

12.
М. Центнершвер.

Практикум по химии
для инженеров, механиков и
архитекторов.

Выпуск 1.

Общая часть.

Издание Высшей Школы Латвии.

Рига

1919.

I. Общие приемы.

1. Обработка стеклянных трубок.

Воздух на трубку
и палочке.

Стеклянные трубки малого диаметра (до 5 мм.) обрезаются, производя трехгранный напильником в данном месте поперечную насечку. Затем берут трубку большими пальцами с обеих сторон насечки, так чтобы насечка была обращена вверх и давят пальцами на трубку, как будто желая ее согнуть.

Для трубок большого диаметра производят напильником глубокую кольцевую насечку поперек всей трубки и ломают ее, как указано выше. Иногда удается ровно отрезать трубку, касаясь к кольцевой насечке раскаленным кончиком стеклянной палочки.

Закругление
краев тру-
бок и палоч-
ек.

Острые края трубок режут резину и пробку и обязательно должны быть закруглены. Все плавают осторожно в пламени бунзеновской горелки или в паяльном пламени.

Сгибание
трубок.

Для того чтобы трубку согнуть под соответственным углом ее нагревают в светящемся пламени формы родящего хвоста (рис. 1).

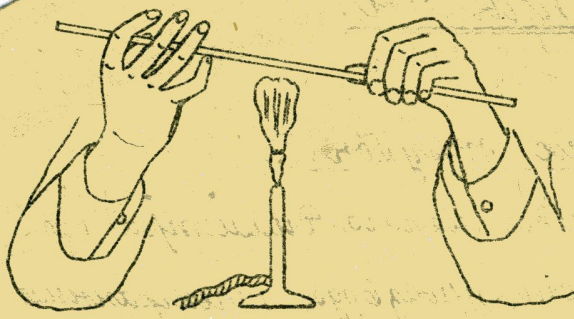


рис. 1.

Сгибание трубки.

сгибают под влиянием собственного ее веса.

Вытягивание трубок. Трубку разогревают в пламени пальчатой горелки, постоянно вращая ее около оси до полного размягчения стекла; затем удаляют ее из пламени и медленно вытягивают до желаемого диаметра.

Запайвание трубок. Трубку сначала вытягивают в том месте, в котором ее желают запаять; затем срезают ее в утолщенном месте и вторично нагревают при постоянном вращении. В конце вдувают с другого конца воздух для получения равномерного полушарообразного окончания трубки.

Буравление отверстий в пробках. Для буравления отверстий в пробках при-меняют сверла в виде трубок соответ-ственного диаметра (из латуни или стали) с острым, немного согнутым краем. Пробку держат в левой руке и сверлят осторожно, вращая одновременно пробку и сверла в обратном направлении, начиная с узкого конца и параллельно оси.

При этом трубку надо держать вдоль пламени и медленно вращать ее вокруг своей оси. Когда трубка становится мягкой, ее вынимают из пламени и медленно

Измерительные цилиндры

Измерительная колба

Для расширения отверстия применяют
круглый напильник. При бурении ре-
зиновые пробки смазывают острым краем
сверла или зерном. После бурения вы-
талкивают проволокой оставшийся в свер-
лае кусок пробки, тщательно вытирают
сверла и вставляют их в гнездо. Если
трубка туго входит в резиновую трубку или
в пробку, то край трубки немного смази-
вают водой.

2. Будка колб, цилиндров, трубок и т. п.

Чистка. Стеклообразные приборы перед их употреблением
калоскают водой: сначала обыкновенной а
потом дистиллированной. Прозрачную посуду мо-
ют щеткой или прибавляют к воде
кочки бумаги.

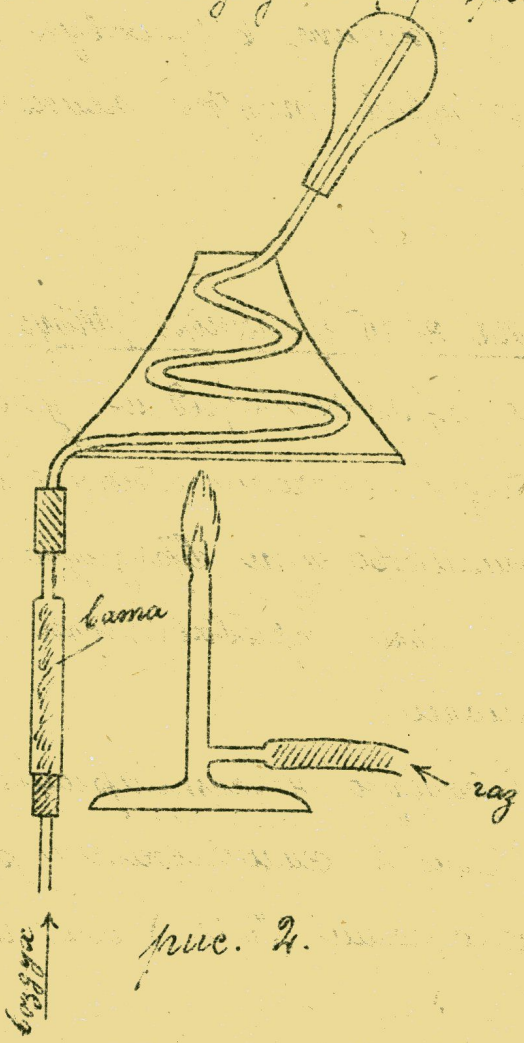
Посуду содержащую нерастворимые осадки
приходится мыть химическими реактивами:
серыми кислотами (HCl) или щелочами
($NaOH$, KOH).

Для очистки посуды от жиров и других
органических веществ применяют раствор
двухромовокислого калия ($K_2Cr_2O_7$) или
аммония ($(NH_4)_2Cr_2O_7$) в серной кислоте.

Этот раствор хранят в особой банке и
после употребления сливают обратно в
банку.

Посуду промытую после выналивания, во-
дой ставят на малочкае, укреплённое
в доске, отверстии вниз для сушки.

Сушка. Если промытую посуду необходимо при-
менить немедленно и в совершенно сухом
виде, то ее сушат, продувая струю на-
гретого воздуха (ср. рис. 2.)



воздуха, вдувае-
мый при нахо-
ждении шара или
водоструйного
насоса фильтру-
ется в трубке
А. через вату
и проходит
в медный зме-
евик, разогре-
ваемый Бунзе-
новской горелкой.

Из трубки, при-
соединенной к
змевику, он
проходит в
нижнюю часть

рис. 2.

Сушка посуды нагретым
воздухом.

прибора, продувает его вдоль всей длины
и уходит наружу через обратное вниз
отверстие прибора.

Для ускорения сушки можно прибор по-
сле полоскания водой выполоснуть спиртом. 5.

3. Взвешивание.

Аналитические Аналитические весы являются одним
весы. из самых точных измерительных инстру-
ментов. Хорошие весы позволяют взве-
сить 100 гр. с точностью до 0,001 гр., т.
е. до 0,001%. Весы представляют рав-
ноплечий рычаг, снабженный тремя
призмами. Из них средняя, обращенная
острием вниз, дает линию опоры; две
боковые призмы, обращенные острием
вверх, служат для подвеса гашек.
Для определения равновесия весов к
рычагу прикреплена вертикальная шка-
ла, которой нижний конец касается
вдоль шкалы.
Во избежание притупления острий
призм и тары для точной уста-
новки равновесия имеется приспособ-
ление поднимающее коромысло весов
и гашки (когда весы находятся в
покое) и опускающее их (при про-
изводстве взвешивания). Это приспособ-
ление называют „арретиром.“

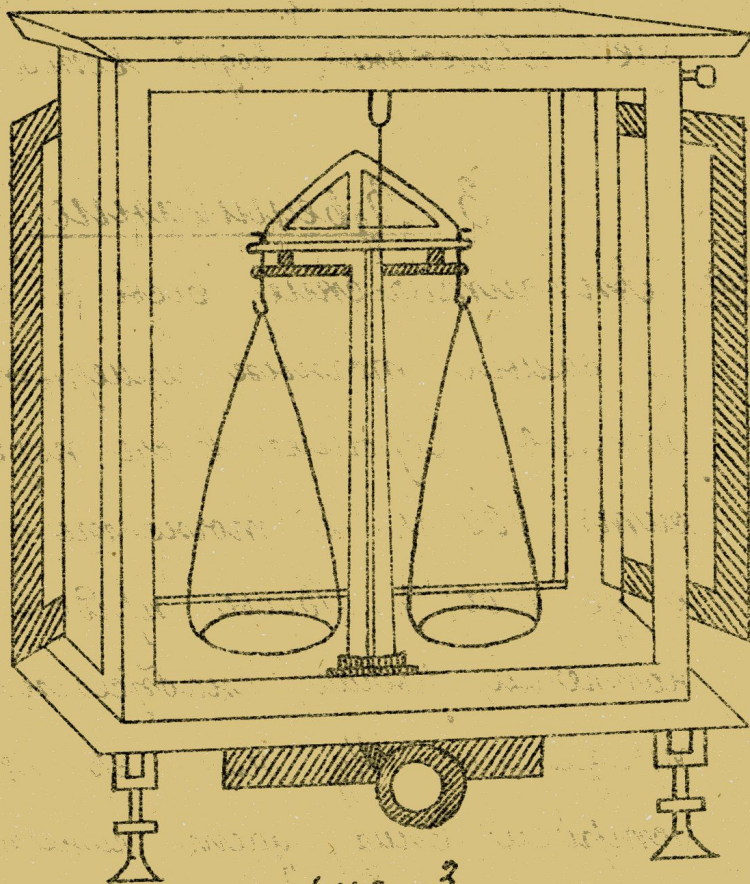


рис. 3.
Аналитические весы.

Для предохранения весов от пыли и от ветра (во время взвешиваний) их помещают в ящике, снабженном окнами и дверцами.

Определение нулевой точки.

Перед взвешиванием определяют "нулевую точку", т. е. положение равновесия весов при отсутствии нагрузки. Закрыв дверцы, поворачивают медленно винт арретира в направлении обратном направлению движения часовой стрелки. Благодаря этому стрелка вдоль шкалы и отмеряют крайнюю

отклонения стрелки по правую и по левую сторону нуля. Деления по левую сторону от нулевой точки считаются отрицательными а деления, лежащая справа от нуля - положительными (ср. рис. 4). Обычно

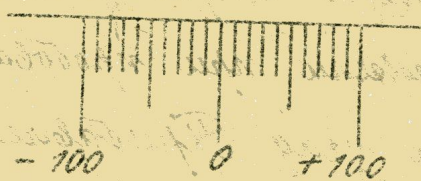


рис. 4.

Разделение шкалы весов.

Второе наблюдение с соответственным знаком.

Если найденная таким путем нулевая точка немного лишь отличается от нуля шкалы, то удовлетворяются этим определением, принимая в расчет найденную нулевую точку. Если же разность получается значительная (больше 5 делений), то приходится переместить точку равновесия весов, для чего надо обратиться к ассистенту.

Взвешивание. При взвешивании кладут (или подвешивают) взвешиваемый предмет на левую чашку весов, на правую кладут разновески и опускают осторожно аргумент,

8

наблюдает, в какую сторону склоняются весы.

Разновески следует класть последовательно, начиная с высшего груза в том порядке, в каком они следуют друг за другом.

При таком последовательном испытании разновесок гораздо скорее достигают результата, нежели при пробовании разных разновесок наугад. Прибавление разновесок к левой чашке, на которой находится взвешиваемый предмет, обыкновенно вызывает ошибку при отсчитывании веса.

При взвешивании на аналитических весах пользуются разновесками до 0,01 гр.

Тысячные и десятитысячные доли грамма определяют при помощи „седока“.

Это гирька в 0,01 гр. весом, имеющая форму N. Она подвешивается на стержне, передвигаемом при помощи винта, выступающего наружу эцилка. При помощи этого стержня седок накладывается на коромысло весов в любом месте. Коромысло снабжено делениями на десятые и сотые доли его длины. Если „седок“ наводится на делении 10, то он действует на весы полным своим весом, т. е.

представляет груз в 10 миллиграммов. 9.

Если он покоится на делении n , то его вес = $\frac{n}{10} \cdot 0,01$ г., т.е. n миллиграммов.

Обыкновенно отыскивают два положения "седока" между которыми находится нулевая точка, и определяют отклонения стрелки для этих двух положений. Точный вес (до 0,0001 г.) определяется из этих двух отклонений путем интерполяции.

| <u>Пример.</u> | Загрузка | Отклонения | Точка равновесия |
|----------------|-----------|-------------|------------------|
| | 0 | -12 +8 -11 | -3,5 |
| | 23,522 г. | +13 -3 +11 | +9,0 |
| | 23,523 г. | -42 +30 -39 | -10,5 |

Загрузка в 1 миллигр. отвечает отклон.

$9 + 10,5 = 19,5$ Отклонению: $9 + 3,5 = 12,5$ отвечает нагрузка $\frac{12,5}{19,5} = 0,64$ миллиграмм.

Вес = 23,5226 грам.

После установления отклонений сосчитывают разности, недостающие в щипке, и записывают вес. Затем проверяют найденный вес по разновескам, находящимся на чашке весов и укладывают разновески в соответствующий или места в щипке.

Весы для тарирования.

В большинстве случаев весовые определяются

производятся с точностью 4 знаков. ^{10.}
Поэтому в тех случаях, где приходится
взвешивать вещества, вес которых превы-
шает 10 гр., можно пользоваться неко-
рыми весами и производить взвешивание
с точностью до 0,01 гр. Этим достигается
экономия времени.

Правила Во избежание порчи весов необходимо
взвешивания при всех взвешиваниях соблюдать сле-
дующия правила:

1. Никогда не ставить на платку весов
грязные или сырые предметы.
2. Никогда не насыпать порошков и не
приливать жидкости, когда сосуд находится
на платке, а заранее вынимать его из оцинка
весов и эти операции производить вне
оцинка весов.
3. Никогда не брать разновесок пальцами
а всегда пинцетом.
4. Никогда не класть предмета или
разновесок, когда весы не арретированы;
после определения веса обязательно арре-
тировать весы.
5. После каждого взвешивания укладывать
разновески в те места в оцинке, которые
для них предназначены.

6. Не взвешивать на аналитических 11.
весах предметов, которые абсолютный
вес превышает 100 гр.

7. Восполнять чистоту пашек и лунки.

8. О всякой неисправности весов, порче или
недостатке разновесов безотлагательно
заявлять ассистенту.

4. Измерительные приборы.

Измеритель - Для приблизительного определения объемов
жидкостей (растворов) пользуются изме-
рительными цилиндрами (рис. 5). Цилин-

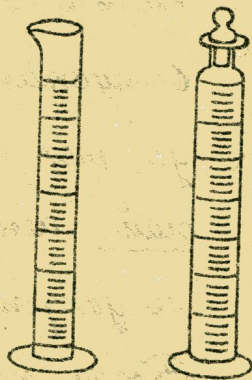


рис. 5.

