо очень медленно пропускать газъ въ стеклянку съ кислородомъ, причемъ одновременно надо взбалтывать газъ съ замыкающей его водой. Всѣ сдѣланныя при этомъ наблюденія записать.

Объяснить, какъ можно воспользоваться этой реакціей, чтобы узнать азотную кислоту, кислородъ или окись азота. Какимъ уравненіемъ можно выразить образование азотной кислоты изъ окиси азота, кислорода и воды? Сколько объемовъ окиси азота по этому уравненію приходится на 1 объемъ кислорода?

в) На основаніи этихъ результатовъ отыскать далѣе и испробовать на дѣлѣ путь для опредѣленія отношенія кислорода въ воздухѣ къ некислороду.

г) Дѣйствіе тепла на азотнокислыя соли. Сильно нагрѣть въ тугоплавкой пробиркѣ азотнокислый натрій (?). Если нужно, воспользоваться паялкой. Выдѣляющійся газъ испытать на кислородъ. Какъ только прекратится выдѣленіе газа, прекратить нагреваніе и остатокъ сберечь для 5, а. Это явленіе типично для азотнокислыхъ щелочей.

Нагрѣть въ тугоплавкой пробиркѣ 8—10 гр. истолченного азотнокислаго свинца и выдѣляющійся газъ пропустить въ пробирку съ приготовленнымъ передъ тѣмъ очень концентрированнымъ (50%) растворомъ ѣдкаго

натра. Нагрѣваніе продолжать, пока больше не будетъ выдѣляться газъ. Что осталось въ пробиркѣ? Этотъ результатъ типиченъ для азотнокислыхъ солей тяжелыхъ металловъ (сравн. стр. 31, 2). Весь-ли выдѣлившійся газъ поглощенъ щелочью? Если нѣтъ, то испытать ускользящій отъ поглощенія газъ на кислородъ (?). Ёдкій натръ сохранить для 5, б.

Нѣкоторое количество азотнокислаго аммонія (осторожно!) нагрѣть, а выдѣляющійся при этомъ газъ собрать въ стеклянку надъ водой. Результатъ характеренъ для азотнокислаго аммонія. Зажечь немного краснаго фосфора на желѣзной ложкѣ и погрузить въ этотъ газъ (?).

О присутствіи какого газа можно было бы ошибочно заключить изъ этого опыта? Какимъ способомъ лучше всего опредѣлить находящійся передъ наблюдателемъ газъ? Происходитъ ли измѣненіе объема при этомъ сгораніи?

Распредѣлить азотнокислыя соли по ихъ отношенію къ нагрѣванію.

## 2. Вопросы, на которые надо обратить вниманіе при приготовленіи азотной кислоты.

а) Получалась-ли азотная кислота при смѣшеніи азотнокислаго натрія и концентр. сѣрной кислоты до начала нагрѣванія? Слѣдующій опытъ дастъ указаніе. смѣшать азотнокислый натрій (мелко истолченный) съ концентрированной сѣрной кислотой. Затѣмъ очень осторожно прилить немного воды и продѣлать пробу, какъ описано въ 1, б.

б) Ведетъ ли себя такъ же по отношенію къ мѣди азотнокислая соль?

Испробовать получается-ли окись азота изъ раствора азотнокислаго натрія и мѣди безъ кислоты (?).

с) Такъ же ли дѣйствуютъ другія кислоты, какъ сѣрная? Поставить опытъ, какъ и въ а, съ азотнокис-

слымъ натріемъ и фосфорной кислотой. Что, вѣроятно, стало бы переходить, если бы смѣсь съ фосфорной кислотой подвергнуть перегонкѣ?

d) Обратима-ли реакція а? Для того, чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, надо смѣшать нѣсколько куб. см. концентрированного раствора кислаго сѣрнокислаго натрія (съ полки у стѣны) съ такимъ же или большимъ объемомъ чистой концентрированной азотной кислоты. Смѣсь надо охлаждать въ токѣ воды и сильно перемѣшивать стеклянной палочкой (?). Если растворъ соли не достаточно концентрированный, никакой реакціи не происходитъ. Разсмотрѣть въ лупу выдѣлившееся вещество. Что образовалось? Если реакція обратима, то надо написать уравненіе въ такой формѣ, чтобы видно было, что существуетъ нѣкоторое равновѣсіе. Почему все-таки въ 1,а мы имѣемъ хорошій выходъ азотной кислоты? Привести еще примѣры обратимыхъ реакцій.

### 3. Свойства азотной кислоты.

а) Какъ доказать, что водный растворъ азотной кислоты дѣйствительно содержитъ въ себѣ кислоту?

б) Какъ относилась въ прежнихъ опытахъ концентрированная и разбавленная сѣрная кислота къ металламъ и какъ крепкая сѣрная кислота къ неметалламъ?

Какъ дѣйствуетъ концентрированная и разбавленная азотная кислота на (1) магній, (2) цинкъ и (3) мѣдь?

Реакціи слѣдуетъ провести въ точности слѣдующимъ образомъ:

Металлъ надо положить въ колбу (въ 100 куб. см.), которая уже извѣстнымъ образомъ снабжена пробкой съ капальной воронкой и трубкой для выхода газа. Дать кислотѣ стекать и послѣ того, какъ вытѣснится весь воздухъ, собирать выдѣляющійся газъ. Обратитъ вниманіе, не образуется-ли двуокись азота (?). Какой

методъ дать возможность раздѣлить другъ отъ друга окись азота и водородъ на случай, если выдѣляющійся газъ содержитъ оба эти вещества? (Почему для узнаванія водорода можно пользоваться его горючестью только тогда, когда онъ свободенъ отъ окиси азота?). Испытать теперь, дѣйствительно-ли содержатся эти двѣ составныя части въ газѣ (?). Гдѣ, по всей вѣроятности, будетъ находится амміакъ, если предположить, что онъ образуется путемъ восстановленія? Можно ожидать нахожденіе его въ свободномъ видѣ или въ формѣ соединенія. Испытать теперь, не образовался ли онъ (?). Выдѣлить соединеніе, въ которое перешелъ взятый металлъ: для этого надо растворъ выпарить до суха на водяной банѣ (тяга); опредѣлить природу остатка (?). Какъ объяснить дѣйствіе разбавленной азотной кислоты на металлы, если принять во вниманіе установленное въ 1, а отношеніе двуокиси азота къ водѣ? Дѣйствіе концентрированной кислоты объясняется изъ опыта 4, а.

с) Какъ реагируетъ концентрированная азотная кислота на олово? Когда реакція пройдетъ, разбавить сильно водой и прокипятить. Затѣмъ профильтровать черезъ маленькій фильтръ, осадокъ промыть водой и наблюдать, нейтральна-ли вода, стекающая во время промыванія? Какъ объяснить это обстоятельство? Расправить фильтръ вмѣстѣ съ осадкомъ на часовомъ стеклѣ и просушить на водяной банѣ. Придумать и привести въ исполненіе методъ, который долженъ показать, представляетъ-ли изъ себя остатокъ азотнокислую соль или нѣтъ (?).

д) Изучить дѣйствіе чистой, концентрированной кипящей азотной кислоты на сѣру. Происходитъ-ли реакція? Въ случаѣ, если происходитъ какое-либо измѣненіе, указать, въ какое соединеніе переходитъ сѣра (?). Прежде, чѣмъ это доказывать, разбавить растворъ водою.

Какія свойства азотной кислоты особенно замѣчательны? Какое сходство и какая разница въ свойствахъ

азотной и сѣрной кислоты выступаютъ впередъ, если ихъ сравнить другъ съ другомъ?

е) Погрузить въ концентрированную азотную кислоту кусокъ шерсти (?). (Желтый цвѣтъ появляется вслѣдствіе образованія ксантопротеиновой кислоты).

Какія уже наблюденныхъ три химическихъ свойства характеризуютъ азотную кислоту?

г) Царская водка. Смѣшать и нагрѣть концентрированную соляную кислоту съ азотной. Какъ выглядеть смѣсь и какъ она пахнетъ? Золото и платина (то же самое въ большей степени относится и къ прочимъ металламъ) растворяются въ царской водкѣ съ образованіемъ хлористыхъ солей. Эти металлы въ разбавленныхъ кислотахъ нерастворимы. Почему они растворяются въ царской водкѣ? Какіе другіе реактивы на этомъ основаніи могли-бы ихъ растворить? (Стр 51, гл. VIII, 1, а). Какое изъ трехъ свойствъ азотной кислоты при этомъ играетъ роль?

#### 4. Окись азота.

##### Задачи:

а) Получить газъ изъ слабо разведенной азотной кислоты и мѣди и пропустить его черезъ теплую, концентрированную азотную кислоту (?). Какъ измѣнится газъ отъ концентрированной кислоты? Этимъ результатомъ можно воспользоваться для объясненія дѣйствія концентрированной азотной кислоты на металлы въ противоположность разведенной (срав. 3, б).

б) Приготовить растворъ двойной желѣзноаммонійной соли сѣрной кислоты (закиси желѣза) и раздѣлить ее на 4 части. (Двойная соль въ употребленіи въ лабораторіи вмѣсто желѣзнаго купороса потому, что она прочнѣе. Присутствіе сѣрнокислаго аммонія здѣсь не имѣетъ значенія).

Пропустить окись азота, которая должна быть безцвѣтна, черезъ 1-ую часть раствора (?).

с) Вторую часть подкислить сѣрной кислотой, нагрѣть до кипѣнія и по каплямъ, взбалтывая при этомъ, смѣшать съ азотной кислотой, пока не перестанетъ происходить взаимодѣйствіе между ними. Какое газообразное вещество при этомъ образуется? Чтобы установить, что находится въ растворѣ, надо прилить амміака (?). Чтобы объяснить эту реакцію, надо прежде всего установить, какъ дѣйствуетъ амміакъ на 3-ью часть первоначальнаго раствора, и во вторыхъ, какъ онъ относится къ раствору хлорнаго желѣза (?). Какое измѣненіе претерпѣваетъ двухъ-значный Fe-ионъ (стр. 89, Гл. XII, 9) при дѣйствіи азотной кислоты?

д) Открытіе небольшихъ количествъ азотной кислоты или ея солей. Въ пробирку къ 2—3 куб. см. раствора, содержащаго желѣзо, прибавить слѣды раствора азотнокислаго натрія. Теперь надо осторожно прилить туда концентрированной сѣрной кислоты такъ, чтобы она стекала вдоль стѣнки пробирки и, по возможности мало смѣшиваясь съ растворомъ, образовала на днѣ слой.

Обратить вниманіе на образовавшійся на границѣ слоевъ бурый кружокъ и объяснить эту реакцію на основаніи результатовъ прежнихъ опытовъ.

## 5. Азотистая кислота.

### Задачи:

а) Остатокъ отъ 1, д) растворить въ нѣсколькихъ капляхъ воды. Если вещества этого нѣтъ и хотятъ приготовить другую порцію того же вещества, поступить надо нѣсколько иначе. Именно, надо нагрѣть азотнокислую соль въ тиглѣ съ кускомъ свинца выше температуры плавленія свинца и при этомъ хорошо перемѣшивать ихъ



подинокъ (?). При этомъ образуется то же самое тѣло, какъ и при 1, d, только гораздо легче (почему?). Прибавить къ славу немного воды и къ этому концентрированному водному раствору прибавить разбавленной сѣрной кислоты. Сопоставить эту реакцію съ дѣйствіемъ сѣрной кислоты на азотнокислую соль.

б) Слабо щелочной растворъ, полученный въ 1, d пропусканіемъ выдѣленнаго изъ азотнокислаго свинца газа въ небольшое количество сильно концентрированного жидкаго натра, изслѣдовать на азотнокислую соль, для чего его надо такъ подкислить концентрированной сѣрной кислотой, чтобы въ растворѣ было лишь самое незначительное количество избытка сѣрной кислоты (?). Каплю этого раствора прилить къ жидкому крахмальному клейстеру, къ которому прибавлено 1 — 2 капли раствора іодистаго калия (?). Къ другой пробѣ этого раствора прибавить каплю разбавленнаго марганцовокислаго калия (?). На присутствіе какого вещества указываютъ эти реакціи? Для сравненія продѣлать эти реакціи съ концентрированнымъ совершенно такъ же подкисленнымъ растворомъ азотистокислаго натрія.

Остатокъ подкисленнаго первоначальнаго раствора прокипятить, пока не прекратится выдѣленіе бурыхъ паровъ. Затѣмъ положить туда кусочекъ мѣди (?). На какое соединеніе указываетъ это изслѣдованіе? Какъ поэтому дѣйствуетъ двуокись азота на гидратъ окиси натрія?

## ГЛАВА XVI.

**Фосфоръ, мышьякъ, сурьма, висмутъ.**

### 1. Фосфоръ.

Какъ различаются по своимъ свойствамъ оба аллотропическихъ видоизмѣненія фосфора (литература)?

Что происходитъ при прямомъ соединеніи фосфора съ кислородомъ? На эти вопросы надо отвѣтить на основаніи опытовъ, приведенныхъ въ прежнихъ главахъ.

## 2. Фосфористый водородъ (Тяга).

Бросить маленькій кусокъ фосфористаго кальція въ стаканъ съ водой или разбавленною соляною кислотою (?). Сравнить эту реакцію со способами полученія другихъ водородистыхъ соединеній не-металловъ (амміака, сѣроводорода и ацетиленя) изъ соединеній соответствующихъ не-металловъ съ металлами. Въ какихъ отношеніяхъ отличается фосфористый водородъ отъ амміака (литература)?

## 3. Галогидныя соединенія фосфора (Тяга).

О дѣйствіи воды на трех-бромистый и трех-іодистый фосфоръ уже было упомянуто (стр. 65, глава X, 3).

### Задачи:

а) Помѣстить 1 к. см. трех-хлористаго фосфора (изъ запасовъ лабораторіи) въ пробирку (?). Подуть надъ отверстіемъ пробирки (?). Затѣмъ прилить туда по каплямъ воды. Замѣтивши наступленіе реакціи и дальнѣйшее самостоятельное возрастаніе ея силы, налить большее количество воды и вскипятить. Пропустить въ растворъ сѣроводородный газъ (?). (Сравнить позднее съ 8, b).

б) Нѣсколько маленькихъ крупинокъ пяти-хлористаго фосфора положить на часовое стекло и подуть на нихъ (?). Бросить затѣмъ пяти-хлористый фосфоръ въ пробирку съ водой (?) и прокипятить. Къ части раствора прилить въ избытокъ азотнокислаго серебра (?).

Осадокъ отфильтровать. Что остается на фильтрѣ? Фильтратъ по каплямъ смѣшать съ амміакомъ (?).

Природа образовавшагося при этомъ осадка обнаружится изъ 4,а.

#### 4. Фосфорная кислота.

##### Задачи:

а) Нагрѣть слѣды краснаго фосфора съ слабо разбавленной азотной кислотой (?). По окончаніи реакціи (если нужно) профильтровать и фильтратъ выпарить на водяной банѣ до совершеннаго удаленія воды и азотной кислоты (?). Сиропообразный остатокъ, растворить въ водѣ. Какъ этотъ растворъ реагируетъ на лакмусовую бумагу? Отчасти нейтрализовать нѣсколькими каплями амміака и прилить азотнокислаго серебра. Осадокъ состоитъ изъ орто-фосфорнокислаго серебра. (Иногда осадокъ бываетъ черенъ отъ восстановленнаго серебра. Это происходитъ, если окисленіе фосфора было не полное и присутствовала кромѣ фосфорной фосфористая кислота). Какая кислота находилась въ растворѣ (литература)? На какіе іоны распадается эта кислота?

б) Внести совсѣмъ маленькими порціями немного фосфорнаго ангидрида въ пробирку съ холодной дистиллированной водой (?). Оставить растворъ на нѣсколько минутъ, чтобы онъ сталъ прозрачнымъ. Прилить затѣмъ къ нему азотнокислаго серебра (?). Какая здѣсь образовалась кислота (литература)? На какіе іоны она распадается?

#### 5. Соли фосфорной кислоты.

##### Задачи:

а) Растворъ фосфорнокислаго натрія (орто-фосфорнодвунатріевой соли) испытать нейтральной лакмусовой

бумажкой (?). На какіе іоны распадется соль? Къ раствору приливать азотнокислаго серебра до тѣхъ поръ, пока не перестанетъ получаться осадокъ. Профильтровать и фильтратъ испытать лакмусомъ (?). Всегда-ли „кислыя соли“ даютъ кислую реакцію на лакмусъ? Если нѣтъ, то указать, почему при нѣкоторыхъ обстоятельствахъ этой кислой реакціи не происходитъ.