Измерительные цилиндры.

дры с пробкой
служат для сме-
шения жидкостей,
цилиндры с носи-
ком для выливания
отмеренных объемов
растворов.

Измеритель - Для точного измерения объема (приго-
дные колбы. твления "нормальные" растворов) приме-
няются колбы с узкой шейкой и с мет-
кой (рис. 6). Метка показывает ка-
кой объем выливают колба до метки.



рис. 6.

Измерительная колба.

Пипетки. Для выливания точно отмеренных объемов жидкостей применяются пипетки (рис. 7). Жидкость втягивается ртом выше метки

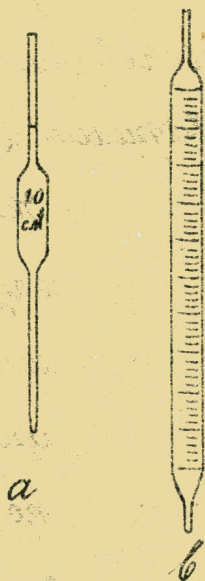


рис. 7.

Пипетки.

Затем закрыв верхнее отверстие указательным пальцем правой руки, выпускают жидкость до тех пор, пока нижний мениск жидкости не дойдет до метки.

После этого берут крепко палец к отверстию пипетки и вводят пипетку в сосуд, предназна-

значенный для собирания жидкости. Затем выливают всю жидкость и выдувают последнего каплю, пристающую к отверстию пипетки вследствие капиллярности (пипетка а)

13.

Пипетка в (рис. 7) предназначена для выливания различных объемов жидкости. Ее наполняют также как пипетку а до верхней метки, а затем выпускают жидкость в сосуд до той метки, которая отвечает желаемому объему.

Бюретки. Бюретки применяются для последовательного приливания испытуемой жидкости (раствора определенного содержания) и для определения объема прибавленной жидкости (рис. 8).

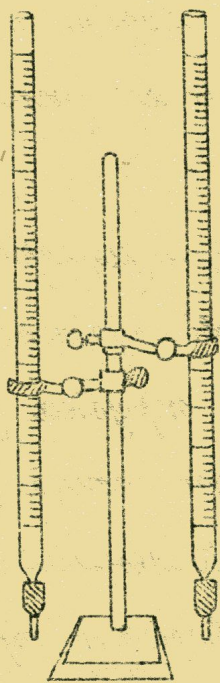


рис. 8.

Бюретки.

Они разделены на десятые доли см^3 . Вотны доли определяются приблизительно на глаз. Отсчет производится объективно по нижней черте (мениску) жидкости. Небольшая темная (непрозрачная) жидкость отмеряется по верхней мениску. Внеш-

нее отверстие Бюретки соединено резиновой трубкой с стеклянным кончиком. Резиновая трубка закрывается стеклянным шариком немного большего диаметра, нежели диаметр резиновой трубки. Для

выпуска жидкости сжимают слегка тру-¹⁴
бу указательным и средним пальцами
правой руки в том месте, где находится
стеклянный шарик.

Для жидкостей, действующая химически
на резину, следует применять бюретки
снабженные стеклянными кранами. По-
следние слегка смазываются вазелином.

После употребления жидкость удаляют
из бюретки. Выпустив всю жидкость,
промывают бюретку водой и оставляют
в штативе, опрокинув ее открытым кон-
цом вниз.

Газоизмерительные
приборы.

Для собирания и измерения объема

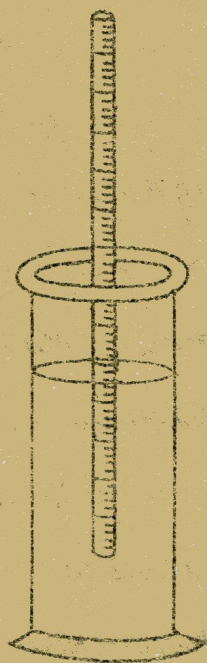


рис. 2.

газов служит градуирован-
ная трубка запаянная с
одного конца (рис. 2) При
определении объема граду-
ированную трубку погру-
жают в цилиндр с во-
дой на столько, чтобы
вода в цилиндре и в труб-
ке находилась на одном
уровне.

Газоизмерительная

трубка

Этой же самой цели достигают при ^{15.}
помощи газовой бюретки Теллера (рис. 10).

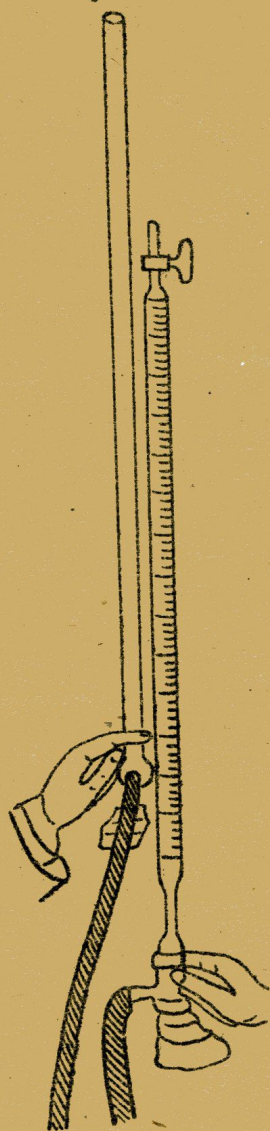


Рис. 10.

Газовая бюретка.

Она состоит из двух трубок соединенных друг с другом резиновой трубкой. Газ собирается в градуированной трубке. Во время отсчета поднимают вторую, неградуированную трубку настолько, чтобы жидкость в обеих трубках находилась на одном уровне. Газы, растворимые в воде, надо собирать и измерять над ртутью.

Чистка
измерительных
приборов.

Условием точности измерений является чистота внутренней поверхности измерительных сосудов. Частицы пыли, жирных веществ и др. примесей задерживают капли воды на стенках пипеток и бюреток и могут таким образом существенно влиять на

количество выпускаемой из нее фидро-^{16.}
отн. Если вода не стекает со стенок
измерительных приборов совершенно гладко,
тогда следует их тщательно промыть рас-
твором $K_2Cr_2O_7$ в серной кислоте (1:1) и
затем промыть водой.

Если требуется принять из пипетки
или из бюретки раствора определенной
концентрации, то прибор перед наполне-
нием надо высушить (ср. стр. 3) или
несколько раз всполоснуть испытуемым
раствором во избежание изменения кон-
центрации последнего.

Проверка Измерительные приборы выверены в
измерительных большинстве случаев водой при ком-
приборов. натной температуре, т. е. обозначенное
на них число см.³ показывает, сколько
в каждом из них вмещается граммов
воды при 17°. Для относительных опре-
делений это незначительное отступле-
ние от научного определения куб. сан-
тиметра не имеет никакого значения.
Это надо иметь в виду при проверке
приборов. Колбы взвешивают в сухом
виде и с водой при 17°. Разность долж-
на отвечать обозначению колбы.

Пипетки проверяют, выливая их
 вместимость во взвешенный стаканчик.
 Бюретки проверяют, выпуская по 4 см³
 воды и взвешивая каждый раз количество
 вылитой воды или же (ускоренным спо-
 собом) соединяя бюретку с точной пипет-
 кой в 4 см³ и сравнивая каждые 4 см³ бю-
 ретки с объемом нормальной пипетки.
 При весьма точных определениях объема
 (сухих) приборов их взвешивают со
 ртутью (ср. таблицу плотностей рту-
 ти в конце).

5. Барометр.

Барометр Для определения атмос-
Фундана. ферного давления при-
 меняют в химических
 лабораториях чаще ва-
 го сифонный барометр,
 снабженный на трубке
 делениями на миллиме-
 тры. Отсчеты верхнего
 и нижнего уровня рту-
 ти производятся по
верхнему мениску (рис.
 11).

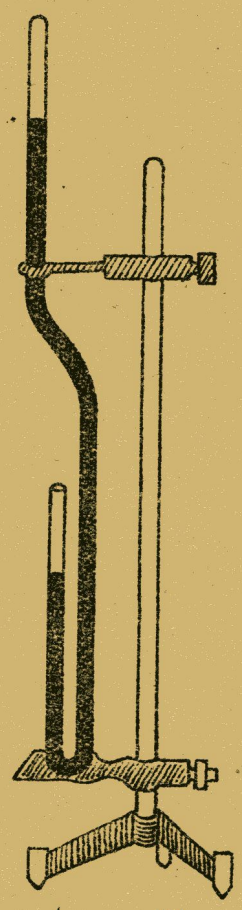


рис. 11.

Барометр Фундана.

Поправки. Отмеченная высота барометрическа-^{18.}
го столба подвергается поправке на из-
менение удельного веса в зависимости
от температуры. Эти поправки ука-
заны в ниже следующей таблице:

Поправки на показания барометра.

| температура | поправка | температура | поправка |
|-------------|----------|-------------|----------|
| 12° | 1,6 мм. | 20° | 2,6 мм. |
| 13° | 1,7 | 21,5° | 2,8 |
| 14° | 1,8 | 23° | 3,0 |
| 15° | 2,0 | 24,5° | 3,2 |
| 17° | 2,2 | 25° | 3,3 |
| 18,5 | 2,4 | 26 | 3,4 |

Для приведения показаний барометра к
0° из найденного числа миллиметров вычи-
тают указанные в таблице для данной
температуры числа второго столбца
(поправка).

6. Приведение объема газа к нулю,
нормальному давлению и сухости.

Поправка Если газ собирается в газоизмеритель-
на столб ной трубке над водой, то он насыщен
водой и водяными парами. Общее давление газа
влажность. ρ равно тогда сумме парциальных
давлений испытываемого газа: p и паров воды: q .

$$f = p + q$$

П. о. действительное давление газа

$$p = f - q$$

Если кроме того уровень воды в газо-измерительной трубке находится выше уровня воды в чашке на h миллиметров, то действительное давление газа:

$$p = f - q - \frac{h}{13,6}$$

где 13,6 - это удельный вес ртути, а

f - внешнее (барометрическое) давление.

Закон Бойля-Мариотта. Произведение из объема на давление - постоянная величина.

Если наблюдаемый под давлением h объем газа = v , а объем того же количества газа при той же температуре под нормальным давлением (760 мм.) = \mathcal{H} , то

$$760 \cdot \mathcal{H} = p \cdot v$$

$$\mathcal{H} = \frac{p \cdot v}{760} = \frac{v (f - q - \frac{h}{13,6})}{760}$$

Приведение к 0° Все газы расширяются при нагревании на $\frac{1}{273}$ того объема который они занимают при 0°.

Если объем газа при температуре t под нормальным давлением = \mathcal{H} , а объем того же количества и под тем же давлением при 0° = V_0 , то

$$\mathcal{H} = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} \cdot t \right) = \frac{V_0 (273 + t)}{273}$$

$$V_0 = \frac{273 \mathcal{H}}{273 + t}$$

Подставляя значение x из предыдуща-го уравнения мы получаем объем газа, приведенный к сухости, нормальному давлению и к 0° :

$$V_0 = \frac{v \left(f - g - \frac{h}{736} \right) 273}{760 (273 + t)}$$

Здесь v = измеренный объем, f = барометрическое давление, g = упругость водяных паров при t° (ср. таблицу в конце), h = разность уровней воды в миллиметрах.

Этой формулой пользуются для количественных определений объемов газов.

7. Вычисления.

Логарифмы. Вычисления ниже следующие опытов производятся не больше чем в 4 знаками (привем нули, стоящие до и после числа не считаются). Для ускорения умножений, делений, возведения в степень и извлечения корней рекомендуется применять четырехзначные логарифмы, помещенные в двух последних таблицах настоящего руководства. Первая таблица („логарифмы“) служит для нахождения логарифмов данных чисел, вторая таблица („антилогарифмы“) - для нахождения чисел по данным логарифмам. Дополнения, соот-

ветствующий четвертому знаку ука-^{21.}
заны в помещенных рядом таблицах
„дополнений“.

Протоколы. По всем выполненным опытам рекомендо-
вается вести подробные записи в от-
дельном журнале (не на клочках бумаги).
В журнале отлагаются: название задачи,
определения научных терминов, рисунки
приборов, эмпирические уравнения реакций,
все сделанные во время опыта наблюде-
ния, результаты взвешиваний (с подроб-
ными указаниями) и измерений, вычи-
сления, окончательные результаты опы-
та (рядом с вычисленными теоретиче-
ски числовыми данными) и ответы
на имеющиеся в руководстве или за-
данные ассистентом вопросы.

Если опыт ведется одновременно не-
сколькими практикантами, то каждый
должен вести собственный журнал и
иметь собственные записи по всем из-
мерениям.

II Опыты.

Опыт 1.

Жела: Определение плотности воздуха.

Приборы: Колба в 250 см.³.

к ней резиновая пробка со стеклянным крапом
ручные меха

стеклянка для промывания газов с конц. H_2SO_4 ,
башня, наполненная натриевой известью и
хлористым кальцием.

согнутой стеклянная трубка

водоструйный насос

предохранительный клапан

предохранительная стеклянка

манометр

батарейный стакан

точные весы

неточные весы

барометр

термометр $0^\circ - 100^\circ \frac{1}{1}^\circ$

Реактивы: конц. H_2SO_4 .

$CaCl_2$

Метод: Взвешивают колбу с воздухом атмосферного давления и ту же колбу с разреженным воздухом. По разнице веса вычисляют плотность воздуха.

Выполнение опыта. Колбу, снабженную резиновой пробкой и крапом, вместимости около 150 см³, тщательно высушивают и продувают сухим воздухом (воздух сушится конц. H₂SO₄ и CaCl₂).

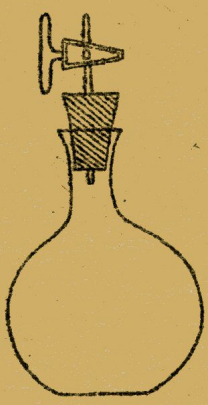


рис. 12.

Затем определив температуру воздуха, закрывают крап и взвешивают колбу на точных весах: вес = а.

Определение плотности воздуха. Крап соединяют с водоструйным насосом и с манометром и выкачивают из колбы

воздух до тех пор, пока ртуть в манометре не будет больше менять своего уровня. Тогда закрывают крап и колбу снова взвешивают на точных весах: вес = в.

Погружают колбу, обращенную крапом вниз, в батарейный стакан с водой и открывают крап. Колбу погружают настолько, чтобы вода находилась на одинаковом уровне внутри и вне колбы. Закрывают крап и взвешивают колбу с водой на

24.
неточные веса: вес = с. Открывают колбу,
и наполнив ее до верха водой, вставляют
пробку с крапом, так чтобы вся колба вплоть
до крапа была наполнена водой. Вновь опре-
деляют вес колбы с водой на неточных ве-
сах: вес = d.

Определяют барометрическое давление: f.

Вычисление: Плотность вещества = отношению его
массы к занимаемому им объему.

Объем воздуха: v = объему колбы - объем остав-
шагося в колбе после разрежения воздуха.

Объем колбы = d - a

Объем оставшагося воздуха = (d - c) $\frac{f - p}{f}$

В последней величине приходится ввести по-
правку на упругость водяных паров q, так
как первый раз воздух взвешен в сухом
состоянии, а во второй раз во влажном
состоянии:

$$v = d - a - (d - c) \frac{f - p - q}{f}$$

Этот объем, измеренный при температуре
t и под давлением f приводят к 0° и нор-
мальному давлению:

$$v_0 = \frac{v \cdot f \cdot 273}{760 (273 + t)}$$

Масса воздуха = a - b.

$$\text{Плотность воздуха} = \frac{a - b}{v_0} = \frac{(a - b) \cdot 760 (273 + t)}{v \cdot f \cdot 273}$$

У ср. стран. 18.

Опыт 2.

Тема: Коэффициент расширения воздуха.

Приборы: колбочка в 250 см^3 от предыдущего опыта
к ней резиновая пробка со стеклянным краем
ручные меха
стеклянка для промывания газов с H_2SO_4
сушильная башня, наполненная натриевой
известью и хлористым кальцием
согнутой стеклянная трубка
железный кипятильник с двойными стенками
(ср. рис. 13)
батарейный стакан
горелка
металлические весы
барометр
термометр $0^\circ - 100^\circ$

Реактивы: H_2 , SO_4 конц.
 CaCl_2 зернистый.

Определение: Коэффициентом расширения вещества
называют увеличение объема, которое ис-
пытывает единица объема данного веще-
ства при нагревании на 1° .

Если $v_0 =$ объем вещества при 0°

$v_1 =$ " " " при t°

$\alpha =$ коэффициент расширения, то

$$a = \frac{v_1 - v_0}{v_0} \cdot \frac{1}{t}$$

$$v_1 = v_0 (1 + at)$$

Выполнение опыта. Для опыта применяют колбочку в 250 см³ с резиновой пробкой и стеклянным краем от опыта 1.

Определяют вес колбочки с воздухом на не-точных весах, после чего наполняют колбочку сухим воздухом (ср. предыдущий опыт) и закрывают пробкой с краем: вес = а.

Колбочку подвешивают в цилиндре А (ср. рис. 13) и подогревают в паре кипящей воды. Край

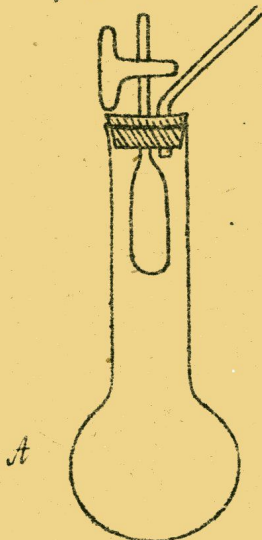


рис. 13.

Поздифференциал
расширения воз-
духа.

должен находиться снаружи цилиндра. Когда колбочка достаточно нагрелась, от-крывают край и поддер-живают при температу-ре пара в течение 5 ми-нут. Потом вынимают колбочку и погрузив ее отверстием края вниз в стакан с водой открыва-ют край и оставляют колбочку в этом положении в течение 10 минут. Погружают колбочку на столько, чтобы вода внутри и снаружи колбочки находилась на одном уровне и закрывают край.

Вынимают колбочку из стакана и тща-
тельно осушив наружные стенки взвешивают
колбочку с водой на неточных весах: вес = b .

Открыв колбу, наполняют ее до края водой,
вставляют пробку с крапом, так чтобы по-
следний наполнился водой и определяют вес
на неточных весах: вес = d . (Для этих опре-
делений можно воспользоваться данными для
 a и d , полученными в предыдущем опыте).

Определяют барометрическое давление: f и
температуру воды в стакане: t_1 .

Температуру паров кипятицей воды находят
по таблице применительно к барометри-
ческому давлению f : температура = t_2

Вычисление: Объем воздуха в колбочке при температуре:
 t_2 :

$$v_2 = d - a$$

Объем воздуха в колбочке при температуре t_1 ,
(после введения поправки на упругость водян-
ных паров при температуре t_1)¹⁾

$$v_1 = (d - b) \frac{f - f_1}{f}$$

$$v_1 = v_0 (1 + \alpha t_1)$$

$$v_2 = v_0 (1 + \alpha t_2)$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}$$

Коэффициент расширения воздуха:

$$\alpha = \frac{v_2 - v_1}{v_1 t_2 - v_2 t_1}$$

Закон Гей-Люссака: Все газы имеют один и тот же посто-

янный коэффициент расширения.

Этот закон применим только к
"идеальным" газам.

Задача

Какие еще поправки следует ввести в
вычисление коэффициента расширения при
точных его определениях?

Опыт 3.

Цель: Определение плотности водорода и угль-
ного ангидрида.

Приборы: Промывная стеклянка для газов с двумя отен-
ными краями, вместимостью 250 см³.

Прибор Киппа для водорода.

Стеклянка для промывания газов с раств. K_2MnO_4

Стеклянка " " " с конц. H_2SO_4

Прибор Киппа для CO_2

Стеклянка для промывания газов с раств. Na_2CO_3

Стеклянка " " " с конц. H_2SO_4

Термометр 0-100°

Барометр

точные весы.

Реактивы: HCl - разведенная (1:1)

Zn - чистый для H

Мрамор в кусках

Раствор K_2CO_3 10%

29.

Раствор Na_2CO_3 10%

H_2SO_4 конц.

Выполнение Стклажку A , снабженную шлифрованной проб-
опыта. кой B , через которую проходят две стеклян-
ные трубки с кранами,

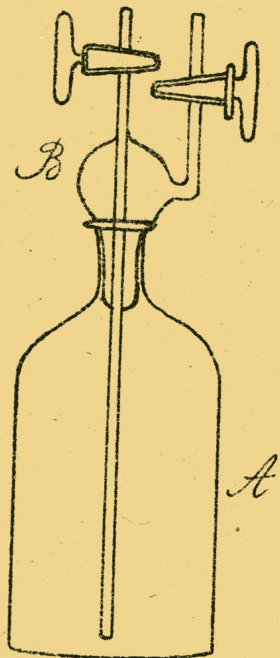


рис. 14.

Прибор для взве-
шивания газов.

и продувают сухим возду-
хом (ср. опыт 1.).

Взвешивают стклажку A
с воздухом: вес = a .

Отмеряют температуру t и
барометрическое давление l .

Через бутылку A пропускают
струю сухого водорода, сое-
динив короткую трубку
с аппаратом Киппа. Вы-
сходящий из длинной труб-

ки газ собирают от времени до времени в
пробирке и закрываем пробирку, удержи-
вая ее еще воздухом. Когда воздух вытеснен из
стклажки, закрывают оба крана.

Взвешивают стклажку A с водородом: вес = b .

Всоднивают доходящую до дна трубку стклаж-
ки A с прибором Киппа для углекислого
анидрида и пропускают через стклажку

1) на точных весах.

струю сухого углекислого ангидрида. Уходящий из поворотной трубки газ пробуют в пробирке на полную поглощаемость крепким раствором Кох (или NaOH). После удаления воздуха из стянжки А закрывают оба крапа.

Взвешивают стянжку А с CO_2 ¹⁾: вес = с.

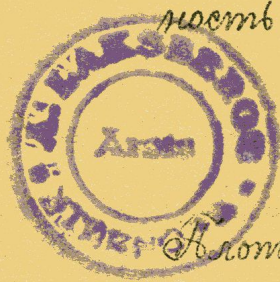
Заполняют стянжку, шифрованную пробку и трубки водой и определяют вес стянжки А с водой:²⁾ вес = d

Вычисления: Объем стянжки: $v = d - a$

Вес воздуха в объеме стянжки: m, - вычисляется из известной плотности воздуха, принявая во внимание температуру t и давление f.

1 см³ воздуха весит при 0° и 760 мм. 0,001293 гр.
 1 см³ " " при t° и f мм. $\frac{0,001293 \cdot 273 \cdot f}{(273 + t) \cdot 760}$ гр.
 Вес³ " " " " " $\frac{0,001293 \cdot 273 \cdot f \cdot v}{(273 + t) \cdot 760}$ гр.

Если вес равного объема водорода = m₂, то разность



$$m_1 - m_2 = a - b$$

$$m_2 = m_1 - (a - b) = \frac{0,001293 \cdot 273 \cdot f \cdot (d - a)}{(273 + t) \cdot 760} - (a - b)$$

Плотность водорода при t° и f мм:

$$d_H = \frac{m_2}{v} = \frac{0,001293 \cdot 273 \cdot f}{(273 + t) \cdot 760} - \frac{a - b}{d - a}$$

Плотность водорода при 0° и 760 мм:

$$d_H^0 = 0,001293 - \frac{(a - b) \cdot 273 \cdot f}{(d - a) \cdot 760}$$

Аналогично плотность CO_2 при 0° и 760 мм:

$$d_{CO_2}^0 = 0,001293 + \frac{(c - a) \cdot 273 \cdot f}{(d - a) \cdot 760}$$

1) на точных весах.

2) на неточных весах.

Задача: Вычислить относительную ошибку объема определений, принимая ошибку взвешиваний a, b, c равной $0,001$ гр, а ошибку взвешивания $d = 0,1$ гр. Какая изобота представляет выбор плотности водорода за основную единицу? Вычислить молекулярные веса H_2 и CO_2 , принимая молекулярный вес кислорода: $O_2 = 32$ ¹⁾. Чему равен объем идеального газа, занимаемый одной молекул (одной грамм-молекулой) этого газа?

Опыт 4.

Цель: Определение плотности газов по скорости их истечения.

Аппаратура: Трубка с крапом и с вставной платиновой пластинкой с тонким отверстием.

Цилиндр

Штатив

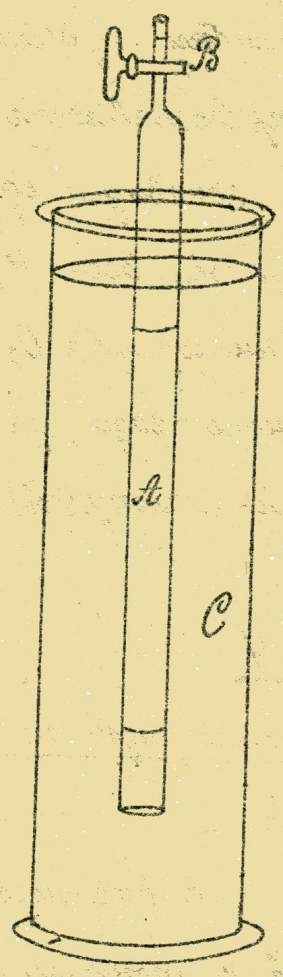
стеклянная трубка соединенная с газовым крапом.

Реактивы Светильный газ.

Закон Грэма: Скорости истечения газов через тонкий отверстие обратно пропорциональны квадратным корням их плотностей.

Метод: Для определения скорости истечения газов при 1) плотность кислорода при 0° и 760 мм = $0,001429$.

имеется цилиндрическая трубка А. (рис. 15),
открытая внизу, и сверху закрытая стеклян-
ным краем. В трубке выше края впазна пла-
стиновая пластинка с тон-
ким отверстием. Трубка
помещается в цилиндр С, на-
полненный водой и удержи-
вается вертикально в штати-
ве.



Выполнение
опыта.

рис. 15.

Прибор для опреде-
ления скорости
истечения газов.

Наполнив трубку А. воздухом,
закрывают край и погру-
жают трубку А. в цилиндр
В. Закрепляют трубку А
в штативе, открывают
край и определяют время,
протекающее при прохожде-
нии воды от нижней до
верхней метки. Опыт повто-
ряют 2-3 раза и берут среднее

время: t_1 . Вынимают трубку А из цилиндра,
наполняют ее светильными газами, закрыв
верхний край. Звездное отверстие цилиндра
закрывают стеклянной пластинкой и по-
гружают трубку в цилиндр. После откры-
тия крапа, поступают также, как с возду-

жон и определяют время истечения газа: t_2 .

Вода в цилиндре в обоих определенных положениях находится на одинаковом уровне.

Вычисления: Плотность воздуха принимается равной 1.

Плотность светильного газа = α .

Скорость истечения воздуха = c_1 ,

" " светл. газа = c_2 .

$$\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{\alpha}{1}}$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{t_2^2}{t_1^2}$$

Опыт 5.

Тема: Определение молекулярного веса жидких тел по плотности их паров. (Метод Виктора Мейера).

Приборы: Нагревательная трубка

Стеклянная трубка с расширением внизу, с боковой и газотводной трубкой

К ней резиновая пробка.

Чашка стеклянная

Газоизмерительная трубка 50 см³ вместимости

Стеклянная палочка.

Штатив с кольцом и зажимом

Штатив с зажимом

Торсионная Бюльбюль

Калориметр

Углеродная кислота

Точные весы

Барометр

Термометр 0° - 100°

Реактивы: Хлороформ

Закон газов: "Идеальные" газы подчиняются следующему закону: произведение из давления газа на занимаемый им объем прямо пропорционально абсолютной температуре газа.

$$p \cdot v = R \cdot T \quad (1)$$

Газовая кон- Согласно закону Авогадро: все газы (идеальные) содержат в одинаковом объеме при одной и той же температуре и при одной и той же давлении одинаковое число молекул (частиц).

Одна грамм-молекула кислорода (32 гр.) занимает при температуре: 0° (273° абс.)

и под давлением $p = 760$ мм. объем:

$$v = 22420.$$

$$R = \frac{760 \cdot 22420}{273} = 62400$$

Такой же объем занимает (согласно закону Авогадро) одна грамм-молекула любого газа.

Следовательно: Константа R имеет одно и то же значение для 1 грамм-молекулы (1 моля) любого газа.

Определяя вес газа m и принимая его молекулярный вес $= M$, мы получим число молекул $= \frac{m}{M}$. Тогда газовый закон принимает форму уравнения:

$$p \cdot v = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad (2)$$

Константа R для всех газов имеет теперь одно и то же значение, что и для кислорода, а именно: $R = 62400$. (3)

Метод Вюр- Метод В. Мейера основан на вытеснении тора Мейера парами испытуемой жидкости равного или по объему количества воздуха. Прибор состоит

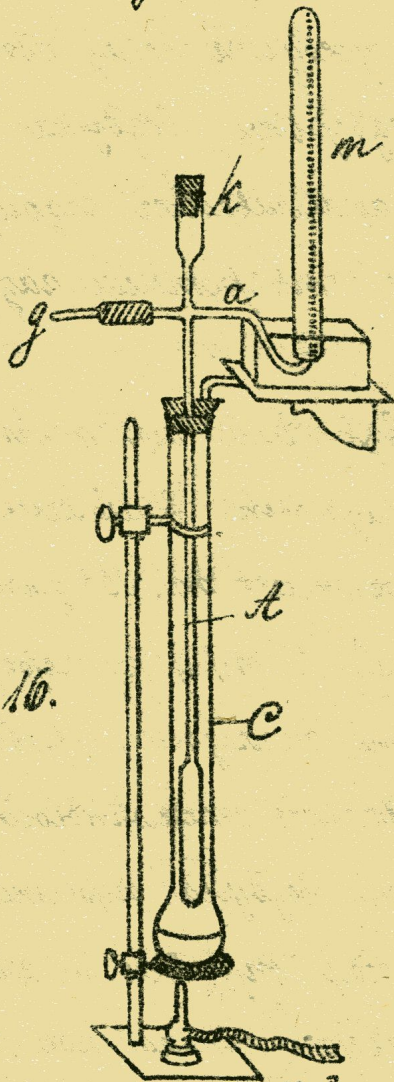


рис. 16.