Прилить къ раствору сѣрнокислаго магнія немного амміака и въ избыткѣ хлористаго аммонія. Что произойдетъ, если къ разбавленному раствору фосфорнокислаго натрія прилить этого магнезіальнаго раствора? Какой видъ имѣетъ осадокъ?

б) Немного сухого фосфорнокислаго натрія сильно нагрѣть (на паяльной лампѣ) въ тиглѣ въ продолженіи 20 минутъ или до тѣхъ поръ, пока все количество соли не претерпитъ измѣненія и больше измѣняться не будетъ (?). По охлажденіи растворить въ водѣ и прилить азотнокислаго серебра (?). Сравнить образовавшійся осадокъ съ осажденіями 5, а и 4, б.

с) Немного такъ назыв. фосфорной соли нагрѣть въ тиглѣ при тѣхъ же условіяхъ, какъ въ 5, б. Какъ измѣняется эта соль? Не выдѣляется-ли особый запахъ? Остатокъ растворить въ водѣ и прилить къ нему азотнокислаго серебра (?).

Получить на платиновой проволокѣ перлъ фосфорной соли и ввести въ него слѣды окиси мѣди (?).

Какое различіе въ отношеніи огнеупорности существуетъ между мета-фосфорнокислымъ натріемъ и азотнокислымъ натріемъ (стр. 107. Гл. XV, 1, d)?

## 6. М ы ш ь я к ъ.

### Задачи:

а) Слѣды мышьяка нагрѣть на фарфоровой крышечкѣ (?). Какое отношеніе къ нагрѣванію замѣтно у

мышьяка и какой запахъ при этомъ можно наблюдать? Тотъ же опытъ повторить съ кусочкомъ реалгара (?).

б) Нагрѣть около 0,3 гр. истолченного мышьяка съ избыткомъ азотной кислоты. Что является признакомъ происходящей при этомъ реакціи? Какъ измѣняется мышьякъ? Какое явленіе происходитъ здѣсь? Растворъ сохранить для опыта 9. (Теперь надо переходить къ 8, а потомъ къ 7).

## 7. Мышьяковый водородъ (Тяга. Осторожно! Ядъ!).

Къ пробиркѣ приладить пробку съ предохранительной и съ отводной трубкой, къ которой приспособлена трубка съ оттянутымъ кончикомъ. Положить въ пробирку кусочекъ химически чистаго цинку и облить его чистой соляной кислотой (съ полки у стѣны). Послѣ того какъ получающимся при этомъ водородомъ будетъ вытѣсненъ весь воздухъ (Осторожно! Проба!), зажечь газъ и въ пламя ввести крышечку тигля (?). Если не образуется никакого налета, налить въ пробирку 1—2 капли раствора хлористаго мышьяка (8, б). Какъ теперь окрашено пламя? Получается ли теперь налетъ на крышкѣ тигля? Какое превращеніе происходитъ въ пламени (см. стр. 92, глава XIII, 2, б)? Нагрѣть на бунзеновской горѣлкѣ трубку, по которой идетъ газъ отъ выхода изъ пробирки къ наконечнику (?). (Проба Марша). По окончаніи опытовъ пробирку для прекращенія реакціи немедленно наполнить водой.

Какой видъ налета?

При помощи стеклянной палочки смочить налетъ этотъ свѣже приготовленнымъ растворомъ хлорноватистокислаго натрія (?).

Какой еще существуетъ легко выполнимый методъ полученія мышьяковистаго водорода, въ принципѣ сходный со способомъ, предложеннымъ для полученія фосфористаго водорода (2)?

Какъ относится къ нагрѣванію амміакъ и какъ фосфористый водородъ сравнительно съ мышьяковистымъ водородомъ (литература)?

## 8. Мышьяковистый ангидридъ (Мышьяковистая кислота).

### Задачи:

а) Небольшое количество мышьяковистаго ангидрида вскипятить съ ѣдкимъ натромъ (?). Къ какому классу окисловъ можно отнести мышьяковистый ангидридъ на основаніи этого опыта? На какіе іоны распадается образовавшійся продуктъ?

б) Вскипятить немного мышьяковистаго ангидрида съ концентрированной соляной кислотой (?). Разбавить растворъ небольшимъ количествомъ воды и большую часть его сберечь для 7. Къ какому классу окисловъ можно отнести мышьяковистый ангидридъ на основаніи этого опыта? На какіе іоны распадается образовавшійся продуктъ? Пропустить въ остатокъ раствора сѣроводородъ до насыщенія (проба?). Результатъ сравнить съ результатомъ 3, а (?). Осадокъ отфильтровать, фильтратъ вылить и на осадокъ, который остался на фильтръ, налить горячаго безцвѣтнаго или желтаго раствора сѣрнистаго аммонія (литература) (?). Стекшій растворъ подкислить соляной кислотой (?).

в) Запаять съ одного конца коротенькую стеклянную трубочку, всыпать туда немного смѣси изъ небольшого количества мышьяковистаго ангидрида и истолченнаго древеснаго угля и затѣмъ сильно нагрѣть (?).

## 9. Мышьяковая кислота.

Растворъ мышьяка въ соляной кислотѣ (6, б) нейтрализовать амміакомъ, избѣгая избытка послѣдняго.

Какъ объяснить эту реакцію при помощи іонной теоріи? Раздѣлить растворъ на 2 части. Къ первой порціи прилить азотнокислаго серебра (?), ко второй—магnezіального раствора (5, а) (?). Результатъ сравнить съ наблюденіями въ 5, а.

## 10. Сурьма.

Этотъ элементъ обладаетъ свойствами, совсѣмъ похожими на свойства мышьяка.

## 11. Сурьмянистый водородъ.

Это соединеніе получается совершенно такъ же, какъ раньше мышьяковистый водородъ (сравни. 7), съ тѣмъ только различіемъ, что вмѣсто треххлористаго мышьяка берется треххлористая сурьма.

## 12. Треххлористая сурьма.

### Задачи:

а) Нѣсколько кристалловъ этого соединенія облить въ пробиркѣ небольшимъ количествомъ воды (?). Растворъ попробовать лакмусомъ (?). Приливъ больше воды, нагрѣть и, сильно встряхивая пробирку, приливать небольшими порціями концентрированной соляной кислоты, пока растворъ не станетъ прозрачнымъ.

б) Къ половинѣ этого раствора прилить большой избытокъ воды (?) (литература). Что за реакція при этомъ происходитъ? Снова прилить концентрированной соляной кислоты (?). Насколько объясняется наблюденное явленіе вліяніемъ концентраціи одного изъ агентовъ на обратимость реакція? Составить уравненіе, которое бы представило теченіе реакціи въ обоихъ направленіяхъ.

Какъ можно было бы показать, что молекула треххлористой сурьмы только отчасти претерпѣваетъ отъ воды

гидролитическое измѣненіе съ образованіемъ основной соли? Треххлористый фосфоръ всецѣло подвергается гидролизу. Какое значеніе имѣетъ это различіе?

с) Въ другую порцію раствора треххлористой сурьмы пропустить токъ сѣроводорода до насыщенія (проба?) (?). Профильтровать, фильтратъ вылить вонъ, а осадокъ облить горячимъ желтымъ растворомъ сѣрнистаго аммонія (литература) (?). Выгоднѣе снять осадокъ съ фильтра, помѣстить въ стаканъ и тамъ вскипятить съ сѣрнистымъ аммоніемъ. Растворъ въ сѣрнистомъ аммоніи подкислить соляной кислотой (?).

### 13. Окись сурьмы.

Нагрѣть немного истолченной сурьмы съ концентрированной азотной кислотой (?). Какъ можно опредѣлить, представляетъ ли изъ себя продуктъ реакціи азотнокислую соль или нѣтъ? Насколько отличается этотъ результатъ отъ того, который полученъ въ 6, 1 (литература)? Профильтровать и осадокъ раздѣлить на двѣ части. Вскипятить первую порцію съ соляной кислотой (?). Къ какому виду окисловъ можно отнести окись сурьмы, руководствуясь этимъ?

Вторую порцію прокипятить съ фдкимъ натромъ (?). Къ какому виду окисловъ можно теперь отнести окись сурьмы?

### 14. Висмутъ.

Конецъ приготовленной въ главѣ XIII, 12 деревянной спицы погрузить во влажную смѣсь азотнокислаго висмута и безводной соды и нагрѣть въ восстановительной части пламени буизеновской горѣлки. Обугленный конецъ спицы положить въ стунку съ водой, растереть, отмыть удѣльно болѣе легкія частицы и изслѣдовать остатокъ (?).



## 15. Соли висмута.

### Задачи:

а) Нѣсколько кристалловъ азотнокислаго висмута облить въ пробиркѣ водою (?). Прибавивъ немного концентрированной азотной кислоты, добиться, что бы растворъ сталъ прозрачнымъ.

б) Къ половинѣ раствора прилить большой избытокъ воды (?). Такъ написать уравненіе реакціи, чтобы было видно равновѣсіе.

Если является затрудненіе получить осадокъ прибавленіемъ воды къ смѣшанной съ азотной кислотой азотнокислой соли, то получаютъ изъ азотнокислой соли прозрачный растворъ такъ же, какъ и въ а, но только при помощи концентрированной соляной кислоты, и разбавляютъ водою.

с) Остатокъ раствора (а) разбавить водою и пропустить въ него сѣроводородъ (?). Осадокъ отфильтровать, снять съ фильтра при помощи шпателя и обработать въ стаканѣ теплымъ сѣрнистымъ аммоніемъ. Отфильтровать и подкислить фильтратъ. Что выпадаетъ? Растворился-ли сѣрнистый висмутъ? Этотъ результатъ сравнить съ 8, б и 12, с. Какъ можно было бы отдѣлить сѣрнистыя соединенія мышьяка и сурьмы отъ сѣрнистаго висмута?

---

## ГЛАВА XVII.

### Углеродъ.

#### 1. Древесный уголь.

##### Задачи:

а) Положить кусочекъ угля въ пробирку, до половины налитую водою (?). Обмотавши уголь мѣдной проволокой, положить его снова въ воду, причемъ онъ погружается въ нее, и нагревать воду нѣсколько ми-

нутъ до кипѣнія (?). По охлажденіи испытать, сохранилъ ли уголь способность плавать въ водѣ (?). Какъ объясняется это явленіе?

б) Разведенные растворы лакмуса и индиго въ отдѣльности прокипятить съ порошкомъ костяного угля и профильтровать (?). Это дѣйствіе угля замѣтно возрастаетъ, если его предъ тѣмъ нагрѣть въ закрытомъ тиглѣ.

с) Смѣшать въ тугоплавкой пробиркѣ 2 гр. истолченной окиси мѣди и 1 гр. истолченнаго древеснаго угля и нагрѣть (на паялкѣ). Выдѣляющіеся газы пропустить черезъ известковую воду (?). Изслѣдовать остатокъ, для чего надо его растереть въ ступкѣ и легкія частицы вымыть изъ него (?).

## 2. Двуокись углерода (Углекислый газъ).

### Задачи:

а) Колбу для добыванія газа снабдить предохранительной трубкой и соединить съ двумя промывными стеклянками съ водой или съ концентрированной сѣрной кислотой (для чего пользуются при промываніи этими жидкостями? Промывная стеклянка съ сѣрной кислотой излишня, если опытъ 3-й будетъ пропущенъ). Положить въ колбу нѣсколько кусочковъ мрамора и облить его разведенной соляной кислотой. Выдѣляющійся газъ (онъ тяжелѣе воздуха) собрать въ три прямостоящія стеклянки.

б) Первой стеклянкой воспользоваться, чтобы изслѣдовать растворимость газа въ водѣ.

Второй стеклянкой пользуются, чтобы опредѣлить вѣсъ газа по сравненію съ воздухомъ. При этомъ, чтобы опредѣлить, сколько воздуха примѣшано къ углекислотѣ, удобно воспользоваться баритовой или

известковой водой. Третья стеклянка служить, чтобы определить поддерживает ли газъ горѣніе.

с) Пропустить газъ въ небольшое количество ѣдкаго натра до насыщенія (проба?). Растворъ оставить стоять при обыкновенной температурѣ на воздухѣ, пока онъ не закристаллизуется въ кашицу (первый осадокъ). Кристаллы нагрѣть въ пробиркѣ и изслѣдовать, какія двѣ составныя летучія части выдѣляются (?). Къ осадку, который получился послѣ нагрѣванія (второй осадокъ), прибавить разбавленной соляной кислоты до прекращенія реакціи (?). Выпарить растворъ на водяной банѣ досуха и изслѣдовать послѣдній осадокъ (?). Уяснивши себѣ продуктъ послѣдней реакціи, установить на основаніи прежнихъ наблюденій природу перваго и второго осадковъ. Составить для всѣхъ реакцій уравненія. Почему дольше выпаривается досуха на водяной банѣ растворъ, чѣмъ такой же объемъ чистаго растворителя?

### 3. Молекулярный вѣсъ двуокиси углерода (Колич.).

Съ помощью того же метода, который служилъ для определенія вѣса литра сѣрнистаго ангидрида, нужно определить вѣсъ 1 литра двуокиси углерода (см. стр. 100, гл. XIII, 8). Вычислить отсюда объемъ грам-молекулы при  $0^{\circ}$  и 760 мм. Что нужно еще знать, чтобы вывести формулу двуокиси углерода?

Съ помощью количественныхъ данныхъ, полученныхъ при синтезѣ двуокиси углерода (стр. 29, гл. V, 1), а также съ помощью молекулярнаго вѣса вычислить содержащіяся въ грам-молекулѣ газа вѣсовые количества углерода и кислорода. Какимъ путемъ можно теперь еще определять атомный вѣсъ углерода?

#### 4. Окись углерода.

##### З а д а ч и:

а) Около 10 гр. щавелевой кислоты нагрѣть въ колбѣ для добыванія газа съ концентрированной сѣрной кислотой. Собрать выдѣляющійся газъ въ стеклянку. Взболтать съ известковой водой (?). Чѣмъ нужно промыть газъ для удаленія углекислоты? Присоединить къ колбѣ промывную стеклянку съ соотвѣтствующей жидкостью. Собрать очищенный газъ въ обѣ стеклянки надъ водой. Одной изъ нихъ воспользоваться для новаго испытанія известковой водой (?). Если газъ чистъ, зажечь содержимое другой стеклянки, тотчасъ налить туда известковой воды, быстро заткнуть и взболтать (?).

б) Какимъ образомъ можно приблизительно опредѣлить отношеніе, въ которомъ выдѣлились оба газа въ опытѣ а? Наполнить пробирку смѣсью этихъ газовъ и опредѣлить это отношеніе.

#### 5. Молекулярный вѣсъ окиси углерода (Колич.).

Круглодонную колбу въ 250 к. см. устроить какъ на рис. 3. На горлѣ колбы у нижняго края пробки сдѣлать мѣтку, благодаря чему можно точно до пробки узнать объемъ колбы. Налить въ колбу 30 к. см. воды, удалить зажимъ (для этого опыта нужно воспользоваться очень сильнымъ зажимомъ) и нагрѣвать воду въ теченіе 5 мин. маленькимъ огнемъ до кипѣнія, чтобы выгнать воздухъ. Послѣ этого зажать каучукъ зажимомъ, быстро отнять огонь, вытереть колбу и оставить ее охладиться. Какъ только колба приметъ комнатную температуру, взвѣсить ее, при чемъ ее надо привѣсить къ вѣсамъ при помощи проволоки. Теперь соединить ее съ колбой для добыванія окиси углерода

и совсѣмъ немного открыть зажимъ, чтобы окись углерода въ колбу входила медленно.

Когда колба наполнится, зажать зажимъ, отнять ее отъ аппарата, на одинъ моментъ открыть зажимъ, чтобы давленіе внутри колбы сравнялось съ атмосфернымъ, и снова взвѣсить колбу.

Приращеніе вѣса показываетъ вѣсъ окиси углерода. Замѣтить барометрическое давленіе и температуру. Отъ барометрическаго давленія отнять давленіе водяныхъ паровъ при температурѣ опыта. Смѣрить объемъ колбы, для чего колбу надо наполнить до мѣтки водой и снова взвѣсить.

Вычислить вѣсъ литра газа такъ же, какъ и вѣсъ объема граммолекулы его при  $0^{\circ}$  и 760 мм.

Для опредѣленія удѣльнаго вѣса и молекулярнаго вѣса какихъ газовъ пригоденъ этотъ методъ? Почему этотъ методъ не примѣнимъ для двуокиси углерода?

## 6. Кислоты.

### Задачи:

а) Нагрѣть уксуснокислый натрій съ разведенной сѣрной кислотой. Какой появляется запахъ? Какъ получается уксусная кислота (литература)?

б) Какъ реагируетъ уксусная кислота съ лакмусомъ? Какъ дѣйствуетъ уксусная кислота на желѣзо (стр. 40, глава VI, 1, d)? Облить 5 куб. сантиметрами уксусной кислоты 2 гр. окиси свинца въ пробиркѣ и нагрѣвать до слабого кипѣнія (?). Если необходимо, профильтровать въ другую пробирку. Прозрачный растворъ оставить кристаллизоваться. Какой видъ продукта реакціи? Какъ онъ называется (литература)?

## 7. Алкоголь.

Растворить 20 гр. патоки въ 150 к. см. воды и прибавить немного дрожжей. Налить этой смѣси въ колбу до горла, слабо заткнуть ватой и оставить стоять 3—4 дня. Спустя это время, растворъ подогрѣть и изслѣдовать выдѣляющійся газъ на углекислоту (?) (литература).

Соединить колбу съ холодильникомъ (занять) для дистилляціи (рис. 16). Перебродившую патоку профильтровать и отогнать отъ нея около 50 к. см. Для этой дистилляціи воспользоваться обыкновенной колбой, которая при помощи согнутой трубки соединена съ холодильникомъ. Дистиллять снова, помѣстивъ въ перегонную колбу и еще разъ перегнать, пользуясь маленькимъ пламенемъ. Собрать части, перегоняющіяся между 80° и 93°.

Какъ пахнетъ этотъ второй отгонъ? Какъ реагируетъ онъ на лакмусъ? Испытать каплю его на горючесть. Къ остатку прибавить немного іода и затѣмъ при сильномъ взбалтываніи ровно столько фдкаго натра, чтобы іодъ растворился. Щелочи прибавлять не болѣе, чѣмъ это безусловно необходимо. Растворъ нагрѣть и затѣмъ охладить (?) (Проба на іодоформъ).

## 8. Сложный эфиръ.

### Задачи:

а) Растворить 1 гр. уксуснокислаго натрія въ возможно меньшемъ количествѣ воды и прибавить нѣсколько капель концентрированной сѣрной кислоты и 2—3 капли алкоголя. Какой запахъ появляется при нагрѣваніи (литература)? Эта реакція служитъ для открытія уксусной кислоты.

б) Кусокъ жира величиной съ горошину облить въ фарфоровой чашкѣ 2 куб. см. алкоголя и 5 каплями 50%-аго ѣдкаго натра, нагрѣть и, постоянно помѣшивая, поддерживать при слабомъ кипѣніи, пока не пропадетъ запахъ алкоголя. Алкоголь служить при этомъ, какъ общій растворитель для жира и щелочи. Изъ чего состоитъ остатокъ (литература)?

Растворить мыло въ горячей водѣ, охладить и одну половину раствора, сильно взбалтывая, разбавить разведенной соляной кислотой (?). Слизистый осадокъ вынуть оттуда стеклянной палочкой, взболтать въ пробиркѣ съ водою, налить туда нѣсколько капель ѣдкаго натра и нагрѣвать, пока осадокъ не растворится. Какое можно сдѣлать заключеніе изъ его растворимости въ щелочи? Къ другой половинѣ мыльного раствора прибавить раствора хлористаго кальція (?). Какъ дѣйствуетъ жесткая вода (литература) на мыльный растворъ?

## 9. Углеводороды.

### Задачи:

а) Метанъ. Хорошенько смѣшать равныя количества истолченнаго въ порошокъ уксусно-кислаго натрія и ѣдкаго натра. Прибавить туда немного ѣдкой извести и желѣзныхъ опилокъ (онѣ въ реакціи не участвуютъ) и снова смѣшать. Смѣсь нагрѣть въ тугоплавкой пробиркѣ, закрѣпленной горизонтально въ лапы и снабженной пробкой съ отводной трубкой. Къ отводной трубкѣ приспособить горѣлку изъ жировика (стеатита) и зажечь газъ. Какъ горитъ газъ—свѣтящимъ или не-свѣтящимъ пламенемъ? Какимъ образомъ можно установить, что за вещества образуются въ процессѣ горѣнія? Попытаться сдѣлать это. Какой объемъ воздуха необходимъ для полного сгорания одного объема этого

газа? Узнать взвѣшиваніемъ, сколько (х) куб. см. вмѣщаетъ въ себѣ бутылъ для собиранія газа? Какую часть этихъ х кубич. сантиметровъ долженъ занимать метанъ, чтобы вполне сгорѣть въ воздухѣ, занимающемъ остальной объемъ бутылки? Ввести теперь въ бутылъ соотвѣтствующія количества метана и воздуха и смѣсь зажечь (ассистентъ).

б) Этиленъ. Къ колбѣ (въ 250 к. см.) приладить пробку съ двумя отверстіями, въ которыя вставлена капальная воронка и согнутая подъ прямымъ угломъ трубка. Къ этой стеклянкѣ присоединить пустую стеклянку съ пробкой, въ одно отверстіе которой вставлена трубка, согнутая подъ прямымъ угломъ, а въ другое трубка, вытянутая въ тонкій наконечникъ. Въ колбу положить 5—10 гр. стеклянныхъ бусъ. Колбу поставить на песчаную баню и укрѣпить на штативѣ при помощи лапъ. Когда аппаратъ составленъ, попробовать, хорошо ли онъ держитъ воздухъ, снять колбу, помѣстить въ нее 5 гр. фосфорнаго ангидрида, скорѣе заткнуть пробкой (почему?), взболтать содержимое колбы и снова соединить колбу съ приѣмникомъ. Въ капальную воронку налить алкоголя. Теперь надо медленно нагрѣвать колбу съ фосфорнымъ ангидридомъ. Какъ только температура достигнетъ  $150-170^{\circ}$ , дать алкоголю стекать, по каплямъ.

Когда изъ аппарата будетъ вытѣсненъ воздухъ, собирать газъ надъ водой въ узкогорлую обратно поставленную стеклянку, которая должна закрываться или каучуковой, или смазанной саломъ стеклянной пробкой. Поставить прямо наполненную и заткнутую подъ водой стеклянку, на одно мгновеніе открыть пробку, капнуть туда каплю брома (подъ тягой) и сейчасъ же заткнуть. Что происходитъ? Спустя минуту опрокинуть стеклянку отверстіемъ внизъ въ воду и ототкнуть (?).

Присоединить къ отводной трубкѣ колбы для полученія газа трубку, вытянутую въ наконечникъ, и за-



жечь газъ. Несвѣтящимъ или свѣтящимъ пламенемъ горить газъ?

Почему этому газу отвѣчаетъ не простѣйшая формула, соответствующая суммѣ атомныхъ вѣсовъ составляющихъ частей, а двойная? Какой объемъ кислорода необходимъ для полного сгоранія одного объема газа? Какъ великъ объемъ продуктовъ горѣнія, происходящихъ при полномъ сгораніи одного объема этилена?

## ГЛАВА XVIII.

### Кремній и боръ.

#### 1. Кремневая кислота.

1 гр. тонко истолченнаго кварца смѣшать съ 4—5 гр. безводной соды. Конецъ платиновой проволоки загнуть въ маленькую спираль (ассистентъ). Попеременно нагревая ее и погружая въ смѣсь, получить большой перлъ (сплавъ), который надо сильно нагревать, пока не будетъ больше происходить никакого измѣненія. Этотъ перлъ бросить въ пробирку. Повторяя эту операцію, приготовить нѣсколько такихъ перловъ. Растворить перлы въ небольшомъ количествѣ воды. Прилить по каплямъ соляной кислоты, пока растворъ не станетъ сильно кислымъ (?). Выпарить растворъ этотъ досуха на песчаной банѣ (?). Обработать сухой остатокъ теплой водой, совершенно смыть изъ чашки въ пробирку и изслѣдовать его внѣшнія свойства (?).

#### 2. Силикаты.

Смѣшать въ ступкѣ сухой углекислый калий съ равнымъ количествомъ безводной соды. Снова загнуть платиновую проволоку въ спираль. Немного порошка

талька (растворимо ли это вещество въ водѣ? Какое его химическое обозначеніе?) смѣшать съ 6—7-кратнымъ количествомъ выше упомянутой смѣси и пробу этой новой смѣси нагрѣть въ платиновой спирали на паялкѣ, пока она не будетъ спокойно плавиться и не перестанетъ видимо измѣняться. Заготовить побольше, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, такихъ перловъ, обработать ихъ затѣмъ вмѣстѣ въ пробиркѣ кипящей водой до полного распаденія, профильтровать черезъ маленькій фильтръ и промыть осадокъ водой. Фильтръ съ осадкомъ сберечь для позднѣйшихъ опытовъ. Фильтратъ подкислить соляной кислотой, и далѣе поступать, какъ въ 1.

Фильтръ проколоть заостренной стеклянной палочкой и осадокъ смыть въ пробирку. Прилить разбавленной соляной кислоты и нагрѣть (?). Если нужно, профильтровать и къ раствору прилить амміака до щелочной реакціи (?). Осадокъ состоитъ изъ гидрата окиси алюминія. Вскипятить его и отфильтровать. Къ фильтрату прибавить нѣсколько капель амміака, затѣмъ немного раствора хлористаго аммонія и раствора фосфорнокислаго натрія и взболтать (?). (Ср. главу XVI, 5,а).

### 3. Борная кислота.

#### Задачи:

а) Немного буры растворить въ дистиллированной водѣ. Испытать одновременно нейтральной лакмусовой бумагой этотъ растворъ и пробу дистиллированной воды (?). Какъ реагируетъ растворъ и какъ вода? Капнуть двѣ капли раствора въ пробирку и наполнить послѣднюю на двѣ трети водой. Прибавить азотно-кислаго серебра къ этому сильно разбавленному раствору и затѣмъ къ пробѣ первоначальнаго концентри-

рованного раствора (?). Для сравненія прибавить азотно-кислаго серебра къ такъ же сильно разбавленному раствору ѣдкаго натра. Какія можно изъ этихъ опытовъ сдѣлать заключенія о дѣйстви воды на буру? Какъ это выражается уравненіемъ? Обратима ли реакція (литература)?

б) Въ пробирку съ концентрированнымъ растворомъ буры въ горячей водѣ прилить концентрированной соляной кислоты до кислой реакціи. Дать охладиться (?). Профильтровать, отжать маточный растворъ и промыть кристаллы нѣсколькими каплями холодной воды. Растворить кристаллы въ возможно маломъ количествѣ кипящей воды. Дать остыть раствору, профильтровать и промыть кристаллы, какъ раньше.

Часть кристалловъ растворить въ водѣ и продолжать реакцію съ нейтральной лакмусовой бумагой, какъ въ а. Погрузить затѣмъ полоску куркумовой бумаги въ этотъ растворъ, затѣмъ положить ее на внѣшнюю поверхность верхней части пробирки и кипятить растворъ, пока полоска не высохнетъ на горячемъ отъ паровъ воды стеклѣ (?). Затѣмъ коснуться бумажки стеклянной палочкой, смоченной въ ѣдкомъ натрѣ (?). Эта реакція служить для открытія борной кислоты.

Оставшіеся кристаллы обработать холоднымъ растворомъ ѣдкаго натра (?). Какъ можно объяснить образование борной кислоты, а также ея растворимость въ основаніяхъ, при помощи іонной теоріи?

с) На часовое стекло отдѣльно помѣстить каплю концентрированной сѣрной кислоты, каплю глицерина и чуть-чуть буры. На кончикъ платиновой проволоки захватить по порядку этихъ трехъ веществъ и осторожно внести проволоку во внѣшнюю часть бунзеновскаго пламени близко къ отверстию горѣлки. Какъ окрашивается пламя? Эта реакція служить для открытія солей борной кислоты.

## ГЛАВА XIX.

### Щелочные металлы.

#### 1. Гидратъ окиси калия.

##### Задачи:

а) Растворить въ большомъ стаканѣ въ 200—300 куб. см. воды 30 гр. углекислаго калия (изъ чего получается эта соль?). Растворъ нагрѣть до кипѣнія. Погасить (?) въ фарфоровой чашкѣ 15—20 гр. ѣдкой извести (если нужно, подогрѣть, чтобы вызвать начало реакціи) и развести водой въ жидкую кашицу. Эту кашицу медленно вносить, постоянно помѣшивая, въ вышеупомянутый кипящій растворъ (?). (Почему при полученіи гидрата окиси калия въ большихъ размѣрахъ пользуются исключительно желѣзными сосудами?). Дать жидкости отстояться и слить (декантировать) по охлажденіи прозрачный растворъ. Растворомъ воспользоваться для б и с. Растворяется-ли замѣтно въ водѣ гидратъ окиси кальція (литература)? Легче или труднѣе растворимъ углекислый кальцій, чѣмъ гидратъ окиси кальція (литература, стр. 50, глава VII, 7, d)? Написать уравненіе наблюдаемыхъ при этомъ реакцій въ формѣ уравненія іоновъ. При этомъ выяснить, почему явленіе протекаетъ въ этомъ направленіи (стр. 84, глава XII, 7).

Какимъ родомъ гидратомъ окисей ограничивается этотъ способъ ихъ полученія? Какіе гидраты окисей относятся къ этому классу (литература)?

Какъ можно, исходя изъ окиси натрія или изъ металлическаго натрія, получить гидратъ окиси натрія въ твердомъ видѣ (литература)? Оставить на воздухѣ на 24 часа маленькій кусочекъ твердаго гидрата окиси натрія, посмотреть, какъ онъ при этомъ измѣняется,

и замѣтить какимъ явленіемъ сопровождается его ра-  
створеніе въ избыткѣ соляной кислоты.

б) Алкалиметрія. Опредѣлить титрованіемъ содержа-  
ніе полученнаго раствора ѣдкаго кали. Для этой цѣли  
нужно налить точно отмѣренный объемъ (около 10 к.  
см.) прозрачнаго раствора въ колбочку и разбавить его  
четырьмя объемами воды, чтобы очень концентриро-  
ванный растворъ не разложилъ индикатора. Затѣмъ  
налить въ бюретку нормальнаго раствора соляной ки-  
слоты (полка у стѣны). Прибавить къ раствору ще-  
лочи немного фенолфталеина и затѣмъ медленно и  
осторожно приливать кислоты, пока не исчезнетъ яв-  
ственно красный цвѣтъ. Отсчитать объемъ кислоты,  
потребленной на нейтрализацію. Литръ кислоты содер-  
жить 36,5 гр. (эквивалентный вѣсъ) хлористаго водо-  
рода. Вычислить на основаніи этого вѣсовое количе-  
ство гидрата окиси калия, заключающагося въ 1 литрѣ  
вышеупомянутаго раствора (а) (?). Далѣе, вычислить  
на основаніи данныхъ титрованія, въ какомъ отноше-  
ніи находится этотъ растворъ ѣдкаго кали къ нормаль-  
ному (на литръ 56 гр. = эквивалент. в.) (напр., 28 гр.  
на литръ равняется  $\frac{1}{2}$  нормальному раствору).

с) Реакціи ОН-іоновъ. Налить въ пробирки совсѣмъ  
понемногу нижеслѣдующихъ растворовъ (см. примѣча-  
ніе 29, стр. 82, глава XII, 5), разбавить ихъ водой и  
прилить къ нимъ въ избыткѣ раствора гидрата окиси  
калія: хлорнаго желѣза (?), сѣрноокислой мѣди (?), хлор-  
ной ртути (?) (литература). Въ каждомъ опытѣ подо-  
грѣвать до кипѣнія. Растворяются ли при этомъ осадки  
въ водѣ? Измѣняются-ли при кипяченіи ихъ внѣшнія  
свойства (см. ниже примѣчаніе 31)? Происходятъ-ли  
при этомъ химическія измѣненія (литература)?

Объяснить реакціи осажденія при помощи іонной  
теоріи.

Какого рода гидраты окисей можно получить та-  
кимъ образомъ? Существуютъ-ли металлы, которые

вообще никакихъ гидратовъ окисей не образуютъ (литература)?

*Примѣчаніе (31).* Осадки бываютъ студенистые, кристаллическіе, порошкообразные, зернистые, творожистые и хлопчатые. Какія обстоятельства вліяютъ на свойства осадка?