Прибор Даниэля Мейера для определения плотности паров.

из трубки A , снабженной боковой трубкой a для отвода воздуха. Трубка A вставляется в более широкую нагревательную трубку C . Измерительная трубка m , наполненная водою, служит для определения объема вытесненного воздуха. Трубка C расширена в нижней части. Эта часть наполняется водою. Вода приводится в кипение бунзеновской горелкой. Пары воды,

подымаясь вверх, нагревает трубку А, вызовая в ней испарение испытуемого вещества и улетают через свободное отверстие. Если точка кипения испытуемого вещества падает выше 100° , то в нагревательную трубку В наливают вместо воды флегмю с более высокой температурой кипения (амилли, нефталли). Для облегчения кипения на дно трубки В бросают несколько кусочков фрезеной или

Выполнение опыта.

Воду нагревают в трубке С до бурного кипения. Воздух, находящийся в трубке А, расширяется и улетает через боковую трубку. Когда пузырьки воздуха перестали выделяться устанавливают газоизмерительную трубку т над отверстием газотводной трубки.

За это время взвесили на точных весах испытуемого флегмю в маленьком флаконе. Вес флегмю = т. Зводят флаконик с веществом в трубку через отверстие ж и закрывают последнюю пробкой. Флаконец задерживается стеклянной палочкой д.

Когда пузырьки воздуха перестали выделяться из газотводной трубки и, следовательно, температура воздуха стала постоянной, вынимают маленький стеклянный палочку д,

вследствие чего флакончик падает на дно трубки А. Во избежание помех сосуд дна трубки А. заранее покрыто слоем просушенного асбеста. Под давлением пара пробка флакончика выталкивается, деформируется, находящаяся во флакончике, испаряется, и пары ее вытесняют из трубки такой объем воздуха, какой они сами занимают. Воздух выдвигается через газостводную трубку а и собирается в газоизмерительной трубке т.

Определяют:

- объем воздуха : v ;
- разность уровней воды в трубке и в напорной рамке в миллиметрах : h ;
- температура воздуха : t ;
- упругость паров воды при температуре t (по таблице)¹⁾ : q
- барометрическое давление²⁾ : f .

Вычисление: Из уравнения (2) и (3), стр. = получается молекулярный вес испытуемого вещества:

$$M = \frac{62400 \cdot m \cdot T}{p \cdot v}$$

m = вес деформации,

$$T = 273 + t,$$

v = объем воздуха в газоизмерительной трубке,

$$p = f - \frac{h}{13,6} - q.$$

Применение: Метод В. Менера применяется обыкновенно

для определения молекулярной формулы исследуемого вещества. Элементарный анализ дает нам простейшую формулу, напр. C_2H_2 ; выбор между различными кратными, отвечающими одной и той же простейшей формуле, т. е. между различными "полимерами", напр. C_2H_2 , C_6H_6 , C_8H_8 и т. п. производится на основании найденного молекулярного веса. Особенно часто применяется этот метод в органической химии ввиду большого количества полимеров в этой области. Если исследуемое вещество разлагается при температуре кипения, тогда плотность пара определяется под уменьшенным давлением.

+

Опыт 6.

Тема: Разложение хлорноватокислой соли по Вильму.

Приборы: точные весы.

весы для тарирования

пробирка из тугоплавкого стекла

к ней резиновая пробка с одним отверстием

бутылка в 1 1/2 литра

к ней резиновая пробка с двумя отверстиями

стеклянная трубка

резиновая трубка

зажим

колба коническая в 750 см³

штатив с зажимом

бухгалтерская горелка

к ней резиновая трубка

стеклянная трубка в форме

стеклянная гашка 200 см³

3 пробирки

2 железных ложечки для сожигания

термометр от 0° до 100° деленный на 1/10°

барометр

Реактивы: $KClO_3$

лузга

древесный уголь

сера в палочке

$Ba(OH)_2$: раствор

$KMnO_4$: раствор

Метод:

Хлорно-кислородная (бертолетова) соль разлагается при нагревании на хлористый калий и кислород согласно уравнению:

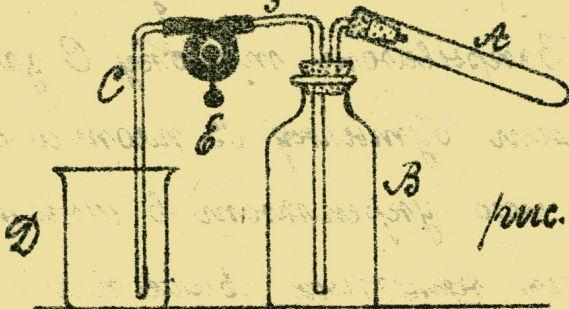


рис. 17.

Разложение $KClO_3$.

Разложение производится в пробирке А из тугоплавкого стекла.

ла (рис. 17). Пробирка А. соединена с бутылкой В, наполненной водой. Кислород собирается в бутылке В, вытесняя воду через трубку С в колбу Д.

- Задача:
- I. Найти содержание кислорода в желорноватокальевой соли в процентах.
 - II. Вычислить соединительный (атомный) вес КСл по отношению к кислороду (O = 16) на основании формулы желорноватокальевой соли $KClO_3$.
 - III. Определить плотность сухого кислорода при 0° и нормальном давлении (760 мм.).
 - IV. Изследовать каковы свойства кислорода.

Выполнение опыта: Пробирку тщательно высушивают ¹⁾ и взвешивают на точных весах ²⁾: вес = а.

Во взвешенную пробирку вводят 1-1,5 гр. желорноватокальевой соли (сухой!) и снова взвешивают: вес = в.

Заполняют бутылку В до шейки, закрывают пробкой и наполняют водой трубку С так, чтобы в последней не осталось воздуха. Закрывают трубку С зажимом Е и соединяют бутылку В плотно с пробиркой А. Последнюю укрепляют в штативе. Взвешивают на неточных весах колбу Д в точно-

1) ср. стр. 3.
2) ср. стр. 5.

41.

отью до 0,1 гр. вес = с. Устанавливают откры-
тый конец трубки В в колбу Д, открывают
защелку Е и подогревают осторожно пробирку
А бунзеновской горелкой. Сначала нагре-
вают слегка, затем все сильнее. Воль пла-
вится и выделяет пузырьки газа. Горелку дер-
жат в руке, избегая слишком бурного выде-
ления кислорода. Под конец вся соль затверде-
вает. Когда выделение кислорода прекрати-
лось, тушат горелку и дают пробирке о-
хладиться до комнатной температуры. Ко-
гда пробирка охладилась поднимают колбу
Д и устанавливают воду в бутылке В
и в колбе Д на одинаковом уровне, после
чего закрывают защелку Е.

Взвешивают на точных весах пробирку А
с остатком: вес d.

Взвешивают на неточных весах колбу Д с
водой: вес e.

Определяют комнатную температуру: t.

Определяют атмосферное давление по барометру: f.¹⁾

Вычисления: I. Водородсодержание кислорода в $KClO_3 = x$: —

$$\text{вес } KClO_3 = (b - a) \text{ гр.}$$

$$\text{вес } O_2 = (b - d) \text{ гр.}$$

$$x = \frac{b - d}{b - a} \cdot 100\%$$

II. Атомный вес $KCl = y$:

H_2a (b-d) гр. O_2 присоединится (d-a) гр. HCl

48 гр. O_2 ————— y гр. HCl

$$y = \frac{48(d-a)}{b-d}$$

III. Плотность кислорода: $\gamma = \frac{\text{вес кислорода}}{\text{объем кислорода}}$

Приведение объема газа к 0° и 760 мм.¹⁾ Кислорода: $v = (e-c)$ см.³

Приведенный объем кислорода: $v_0 = \frac{v(f-g)273}{760(273+t)}$ см.³

Вес кислорода = (b-d) гр.

$$\gamma = \frac{(b-d)760(273+t)}{v(f-g) \cdot 273}$$

Сборка кислорода водой.²⁾ Трубку C снова погружают в колбу D с водой. К короткой трубке F присоединяют согнутую трубку G, погруженную в чашку с водой (рис. 18). Колбу A поднимают, открыв —

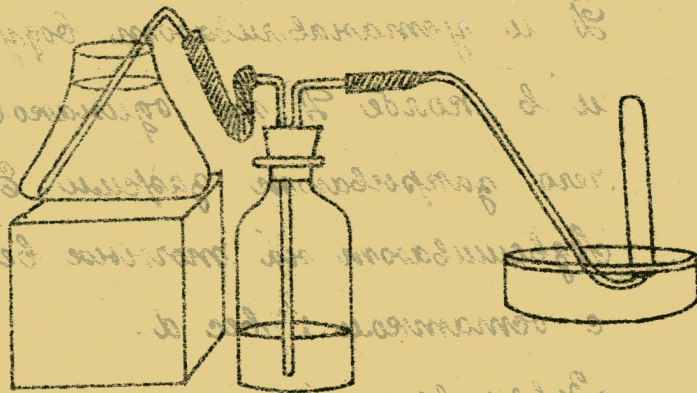


рис. 18.

Опыты с кислородом.

Ворот зажима E и наполняют кислородом трубку B предварительно наполненную водой и пальцем закрыто открытым концом вниз над газотворной трубкой.

I. В пробирку с кислородом вводят тлеющую лучину (спичку).

1) гр. смр. 10 2) эти опыты могут быть выделены в связи с опытом 7

II. Вводят в пробирку с кислородом раста-
 ленный кусочек древесного угля на железной
 ложечке. После опыта приливают в пробир-
 ку несколько см³ баритовой воды, закрывают
 отверстие пробирки пальцем и встря-
 живают. Палец присасывается. В пробирке по-
 лучается осадок. Объяснить явление и напи-
 сать уравнения реакций.

III. В пробирку снова параллельно кислоро-
 дам вводят на железной ложечке кусок го-
 рючей серы. После опыта приливают не-
 сколько см³ воды, закрывают пальцем и
 встряхивают. Пробуют запах полученного
 продукта. К раствору прибавляют несколь-
 ко капель раствора марганцовокислого ка-
 лия. Записать формулы реакций: серы с
 кислородом, полученного продукта с водой
 и полученного продукта с марганцовока-
 лиевой солью.

Вопросы. Сколько граммов кислорода можно полу-
 чить из 50 гр. бертолетовой соли?
 Сколько бертолетовой соли надо разложить
 для получения 20 литр. кислорода при атмо-
 сферном давлении и при 20°?
 Записать формулу соединения, водородсодержа-
 26,585% H, 35,390% Br и 38,025% O, зная атом.

ные веса этих элементов (ср. таблицу в
конце пособия)? 44.

Опыт. 7.

Тема: Катализическое действие MnO_2 на разло-
жение хлорноватокислотной соли.

Приборы: точные весы
весы для тарирования
трубка с запаянным концом
к ней резиновая пробка с одним отверстием
бутылка в $1\frac{1}{2}$ литра
к ней резиновая пробка с двумя отверстиями
стеклянные трубки
резиновая трубка
защелки
коническая колба в 750 см^3
штатив с защелками
Бунзеновская горелка
к ней резиновая трубка
термометр $0-100^\circ$ деленный на $\frac{1}{1}^\circ$
барометр.

Реактивы: $KClO_3$
 MnO_2

Метод. Разложение хлорноватокислотной соли (ср. опыт 6)

45.

происходит при довольно высокой температу-
ре. Поэтому для опыта пришлось приме-
нить трубку из тугоплавкого стекла. В
присутствии MnO_2 разложение происходит
при гораздо более низкой температуре, и реак-
цию можно произвести в трубке из обыкно-
венного стекла.

- Задача. I. Определить количество выделившегося кисло-
рода по весу.
- II. Вычислить количество выделившегося кисло-
рода из объема полученного газа.
- III. Сравнить полученное количество кислорода
с тем количеством, которое выделяют
 $KClO_3$ и MnO_2 в отдельности а также с
тем количеством кислорода, которое должно
было бы получиться при совместном разло-
жении $KClO_3$ и MnO_2 .
- IV. Вывести заключение относительно того,
какое из обоих веществ в действительно-
сти разлагается.

Выполнение Опыт производится вполне аналогично опи-
санным опытам. ту 6.

Пробирку тщательно высушивают и взве-
шивают на точных весах: вес = а.

Во взвешенную пробирку вводят 1 - 1,5 гр.
сухой хлорноватокислой соли и снова взвешивают.

вазом: вес = в.

В ту же пробирку высыпают около 1 гр. нережиси марганца в мелких кусочках (или в порошке), перемешивают с хлорновато-красной солью и снова взвешивают: вес = в¹.

Взвешивают на неточных весах коническую колбу А: вес = с.

Бутыль В наполняют водой до шейки, закрывают плотно пробкой, наполняют водой (через вдувание воздуха в бутылку) трубку С, закрывают зажимом Е и погружают конец трубки С в коническую колбу А. Пробирку В укрепляют в штативе и соединяют с бутылкой В. Затем нагревают осторожно держая горелку в руке, пробирку А, сначала слегка а потом сильнее до тех пор, пока выделение газа не прекратится.

После пробирки охладится, поднимают коническую колбу А на столько, чтобы вода в колбе и в бутылке В находилась на одинаковом уровне и закрывают зажимом Е.

Взвешивают на точных весах пробирку А с остатком: вес = d.

Взвешивают на неточных весах колбу А с водой: вес = e.

Определяют комнатную температуру: t.

Определяют барометрическое давление: f .

Вычисление: I Вес $O = (b' - d)$ гр.

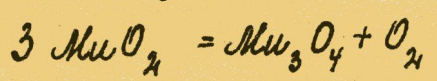
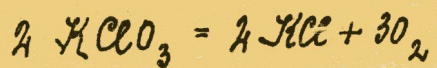
II Наблюденный объем $O: v_0 = (e - c)$ см.³

Приведенный " " : $v = \frac{(e - c)(f - p) 273}{760(273 + t)}$ см.³

1 см.³ O при O и атм. давл. весит $0,001429$ гр.

v_0 см.³ O " " " " " — $\frac{0,001429(e - c)(f - p) 273}{760(273 + t)}$

III Вычислить количество выделившегося кислорода поур.



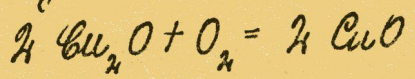
принимая в расчет взвешенных количества $KClO_3$ и MnO_2 .

IV. Разлагаются ли оба вещества? Если нет, то которое из них выделяет количество кислорода, соответствующее науденному?

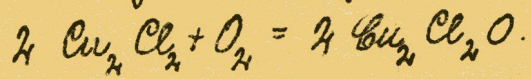
Опыт. 8.

Тема: Определение содержания кислорода в воздухе:

Метод: Кислород окисляет закись меди Cu_2O в окись меди: CuO



Аналогичным образом происходит окисление солей закиси меди, напр. полухлористой меди:



Все эти соединения растворяются в аммиаке, образуя комплексные (сложные) соединения, напр. $CuCl \cdot NH_3$. Раствор полухлористой меди, или

закиси меди в аммиаке поглощает число -
вод, принимая голубую окраску.

Газовая пи- петка Тем- пелья. Для реакций газообразных тел с жидкими или твердыми реактивами применяется „пи- петка Темпеля”. Она состоит из двух балло- нов А и В, соединенных трубкой С. Баллон А наполняется реактивом. Он соединен с U-образной капиллярной трубкой Д, закрывающейся резиновой трубкой и зажимом.

Газовая бю- ретка Тем- пелья.

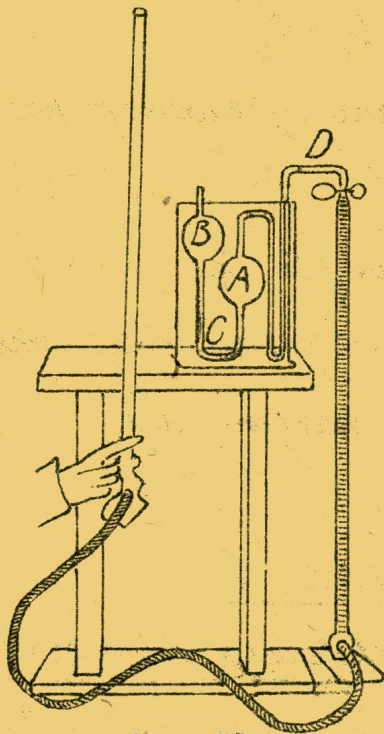


Рис. 19.

Темпельская пи- петка и бюретка.

Приготовление

раствора

полухлориды

меди в

NH_3 .

„Темпельская бюретка” служит для измерения объема газов под атмосферным давлением. Нерастворимые в воде газы собираются над водой. Газы, растворимые в воде собирают над ртутью (ср. стр. 15). Растворяют

28 гр. окиси меди в 500 см³ конц. соляной кислоты и пе-

ремешивают раствор с медными опилками до тех пор, пока раствор не станет безцветным. Полученный осадок Cu_2Cl_2 промывают водой, прибавляют к нему около 300 см³ воды и насыщают последнюю аммиачным газом до тех пор, пока весь осадок

растворится. Полученный раствор разбавляют⁴⁹
в измерительной колбе водой свободной от воз-
духа до объема в 500 см³.

Полученный раствор поглощает не только кисло-
род но также окисл углерода.

Наполнение Для поглощения газа аммиачным раствором
нитрата полужелтой меди применяют сложную пипет-
ку

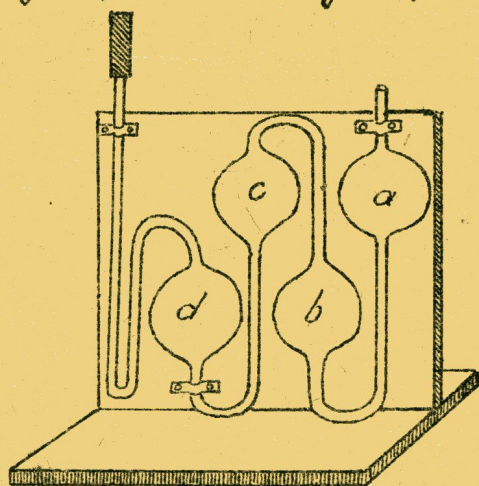


Fig. 20.

Сложная гетцелевская
пипетка.

ку Темпеля (ср. рис. 20)
Раствор наливают че-
рез воронку с узкой
трубкой в шарик а,
а затем наклоном
нитрата в шарик с.
Шарик а после этого
наполняется водой.

Осторожно вдвывая воздух в шарик а, наполня-
ют весь шарик d раствором полужелтой
медь; таким же образом наполняют
капиллярную трубку, которую после этого
закрывают резиновой трубкой и зажимают.

Выполнение В газовую бюретку Темпеля вводят воздух,
опыта. а именно 100 см³ при атмосферном давлении.
Соединив бюреткой с пипеткой, наполненной
водой, два раза согнутой капиллярной труб-
кой, переводят весь воздух в пипетку и
оставляют в соприкосновении с раствором

полужелюзистой меди до тех пор, пока объем ^{50.} перестанет уменьшаться; раствор от времени до времени взбалтывают.

После окончания поглощения оставшийся газ переводят полностью обратно в бюретку, устанавливают обе трубки на одинаковом уровне воды и производят отсчет объема газа. Разность обоих отсчетов дает количество кислорода в воздухе в объемных процентах.

Задача. Пересчитать полученный результат на весовые проценты.

Вопросы. Какие еще газы находятся в воздухе. Как их определить?

Опыт 9.

Тема: Определение эквивалентного веса металлов по количеству вытесненного водорода.

Аппаратура: Колбочка в 50 см³.

К ней резиновая пробка с 2 отверстиями.

2 стеклянные трубки: одна, согнутая внизу для представления телоты, вторая 2 раза согнутая для отвода газа.

Короткая резиновая трубка.

Защипы.

Шарообразная воронка.

Штатив с зажимом и кольцом.

Баттарейный стакан в 2000 см³.

Колба в 450 см³ со шлифованным краем.

Матовая круглая пластинка.

Тюбные весы.

Весы для тарирования.

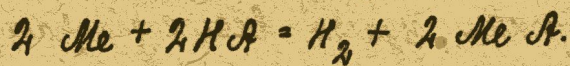
Термометр

Барометр

Штатив.

Реактивы: Металлы: Mg, Al, Zn, Fe в маленькие куски.
H₂SO₄ разведенная (листая).

Метод: Металл, растворяясь в кислоте, выделяет эквивалентное количество водорода, образуя соль металла с данной кислотой:



(Занписать уравнения реакции для Mg, Zn, Al, Fe и H₂SO₄ HCl).

Одновалентные металлы замещают один эквивалент (1,008 гр.) водорода, двувалентные металлы замещают 2 эквивалента водорода и т. д. Эквивалентным весом данного элемента (или группы элементов, напр. NH₄) мы называем то его количество, которое замещает 1 эквивалент водорода в соединении

последняго.

Выполнение Взвешивают на точных весах кусочек

опыта: металла весом от 0,4 до 1 гр. (около 0,4 гр. Al, 0,5 гр. Mg, 1 гр. Fe, 1,2 гр. Zn): вес = а.

Взвешивают на неточных весах колбу наполненную водою и покрытую пластинкой: вес = в.

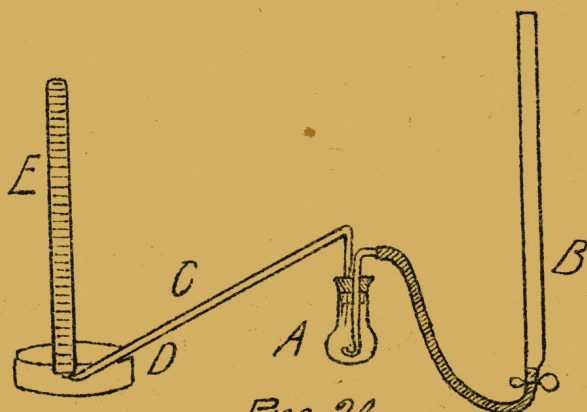


Рис. 21.

Растворение металла в кислоте.

Взвешенный кусочек металла помещают в маленькую колбочку А, закрывают последнюю пробкой, соединяют колбочку с воронкой В, отверстие газотводной трубки С вводят в баттаре́йный стакан А и наполняют колбочку А водою из воронки, удаляя вес содержащийся в ней воздух. После того как воздух из прибора удален, помещают колбу Е в баттаре́йном стакане отверстием вниз так, чтобы в нее не попал воздух. Затем через воронку В вливают в колбочку А разведенную серную кислоту. Происходит выделение водорода, который вытесняет воду из газотводной трубки и собирается в колбе В. Когда весь металл растворился, наливают воду в воронку В, от-

стие газотводной трубки С вводят в баттаре́йный стакан А и наполняют колбочку А водою из воронки, удаляя вес содержащийся в ней воздух. После того как воздух из прибора удален, помещают колбу Е в баттаре́йном стакане отверстием вниз так, чтобы в нее не попал воздух. Затем через воронку В вливают в колбочку А разведенную серную кислоту. Происходит выделение водорода, который вытесняет воду из газотводной трубки и собирается в колбе В. Когда весь металл растворился, наливают воду в воронку В, от-

Приваляют газом и вытесняют оставшийся в колбочке и в газотводной трубке водород в колбу E.

Измеряют: 1) температуру t воды в баттареином стакане, 2) разность уровней воды в колбе E и в баттареином стакане: h в миллиметрах, 3) барометрическое давление f в миллиметрах ртутного столба.

Закрывают отверстие колбы E матовой пластинкой и вынимают ее осторожно из воды, так чтобы в нее не попали пузырьки воздуха. Вытирают тщательно колбу и закрыв ее матовым стеклом, взвешивают с оставшейся в ней водой на неточных весах: вес = с.

Вычисление: I Приведение объема водорода к нормальным условиям: 2)

Наблюдаемый объем водорода: $v = (b - c)$ см³.

Приведенный объем водорода:

$$v_0 = \frac{v(f - \frac{760}{760} - 9) 273}{760 (273 + t)} \text{ см}^3.$$

1 литр H весит 0,08987 гр.

v_0 см³ H весят $\frac{0,08987 \text{ гр.}}{1000}$

Вес выделившегося водорода: y.

$$y = \frac{0,08987 (b - c) (f - \frac{760}{760} - 9) 273}{760 (273 + t) \cdot 1000} \text{ гр.}$$

II. Эквивалентный вес металла: Z

a гр. металла выделяет y гр. H

$$Z = \frac{a \cdot 1,008}{y} \text{ гр. H.}$$

1) ср. стр. 16.
2) ср. стр. 17.

III Валентность металла (атомность).

$$\text{Валентность} = \frac{\text{атомный вес}}{\text{эквивалентный вес}}$$

Опыт 10.

Тема: Возстановление окиси меди водородом.

Приборы: Прибор Киппа для выделения водорода.

две стеклянки для промывания газов
трубка из тугоплавкого стекла 25 см. длины;
к ней две резиновые пробки, каждая с одним
отверстием.

фарфоровая лодочка

U-образная трубка с резиновыми (или сте-
клянными) пробками и с желобистым кольцом
резиновой трубки.

2 коротких стеклянных палочки

стеклянная трубка с вытянутым концом
(из тугоплавкого стекла)

пробирка

точные весы

бузеновская горелка

штатив

Реактивы: Цинк (чистый)

Соляная кислота разбавленная (чистая)

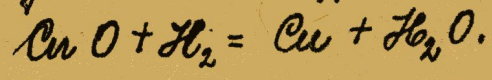
Раствор KMnO_4

H_2SO_4 конц.

Сu O

Ca Cl₂

Метод: Водород восстанавливает при нагревании окис меди согласно уравнению:



Задача: I Определить атомный вес меди по отношению к кислороду (O = 16).

II. Определить атомный вес водорода по отношению к кислороду (O = 16).

Выполнение опыта: Взвешивают фарфоровую лодочку: вес = а.

Вводят в лодочку около 1 гр. Сu O и снова взвешивают: вес = б.

Взвешивают трубку с хлористым кальцием, закрыв отверстие ее стеклянными палочками: вес = с.

Вводят лодочку в тупоугольную трубку, соединяют последнюю с вертикальной трубкой и пропускают водород. Спустя несколько минут выпускают водород из последней трубки в пробирку, опрокинутую закрытым концом вверх. Приближают отверстие пробирки к бумажной, горелке и закрывают водород. Если в аппарате содержится еще воздух, получается легкий взрыв; если воздух вполне вытеснен,

водород сгорает безшумно. В этом по- 56.
следнем случае зажимают водород в остром
конце последней трубки и подогревают
осторожно тугоплавкую трубку в том ме-
сте, где находится лодочка.

Пламя водорода уменьшается (почему?),
и первая окись меди становится красной
(что образуется?). В холодной части туго-
плавкой трубки соберется капля воды.
Опыт продолжают до тех пор, пока вся
вода не испарится в струе водорода. За-
тем перестают нагревать и дают труб-
ке охладиться, пропуская непрерывно слабую
струю водорода (почему?).

После охлаждения прибора разбирают
аппарат и взвешивают лодочку: вес ло-
дочки с медью = d .

Взвешивают желобчатую трубку:
вес = e .

Выяснение: вес меди = $d - a$;

вес кислорода = $b - d$

атомный вес кислорода = 16;

атомный вес меди = x .

$$\frac{d - a}{x} = \frac{b - d}{16}$$

$$x = \frac{16(d - a)}{b - d}$$

вес воды = $e - c$

$$\text{вес водорода} = (e - c) - (b - d)$$

$$\text{атомный вес водорода} = y$$

$$\frac{2y}{16} = \frac{(e - c) - (b - d)}{b - d}$$

Задача: Вычислить относительно ошибку опыта (в процентах) при определении атомного веса меди и водорода, приняв ошибку взвешивания равной 0,001 гр.

Опыт М.

Тема: Анализ переокси и окиси свинца.

Закон кратных отношений.

Приборы: Прибор Киппла для получения водорода.
 две стеклянки для промывания газов.
 трубка из тугоплавкого стекла 25 см длины
 к ней две резиновые пробки, надевая с одним
 отверстием;
 две фарфоровые лодочки;
 резиновые трубочки для соединения приборов.
 стеклянная трубка с вытянутым концом
 (из тугоплавкого стекла, или из металла).
 пробирка
 точные весы
 штатив
 две бузеновских горелки.

Реактивы: Цинк (чистый).

Нес. разбавленная (1:1) нитрат;
раствор $KMnO_4$ (для первой промывной
стеклянки)

H_2SO_4 конц. для второй промывной стеклянки)
 PbO

PbO_2

Метод:

Анализ обоих оксидов свинца производится действием на них водорода при нагревании. Оксиды свинца восстанавливаются водородом согласно ур:



Задача:

I Определить сколько гр. Pb приходится на 1 гр. O в обоих оксидах.