## 2. Полученіе азотнокислаго калия.

Растворить въ 50 к. см. воды 25 гр. азотнокислаго натрія и 22 гр. хлористаго калия и растворъ выпарить на половину на песчаной банѣ. Горячій прозрачный растворъ быстро слить съ кристалловъ и отставить въ сторону. Эти выдѣлившіеся во время выпариванія кристаллы быстро помѣстить на фильтръ (см. примѣчаніе 23, стр. 53) и шпательомъ быстро отжать маточный растворъ. Какую форму имѣютъ кристаллы и изъ чего состоятъ? (Если они малы, то дать имъ медленно выкристаллизоваться изъ воды, чтобы получить ясно выраженные кристаллы). Въ охлажденномъ слитомъ растворѣ также находятся выдѣлившіеся кристаллы. Ихъ надо такимъ же образомъ отфильтровать, отжать и изслѣдовать ихъ кристаллическую форму и составъ. (Литература).

Для того, чтобы понять это явленіе, ниже приведена таблица относительной растворимости вышеупомянутыхъ веществъ:

	Граммъ въ 100 к. см. воды	
	при $t = 10^0$	$100^0$
Азотнокислый калий.....	2,1	24,6
Хлористый натрій.....	3,6	4,0
Хлористый калий.....	3,1	5,6
Азотнокислый натрій.....	8,1	18,0

Какое изъ этихъ веществъ прежде всего выдѣляется изъ кипящаго раствора? Вычислить приблизительно количество этого вещества, выдѣляющагося при (а)  $100^0$ , (б) при охлажденіи и (в) остающагося въ маточномъ

растворѣ (?). Какое, поэтому, другое вещество должно заключаться въ большемъ количествѣ въ горячемъ декантированномъ растворѣ и сколько его долженъ содержать этотъ растворъ? Сколько его выдѣлится при охлажденіи и сколько останется въ растворѣ?

Какой процентъ теоретически изъ реакціи вычисленнаго количества азотнокислаго калия можно при благоприятныхъ условіяхъ ожидать получить изъ-за растворимости соли? Полученный продуктъ высушить, взвѣсить и на этомъ основаніи вычислить выходъ (?).

Почему азотнокислый калий дѣлается чище, если его еще разъ перекристаллизовать? На какомъ основаніи вообще въ технику получаютъ эту соль именно этимъ способомъ (литература)?

### 3. Цианистый калий (ядовитъ!).

Какъ получается эта соль (литература)? 2 куб. см. раствора цианистаго калия нагрѣть въ фарфоровой чашкѣ, прибавить желтаго сѣрнистаго аммонія, пока не перестанетъ исчезать желтая окраска. Выпарить затѣмъ совершенно досуха (тяга). Пробу сухого остатка растворить въ водѣ и прибавить къ нему раствора хлорнаго желѣза (?). Черный осадокъ (?) обозначаетъ, что нагрѣваніе было недостаточно продолжительно. Въ такомъ случаѣ главную массу остатка еще нагрѣвать и спустя нѣкоторое время снова попробовать хлорнымъ желѣзомъ. О какомъ свойствѣ цианистыхъ солей узнаютъ изъ ихъ отношенія къ желтому сѣрнистому аммонію (литература)?

### 4. Реакціи солей калия.

Задачи:

а) Внести твердый азотнокислый калий на чистой платиновой проволоцѣ въ пламя. Какъ окрашивается

пламя? Рассмотрѣть окрашенное пламя въ спектроскопъ (?). Набросать рисунокъ, на которомъ обозначить положеніе отдѣльных спектральныхъ линій по отношенію къ линіи D. (Линію D показываетъ всякое пламя въ лабораторіи вслѣдствіе нахожденія въ воздухѣ пылинокъ поваренной соли).

б) Къ концентрированному, приготовленному при нагреваніи раствору азотнокислаго калия прилить раствора винной кислоты. Взболтать и охладить въ холодной водѣ (?). Потереть внутреннюю стѣнку пробирки стеклянной палочкой. Какъ объяснить дѣйствіе этого тренія? Какой видъ имѣетъ осадокъ (примѣчаніе 31)? Профильтровать, отжать маточный растворъ и промыть осадокъ небольшимъ количествомъ алкоголя (см. примѣчаніе). Высушить его между фильтровальной бумагой. Природа образовавшагося осадка опредѣлится изъ с и d.

в) Пробу осадка растворить въ теплой водѣ и попробовать реакцію раствора на лакмусъ.

г) Къ половинѣ оставшагося осадка въ пробирку по каплямъ приливать раствора углекислаго натрія и хорошенько взбалтывать. Какія измѣненія при этомъ происходятъ? Если измѣненіе наблюдается, то дать реакціи идти далѣе, пока она не окончится. Чѣмъ объясняется, что реакція идетъ такъ медленно?

Къ полученному раствору прибавлять по каплямъ концентрированной соляной кислоты (?) и время отъ времени сильно взмучивать стеклянной палочкой. Въ концѣ концовъ установить, какъ дѣйствуетъ избытокъ соляной кислоты?

е) Остатокъ осадка сильно нагрѣть въ фарфоровомъ тиглѣ (?), обработать водой, профильтровать и прибавить къ фильтрату какой-нибудь кислоты (?). Горѣніе всѣхъ органическихъ солей калия и натрія даетъ тотъ же результатъ.



г) Прилить къ раствору хлористаго калия раствора никриновой кислоты (?). Какую составную часть можно открыть въ любомъ растворѣ, если описанныя въ b и f реакціи дадутъ положительные результаты?

*Примѣчаніе.* Фильтръ всегда должно брать по возможности маленькій и вырѣзывать кружочкомъ. При промываніи давать стечь почти всему маточному раствору и поверхъ содержаемаго воронки наливать промывающей жидкости до края фильтра (почему?).

## 5. Натрій.

Какія свойства этого металла уже выяснились изъ прежнихъ опытовъ? На основаніи до сихъ поръ приоб-рѣтенныхъ свѣдѣній сравнить натрій съ цинкомъ и мѣдью въ отношеніи его къ (а) воздуху, (б) водѣ и (с) кислотамъ. Какой минералъ служитъ исходнымъ матеріаломъ для полученія самаго металла и всѣхъ его солей?

## 6. Углекислый натрій по способу Сольвея.

75 к. см. раствора амміака разбавить 25 куб. сан-тиметрами воды, растворить въ немъ, взбалтывая, истолченный углекислый аммоній и этотъ растворъ насытить хлористымъ натріемъ, непрерывно взбалтывая его съ мелко истолченной солью въ замкнутой бутылки (см. примѣчаніе 32). Если пользуются обыкновенной солью, то надо ее предварительно промыть водой. Прозрачный растворъ слить въ стеклянку. (Если въ жидкости выдѣлится студенистый осадокъ, опытъ продолжать, не обращая на него вниманія). Къ этой стеклянкѣ приспособить пробку съ двумя трубками,—одной отводной короткой и другой—доходящей до дна. Черезъ длинную трубку пропускать теперь въ растворъ изъ кипновскаго аппарата углекислоту до насыщенія (около часа или дольше). Чтобы не израсходовать

газа больше, чѣмъ необходимо, надо во время пропускания газа затыкать отводную трубку и взбалтывать. Затѣмъ замкнуть обѣ трубки, надѣвъ на нихъ каучуковые трубочки съ вставленными въ нихъ стеклянными палочками (ассистентъ) и оставить стклянку стоять на ночь (?). Осадокъ отфильтровать и просушить между фильтровальной бумагой.

Пробу осадка, который не долженъ уже болѣе пахнуть амміакомъ, растворить въ водѣ и попробовать реакцію этого раствора на лакмусъ (?).

Къ части осадка прибавить какой-нибудь минеральной кислоты (?). Остатокъ нагрѣть въ пробиркѣ, которая слегка отклонена отверстіемъ въ сторону, и изслѣдовать выдѣляющійся газъ. Послѣ того, какъ выдѣленіе газа прекратится, растворить сухой остатокъ въ возможно маломъ количествѣ воды, попробовать на лакмусъ (?) и оставить растворъ въ открытой фарфоровой чашкѣ для кристаллизаціи (?). Изъ чего состоитъ вещество, дающее щелочную реакцію? Какъ измѣняются кристаллы при лежаніи на воздухѣ и какъ дѣйствуетъ на нихъ кислота?

Растворимость двууглекислаго натрія и углекислаго натрія въ 100 частяхъ воды при  $20^{\circ}$  составляетъ 9,6 гр. и 92,8 гр. Почему прежде всего получаютъ двууглекислую соль и только послѣ этого углекислую?

*Примѣчаніе (32).* Углекислый аммоній только въ ограниченномъ размѣрѣ растворимъ въ водѣ. Растворомъ же амміака вмѣсто воды пользуются, чтобы, насытивши его углекислотой, достигнуть болѣе высокой концентраціи двууглекислаго аммонія.

## 7. Реакціи растворимыхъ углекислыхъ солей: свойства $\text{CO}_3$ -іоновъ.

Къ слѣдующимъ растворамъ прибавить раствора углекислаго натрія: къ хлористому барію (?), къ азотно-кислному свинцу (?), къ хлористому хрому (?), къ сѣрно-

кислой мѣди (?). Растворъ углекислаго натрія прибавлять вначалѣ осторожно, обращать вниманіе не происходитъ ли выдѣленіе газа и выяснитъ причину этого (?). Выдѣленіе газа часто наступаетъ не скоро (почему?). Описать видъ осадковъ (см. примѣч. 31). Содержимое отдѣльныхъ пробирокъ профильтровать и осадки хорошенько промыть водой (см. примѣчаніе на стр. 137). Изъ чего состоятъ осадки? Съ каждымъ изъ этихъ четырехъ осадковъ продѣлать соотвѣтствующій опытъ, чтобы опредѣлить, дѣйствительно-ли онъ представляетъ то вещество, образованіе котораго было предположено. При этомъ осадокъ свинца расходовать не весь, а часть его высушить и нагрѣть, когда онъ сталъ сухимъ, въ сухой пробиркѣ. Какой газъ при этомъ выдѣляется? Какія углекислыя соли показываютъ такое же отношеніе къ нагрѣванію (литература)?

## 8. Очистка хлористаго натрія.

Неочищенную соль промыть сначала водой и изъ промытой соли приготовить около 150 к. см. насыщеннаго на холоду раствора поваренной соли, для чего ее надо довольно долго растирать въ ступкѣ съ водой.

Слить этотъ растворъ въ стаканъ и пропускать въ него хлористоводородный газъ. Газъ этотъ надо получить слѣдующимъ образомъ. Въ колбу для добыванія газа положить неочищенной поваренной соли, облить ее концентрированной соляной кислотой и дать концентрированной сѣрной кислотѣ по каплямъ стекать къ ней изъ капальной воронки. Газъ лучше всего пропускать въ растворъ черезъ воронку, которой широкое отверстіе погружено въ жидкость (почему?). Когда получится обильный осадокъ, отфильтровать кристаллы слѣдующимъ образомъ: вмѣсто фильтровальной бумаги положить въ воронку чистую серебряную монету, налить на нее жидкость и удалить маточный

растворъ, обжимая кристаллы шпателемъ. Почему выпадаетъ соль? Будутъ ли при этомъ удалены сѣрно-кислый натрій, или хлористый магній, или еще какая-нибудь другая соль, въ случаѣ, если она находится, какъ ненужная примѣсь, въ поваренной соли (литература)? Другими словами, почему вышеописанный методъ является методомъ для очистки соли? Объяснить явленіе, происходящее при предложенномъ способѣ получения соляной кислоты (?). Прежде, чѣмъ отвѣчать на вопросъ, надо произвести опытъ 9.

## 9. Р а в н о в ѣ с і е.

### Задачи:

а) Разбавить дистиллированной водой нѣсколько капель метилоранжа. Прибавить къ нему сначала нѣсколько капель какой-нибудь кислоты (?), а затѣмъ нѣсколько капель какого-нибудь основанія (?).

Къ тремъ пробамъ дистиллированной воды прибавить по нѣсколько капель метилоранжа. Къ 1 и 2 пробамъ прибавить немного уксусной кислоты (?), а къ третьей 1—2 капли соляной кислоты (?). Какихъ іоновъ нѣтъ въ растворѣ, если индикаторъ желтый? Къ 1) пробѣ при помѣшиваніи прибавить твердаго хлористаго натрія (?), ко 2) пробѣ такимъ же образомъ твердаго уксуснокислаго натрія (?). Какъ объясняется разница отношеній? Къ 3) пробѣ прибавить твердаго хлористаго натрія и смѣшать (?). Почему не происходитъ никакого измѣненія?

б) Къ тремъ пробамъ насыщеннаго раствора хлорноватокалиевой соли въ отдѣльныхъ пробиркахъ прибавить 1) насыщеннаго раствора хлористаго натрія (?), 2) насыщеннаго раствора хлористаго калия (?), 3) насыщеннаго раствора хлорноватокислаго натрія (?). Заключение дѣлать, только давши раствору нѣсколько

минуть постоять. Объясненіе. Опыты не удаются, если растворы не насыщены. (Исходные растворы нужно всегда основательно взбалтывать съ твердой солью, которая въ нихъ лежитъ на днѣ, чтобы они были навѣрное насыщены).

## 10. Реакціи солей натрія.

Испытаніе на пламя и изслѣдованіе въ спектроскопѣ (?). Къ отдѣльнымъ пробамъ разведеннаго раствора хлористаго натрія прибавить винной кислоты (?) и пикриновой кислоты (?). Какія реакціи давали соли калия съ тѣми же самыми реактивами?

## 11. Соли аммонія.

Какъ относятся соли аммонія къ нагрѣванію (стр. 61, глава IX, 4, d)? Нагрѣть въ тугоплавкой пробиркѣ фосфорнокислый аммоній (?). Остатокъ растворить въ водѣ и попробовать лакмусовой бумагой (?). Нагрѣваніе веществъ и наблюденіе, не выдѣляется ли запахъ амміака, вовсе не служить надежнымъ способомъ открытія аммонійныхъ солей. Во многихъ случаяхъ при этомъ не замѣтно запаха амміака.

Испытать отношеніе какой-нибудь амміачной соли къ пламени аналогично солямъ калия и натрія (?). Къ двумъ пробамъ раствора хлористаго аммонія прибавить—избытокъ винной кислоты (?) къ одной и пикриновой кислоты (?) къ другой. Описать видъ осадковъ (см. примѣчаніе 31 на стр. 134). Какой другой іонъ даетъ съ этими реактивами тѣ же явленія, какъ и аммоній-іонъ? Къ 3 пробѣ прибавить сильнаго основанія и нагрѣть (?). Какой запахъ при этомъ появляется? Эта реакція лучше всего служить для открытія солей аммонія. Какъ можно различить растворъ соли калия и соли аммонія? —

Перечислить наиболее трудно растворимыя соли калия, натрия и аммонія (литература).

## ГЛАВА XX.

### Металлы щелочныхъ земель.

#### 1. Углекислый кальцій.

2—3 грамма кусочковъ мрамора нагрѣвать  $\frac{1}{4}$  часа въ фарфоровомъ тиглѣ на паялкѣ (?). По охлажденіи прибавить немного воды (?). (Дѣйствуетъ-ли вода какъ-нибудь на мраморъ?). Какъ реагируетъ жидкость на лакмусъ? Что образуется при нагрѣваніи мрамора? Реакція обратима. (Насколько это свойство выступаетъ уже у обыкновеннаго известняка?). Отчего зависитъ новое образованіе мрамора изъ накаливаемыхъ продуктовъ при данной температурѣ (литература)?

#### 2. Известковая вода.

Погасить маленькій кусокъ окиси кальція и взболтать съ  $\frac{1}{2}$  литра дистиллированной воды. Дать жидкости просвѣтлѣть или профильтровать ее и пользоваться прозрачнымъ растворомъ.

#### Задачи:

а) Подуть черезъ трубку ртомъ воздухъ въ известковую воду (?). Какъ опредѣлить количество углекислоты, заключающейся въ пробѣ воздуха?

б) Разбавить остатокъ известковой воды на половину дистиллированной водой и продолжительное время пропускать въ нее углекислоту изъ кипцовскаго аппарата (?). Часть полученнаго прозрачнаго раствора вскипятить (?). Какъ объяснить это явленіе (литература)?

### 3. Реакціи солей кальція.

Для опытовъ надо воспользоваться растворомъ хлористаго кальція. Для b, c и d его надо разбавить, а для a не разбавлять. Въ этомъ и во всѣхъ послѣдующихъ параграфахъ съ заголовкомъ „Реакціи“, въ случаѣ указанія на разбавленный растворъ, нужно разбавлять реактивы съ полки у стѣны 3—4 объемами воды. Во всѣхъ случаяхъ, когда образуются осадки, нужно послѣдніе характеризовать по внѣшнему виду (примѣчаніе 31, на стр. 134) и въ отношеніи растворимости.