II Проверить закон кратных отношений.

III Вычислить соединительный (атомный) вес свинца по оксид и по перекиси свинца, принимая атомный вес кислорода равным 16.

Выполнение

опыта:

Взвешивают I фарфоров. лодочку: вес = а.

Вводят в нее около 2 гр. PbO : вес = в.

Взвешивают II фарфоров. лодочку: вес = с.

Вводят в нее около 2 гр. PbO_2 : вес = д.

Опыт производят точно также, как при восстановлении оксида меди (ср. опыт 14 стр. 57).

Взвешивание пероксидной трубки в данной

случае отпадет. После опыта
 взвешивают фарф. лодочку I: вес = e
 взвешивают фарф. лодочку II: вес = f

Вытеснение I Анализ PbO :

$$\text{вес } Pb = e - a$$

$$\text{вес кислорода} = b - e$$

$$\text{На 1 гр. O приходится } \frac{e-a}{b-e} \text{ гр. Pb.}$$

II Анализ PbO_2 :

$$\text{вес } Pb = f - c$$

$$\text{вес O} = d - f$$

$$\text{На 1 гр. O приходится } \frac{f-c}{d-f} \text{ гр. Pb.}$$

$$\text{Найти отношение: } \frac{e-a}{b-e} : \frac{f-c}{d-f}.$$

Подходит ли оно к простому числу?

III Атомный вес свинца по $PbO = x_1$,

$$\frac{x_1}{16} = \frac{e-a}{b-e}$$

$$x_1 = \frac{16(e-a)}{b-e}$$

Атомный вес свинца по $PbO_2 = x_2$,

$$\frac{x_2}{32} = \frac{f-c}{d-f}$$

$$x_2 = \frac{32(f-c)}{d-f}.$$

Задача:

Найти относительно ошибку (в процен-
 тах) атомного веса Pb в обоих опреде-
 лениях, принимая ошибку взвешивания =
 0,001 гр.

Опыт 12.

Тема: Свойства водорода 1).

Приборы: две пробирки одинакового диаметра.

1) Этот опыт проводят в связи с опытом 10 или 11.

луриина

горелка для водорода (или стеклянный кончик)
сухой стакан

бутиленовая горелка.

прибор Киппа для водорода.

промывная стеклянная для газов с конц. H_2SO_4 .

газотводная трубка

Круглая стеклянная гашетка.

Реактивы: Zn для прибора Киппа

HCl развед.

H_2SO_4 концентр.

Плотность: Одну пробирку наполняют водородом из прибора Киппа и плотно прикладывают ее отверстие, обращенное кверху к другой пробирке с воздухом, отверстие которой обращено к низу. Пробирки оставляют в этом положении в течение трех минут и затем быстро подносят сперва нижнюю, а затем верхнюю пробирку к пламени. Что доказывает результат этого опыта?

И не подде- Наполняют пробирку водородом и держат
ривает го- ее опрокинутой, вносят в нее горящую
решка. луриину.

Горение H и Соединяют прибор Киппа со стеклянной
продукт горения. для промывания газа, наполненной кон-

центрированной H_2SO_4 и с водородной по-
релкой (или стеклянным коником). Сначала
впускают водород в пробирку и зажимают
его. Если он сгорает со взрывом, то это
означает, что в приборе еще содержится
воздух. В таком случае отжигают 1-2 ми-
нуты и снова пропускают водород в пробирку.
Только после того, как водород в пробирке
сгорает совсем спокойно, зажимают его в
горелке.

Над пламенем держат холодную, сухую
фарфоровую палочку. На ней осаждаются
капли жидкости. Изледевают их на вилке
и замасе.

Соединив горелку или стеклянный коник
с газовым крапом, испытывают газове
пламя таким же образом.

Какой вывод можно сделать из этого опыта?

Опыт 13.

Тема: Кривая упругостей пара воды.

Приборы: 2 фарфоровых колбы 500 см³.

капиллярная трубка.

термометр 0-100°.

2 резиновые пробки.

большая воронка

манометр

бутыль в 10 литров

к ней резиновая пробка

трубка в форме X с 3 краями

водоструйный насос

толстая резиновая трубка (для "вакуума")

Определим. Согласно закону фаз в системе состоящей из одного компонента (воды) и двух фаз (жидкости и пара) в состоянии равновесия число переменных параметров ("степень свободы") = 1. Следовательно при данной температуре давление равновесия имеет определенное значение, а при данном давлении температура равновесия должна иметь определенное значение. На этом принципе основаны ниже следующие определения.

Упругость пара называем то давление, под которым жидкость и ее пар находятся в равновесии при данной температуре.

Температурой кипения называем ту температуру, при которой жидкость и ее пар находятся в равновесии при данном давлении.

Метод.

Кривую упругости пара (т.е. кривую, выражающую зависимость упругости пара от температуры) можно найти двумя путями: 1) определяют при постоянной

температуре то давление, которое уста-^{63.}
навливается после достижения равновесия
между жидкостью и ее паром („статиче-
ский метод“).

2) определяют при постоянном давлении
ту температуру, которая устанавливается
вследствие равновесия жидкости и ее пара
(„динамический метод“).

Последний метод является более удобным.

Выполнение В колбу A (рис. 22) вводят столько де-
опыта. стиллированной воды, чтобы последняя за-
нимала $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ объема всей колбы. В колбу A

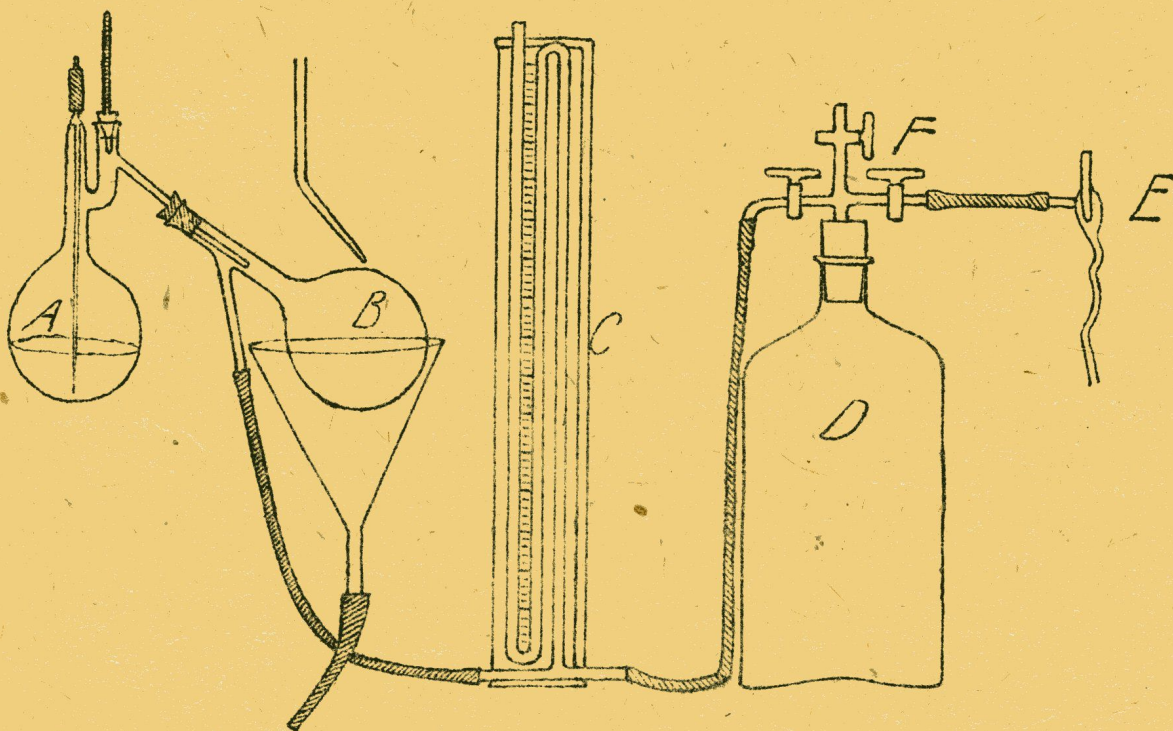


Рис. 22. Перегонка в разреженном пространстве.

вставляют плотно натальную трубку
и термометр, далее присоединяют приемник

В, манометр С и баллон А; посредством ⁶⁴
стеклянного крана F соединяют баллон А
с водоструйным насосом Э.

Когда весь прибор собран, его испытывают
на плотность: открывают водоструйный
насос, удаляют часть воздуха из прибора и
устанавливают по манометру определенное
давление. Закрыв кран F, наблюдают, оста-
ется ли давление в течение нескольких
минут постоянным. Если давление меня-
ется, то приходится изследовать каждую
часть прибора в отдельности и заменить
негодные части прибора (резиновые пробки
и трубки) новыми.

Колбу А подогревают бунзеновской горел-
кой до кипения; приемник В охлаждают
слабой струей воды. После того как тем-
пература кипения установилась в тер-
мометре, отсчитывают барометр, откры-
вают водоструйный насос и уменьшают
давление на 100 мм. Закрыв кран F, ожи-
дают снова, пока температура кипения
установится и отсчитывают температу-
ру и соответствующее давление.

Таким образом производят ряд наблюде-
ний при давлениях в 700, 600, 500, 400, 300, 200 и

100 мм. Полученные данные наносят на миллиметровую бумагу, откладывая вдоль оси абсцисс температуры, а вдоль оси ординат давления.

Задачи. Найти по кривой путем интерполяции упругость водяных паров при 50°.

Определить путем интерполяции температуру кипения воды под давлением 6/4 атмосферы.

Определить путем экстраполяции:

- а) упругость пара воды при 0°
- б) упругость пара при 120°.

Найти графическим путем насколько изменится температура кипения от изменения давления на 1 мм. вблизи 100°.

Опыт 14.

Тема: Растворимость воздуха в воде.

- Приборы:
- литровая колба плоскодонная
 - круглодонная колба 100 см³
 - в ней резиновая пробка с 1 отверстием
 - 2 раза согнутая газопроводная трубка
 - измерительный цилиндр 200 см³
 - штатив с зажимом
 - кольцо
 - сетка

бутизеновая горелка
 круглая палка
 измерительная трубка 50 см³ (для газов)
 барометр

Реактивы: дистиллированная вода.

Выполнение опыта. Литровую колбу до половины наполняют дистиллированной водой и сильно взбалтывают до тех пор, пока вода не насытится воздухом.

Затем большую колбу в 100 см³ снабжают пробкой и газотводной трубкой (рис. 23) и

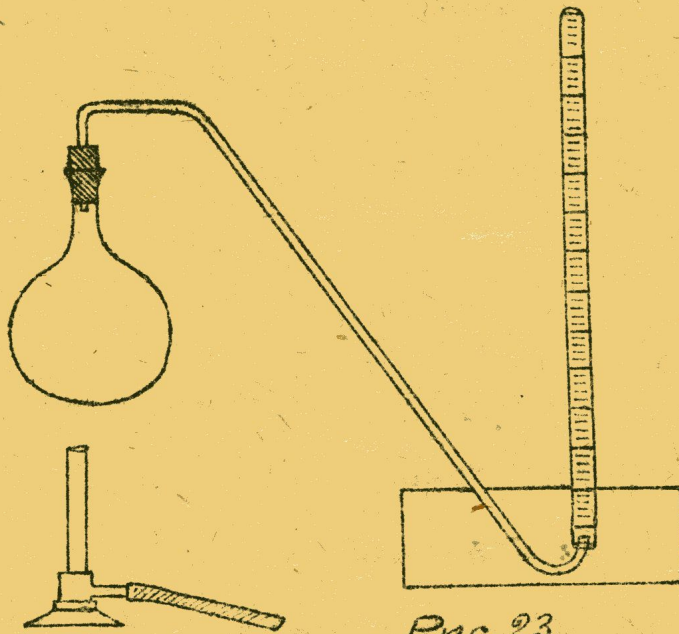


Рис. 23.

Растворимость воздуха.

измеряют ее объем вплоть до мениска
 края пробки: объем = a

Весь прибор, включая и газотводную трубку, заполняют приготовленной водой. Зафик-

воду минуют и собирают выделяющийся^{67.} воздух над водой в измерительной трубке в 50 см³. Когда пузырьки газа перестали выделяться, измеряют объем воздуха в измерительной трубке и приводят его к барометрическому давлению и к сухости. Если

наблюдаемый объем = v , то приведенный объем

$$v_0 = \frac{v \cdot (b - h \cdot \gamma - p)}{b}$$

где b = барометрическое давление, h = разность уровней воды в трубке и в ванне в миллиметрах. γ = упругость водяных паров при данной температуре.

Коэффициент растворимости воздуха:

$a = \frac{v_0 \cdot 100}{d}$ показывает объем воздуха растворенный в 100 см³ воды при наблюдаемой температуре.

Закон растворимости газа: „ Количество m раствореного в жидкости газа пропорционально давлению p под которым газ находится.

Нену.

$$m = L \cdot p$$

По закону Бойль-Мариотта:

$$p \cdot v = m \cdot K,$$

где K - постоянная величина для данного газа и для данной температуры. Отсюда:

$$p = \frac{m \cdot K}{v}$$

Подставляя в предыдущее уравнение, получим:

$$m \cdot v = m \cdot K \cdot L.$$

Обозначая постоянное произведение:

$$K \cdot L = d$$

находим:

$$v = d$$

т. е. объем растворенного в данном количестве жидкого газа не зависит от внешнего давления. Этот объем называем коэффициентом растворения (поглощения) газа (Гуизек).

Опыт 15.

Тема: Определение растворимости соли в воде.

Приборы: 3 пробирки
3 батарейные стакана
3 фарфоровые палочки
водяная баня
к ней крышка с 3 отверстиями.
термометр 0-100°
Гуизексовская горелка
стакан 200 см³.
точные весы.

Реактивы: KNO₃.

Метод: В три пробирки насыпают по 5 гр. соли (приблизительно) и приливают по 5-м³ воды. В батарейные стаканы устанавливают температуру в 15°, 30° и 45° и помещивая

69.

растворы в пробирках насыщают их солью при указанных трех температурах. За это время взвешивают 3 маленькие фарфоровые гашки, обозначенные номерами, на точных весах и наливают в каждую из них несколько см³ насыщенного при данной температуре раствора (без осадка!) определяют на точных весах вес раствора.

Все три раствора выпаривают на водной бане до сухого и после охлаждения определяют вес остатка в каждой из растворов.

Выводление. Под "растворимостью" понимают обыкновенно количество грам. растворенного вещества в 100 гр. воды.