#### Задачи:

a) Испытать растворъ на пламя и изслѣдовать окрашенное пламя въ спектроскопѣ (платиновую проволоку слѣдуетъ предварительно тщательно очистить, см. примѣчаніе 33). Набросать рисунокъ спектра, на которомъ нанести линіи кальція, калия и натрія.

*Примѣчаніе (33).* Чтобы очистить платиновую проволоку, надо прогнать по ней взадъ и впередъ расплавленный перлъ буры, сбросить его, удалить приставшія частицы, прокипятить ее въ концентрированной соляной кислотѣ и нагрѣть въ пламени, пока пламя не перестанетъ окрашиваться.

b) Къ части раствора хлористаго кальція прибавить раствора углекислаго аммонія и, если нужно, нагрѣть.

c) Къ другой части раствора прилить растворъ щавелевой кислоты (?). (Образованіе осадковъ часто, если они не сразу получаются, можно ускорить энергичнымъ помѣшиваніемъ).

d) Къ третьей пробѣ раствора прибавить избытокъ разбавленной сѣрной кислоты (?). Профильтровать, фильтратъ приблизительно нейтрализовать амміакомъ и прибавить къ нему раствора щавелевокислаго аммонія (?) (сравн. стр. 50, глава VII, 7, d и стр. 84, глава

XII, 7, а). Объяснить! Что легче растворимо въ водѣ — сѣрнокислый или щавелевокислый кальцій?

#### 4. Реакцій солей стронція.

Для слѣдующихъ опытовъ пользоваться растворомъ хлористаго стронція. Для б и с имѣющіеся растворы надо разбавить.

##### Задачи:

а) б) Такъ же какъ въ 3.

с) Къ части раствора хлористаго стронція прибавить прозрачнаго раствора сѣрнокислаго кальція (?). Растворъ сѣрнокислаго кальція получаютъ, взбалтывая воду съ небольшимъ количествомъ истолченнаго гипса и профильтровавъ растворъ. Осажденіе можетъ происходить иногда очень медленно.

#### 5. Реакціи солей барія.

Пользоваться растворомъ хлористаго барія и разбавить его для опытовъ б и с.

##### Задачи:

а) б), какъ въ 3 и 4.

с) Къ пробѣ раствора хлористаго барія прибавить прозрачнаго раствора сѣрнокислаго стронція (?). Растворъ сѣрнокислаго стронція готовится такъ же, какъ и сѣрнокислаго кальція. Какъ это объяснить?

Какова относительная растворимость сѣрнокислыхъ солей этихъ трехъ металловъ? Какъ можно отличить растворъ, содержащій іоны кальція, стронція и барія, отъ раствора съ іонами калия и натрія.



Указать два пути, которые позволяют узнавать 3 элемента этой группы въ присутствіи другъ друга.

## 6. Нерастворимыя сѣрнокислыя соли.

Прилить къ небольшому количеству раствора азотно-кислаго свинца разбавленнаго раствора сѣрной кислоты (?). Какія нерастворимыя сѣрнокислыя соли до сихъ поръ были рассмотрѣны? Списокъ этихъ солей теперь исчерпанъ, если принять только во вниманіе обыкновенные металлы.

## 7. Опредѣленіе неизвѣстныхъ веществъ.

Взять 3 сухихъ пробирки и попросить у ассистента 3 „неизвѣстныхъ“ вещества. Попытаться самостоятельными опытами узнать, что представляютъ эти вещества?

### Поясненія:

При изслѣдованіи веществъ нужно обращать вниманіе на:

1. Физическія свойства (?)
2. Запахъ (?)
3. Растворимость въ водѣ и реакцію на лакмусовую бумагу (?)
4. Измѣненіе вещества при нагреваніи въ сухой пробиркѣ (?). Остатокъ сохранить, чтобы съ нимъ провести еще изслѣдованіе 5.
5. Какъ дѣйствуетъ концентрированная сѣрная кислота при нагреваніи?

Прежде, чѣмъ приниматься за послѣднія двѣ реакціи, нужно составить списокъ газовъ, которые, по всей вѣроятности, могутъ выдѣляться. Затѣмъ составить реакціи, при помощи которыхъ ихъ можно узнать, и прибавить къ этому на основаніи оп. 4 и 5 примѣчанія и заключенія, къ которымъ могутъ дать поводъ

наблюденія надъ этими неизвѣстными веществами. Въ дальнѣйшихъ экспериментахъ надо руководствоваться основными правилами этихъ опытовъ. Металлы надо узнавать при помощи реакцій, приведенныхъ въ главахъ XIX и XX.

Ходъ изслѣдованія, результаты и ихъ толкованіе нужно выразить въ формѣ ясныхъ и точныхъ отчетовъ. Результаты должны доказывать несомнѣнное присутствіе опредѣленнаго тѣла. Результаты нужно доложить ассистенту.

Возможность, что присутствуетъ другое тѣло, должна быть опытнымъ путемъ исключена.

---

## ГЛАВА XXI.

### Мѣдь и серебро.

#### 1. Однохлористая мѣдь. (Тяга).

Около 5 гр. мѣдныхъ стружекъ растворить въ нагрѣтой царской водкѣ. При этомъ надо употребить въ реакцію только такое количество азотной кислоты, которое безусловно необходимо для растворенія металла. Почему необходима азотная кислота? Какія другія вещества могли бы явиться въ этомъ случаѣ вмѣсто нея? Выпарить растворъ досуха на водяной банѣ (тяга) и остатокъ растворить въ 25 к. см. воды. Растворъ вылить въ колбу, прибавить къ нему такой же объемъ концентрированной азотной кислоты и 10 гр. мѣдныхъ стружекъ и плавно кипятить (тяга), пока зеленоватый оттѣнокъ въ грязно-желто-бурой массѣ не исчезнетъ (?). Если при приливаніи нѣсколькихъ капель этой жидкости въ пробирку съ водой получается голубое окрашиваніе, реакція еще не закончилась и нагрѣваніе должно продолжаться. Охладивши ма-

ленькую порцію раствора, прилить къ ней ѣдкаго натра (?). Смѣсь раздѣлить на двѣ части. Испытываютъ ли осадокъ какое-либо измѣненіе при взбалтываніи съ воздухомъ? Для сравненія прибавить къ сѣрноокислой мѣди ѣдкаго натра (?). Вторую порцію смѣси нагрѣть (?). Остатокъ раствора однохлористой мѣди вылить въ большой избытокъ воды (?). Часть осѣвшаго вещества, прикрытаго водой, подвергнуть дѣйствию солнечнаго свѣта (?). Сопоставить разсмотрѣнныя свойства однохлористой мѣди.

## 2. Двойныя соли.

### Задачи:

а) Насытить воду (необходимо около 25 к. см.) при 70° 5-ью гр. тонко истолченнаго сѣрноокислаго калия. Вычислить, какое вѣсовое количество кристаллической сѣрноокислой мѣди необходимо, чтобы получить эквимолекулярную смѣсь, и растворить ее въ такомъ же вѣсовомъ количествѣ горячей воды. Смѣшать оба раствора и при этомъ наблюдать, чтобы въ смѣсь не попало ни одного кристаллика ни одной изъ этихъ двухъ солей. Затѣмъ отставить смѣсь въ сторону для кристаллизаціи (?). Разсмотрѣть форму кристалловъ и сравнить ихъ съ кристаллами мѣднаго купороса (?). Кристаллы сохранить для позднѣйшаго.

б) Къ небольшому количеству сѣрноокислой мѣди прибавлять ціанистаго калия, пока болѣе не будетъ происходить никакого измѣненія (?) (литература). Растворъ сберечь.

Съ растворомъ кристалловъ отъ а и съ ціанистымъ растворомъ б продѣлать реакціи 4, с и d и прибавить къ тому, какъ различаются оба раствора по находящимся въ нихъ тѣламъ (?). (См. 4 d).

### 3. Эквивалентный вѣсъ мѣди (колич.).

Кусочекъ химически чистаго цинка надо такъ обчистить подпилкомъ, чтобы на немъ не было никакихъ зазубринъ и выемокъ, и затѣмъ точно взвѣсить. Положить въ стаканъ точно опредѣленное количество сѣрнокислой мѣди (около 2 гр.) и растворить ее въ дистиллированной водѣ. Положить туда цинкъ и оставить его тамъ, пока растворъ не обезцвѣтится совершенно. Вынуть тогда цинкъ, удалить съ него коричневый осадокъ (?), цинкъ высушить и снова взвѣсить. Сколько цинка перешло въ растворъ?

Такъ какъ опредѣлить точно вѣсъ выдѣлившейся мѣди затруднительно, то надо вычислить по формулѣ мѣднаго купороса, сколько мѣди заключалось во взятомъ количествѣ этой соли. Эквивалентный вѣсъ мѣди (для кислорода = 8) вычислить по даннымъ, полученнымъ для цинка въ главѣ V, 2, б или 3, а. Если эквивалентный вѣсъ цинка экспериментально не былъ опредѣленъ, то принять для него значеніе — 32,7. Справиться въ таблицѣ удѣльной теплоемкости (стр. 38) и съ ея помощью и на основаніи опредѣленнаго эквивалентнаго вѣса вычислить атомный вѣсъ мѣди. Атомные вѣса какихъ другихъ элементовъ можно опредѣлять такимъ-же образомъ?

### 4. Реакціи солей мѣди.

Для реакцій служить разбавленный растворъ сѣрнокислой мѣди. Какъ окрашена твердая сѣрнокислая соль мѣди? Откуда происходитъ окраска раствора?

#### Задачи:

а) Какъ реагируетъ растворъ на нейтральную лакмусовую бумагу?

б) Къ раствору прибавлять амміака, пока болѣе не будетъ происходить никакого измѣненія (?). Эта реакція служитъ для открытія соединеній мѣди.

с) Въ слѣдующую пробу пропустить сѣководородъ. Приготовить растворъ изъ полученныхъ въ 2, а кристалловъ и пропустить въ него сѣководородъ (?). Въ часть раствора 2, б, въ свою очередь, пропустить сѣководородъ (?).

д) Сдѣлать тѣ же изслѣдованія, какъ и въ с, но только вмѣсто сѣководорода взять растворъ желѣзисто-синеродистаго калия. Какъ теперь отвѣтить на послѣдній вопросъ 2?

е) Къ другой части раствора прибавить раствора іодистаго калия (?). Профильтровать, промыть осадокъ (?) и прибавить одну каплю фильтрата въ жидкій клейстеръ (?).

ф) Нагрѣть слѣды окиси мѣди въ борномъ перлѣ въ окислительномъ и въ восстановительномъ пламени. Послѣднія реакціи требуютъ терпѣнія.

г) Произвести пробу на деревянной обугленной спицѣ (стр. 120, глава XVI, 14) какой-нибудь соли мѣди (?).

h) Прокипятить одну-двѣ минуты разбавленный растворъ сахара съ нѣсколькими каплями сѣрной кислоты, затѣмъ прибавить 2 капли раствора сѣрнокислой мѣди и избытокъ ѣдкаго кали и снова нагрѣть (литература ?).

## 5. Реанціи солей серебра.

### Задачи:

а) Прибавить къ раствору азотнокислаго серебра разбавленной соляной кислоты, пока не прекратится выдѣленіе осадка. Осадокъ отфильтровать и промыть.

Какое дѣйствіе оказываетъ азотнокислое серебро на кожу?

б) Часть осадка обработать амміакомъ (?). Прибавить къ этому раствору разбавленной азотной кислоты (?).

с) Остатокъ осадка положить въ фарфоровый тигель, положить туда кусочекъ гранулированнаго цинка и прибавить разбавленной сѣрной кислоты (?). Время отъ времени перемѣшивать (?). Черезъ 1—2 часа кислоту слить, удалить еще не измѣнившійся цинкъ, осадокъ декантацией съ водой промыть, прибавить къ нему амміака и профильтровать. Содержится-ли въ фильтратѣ хлористое серебро (см. б)? Высушивъ фильтръ, положить темный порошокъ въ углубленіе въ углѣ и сплавить его, причемъ пламя паялки надо направлять сверху (?).

д) Прилить къ раствору азотнокислаго серебра раствора двухромокислаго калия (?). Растворы до и послѣ смѣшенія надо попробовать лакмусовой бумагой (литература) (?). Такъ какъ окраска двухромокислаго калия можетъ затруднять узнаваніе реакціи, то послѣ погруженія бумажку надо смывать дистиллированной водой.

## 6. Типическія свойства металла.

Типическій металлъ, въ химическомъ смыслѣ слова, имѣетъ слѣдующіе признаки: 1) металлъ (не соединенный съ другими элементами) можетъ являться въ качествѣ катиона (положительный іонъ); 2) соединеніе элемента съ гидроксидомъ—основаніе; 3) его соли съ сильными кислотами не должны замѣтно подвергаться гидролизу при дѣйствіи воды.

Вполнѣ-ли удовлетворяютъ этимъ условіямъ мѣдь и серебро? Если нѣтъ, то указать, въ чемъ они отъ этого отступаютъ.

---

## ГЛАВА XXII.

### Магній, цинкъ, кадмій, ртуть.

#### 1. Свойства магниевыхъ соединений.

##### Задачи:

а) Совершенно-ли растворимъ въ водѣ хлористый магній? Испытать растворъ лакмусовой бумагой (?).

Нѣсколько кристалловъ сильно нагрѣть въ сухой пробиркѣ (?). Изслѣдовать реакцію воды, которая конденсируется на концѣ пробирки, и вытереть ее фильтровальной бумагой (?). Растворимъ-ли сухой остатокъ въ водѣ? Объясненіе.

б) Къ разбавленному раствору сѣрнокислаго магнія прибавить амміака (?). Какъ объясняется наблюденное здѣсь явленіе при помощи іонной теоріи? Теперь смѣшать амміакъ съ 3—4 объемами раствора хлористаго аммонія (какое вліяніе на степень диссоціаціи амміака имѣетъ послѣдній?) и эту смѣсь прибавить къ свѣжей порціи сѣрнокислаго магнія (?). Какъ можно объяснить это обстоятельство? Къ смѣси этихъ трехъ жидкостей прибавить далѣе раствора фосфорнокислаго натрія (?) (литература). Какъ выражается это уравненіемъ? Значеніе отдѣльныхъ составныхъ частей смѣси объяснить (?).

с) Прибавить къ разбавленному раствору сѣрно-кислаго магнія раствора углекислаго аммонія и нагрѣть (?). Какіе другіе іоны металловъ (ср. главу XX) осаждаются тѣмъ же реактивомъ? Повторить тотъ же самый опытъ, предварительно прибавивъ къ сѣрнокислому магнію избытокъ хлористаго аммонія (?). Относятся-ли къ прибавкѣ хлористаго аммонія іоны другихъ металловъ, осаждаемыхъ углекислымъ аммоніемъ, какъ магній? Какъ можно было бы на основаніи этихъ свойствъ

соли щелочноземельныхъ металловъ и магнія отдѣлить другъ отъ друга (при этомъ надо сначала осадить изъ общаго раствора щелочноземельные металлы и затѣмъ только выдѣлить магній)? Объяснить дѣйствіе хлористаго аммонія, какъ въ б.

Около 250 к. см. водопроводной воды, прибавивъ въ нее 2 капли соляной кислоты (зачѣмъ?), сильно выпарить и остатокъ изслѣдовать на кальцій и магній.

д) Пропустить сѣроводородъ въ растворъ сѣрно-кислаго магнія (?).

## 2. Цинковыя соли.

Для опытовъ б и с пользоваться разбавленнымъ растворомъ сѣрнокислаго цинка.

а) Относительная сила кислотъ. Налить въ три чистыя пробирки растворовъ: 1) хлористаго цинка, 2) сѣрнокислаго цинка и 3) уксуснокислаго цинка. Каждый растворъ испробовать лакмусовой бумагой (?). Пропустить во всея растворы сѣроводорода до насыщѣнія (?). Осадки отдѣльно отфильтровать, съ каждымъ изъ трехъ фильтратовъ продѣлать реакцію на лакмусовую бумагу и прибавить затѣмъ къ нимъ амміака (?). При объясненіи дѣйствія этой прибавки нужно принять во вниманіе, что вода насыщена сѣроводородомъ и что отъ прибавленія амміака образуется сѣрнистый аммоній.

Какъ различаются эти три соли по своимъ свойствамъ? На чемъ основывается эта разница? Для отвѣта на этотъ вопросъ полезно произвести слѣдующій опытъ: пробу осадка раздѣлить въ три пробирки и обработать а) разбавленной соляной кислотой (?), б) разбавленной сѣрною кислотой (?), в) уксусной кислотой (?).

Въ чемъ лежитъ доказательство обратимости реакціи? Насколько ясное доказательство этого даетъ резуль-



татъ, получающійся вслѣдствіе прибавленія амміака? Можно-ли сдѣлать отсюда какое-нибудь заключеніе объ относительной силѣ кислотъ? Одну пробу осадка сберечь для д.

б) Равновѣсіе іоновъ. Къ довольно большому количеству раствора сѣрноокислаго цинка осторожно прибавлять сѣрную кислоту какъ разъ до тѣхъ поръ, пока въ отдѣльной пробѣ этого раствора сѣроводородъ не будетъ болѣе давать осадка. Почему болѣе не происходитъ осадка? Теперь нужно прибавить довольно большое количество сѣрноокислаго натрія (лучше, если есть, безводнаго), смѣшивать, пока онъ не растворится, и снова изслѣдовать пробу сѣроводородомъ. Какъ можно объяснить сдѣланное наблюденіе? Написать уравненіе для образованія сѣрнистаго цинка изъ соли цинка и сѣроводорода въ такой формѣ, чтобы вмѣстѣ съ тѣмъ можно было видѣть и обратимость реакціи.

с) Прибавлять къ сѣрноокислому цинку ѣдкаго натра, пока не перестанетъ происходить измѣненіе (?). Явленіе это объяснить (литература).

д) Маленькій кусочекъ фильтровальной бумаги со слѣдами сѣрнистаго цинка (отъ опыта а) обернуть платиновой проволокой и нагрѣть въ пламени бунзеновской горѣлки. Зола смочить растворомъ хлористаго кобальта и снова нагрѣть (литература)?

### 3. Соли кадмія.

Взять двѣ пробы разбавленнаго раствора какой-нибудь соли кадмія. Какъ реагируетъ она на лакмусовую бумагу? Въ первую пробу пропустить сѣроводородъ (?). Ко второй пробѣ прибавить въ избытокъ ѣдкаго натра (?). Къ жидкости, содержащей осадокъ отъ сѣроводорода, прилить соляной кислоты (?). Въ какомъ отношеніи различаются соли кадмія и цинка? Съ помощью какихъ реакцій можно было бы различить соли магнія, цинка и кадмія?

#### 4. Опредѣленіе неизвѣстныхъ тѣлъ.

Занимающійся спрашиваетъ у ассистента 3 неизвѣстныхъ вещества и опредѣляетъ, что это за вещества. При этомъ надо руководствоваться указаніями, предложенными на стр. 145, гл. XX, 7. Результаты изслѣдованія нужно занести въ составленный уже указаннымъ образомъ отчетъ.

#### 5. Азотнокислая закись ртути.

Обработать въ стаканѣ около 10 гр. ртути 15 к. сантиметрами разбавленной (1:1) азотной кислоты. Оставить кислоту дѣйствовать 1—2 часа, или до тѣхъ поръ, пока новые кристаллы болѣе не будутъ получаться. Если иной разъ появленіе кристалловъ замедлилось, нужно попробовать вызвать ихъ появленіе помѣшиваніемъ или прибавкой одного кристалла азотнокислой закиси ртути. Слить находящуюся надъ кристаллами жидкость. Кристаллы растворить въ водѣ, къ которой прибавлено нѣсколько капель азотной кислоты (зачѣмъ?). Этимъ растворомъ воспользоваться для 6.

Какъ можно получить изъ ртути азотнокислую ртуть (окись)?

#### 6. Реакціи солей ртути.

Для опытовъ надо взять разбавленные порціи только что приготовленнаго раствора азотнокислой закиси ртути, а также растворъ какой-либо окисной соли ртути. Изслѣдовать отношеніе растворовъ окисныхъ и закисныхъ солей ртути къ слѣдующимъ реактивамъ (отношеніе тѣхъ и другихъ солей къ отдѣльнымъ реактивамъ сравнить).

### Задачи:

- а) Лакмусовая бумага (?).
- б) Разбавленная соляная кислота (?). Если получается осадокъ, обработать его амміакомъ (?) (литература).
- с) Пропустить до насыщѣнія сѣроводородъ (?) и затѣмъ подкислить (?).
- д) Амміакъ (?) (литература).
- е) Гидратъ окиси натрія (?).
- ф) Иодистый калий, пока болѣе не происходитъ никакого измѣненія (?).
- г) Хлористое олово, пока болѣе не происходитъ никакого измѣненія (?).
- h) Блестящія мѣдныя стружки (?). Подходящимъ опытомъ опредѣлить, переходитъ-ли при этомъ мѣдь въ растворъ (?).
- и) Нѣсколько кристалликовъ какой-нибудь соли ртути нагрѣть въ сухой, тонкой, запаянной съ одного конца трубкѣ (?).

Какъ можно растворъ окисной или закисной соли ртути отличить отъ раствора солей серебра, висмута, магнія, цинка и кадмія?

### 7. Металлическій характеръ.

Обладаютъ-ли эти четыре элемента химическими свойствами типическихъ металловъ (стр. 150, гл. XXI, 6)? Если нѣтъ, то указать, въ какомъ отношеніи они отступаютъ отъ этого (?).

---

## ГЛАВА XXIII.

### Алюминій, олово, свинець.

#### 1. Алюминій.

##### Задачи:

а) Какъ дѣйствовала соляная кислота на алюминій (стр. 39, глава VI, 1, а)?

б) Кусочекъ алюминіевой проволоки нагрѣвать нѣсколько минутъ съ ѣдкимъ натромъ (?). Чтобы опредѣлить, перешло ли что-нибудь въ растворъ, надо его осторожно нейтрализовать разбавленной соляной кислотой (?). Нейтрализовать также пробу взятой для нейтрализаціи щелочи (?). Если въ одномъ или обоихъ случаяхъ получился осадокъ, то его надо изслѣдовать по 3, с.

#### 2. Квасцы.

Насыщенные при нагрѣваніи растворы безводнаго сѣрноокислаго алюминія и сѣрноокислаго аммонія смѣшать приблизительно въ эквимолекулярныхъ отношеніяхъ и поставить въ сторону для кристаллизаціи. Получить нѣсколько большихъ кристалловъ, для чего надо въ растворъ свѣситъ нитку. Какую форму имѣютъ кристаллы?

Установить опытами 3, б, с и d, является ли растворъ этихъ солей по отношенію къ алюминію, который въ немъ заключается, смѣсью отдѣльныхъ составныхъ частей или солью комплексной кислоты (сравн. гл. XXV, 3) (?).

#### 3. Реакціи соединеній алюминія.

Для опытовъ пользоваться разбавленнымъ растворомъ сѣрноокислаго алюминія.

### Задачи:

- а) Испытать растворъ лакмусомъ (?).
- б) Прибавить раствора углекислаго натрія (?). Осадокъ отфильтровать. Состоитъ ли онъ изъ углекислой соли?
- в) Къ другой части раствора прибавить безцвѣтнаго сѣрнистаго аммонія (?). Соотвѣтствующимъ опытомъ опредѣлить, состоитъ ли осадокъ изъ сѣрнистаго соединения, или нѣтъ (?). Часть осадка оставить для е.
- г) Къ пробѣ раствора осторожно прибавлять ѣдкаго натра (?). Профильтровать, часть осадка взболтать съ водой и обработать избыткомъ ѣдкаго натра (?). Какіе другіе гидраты окисей такъ же ведутъ себя? Другую часть осадка обработать соляной кислотой (?). Какими свойствами обладаетъ этотъ гидратъ окиси?
- е) Маленькій кусочекъ фильтра отъ опыта е свернуть такъ, чтобы осадокъ пришелся внутрь, а бумага сверху, плотно обкрутить платиновой проволокой и накаливать на бунзеновской горѣлкѣ. Остатокъ смочить растворомъ хлористаго кобальта и еще разъ нагрѣть (?).
- ф) Къ раствору кошенили прибавить какого-нибудь, содержащаго сѣрнокислый алюминій, раствора и прилить затѣмъ амміака (?). Отфильтровать осадокъ. Если краска не осѣла, обработку сѣрнокислымъ алюминіемъ и амміакомъ повторить (литература).

### 4. Галогидныя соединения олова.

#### Задачи:

- а) Хлористое олово. Гранулированное олово растворить въ горячей концентрированной соляной кислотѣ. Реакцію прекратить, какъ только дѣйствіе кислоты ослабѣетъ. Этимъ растворомъ пользоваться при 4, б и

5. Тѣмъ временемъ, какъ происходитъ раствореніе олова, заняться опытами 6, 8 и 9.

б) Хлорное олово (тяга). Къ части раствора прибавлять брома до тѣхъ поръ, пока окраска не перестанетъ исчезать.

Избытокъ брома удалить нагреваніемъ (?).

Этотъ растворъ послужить для 5.

### 5. Реакціи солей закиси и окиси олова.

Разбавивши по одной пробѣ только что приготовленныхъ растворовъ, изслѣдовать ихъ отношеніе къ слѣдующимъ реактивамъ:

а) Насытить двѣ пробы сѣроводородомъ (?), нейтрализовать ихъ амміакомъ и прибавить желтаго сѣрнистаго аммонія (?). Затѣмъ профильтровать и къ полученнымъ въ результатѣ растворамъ прибавить сѣрной кислоты (?).

б) Къ новымъ пробамъ растворовъ прибавить раствора хлорной ртути (?). Пробу соединенія окиси олова кипятить 1—2 минуты съ кусочкомъ гранулированнаго олова и затѣмъ изслѣдовать его отношеніе къ раствору хлорной ртути (?).

с) Къ пробамъ растворовъ прибавлять ѣдкаго натра, пока не перестанетъ происходить измѣненіе (?). Какое свойство обнаруживаютъ эти гидраты окисей? Какіе другіе гидраты окисей обнаруживаютъ тѣ же свойства?

### 6. Упругость растворенія и концентрація іоновъ.

Палочку олова, около 60 мм. длиною, подвѣсить за одинъ конецъ на ниткѣ. Другимъ концомъ она почти касается дна пробирки. Черезъ капальную воронку, трубка которой доходитъ до дна пробирки, налить сначала сильно разбавленной слабой соляной кислоты (1:3), а затѣмъ разбавленнаго раствора хлористаго олова. Это дѣлать надо такъ, чтобы растворы

не смѣшались и чтобы разбавленная кислота была сверху. Поверхность соприкосновенія обѣихъ жидкостей должна приблизительно приходиться по срединѣ оловянной палочки. Второй растворъ при приливаніи не долженъ увлечь съ собой ни единого пузырька воздуха, иначе смѣшеніе жидкостей неизбежно. Аппаратъ отставить въ спокойное мѣсто. Время отъ времени поглядывать (?). Какъ объяснить происходящее явленіе? (литература).

### 7. Открытіе неизвѣстныхъ тѣлъ.

Занимающійся спрашиваетъ себѣ два „неизвѣстныхъ“ вещества и сравниваетъ ихъ.

### 8. Свинецъ.

#### Задачи:

а) 1 гр. уксуснокислаго свинца растворить въ 20 к. см. воды. Прибавить къ раствору нѣсколько кусочковъ гранулированнаго цинка и оставить стоять 1—2 часа. Растворъ сберечь. По выполненіи 9, обдумать и привести въ исполненіе способъ, которымъ можно осадить еще имѣющійся въ растворѣ свинецъ, и затѣмъ опредѣлить перешедшій въ растворъ цинкъ.

б) Пробу полученнаго въ а свинца промыть дистиллированной водой. Возможно ли добиться, чтобы въ промывныхъ водахъ сѣроводородъ болѣе не указывалъ присутствіе свинца? Объясненіе.

### 9. Реакціи солей свинца.

Пользоваться разбавленнымъ растворомъ азотнокислаго свинца.

### Задачи:

а) Испытать растворъ лакмусовой бумагой (?).

б) Сѣководородъ (?).

в) Соляная кислота (?). Профильтровать, фильтратъ разбавить въ 5—10 разъ водою и пропустить въ него сѣководородъ (?). Какъ можно объяснить это явленіе? Имѣются ли и другія хлористыя соли, которыя бы были болѣе или менѣе нерастворимы въ водѣ?

д) Растворъ іодистаго калия (?). Вскипятить, профильтровать и изслѣдовать фильтратъ (?). Какими, слѣдоват., свойствами обладаетъ іодистый свинецъ?

е) Прибавлять ѣдкаго натра сначала медленно, а потомъ въ избытокъ (?). Сравнить отношеніе къ реактиву гидрата окиси свинца съ отношеніемъ гидратовъ окисей цинка, алюминія и олова.

ф) Растворъ вухромокислаго калия (?). Растворы до и послѣ смѣшенія испробовать лакмусовой бумагой (?). Какое освѣщеніе механизма реакціи даетъ результатъ этого опыта (литература)?

Образуется ли свинецъ какаго-либо соединенія, въ которыхъ бы онъ былъ четырехзначнымъ (литература)?

Какъ можно объяснить дѣйствіе сурика на соляную кислоту (стр. 51, гл. VIII, 1, а).

### 10. Характеръ металловъ.

Обладаютъ ли эти три элемента свойствами типическихъ металловъ (стр. 150, гл. XXI, 6)? Если нѣтъ, то указать, въ чемъ заключается отступленіе (?).

---



## ГЛАВА XXIV.

### Хромъ, марганецъ.

#### 1. Окись хрома.

Двухромокислый калий (около 15 гр.) тщательно смѣшать съ  $\frac{1}{8}$  его вѣса истолченной сѣры и въ фарфоровомъ тиглѣ нагрѣвать на паялкѣ 15 минутъ. Сплавъ растереть въ ступкѣ съ водой. Профильтровать, промыть зеленый остатокъ (?) и высушить въ сушильномъ шкафу для опыта 2.

Внести слѣды окиси хрома на борномъ перлѣ въ пламя. Какъ окрашивается перлъ въ окислительномъ и въ восстановительномъ пламени? Всѣ соединенія хрома показываютъ одинаковое отношеніе. Какой видъ химическаго превращенія имѣлъ бы мѣсто, если воспользоваться сѣрнокислымъ хромомъ?

#### 2. Хлорный хромъ.

Полученную въ опытѣ 1 окись хрома смѣшать съ  $\frac{1}{8}$  ея вѣса истолченнаго угля и съ нѣкоторымъ количествомъ крахмального клейстера въ густую кашицу. Изъ смѣси сдѣлать шарики величиной съ горошину. Положить шарики въ фарфоровый тигель, сверху насыпать слой толченаго древеснаго угля (зачѣмъ?) и прикрыть крышечкой. Содержимое тигля высушить, нагрѣвая на бунзеновской горѣлкѣ. Открыть тигель только послѣ того, какъ содержимое его снова совершенно охладится (почему?). Затѣмъ помѣстить шарики въ тугоплавкую стеклянную трубку и соединить послѣднюю съ аппаратомъ для добыванія хлора. Когда хлоръ достигнетъ шариковъ и совершенно вытѣснитъ воздухъ (почему?), на паялкѣ сильно нагрѣть трубку.

Неизрасходованный хлоръ пропускать въ пробирку съ ѣдкимъ натромъ. Какъ выглядит образовавшійся продуктъ? Растворимъ ли онъ въ водѣ и въ кислотахъ?

### 3. Хромовые квасцы.

10 гр. двуххромокислаго калия растворить въ водѣ. Къ раствору прибавить (вычисленное) количество сѣрной кислоты, необходимое, чтобы образовались сѣрно-кислый калий и сѣрно-кислый хромъ; нагрѣть и прибавлять небольшими количествами спиртъ (7—10 к. см.), пока растворъ вмѣсто желтой не приметъ чистую ярко-зеленую окраску. Реакція оканчивается только по прошествіи долгаго времени. Какой при этомъ появляется запахъ? Растворъ сгустить и отставить въ сторону для кристаллизаціи. Определить цвѣтъ и форму кристалловъ (?). Отчего происходитъ цвѣтъ ихъ воднаго раствора?

### 4. Хромокислые соли.

5 гр. углекислаго калия сплавить въ желѣзномъ тиглѣ при низкой температурѣ съ равными количествами гидрата окиси калия и азотнокислаго калия. Помѣшивая обратнымъ концомъ подпилка, внести туда 5 гр. истолченнаго въ порошокъ хромистаго желѣзняка. Затѣмъ энергично нагрѣвать въ теченіе нѣсколькихъ минутъ на паялкѣ (?). По охлажденіи растворить въ слабо кипящей водѣ. Профильтровать и подкислить разбавленной азотной кислотой (?). Какая переменна цвѣта при этомъ происходитъ?