Если вес раствора = a , вес растворенной соли = b , то растворимость c , определяется следующей формулой:

$$c_1 = \frac{b \cdot 100}{a - b} \quad (1)$$

С теоретической точки зрения правильнее определять растворимость, как отношение количества растворенного вещества к 100 грам. раствора. Обозначая эту растворимость буквой c_2 , мы получаем для нее следующее выражение:

$$c_2 = \frac{b \cdot 100}{a} = \frac{100b}{100 + b} \quad (2)$$

Часто выражают растворимость в "моле-

молярных процентах, т.е. обозначают ^{70.}
 количество молей растворенного вещества
 в 100 молях раствора. Если молекулярный
 вес растворенного вещества = M , а молеку-
 лярный вес растворителя = M_2 , то количе-
 ство молей растворенного вещества = $\frac{b}{M}$, а
 количество молей растворителя = $\frac{a-b}{M_2}$. раство-
 римость c_3 в молекулярных процентах опре-
 деляется по уравнению:

$$c_3 = \frac{\frac{b}{M} \cdot 100}{\frac{a-b}{M_2} + \frac{b}{M}} = \frac{100 M_2 \cdot b}{M_1 \{ M_1(a-b) + M_2 b \}} \quad (3)$$

Задача: Вычислить растворимость исследованной
 соли по всем трем приведенным форму-
 лам.

Залегните кривые растворимости, приняв
 за абсциссу температуру а за ордина-
 ты c_1, c_2, c_3 .

В каких пределах могут меняться вели-
 чины c_1, c_2, c_3 при постоянном уменьше-
 нии или увеличении растворимости?

Сколько азотнокальевой соли выкристал-
 лизуется из насыщенного при 50° раство-
 ра при его охлаждении до 15° ?

Опыт 16.

Жела.

Определение содержания соли в растворе по удельному весу.

Ареометр.

Заливают раствор соли в цилиндр, емкостью в 100 см³ и определяют его удельный вес и температуру при помощи ареометра. Содержание соли в растворе ищут по таблице, помещенной в конце книги. Температура раствора должна соответствовать указанной в таблице.

Измерительная колба.

Измерительную колбочку в 20 см³ взвешивают сухой; вес = а. Залив колбочку до метки водой, ставят на 15 минут в резервуаре с водой, имеющей температуру, показанную в таблице. После установления температуры в колбочке доводят объем воды до метки. Взвешивают колбочку и, высушив ее тщательно платом, определяют вес колбочки с водой: в. Затем удаляют воду из колбочки, всплакивают ее удельным раствором, вливают последний до метки и снова устанавливают объем при нормальной температуре. Наконец, высушив наружную часть колбочки, определяют вес колбочки с раствором: с.

$$\frac{\text{весе воды} - \text{плотность воды}}{\text{весе раствора} - \text{плотность раствора}}$$

Плотность воды при данной температуре находим в соответственной таблице в конце пособия. Тогда плотность раствора = плотность воды $\times \frac{b-a}{c-a}$ (D) Содержание соли определяется как раньше.

Пикнометр самым точным прибором для определения плотности жидких тел является пикнометр Оствальда (рис. 24). Пикнометр вводится сначала

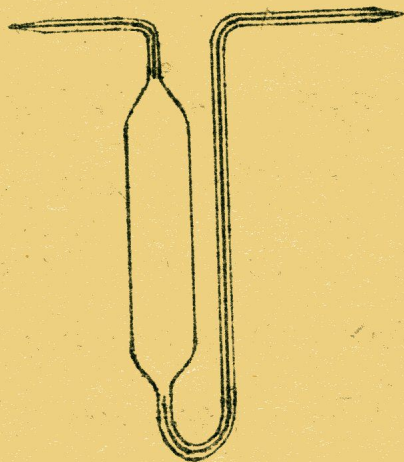


Рис. 24.
ПИКНОМЕТР
ОСТВАЛЬДА.

сначала сухой : весе = a. Заполнив пикнометр водой ставят его в ванну, температура которой установлена на 15°, и оставляют его в течение 10-15 мин. Когда объем жидкости

в пикнометре полный не меняется, регулируют количество жидкости так, чтобы длинное колена пикнометра было наполнено водой до конца, а короткое лишь до метки. Излишек воды удаляют из длинного колена, касаясь кончика его лоскутком

фильтровальной бумаги. Если осадности ^{73.}
в пикнометре не бывает, то к концу 2-го
концу пикнометра приближают стеклян-
ную палочку, на кончике которой висит
капля воды. Последняя вследствие капилляр-
ности всасывается в трубку пикнометра.
Установив объем, вынимают пикнометр из
ванны, вытирают тщательно платком и
оставляют минут на 10 на воздухе. Затем
определяют вес пикнометра с водой: w .
Тем же же образом определяют вес пикно-
метра с раствором s .

Плотность раствора и содержание соли
определяется по формуле (1) и по таблице
удельных весов растворов или (точнее) пу-
тем графической интерполяции.

Весы

Мора.

Весы Мора представляют микросталине-
ские весы, коромысла которых разделены
на 10 частей. К одному коромыслу весов
подвешивают термометр (приложенный к
весам), весящий вместе с платиновой про-
волокой 15 гр. и вытесняющий при нормаль-
ной температуре (15°C) ровно 5 грам. дистил-
лированной воды. Термометр уравновешивается
особой гирей, привешиваемой к другому (ле-
вому) коромыслу весов.

Термометр погружают в цилиндрик, напол-
ненный дистиллированной водой, подвешивая к
нему наибольшую л. гирьку, равную по весу
5 грам. Когда термометр погружен
в воду, весы должны наводиться в равнове-
сии. Затем вытирают термометр и по-
гружают его в испытываемую жидкость.

I Если жидкость по удельному весу легче воды,
то подвешивают на коромысле весов. то де-
ление, на котором гирька в 5 грам. вызыва-
ет равновесие весов. Обыкновенно это ме-
сто наводится между двумя делениями
коромысла. Тогда подвешивают гирьку к
меньшему делению и стараются привести
весы в равновесие при помощи следующей
меньшей гирьки в 0,5 гр., затем при помощи
гирьки в 0,05 гр. и наконец при помощи
гирьки в 0,005 гр. Сосчитывая все деления,
соответствующая положению отдельных
гирь, мы наводим непосредственно плот-
ность жидкости с точностью до 4 деся-
тичных знаков.

II Если жидкость по удельному весу тя-
желее воды, то вышнюю гирьку в 5 гр. при-
вешивают к термометру, остальные же

мыри погвешиваюм, как и раньше, на
коромысле. 78.

Задача: Определить ошибку опыта в определении
уд. веса для надфала из приведенных здесь
методов.

Какой из приведенных методов является
самым точным?

Найти ошибку опыта при определении
содержания соли в растворе.

Опыт 17.

Тема: Силту угольного ангидрида.

Проборы: Горючая трубка 25-30 см. длины
фарфоровая лодочка

И-образная трубка, снабженная двумя ре-
зиновыми (или стержневыми) пробками
и наполненная зернистой натриевой изве-
стью.

Бутылка с пробкой (резиновой), снабженная
двумя отверстиями и наполненная кисло-
родом от опыта 6 или 7.

Медная сетка.

и Бундзловский горелка.

Стеклянная для промывания газов.

шпатель и подставка.

точные весы.

Реактивы: Уголь древесный (или лучше сахарный) ^{76.} сушит.
Оксид меди зернистая
Асбест
Натриевая известь
 H_2SO_4 конц.

Метод: Для определения состава углеродного ангидрида сжигают взвешенное количество углерода в струе кислорода и взвешивают полученный продукт. Для полного сгорания пропускают продукт горения углерода над нагретой окисью меди и потом поглощают образовавшийся углеродный ангидрид натриевой известью, т.е. смесью едкого натрия с окисью кальция.

Задача: I. Определить состав CO_2 в процентах.
II. Определить атомный вес углерода на основании формулы углеродного ангидрида, приняв $O = 16$.

Выполнение опыта. По опыту высушивают в фарфоровых ленточках оксид меди, асбест и уголь. В сухой лодочке взвешивают около 0,2 гр. угля: вес = а.
Взвешивают U-образную трубку с натриевой известью: вес = в.
В тигельную трубку вводят слитый оксид

77.
 меди, длиной около 4 см, помещая перед
 ним и после него по тонкой асбестовой
 пробке. С другого конца трубки взвешивают
 возможно ближе к окиси меди фарфоровую
 лодочку с углем. Собирают весь аппарат,
 представленный на рис. 25, обертывают

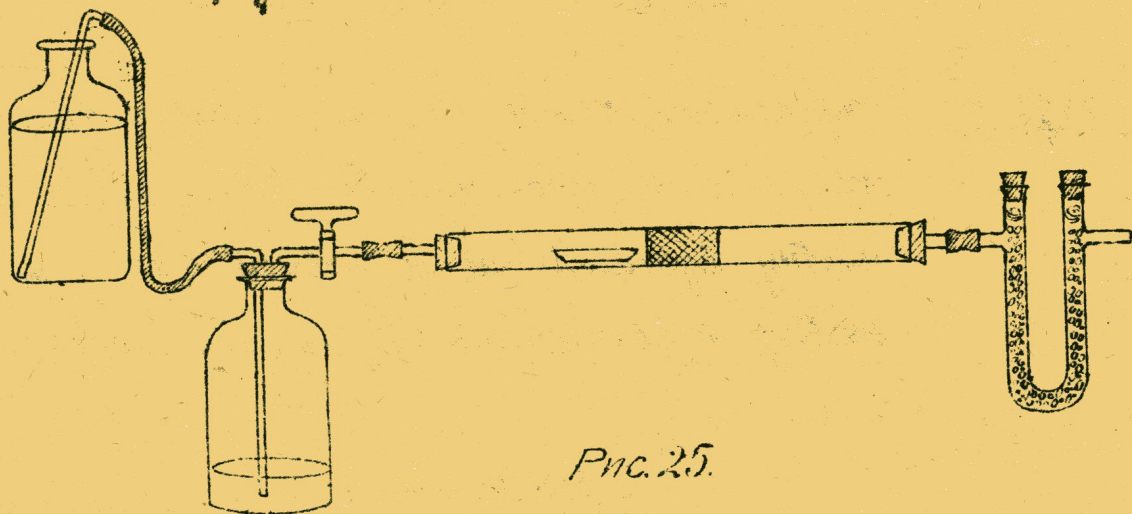


Рис. 25.

Ожигание угля в кислороде

трубку медной сеткой и подогревают ее
 двумя Бунзеновскими горелками в тех
 местах, в которые помещены окись меди
 и лодочка с углем. Затем пропускают ки-
 слород из бутылки медленной струей (около
 30 пузырьков в минуту). Опыт продолжа-
 ют до тех пор, пока весь уголь сгорит.
 После охлаждения взвешивают лодочку с
 оставшейся золой: вес = с.

Взвешивают N-образную трубку с натри-
 евой известью: вес = d.

78.

Вычисления:

$$\begin{aligned} \text{вес углерода} &= d - b \\ \text{вес кислорода} &= a - c \\ \text{вес углерода} &= (d - b) - (a - c) \\ \% \text{ C в } \text{CO}_2 &= \frac{a - c}{d - b} \cdot 100 \\ \% \text{ O в } \text{CO}_2 &= \frac{(d - b) - (a - c)}{d - b} \cdot 100 \\ \frac{\text{атомный вес C}}{2 \times 16} &= \frac{a - c}{(d - b) - (a - c)} \end{aligned}$$

Задача: определить относительную ошибку при определении атомного веса C, принимая ошибку взвешивания O равной 0,001 гр. а ошибку взвешивания CO_2 равной 0,01 гр.

Опыт 18.

Цель: Определение углерода анлидрнда в воздухе.

Приборы: коническая колба 1000 см³
и ней резиновая пробка с двумя отверстиями -
3 мм.

и короткая стеклянная палочка.

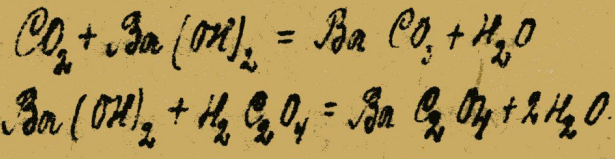
линейка в 10 см³.

и бюретки 25 см³.

коническая колба 100 см³.

Реактивы: раствор 5,6325 г. щавелевой кислоты в 1000 см³ воды
раствор 1000 гр. Ра (OH)₂ и 50 гр. Ра Cl₂ в 5000 см³ воды
раствор, полученный разбавлением 30 см³ предыдущего раство-
ра 1000 см³ воды
раствор 1 гр. френкельтмаленна в 250 см³ воды.

Метод: Угольная кислота определяется прибавле-^{75.}
нием индифферентной бария в избытке и обрат-
ным определением (нитрованием) избытка
щелочи щавелевой кислотой определенного
содержания.



Задача: Определить сколько см³ CO₂ содержится в 100 см³
воздуха.

Хитр рас-
твора Ba(OH)₂: В малую коническую колбу вливают из бю-
ретки количество раствора щавелевой
кислоты, нехватящее для нейтрализации
10 см³ раствора Ba(OH)₂: a см³.

Прибавляют из пипетки 10 см³ раствора
Ba(OH)₂ и одну каплю фенольфталеина.
Затем прибавляют из бюретки раство-
ра щавелевой кислоты до полной нейтрал-
зации: b см³.

Объем выжи-
стой колбы. Большую коническую колбу в 1000 см³ взве-
шивают сухой на точных весах: вес = c
Затем наполняют водой до того места,
где находится пробка и снова взвешива-
ют: вес = d.

Объем колбы = (d - c) см³.

Выполнение
опыта: Через колбу просасывают перманентный
воздух. Закрывают колбу пробкой и через

одно отверстие проводят конец пипетки, содержащей ровно 10 см^3 баритовой воды. Затем палочку из второго отверстия пробки, вводят в колбу баритовую воду из пипетки. Закрывают оба отверстия пробки палочками и встряхивают колбу с раствором. Затем через одно из отверстий пробки вводят в коническую колбу каплю фреколфталейна и затем конец бюретки и прибавляют столько щавелевой кислоты, сколько нужно для беззверивания раствора: $e \text{ см}^3$.

Вычисления: $44 \text{ гр. } \text{CO}_2$ отвечает $141,39 \text{ гр. } \text{Ba}(\text{OH})_2$, отвечает $126,1 \text{ гр. } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$.

$1 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ весит $0,001975 \text{ гр.}$

$1 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ отвечает $0,0056325 \text{ гр. } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$

" " " 1 см^3 примененного раствора щавелевой кислоты.

10 см^3 раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$ отвечает $b \text{ см}^3$ раствора щавелевой кислоты.

Объем углекислого ангидрида $= (b - e) \text{ см}^3$.

Объем воздуха в колбе $= (d - c) - 10$

Содержание углекислого ангидрида в воздухе $= \frac{b - e}{d - c} \cdot 100 \%$.

Опыт 19.

Тема: Определение CO_2 в известняке.

Приборы: Прибор для определения CO_2 (рис. 26)

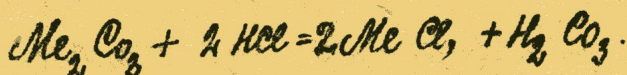
Точные весы

Бюрелла Гундзена.