### 5. Двуххромокислые и хромокислые соли.

Къ раствору двуххромокислаго калия приливать изъ бюретки ѣдкаго кали, пока не произойдетъ полное

измѣненіе цвѣта. Предварительный опытъ въ пробиркѣ покажетъ, какого цвѣта надо достигнуть. Растворъ сгустить и отставить для кристаллизаціи (?). Что за соль двуххромокислый калий (нейтральная, кислая, основная, двойная или комплексная)?

## 6. Хромовая кислота.

Прибавить къ насыщенному на холоду раствору двуххромокислого натрія двойной объемъ концентрированной сѣрной кислоты. Дать охладиться (?) и затѣмъ профильтровать черезъ асбестъ въ стаканъ. Осадокъ высушить, намазавъ его на неглазурованную глиняную тарелку (изъ запасовъ лабораторіи).

## 7. Реакціи солей окиси хрома.

Получить раствореніемъ кристалловъ свѣжій растворъ хромовыхъ квасцовъ. Какіе іоны находятся въ растворѣ?

Задачи:

а) Пробу раствора прокипятить нѣкоторое время (литература) (?). Какой цвѣтъ имѣлъ первоначальный растворъ?

б) Къ другой пробѣ раствора прибавить сначала въ небольшомъ количествѣ (?), а потомъ въ избыткѣ (?) ѣдкаго натра. Нагрѣть до кипѣнія.

в) Къ раствору прибавить безцвѣтнаго сѣрнистаго аммонія (?). Состоитъ ли осадокъ изъ сѣрнистаго соединенія?

г) Прибавить къ раствору сначала избытокъ ѣдкаго натра, затѣмъ довольно много бромной воды и нагрѣть (?). Повторить тотъ же опытъ съ другой пробой, но только вмѣсто бромной воды взять двуокиси свинца (?). О какой реакціи позволяетъ сдѣлать заключеніе это измѣненіе цвѣта?

## 8. Реакціи хромокислых солей.

Пользоваться разбавленным раствором хромокислого калия. Какіе іоны находятся въ растворѣ?

### Задачи:

а) Подкислить растворъ разбавленной азотной кислотой (?).

б) Какъ реагируютъ на такой подкисленный растворъ сѣроводородъ, сѣрнистый ангидридъ и перекись водорода?

с) Къ раствору прилить безцвѣтнаго сѣрнистаго аммонія, нагрѣть и продержать подольше при температурѣ кипѣнія. Наблюдается два различныхъ явленія (?). Подкислить (?).

д) Къ отдѣльнымъ пробамъ прибавить азотнокислого свинца и хлористаго барія (?).

## 9. Соли закиси и окиси марганца.

Какъ была получена соль закиси марганца (стр. 51, глава VIII, 1, б)? Привести примѣръ окисной соли марганца. Какъ окрашены растворы солей, а слѣдовательно и ихъ характерные іоны (литература)? Въ опытѣ 10 химическія превращенія будутъ опредѣляться измѣненіемъ цвѣта.

## 10. Марганцовисто- и марганцово-кислые соли.

### Задачи:

а) 5 гр. гидрата окиси калия, 2,5 гр. хлорноватокислого калия и 5 гр. тонко истолченного пиролюзита.

сплавить вмѣстѣ, накаливая до красна въ желѣзномъ тиглѣ. Помѣшивать обратнымъ концомъ подпилка и нагрѣвать до яснаго и полного расплавленія (?). Пиролюзить класть не сразу, а уже въ сплавъ, маленькими количествами. По охлажденіи обработать сплавъ небольшимъ количествомъ холодной воды, слить съ осадка прозрачный растворъ и воспользоваться имъ для б, с и d.

б) Пробу прозрачнаго зеленого раствора разбавить въ стаканѣ большимъ количествомъ воды (?). Если не замѣтно никакого измѣненія, пропустить въ разбавленный растворъ углекислоту (?).

с) Прибавить къ зеленому раствору нѣсколько капель алкоголя и нагрѣть (?).

d) Прибавить къ остатку зеленого раствора кипящій растворъ щавелевой кислоты (?).

е) Повторить такимъ же образомъ опыты с и d съ растворомъ марганцовокислаго калия, который предварительно подкисленъ 2—3 объемами разбавленной сѣрной кислоты (?).

f) Къ небольшому количеству разбавленнаго раствора двойной сѣрнокислой желѣзно-аммонійной соли (глава XV, 4, б, стр. 111) приливать точно такъ же, какъ и въ е, подкисленнаго раствора марганцовокислаго калия, пока не перестанетъ исчезать розовое окрашиваніе (?). Затѣмъ прилить амміаку (?). Какъ измѣнилось желѣзо (стр. 112, глава XV, 4, с)?

g) Какъ дѣйствуетъ подкисленный растворъ марганцовокислаго калия на сѣроводородъ (стр. 93, глава XIII, 3, d) и на сѣрнистую кислоту (стр. 101, глава XIII, 9, d)?

## 11. Реакціи солей закиси марганца.

Пользоваться любой солью закиси марганца.

### Задачи:

а) Перлъ буры въ окислительномъ (?) и въ восстановительномъ (?) пламени.

б) Сплавление углекислаго натрія и азотнокислаго натрія на платиновой спирали съ какимъ-либо соединеніемъ марганца (?).

с) Къ разбавленному раствору соли закиси марганца прибавить сѣрнистаго аммонія (?). Состоитъ ли этотъ осадокъ изъ сѣрнистой соли?

д) Къ новой пробѣ прибавить ѣдкаго натра (?) и раздѣлить жидкость на 2 части. 1-ую часть взболтать съ воздухомъ (?), а ко-второй прибавить бромной воды и нагрѣть (?).

---

## ГЛАВА XXV.

### Желѣзо, кобальтъ, никкель.

#### 1. Желѣзо.

Какъ дѣйствуетъ желѣзо на разбавленныя кислоты (стр. 39 и 40, глава VI, 1, а, с, d)? Какъ получилось желѣзо изъ его окиси (стр. 43, глава VI, 5, а)?

#### 2. Сѣрноокислая соль окиси желѣза.

### Задачи:

а) Отвѣсить 3,5 гр. концентрированной сѣрной кислоты въ фарфоровой чашкѣ, положить туда 20 гр. кристаллическаго желѣзнаго купороса и всю массу растворить, прибавивъ 25—30 к. см. воды. Нагрѣть чашку на проволоочной сѣткѣ (тяга) и прибавлять по

каплямъ концентрированной азотной кислоты, пока первоначальный темный цвѣтъ (?) раствора не сдѣлается свѣтлобурнымъ (?) (стр. 112, глава XV, 4,с). Затѣмъ выпарить на водяной банѣ до густоты сиропа, растворить остатокъ въ возможно маломъ количествѣ кипящей воды, прибавить 3,5 гр. сѣрноокислаго аммонія (также раствореннаго въ возможно маломъ количествѣ воды) и оставить стоять для кристаллизаціи. Какъ выглядятъ выдѣлившіеся кристаллы? Кристаллы собрать, отмыть водой приставшій къ нимъ маточный растворъ, высушить ихъ между фильтровальной бумагой и сберечь ихъ для опыта 4.

Хлоръ, бромъ и другіе окислители дѣйствуютъ такъ же, какъ и азотная кислота. При помощи какихъ другихъ окислителей было раньше уже проведено то же самое окисленіе?

б) Сѣрноокислую соль окиси желѣза растворить въ водѣ. Какъ окрашивается растворъ послѣ короткаго нагрѣванія? Окраска видна лучше, если сосудъ съ растворомъ поставить на бѣлую бумагу и смотрѣть сверху сквозь жидкость. Кислый, щелочной или нейтральный растворъ? Прилить чистой сѣрной кислоты (?). Происходящія явленія описать и объяснить свойства солей при помощи іонной теоріи (?).

### 3. Соли комплексныхъ кислотъ. Желѣзисто- и желѣзосинеродистый калий.

Въ пробирку къ раствору желѣзистосинеродистаго калия прибавлять бромной воды до тѣхъ поръ, пока капля раствора съ разбавленнымъ растворомъ хлорнаго желѣза не будетъ больше давать голубого осадка. Что содержитъ растворъ (литература)?

Нѣсколько предложенныхъ въ 4 реакцій съ обыкновенными солями закиси и окиси желѣза повторить также съ растворами желѣзо- и желѣзистосинеродистаго

калія, чтобы имѣть возможность уяснить себѣ характерную разницу этихъ солей. Содержать ли эти растворы ціанистыхъ соединеній желѣза опредѣлимы количества іоновъ желѣза?

#### 4. Реакціи солей закиси и окиси желѣза.

##### Задачи:

а) Нагрѣть перлъ буры съ какимъ-нибудь соединеніемъ желѣза (лучше всего окиси желѣза или желѣзнаго купороса) въ окислительномъ и въ восстановительномъ пламени (?).

Исслѣдовать дѣйствіе слѣдующихъ реактивовъ на разбавленный растворъ закисной желѣзно-аммонійной соли сѣрной кислоты (свѣжеприготовленной, см. стр. 111, главу XV, 4, б) съ одной стороны, и неразбавленный растворъ желѣзныхъ квасцовъ (отъ опыта 2) или хлорнаго желѣза, съ другой.

б) Какъ реагируютъ эти растворы солей желѣза на лакмусовую бумагу? Растворы какихъ солей болѣе кислы? Что мы можемъ отсюда заключить (стр. 150, глава XXI, 6)? Если разница не замѣтна, повторить тотъ же самый опытъ, пользуясь фильтровальной бумагой, пропитанной краснымъ конго (изъ запасовъ лабораторіи).

в) Къ двумъ другимъ пробамъ растворовъ солей закиси и окиси желѣза прибавить амміака (?). Взболтать осадки съ воздухомъ. Измѣняются ли они?

г) Еще къ двумъ пробамъ растворовъ солей закиси и окиси прибавить сѣрнистаго аммонія (?) (литература). Растворимы-ли полученные осадки въ соляной кислотѣ? Какъ можно показать на опытѣ, что при прибавленіи сѣрнистаго аммонія къ окисной соли желѣза выдѣляется сѣра?

е) Какъ дѣйствуютъ желѣзисто-синеродистый калий на соли закиси и окиси желѣза?



г) Какъ дѣйствуетъ желѣзосинеродистый калий на соли закиси и окиси желѣза?

г) Какъ дѣйствуетъ растворъ роданистаго калия на соли закиси и окиси желѣза?

h) Возстановленіе (стр. 93, глава XIII, 3, e) растворъ солей окиси желѣза протекаетъ такъ же легко, какъ и обратно окисленіе солей закиси желѣза (2, a). Пробу разбавленнаго раствора хлорнаго желѣза вскипятить съ небольшимъ количествомъ желѣза въ порошокъ. Время отъ времени испытывать каплю раствора на содержаніе въ ней соли окиси (?). Какимъ реактивомъ надо воспользоваться для этого испытанія?

и) Определить качественно содержаніе желѣза въ продажной соляной кислотѣ (?). Въ соляной кислотѣ есть также примѣсь сѣрной кислоты. Какъ можно определить сѣрную кислоту въ продажной соляной кислотѣ? (Желтый цвѣтъ продажной соляной кислоты, главнымъ образомъ, зависитъ отъ органическихъ примѣсей).

### 5. Реакціи солей кобальта.

Пользоваться разбавленнымъ растворомъ хлористаго кобальта.

#### Задачи:

a) Перлъ буры въ окислительномъ и въ восстановительномъ пламени (?).

б) Прибавить ѣдкаго натра, сначала немного (?), а затѣмъ избытокъ (?). Нагрѣть (?).

с) Растворъ сѣрнокислаго аммонія (?).

### 6. Реакціи солей никкеля.

Пользоваться для опытовъ разбавленнымъ растворомъ сѣрнокислаго никкеля.

### Задачи:

а), б) и с) продѣлать такъ же, какъ въ 5.

### 7. Опредѣленіе неизвѣстныхъ тѣлъ.

Занимающійся долженъ спросить у ассистента два неизвѣстныхъ вещества и опредѣлить ихъ.

## ПРИБАВЛЕНІЕ.

### Упругость паровъ воды въ миллиметрахъ ртутнаго столба.

Темп.	Давл.	Темп.	Давл.	Темп.	Давл.
0°—	4,6	16°—	13,5	26°—	25,1
5 —	6,5	17 —	14,4	27 —	26,5
8 —	8,0	18 —	15,4	28 —	28,1
9 —	8,6	19 —	16,3	29 —	29,8
10°—	9,2	20 —	17,4	30 —	31,5
11 —	9,8	21 —	18,5	31 —	33,4
12 —	10,5	22 —	19,7	32 —	35,4
13 —	11,2	23 —	20,9	33 —	37,4
14 —	11,9	24 —	22,2	34 —	39,6
15 —	12,7	25 —	23,6	100 —	760,0

### Степень диссоціаціи кислотъ, основаній и солей.

Числа относятся, если нѣтъ другихъ помѣтокъ, къ  $\frac{1}{1}$  нормальнымъ растворамъ и показываютъ, какой процентъ растворенныхъ веществъ находится въ растворѣ въ формѣ іоновъ при 18°. Эти числа вычислены на основаніи электропроводности.

Кислоты.	%
$\text{HNO}_3$ .....	82,0
$\text{HNO}_3$ (концентр., 62%) .....	9,6
$\text{HCl}$ .....	78,4
$\text{HCl}$ (конц., 35%) .....	13,6
$\text{HMnO}_4$ ( $1/2$ норм. 25°) .....	93,3
$\text{HJ}$ ( $1/2$ норм. 25°) .....	90,1
$\text{HBr}$ ( $1/2$ норм. 25°) .....	89,9
$\text{H}_2\text{F}_2$ .....	7,0
$\text{H}_2\text{SO}_4$ .....	51,0
$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц., 95%) .....	0,7
$\text{H}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ ( $1/2$ норм. 25°) ...	17,0
$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ .....	0,4
$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ( $1/10$ норм.) .....	1,3
$\text{H.HCO}_3$ ( $1/10$ норм.) .....	0,17
$\text{H.HS}$ ( $1/10$ норм.) .....	0,07
$\text{H.H}_2\text{BO}_3$ ( $1/10$ норм.) .....	0,01
$\text{HNC}$ ( $1/10$ норм.) .....	0,01

Соли.	%
$\text{KCl}$ .....	75,0
$\text{NH}_4\text{Cl}$ .....	74,0
$\text{NaCl}$ .....	67,6
$\text{HgCl}_2$ .....	< 1,0
$\text{KNO}_3$ .....	64,0
$\text{K}_2\text{SO}_4$ .....	53,0
$\text{K}_2\text{CO}_3$ .....	(49,0)
$\text{KClO}_3$ ( $1/2$ норм.) .....	79,0
$\text{NaHCO}_3$ .....	(52,0)
$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ( $1/32$ норм. 25°) (78,0)	
$\text{ZnSO}_4$ .....	24,0
$\text{Hg(CN)}_2$ .....	< 1,0
$\text{CaSO}_4$ ( $1/100$ норм.) .....	63,0
$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ .....	52,8
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ .....	44,6

Основація.	%
LiOH. ....	63
NaOH. ....	73
KOH. ....	77
Ba(OH) <sub>2</sub> . ....	69
Ca(OH) <sub>2</sub> ( $\frac{1}{64}$ норм. 25°) ...	90
Sr(OH) <sub>2</sub> ( $\frac{1}{64}$ норм. 25°)....	93
Ba(OH) <sub>2</sub> ( $\frac{1}{64}$ норм. 25°) ...	92
AgOH ( $\frac{1}{1788}$ норм. 25°)....	38,8
NH <sub>4</sub> OH. ....	0,4
H.OH < 1 на 10 миллионівъ.	

---

## Реактивы на полкъ у стѣны.

Стеклянки и отвѣчающія имъ  
мѣста перенумерованы.

Соли „химически чисты“, если  
нѣтъ особой помѣтки.

### Твердыя вещества въ малыхъ стеклянкахъ:

1. Алюминіевая проволока.
2. Алюминіевокаліевые  
квасцы.
3. Алюминій сѣрноокислый  
(техн.).
4. Аммоній азотнокислый.
5. Аммоній сѣрноокислый.
6. Аммоній фосфорнокис-  
лый.
7. Аммоній щавелевокис-  
лый.
8. Барій хлористый (техн.).
9. Борная кислота.
10. Висмутъ азотнокислый.
11. Двуокись свинца (хим.  
чист.).
12. Желѣзисто-синеродистый  
калій.
13. Желѣзно-аммонійная  
соль сѣрной кислоты (за-  
писи желѣза).
14. Желѣзные гвозди (вы-  
мыт. бензин.).
15. Желѣзные опилки.
16. Желѣзо (въ порошокъ).
17. Желѣзосинеродистый ка-  
лій.
18. Желѣзо сѣрноокисное (за-  
писи.).
19. Желѣзо сѣрноокисное  
(окисн.).
20. Желѣзо хлорное.
21. Іодъ.
22. Кадмій сѣрноокислый.
23. Кали ѣдкое (хим. чист.).
24. Калий бромистый.
25. Калий іодистый.
26. Калий кислый виннокис-  
лый.
27. Калий кислый сѣрноокис-  
лый.
28. Калий марганцовокислый.
29. Калий сѣрноокислый.
30. Калий углекислый (въ  
порошокъ).
31. Калий хлористый.
32. Калий хлорнокислый.
33. Калий хромокислый.
34. Калий ціанистый (95%).
35. Кальцій сѣрноокислый,  
кристаллическій (Гипсъ).
36. Кальцій сѣрноокислый (въ  
порошокъ).
37. Кальцій углекислый (въ  
порошокъ, химическ. чи-  
стый).
38. Кальцій фосфорнокис-  
лый.

39. Кальцій фтористый (въ порошокъ). [Плавиковый шпатъ].
40. Кварцъ, въ порошокъ (техн.).
41. Кобальтъ хлористый.
42. Крахмаль.
43. Магнѣвая проволока.
44. Магній въ порошокъ.
44. Магній сѣрноокислый.
45. Магній хлористый.
47. Марганецъ хлористый.
48. Мышьяковистый ангидридъ (въ порошокъ, техн.).
49. Мышьякъ (въ маленьк. кускахъ).
50. Мѣдь бромистая.
51. Мѣдь сѣрноокислая.
52. Натріево-аммонійно-фосфорно-кислая соль (фосфорная соль).
53. Натрій азотнокислый (техн.).
54. Натрій двууглекислый.
55. Натрій двуххромоокислый (техн.).
56. Натрій кислый сѣрнистокислый (технич.).
57. Натрій кислый сѣрноокислый.
58. Натрій сѣрнистокислый (техн.).
59. Натрій сѣрнистокислый.
60. Натрій сѣрноватистокислый (технич.).
61. Натрій сѣрноокислый, крист.
62. Натрій тетраборнокислый (въ порошокъ). Бора.
63. Натрій фосфорнокислый.
64. Никкель сѣрноокислый.
65. Олово въ палочкахъ.
66. Олово хлористое.
67. Окись алюминія (хим. чист.).
68. Окись барія (химически чист.).
69. Окись желѣза.
70. Окись мѣди, зернами.
71. Окись мѣди въ порошокъ.
72. Окись свинца.
73. Перекись барія.
74. Перекись натрія.
75. Порохъ.
76. Реальгаръ.
77. Ртуть азотнокислая.
78. Ртуть хлорная.
79. Сало,
80. Сахаръ.
81. Свинецъ, гранулир. (хим. чист.).
82. Свинецъ уксуснокисл.
83. Стронцій сѣрноокислый.
84. Стронцій хлористый.
85. Сурикъ.
86. Сурьма, въ порошокъ, не обраб.
87. Сурьма хлористая.
88. Сѣра черенковая.
89. Сѣрный колчеданъ.
90. Сѣрный цвѣтъ.
91. Талькъ, въ порошокъ.
92. Уголь (древесн.).
93. Уголь (животн.).
94. Фильтры (5 см. сѣч.).
95. Фосфорный ангидр.
96. Фосфоръ красный.
97. Хлорная известь.
98. Хромистый желѣзнякъ (въ порошокъ).
99. Хромовые квасцы.
100. Цинковая пыль.
101. Цинкъ чистый, кусками ок. 2 гр.
102. Цинкъ чистый въ палочкахъ.
103. Цинкъ сѣрноокислый.
104. Цинкъ уксуснокислый.
105. Шерстяная пряжа.
106. Щавелевая кислота.

### Твердыя вещества въ большихъ стеклянахъ:

- |  |  |
|--|--|
| 107. Аммоній углекислый.                           | 120. Натрій углекислый безводный.      |
| 108. Аммоній хлористый (технич.).                  | 121. Натрій углекис. въ крист.         |
| 109. Асбестъ, коротковолокн.                       | 122. Натрій уксуснокислый сплавленн.   |
| 110. Бумажная набивн. матерія.                     | 123. Натрій хлористый (техн.).         |
| 111. Калій азотнокислый. (технич.).                | 124. Натръ ѣдкій.                      |
| 112. Калій двуххромокислый, въ порошокъ (технич.). | 125. Окись кальція (негашен. известь). |
| 113. Калій хлористый (техн.).                      | 126. Олово, гранул. (техн.).           |
| 114. Кальцій хлористый, зернен.                    | 127. Параффинъ.                        |
| 115. Куркумовая бумага.                            | 128. Пирролизитъ, зернен. (технич.).   |
| 116. Лакмусовая бумага нейтр.                      | 129. Пирролизитъ, въ порошокъ (техн.). |
| 117. Лакмусов. бум. красн. и голуб.                | 130. Рѣчной песокъ.                    |
| 118. Лучинки.                                      | 131. Свинець азотнокисл. (технич.).    |
| 119. Натрій азотнокислый.                          | 132. Уголь (древесн.).                 |
|  | 133. Цинкъ, гранулир. (техн.).         |

### Ж и д к о с т и:

- |   |  |
|---|--|
| 134. Азотная кислота, концентрир., чистая (около 16 нормальн.). | 143. Барій хлористый (1 : 10).                             |
| 135. Азотная кислота, разбавлен., чист. (около 6 норм.).        | 144. Бромная вода (насыщен.).                              |
| 136. Алкоголь, 95% <sub>0</sub>                                 | 145. Бромъ.  |
| 137. Алюминій сѣрниокислый (1 : 10).                            | 146. Виннокаменная кислота (1 : 10).                       |
| 138. Аммоній сѣрнистый, безцвѣтн.                               | 147. Висмутъ азотнокислый (1 : 10) (съ HNO <sub>3</sub> ). |
| 139. Аммоній сѣрнистый, желтый.                                 | 148. Гидратъ окиси барія. Баритовая вода. (Насыщен.).      |
| 140. Аммоній углекислый (1 : 4 съ 1 NH <sub>4</sub> OH).        | 149. Гидратъ окиси калія, очищенный (1 : 10).              |
| 141. Аммоній хлористый (1 : 5).                                 | 150. Гидратъ окиси кальція. Известковая вода (насыщен.).   |
| 142. Аммоній щавелевокисл. (1 : 10).                            | 151. Глицеринъ.  |
|   | 152. Желѣзо хлорное (1 : 10).                              |
|   | 153. Индиго, растворъ.                                     |

154. Кадмій сѣрноокислый (1:10).
155. Калій бромистый (1:10).
156. Калій бромноватокисл. (1:12).
157. Калій двухромокислый, техн. (1:20).
158. Калій желѣзистосинеродистый (1:20).
159. Калій желѣзосинеродист. (1:20).
160. Калій іодистый (1:10).
161. Калій марганцовокисл. (1:10).
162. Калій роданистый (1:10).
163. Калій хлористый разбавл. (1:10).
164. Калій хлорист. насыщ. (Взбалтывать!).
145. Калій хлорноватокислый насыщенный. (Взбалтывать!).
166. Калій хромокислый (1:10).
167. Калій ціанистый (1:10).
168. Кальцій хлористый (1:5).
169. Кобальтъ хлорист. (1:10).
170. Кошениль, растворъ.
171. Крахмалъ, растворъ.
172. Лакмусов. нейтр. тинктур.
173. Магній сѣрноокисл. (1:10).
174. Марганецъ хлорист. (1:8).
175. Мегилоранжъ.
176. Мѣдь сѣрноокислая (1:10).
177. Натрій кислый сѣрнокислый, насыщен. (технич.). (Взбалтывать!).
178. Натрій сѣрнистокислый, технич. (1:10).
179. Натрій сѣрноватистокисл. (1:10).
180. Натрій сѣрноокисл. (1:10).
181. Натрій уксуснокисл. концентр. (1:7).
182. Натрій фосфорнокислый,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (1:10).
183. Натрій хлористый, насыщ. (Взбалт.!).
184. Натрій хлорноватокисл. (насыщ.). Взбалт.!).
185. Никкель сѣрноокислый. (1:10).
186. Олово хлористое.
187. Патока.
188. Пикринов. кисл., водно спирт. растворъ.
189. Пирогаллолъ, водный растворъ (1:1).
190. Ртуть азотнокис. (закисп.) (1:10).
191. Свинецъ азотнокислый (1:10).
192. Серебро азотнокисл. (1:20).
193. Серебро сѣрноокисл. насыщ. (1:200).
194. Соляная кислота, насыщенная чистая (около 13 норм.).
195. Соляная кислота, разбавленная, чистая (6 норм.).
196. Соляная кислота,  $\frac{1}{4}$  нормальн. (Только для количествен. изслѣдов.).
197. Стронцій хлорист. (1:10).
198. Сурьма трех-хлористая (1:10) (съ  $\text{HCl}$ ).
199. Сѣрная кислота, концентрирован., чистая (ок. 18 норм.).
200. Сѣрн. кислота, разбавл. чистая (6 норм.).
201. Сѣрная кислота  $\frac{1}{1}$  нормальн. (Только для количеств. изсл.).
202. Сѣроуглеродъ.
203. Уксусная кислота, 80 $\frac{0}{0}$ , техн.
204. Фенолфталениъ, водно-спирт. раств.
205. Фосфорная кислота, техническ., 87 $\frac{0}{0}$ , уд. в. (1,73).



- |   |  |
|---|--|
| 206. Хлористоводородн. газъ,<br>растворенный въ толуолѣ<br>(технич.) съ $\text{CaCl}_2$ . | 213. Цинкъ хлористый.                    |
| 207. Хлорная известь (насы-<br>щенн.).  | 214. Щавелевая кислота, на-<br>сыщенная. |
| 208. Хлороформъ.  | 215. Ээпръ.                              |
| 209. Хромовые квасцы (1 : 10).  | <i>Жестяныя коробки:</i>                 |
| 210. Хромъ хлорный (1 : 20).  | 216. Мѣдныя стружки.                     |
| 211. Цинкъ сѣрнистый.   | 217. Мраморъ, кусками.                   |
| 212. Цинкъ уксуснокисл. (1 : 20).   | 218. Сѣрнистое желѣзо, ку-<br>сками.     |

### Реактивы, которые можно получать отъ лаборанта или служителя:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| Дрожжи.   | Пятихлористый фосфоръ.  |
| Желѣзная проволока (форте-<br>пианная), чистая. | Ртуть.                  |
| Закись мѣди.                                    | Сахарный уголь.         |
| Натрій.   | Треххлористый фосфоръ.  |
|   | Уксуснометиловый ээпръ. |

### Въ запасахъ лабораторіи имѣются:

- |   |  |
|---|--|
| Кипловскіе аппараты для по-<br>лученія: | Бомбы съ жидк. сѣрн. кисл.             |
| углекислоты,                            | Бомбы съ кислородомъ.                  |
| сѣроводорода,                           | Мѣдная проволока, толстая и<br>тонкая. |
| водорода,                               | Пробки.                                |

### На полкѣ каждаго рабочаго стола:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| $\text{HCl}$ , концентр.              | $\text{HNO}_3$ , разбавленн.                     |
| $\text{HCl}$ , разбавл.               | $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , въ растворѣ (1 : 10). |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ , концентр.   | $\text{NH}_4\text{OH}$ .                         |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ , разбавленн. | $\text{NaOH}$ . въ раств., очищен.               |
| $\text{HNO}_3$ , концентрпр.          | (1 : 10).  |

**Списокъ принадлежностей, необходимыхъ каждому занимающемуся въ лабораторіи при производствѣ опытовъ по этому руководству \*).**

- |   |  |
|---|--|
| 1 Бунзеновская горѣлка.                   | 1 ставка стакановъ безъ носика.                  |
| 1 песчаная баня.                          | 2 узкогорлыхъ бутылки въ 250 к. см.              |
| 1 пневматическая ванна.                   | 4 широкогорлыхъ бутылки въ 250 к. см.            |
| 1 треножникъ.                             | 1 колба для промывалки.                          |
| 1 желѣзный штативъ.                       | 1 бюретка въ 50 к. см.                           |
| 3 кольца къ штативу.                      | 1 бюретка въ 25 к. см.                           |
| 1 муфта.                                  | 1 измѣрительный цилиндръ въ 100 к. см.           |
| 1 клемма для бюретокъ.                    | 1 широкогорлая колба въ 125 к. см.               |
| 1 универсальная клемма.                   | 1 широкогорлая колба въ 250 к. см.               |
| 1 зажимъ.                                 | 1 колба въ 500 к. см.                            |
| 1 винтовой зажимъ.                        | 1 перегонная колба въ 30 см.                     |
| 1 штативъ для пробирокъ.                  | 1 капальная воронка.                             |
| 1 желѣзные щипцы для тиглей.              | 3 воронки (50 мм., 75 мм., 100 мм.).             |
| 1 маленькая латунная ложка.               | 4 стекляныя пластинки (5×5 см.).                 |
| 1 желѣзный тигель.                        | 2 тугоплавкихъ пробирки.                         |
| 1 масштабъ.                               | 12 обыкновенныхъ пробирокъ (130 мм. высотой).    |
| 1 держалка для пробирокъ.                 | 12 обыкновен. пробирокъ (160 мм. высотой).       |
| 1 ставка разновѣсовъ.                     | 1 тугоплавкая стеклянная трубка (25 см. длиною). |
| 1 роговой шпатель.                        | 2 хлоркальціевыхъ U-образн. трубки.              |
| 1 круглый подпилочъ.                      | 3 часовыхъ стекла (50 мм., 75 мм., 100 мм.).     |
| 1 пробочное сверло.                       |  |
| 1 ножницы для бумаги.                     |  |
| 1 глян. треугольникъ.                     |  |
| 1 штативъ для фильтрованія.               |  |
| 1 губка.                                  |  |
| 1 каучуковая пробка съ двумя отверстіями. |  |
| 1 ключъ къ всяческому замку.              |  |
| 1 фарфоровая лодочка.                     |  |
| 1 фарфоровый тигель.                      |  |
| 1 фарфоровыя чашки.                       |  |
| 1 фарфоровая ступка съ пестикомъ.         |  |

\*) Порядокъ выдачи и условія пользованія этими принадлежностями зависятъ отъ администраціи лабораторій.

60 см. каучука для газовыхъ горѣлокъ.	7,5 см. платиновой проволоки.
1 термометръ.	15 см. каучуковой трубки (5 мм. діаметръ).
1 трехгранный подпирокъ.	125 см. стекл. трубки (6 мм. діаметръ).
1 щетка для пробирокъ.	60 см. стекл. палки (5 мм. діаметромъ).
1 проволоочная сѣтка.	
1 полотенце.	
4 листа фильтров. бумаги.	

---

# СОДЕРЖАНІЕ.

	<i>Стр.</i>
Общая предисловія . . . . .	5
<b>Главы.</b>	
I. Аппараты . . . . .	7
II. Физическія свойства . . . . .	15
III. Химическія превращенія . . . . .	18
IV. Кислородъ . . . . .	23
V. Эквивалентные вѣса, формулы и уравненія химическихъ превращеній . . . . .	29
VI. Водородъ . . . . .	39
VII. Вода, растворы . . . . .	45
VIII. Хлоръ и соляная кислота . . . . .	51
IX. Воздухъ, азотъ, амміакъ . . . . .	57
X. Бромъ, іодъ, фторъ и ихъ водородныя соединенія . . . . .	62
XI. Кислородныя соединенія галогеновъ; озонъ и перекись водорода . . . . .	70
XII. Ионныя реакціи, реакціи между кислотами, основаніями и солями . . . . .	75
XIII. Сѣра и ея соединенія . . . . .	90
XIV. Измѣреніе силы кислотъ химическимъ путемъ . . . . .	103
XV. Окислы и кислородныя кислоты азота . . . . .	106
XVI. Фосфоръ, мышьякъ, сурьма, висмутъ . . . . .	113
XVII. Углеродъ . . . . .	121
XVIII. Кремній и боръ . . . . .	129
XIX. Щелочные металлы . . . . .	132
XX. Щелочноземельные металлы . . . . .	142
XXI. Мѣдь и серебро . . . . .	146
XXII. Магній, цинкъ, кадмій, ртуть . . . . .	151
XXIII. Алюминій, олово, свинецъ . . . . .	156
XXIV. Хромъ, марганецъ . . . . .	161
XXV. Желѣзо, кобальтъ, никкель . . . . .	166
Прибавленіе. Упругость паровъ воды, степень диссоціаціи солей, кислотъ и основаній . . . . .	170