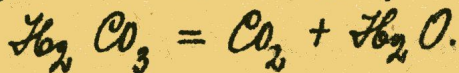
Реактивы: разбавл. HCl (1 часть конц. HCl + 4 части H_2O)

измельченный известковый шпатель.

Метод. Угловая кислота, как одна из самых слабых кислот, вытесняется из всех солей сильнейшей кислотой:



В растворе, в особенности при нагревании угловая кислота разлагается („диссоциирует“) на углекислый ангидрид и воду:



Углекислый ангидрид выделяется в газообразном виде и улетучивается. Потеря во весе = количеству выделившегося углекислого ангидрида.

Выполнение Трубку а наполняют

опыта: зернистыми комочками

кальцита (для поглощения избытка

углекислого ангидрида паров воды). В верхнюю

часть трубки а вводят

немного ваты. Воронку в наполняют разбав-

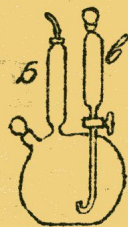


Рис. 26.

Прибор для определения CO_2 .

ленной соляной кислотой, закрыв предвари-^{82.}
тельно края.

Взвешивают колбочку на точных весах,
закрыв все отверстия шлифованными проб-
ками.

Вес колбочки = a .

Затем вводят в колбочку 1-2 грам. хорошо
измельченного известкового шпата и сно-
ва взвешивают.

Вес колбочки с известняком = b .

Открывая осторожно края воронки, выпу-
скают соляную кислоту в колбочку и
растворяют известняк. В конце подогре-
вают колбочку на маленьком пламени
до тех пор, пока пузырьки CO_2 не пере-
станут выделяться. Взвешивают колбочку.

Вес колбочки после опыта = c .

Задача. I Определить процентное содержание CO_2 в
известковом шпате : x .

Вес $\text{CO}_2 = b - c$; вес $\text{CaCO}_3 = b - a$.

Содержание $\text{CO}_2 = \frac{100(b-c)}{b-a} \%$.

II Найти атомный вес Ca : y .

Атомный вес $\text{C} = 12$; атомн. вес $\text{O} = 16$;

атомн. вес $\text{CO}_2 = 44$; атомн. вес $\text{CaO} = y + 16$

$$\frac{y + 16}{44} = \frac{100 \frac{b-c}{b-a}}{100 - \frac{100(b-c)}{b-a}} = \frac{b-a}{c-a}$$

$$y = \frac{44(b-a)}{c-a} - 16$$

Опыт 20.

Тема: Приготовление $Pb(NO_3)_2$, его состав и
реакции ions Pb^{2+} :

Приборы: Штатив с пробирками.

Жадефовая лампа

Водяная баня

Торелка

Лампа

Воронка.

Реактивы: свинец

HNO_3 конц.

$NaOH$ раств., Mg раств., Na_2CO_3 раств., HCl -разв.

KI раств., H_2SO_4 разв., виннокислый аммоний

раств., H_2O_2 разв., H_2S , Уголь, Сода.

Растворение свинца. Для опыта применяют свинец, остав-
шийся в лодочке после восстановления во-
дородом в опыте 11. Обе лодочки вместе
со свинцом вводят в пробирку и обли-
вают небольшим количеством крепкой
азотной кислоты. Реакция протекает
довольно бурно с выделением бурых па-
ров. Записать формулу реакции.
Когда реакция окончилась вливают рас-
твор в небольшую жадефовую лодочку

и выпаривают до суша на водяной бане.⁸⁴
Остаток растворяют в горячей воде; если
не все растворяется, фильтруют и филь-
трат прозрачный берут для изледования.

Реакция на Pb I Прибавляют к раствору $Pb(NO_3)_2$ в
пробирке немного раствора $NaOH$: получается
осадок $Pb(OH)_2$.

Полученный осадок растворяют:

а) в избытке HNO_3 ,

б) в избытке $NaOH$.

II К раствору свинцовой соли прибавляют
раствор NH_3 .

Растворяется ли осадок в избытке NH_3 ?

Объяснить разницу в действии $NaOH$ и
 NH_3 на $Pb(OH)_2$.

III К раствору $Pb(NO_3)_2$ прибавляют рас-
твор Na_2CO_3 . Получается осадок $PbCO_3$.

Полученный осадок растворяют в разведен-
ной HNO_3 .

IV К раствору $Pb(NO_3)_2$ прибавляют раз-
веденную HCl . Осаждается трудно раство-
римый $PbCl_2$. Растворить немного осадка
в горячей воде. При охлаждении получен-
ного раствора $PbCl_2$ снова выпадает в кри-
сталлической форме.

V К раствору $Pb(NO_3)_2$ прибавляют несколько

капель раствора H_2S . Получается желтый осадок PbS_2 . 85.

Звебальное количество осадка растворяют в избытке H_2S . Каким количеством H_2S образуются при растворении PbS_2 ?

II К раствору $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ прибавляют разведенную H_2SO_4 . Выпадает белый нерастворимый PbSO_4 .

Полученный осадок растворяют:

a) в NaOH ,

б) в растворе виннокислого аммония.

III К раствору $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ прибавляют раствор $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Выпадает желтый PbCrO_4 .

Осадок растворяют:

a) в NaOH ,

б) в HNO_3 .

IV В пробирку с раствором $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ пропускают H_2S . Выпадает PbS черного цвета.

При нагревании в крепкой HCl PbS переходит в раствор.

V Полученные кристаллы $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ нагревают на угле с Na_2CO_3 в наклонном пламени (наклонная трубка, восстановительное пламя). Получается металлический коралек свинца и желтый налет вокруг него.

Полученный коралек пытаются молотком.

VI Записать уравнения всех приведенных реакций Pb :

Опыт 21.

Цель. Получение и осушение N_2 .

Приборы: Жироплавная трубка 20 см. длины, запаянная с одного конца.

K ней резиновая пробка с газотводной трубкой.

U-образная трубка с крапалом (ср. рис. 27)

Толстостенный (батарейный) стакан.

Газопроводная бутылка.

Весы для тарирования.

Сорелка Гунзена.

Реактивы: Всушенный азотнокислый свинец.

Кремный раствор N_2O (около 30%).

Снег.

Соль.

Выполнение - В жироплавную трубку A (рис. 27) вво-
дятся дым около 10 гр. предварительно высушенный

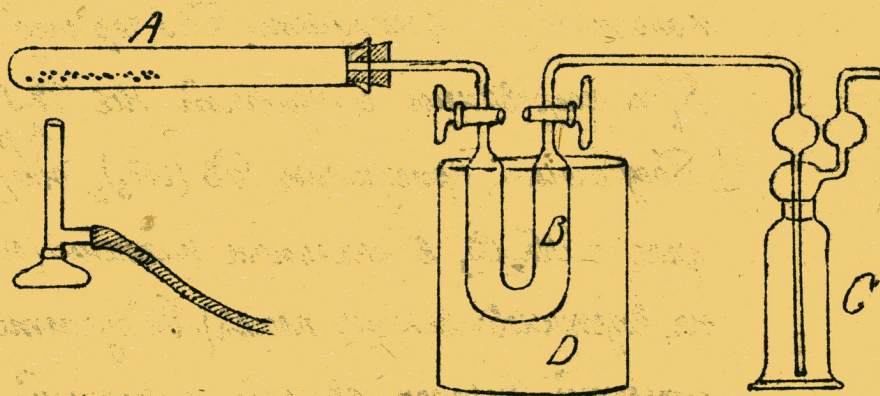


Рис. 27

Получение и осушение N_2 путем разложения $Pb(NO_3)_2$

азотнокислой солью, $Pb(NO_3)_2$. Трубку A

осудиняют с сухой N-образной трубкой 87.
В нее газопроводной стеклянной В. Трубка
В погружается в смесь льда с солью, заключенную
в баттареинский стаканчик Д. В
прямую стеклянную С вводят около 30 см³
30%-ого раствора NaOH.

Открыв оба края трубки В, подогревают
азотобиснитридную соль в тигельной трубке.

Происходит разложение:



Перекись азота сгущается в трубке В.

После окончания реакции закрывают оба
края. Наблюдают цвет жидкого азота
в нагретом и в холодном виде, в газобразном
и в жидком состоянии.

Трубку с жидкой NO_2 сохраняют до следующего опыта.

Опыт 22.

Тема. Диссоциация N_2O_4 по плотности газа.

Закон химического равновесия.

Приборы: Литровая колба с двумя краями (рис. 28).

Точные весы.

Весы для тарирования.

Термометр

Барометр

Манометр

Промывная стеклянка с конц. H_2SO_4

Реактивы: U-образная трубка с N_2O_4 от опыта 21.

Определение плотности Литровую колбу, снабженную газопроводной и газотводной трубкой и двумя краями

N_2 при ат- (рис. 28) наполняют сначала сурым воздухом и взвешивают на точных весах.

давлении. Вес колбы с воздухом = а. Затем соединяют

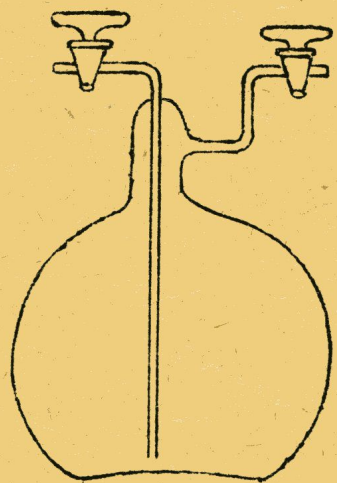


Рис. 28.

ПЛОТНОСТЬ N_2O_4

газопроводную трубку с U-образной трубкой В (рис. 27), содержащей N_2 от предыдущего опыта а газотводную трубку с промывной стеклянкой, содержащей 30%-ый раствор

№ 08 (ср. предыдущий опыт). Вазреван 89.
слегка трубку с фидной N_2 , наполняют
колбу бурыми парами N_2 , закрывают оба
крана, разнимают прибор и взвешивают
колбу с N_2 на точных весах. Вес колбы с
 $N_2 = b$.

Отмеряют давление (барометрическое) и
температуру.

Наполняют колбу вплоть до кранов водой
и взвешивают на неточных весах.

Вес колбы с водой = c .

В конце выливают воду и тщательно
просушивают колбу и газотворную труб-
ку с кранами.

Вычисление Объем колбы = $c - a$ см³

плотности Вес воздуха в колбе при 0° и 760 мм. давле-

N_2O_4 по воздуху. ния = $(c - a) 0,0012927$ гр.

Вес воздуха в колбе при t° и p мм. давления:

$$X = (c - a) 0,0012927 \cdot \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{p}{760} \text{ гр.}$$

Вес перекиси азота при t° и p мм. дав-

ления: $Y = X + (b - a)$ гр.

Плотность перекиси азота при t° и
 p мм. давления по отношению к воздуху.

$$\gamma = \frac{X + (b - a)}{X} \quad (1)$$

Молекулярный
вес перекиси
азота.

Молекулярный вес вещества в газообразном
состоянии вычисляется согласно приведен-

ныи на стр. 35 данным по формуле:

$$M = \frac{62400 \text{ мТ}}{p \cdot \pi}$$

Плотность воздуха при t° и p мм.

$$= 0,0012927 \cdot \frac{273}{273+t} \cdot \frac{p}{760} = 0,00046435 \cdot \frac{p}{273+t}$$

Следовательно плотность перекиси азота

при t° и p мм. (т. е. вес 1

$$\text{см}^3): S = 0,00046435 \cdot \frac{p}{273+t} \cdot \gamma \quad (2)$$

Подставляем в ур. для M :

$$m = 0,00046435 \cdot \frac{p}{273+t} \cdot \gamma$$

$\gamma = 1$, получаем для перекиси азота

$$M = 62400 \cdot 0,00046435 \gamma = 2,8975 \cdot \gamma$$

Теоретический молекулярный вес N_2

$$M_1 = 46,01$$

Теоретический молекулярный вес N_2O_4

$$M_2 = 92,02.$$

С которым из приведенных здесь чисел совпадает найденный молекулярный вес перекиси азота? Какое заключение можно вывести отсюда относительно состава пара перекиси азота?

Степень диссоциации Из 100 молей N_2O_4 α молей распадается на N_2 согласно уравнению:



В состоянии равновесия мы получаем, следовательно:

$(100 - \alpha)$ молей N_2O_4 + α молей N_2 , в сумме $100 + \alpha$ молей газа.

Величину d называют степенью диссоциа-
ции.

Все 100 молей $N_2O_4 = 92,02 \times 100$ гр.

Объем газа = $22420 \times (100 + d)$ см³. При 0° и 760 мм.

Объем газа при t° и давлении p :
 $= 22420 (100 + d) \frac{273 + t}{273} \cdot \frac{760}{p}$ см³.

Плотность переноса азота:

$$S = \frac{92,02 \times 100 \times 273 \times p}{22420 (100 + d) (273 + t) \times 760}$$

Отсюда вычисляем степень диссоциации:

$$d = 100 \left[\frac{92,02 \times 273 \times p}{22420 \times 760 (273 + t) \times S} - 1 \right]$$

$$d = \frac{0,14743 p}{(273 + t) \times S} - 100$$

Величину S подставляем из ур. (2) на основании
произведенного определения.

$$d = \frac{0,14743}{0,00046435} \cdot \frac{1}{2} - 100$$

$$d = \frac{313,5}{2} - 100. \quad (3).$$

Определение Колбу вторично наполняют переносом a -
плотности зонта. После наполнения присоединяют
 N_2O_4 при y - колбу и водоструйному насосу и манометру,
меньшей как в опыте 7 (ср. стр. 23) и уменьшают да-
влением. ление приблизительно до 1/2 атмосферы. За-
крыв край, определяют давление q и темпе-
ратуру t . Затем закрывают оба края кол-
бы и взвешивают ее на точных весах:
все колбы с переносом азота = d .

Соединив колбу снова с водоструйным насо-

1) Объем 1 моля газа при 0° и 760 мм.
давления = 22420 см³ (ср. стр. 34).

сам, уменьшают давление газа приближенно до $\frac{1}{4}$ атмосферы и повторяют определение давления, температуры и веса.

Закон дей- Произведения из парциальных давлений образующих-
ствий масс. ся веществ, возведенные в порядок в степени,
соответствующую числу реагирующих молекул
данного вещества, разделенное на произведение пар-
циальных давлений реагирующих веществ, воз-
веденные в соответствующий степеням - есть ве-
личина постоянная при данной температуре.

Для реакции



получаем равенство

$$\frac{p_2^2}{p_1} = K \quad (4)$$

обозначая парциальное давление молекул $N_2 O_4 = p_1$, а парциальное давление молекул $NO_2 = p_2$.

Величину K называем постоянной
равновесия. Постоянная равновесия зависит
от температуры, но не зависит от давления.

Вычисление Закон Дальтона. Парциальное давление
парциальные давление каждого газа (или пара) в газовой
смеси пропорционально числу молей этого
газа или пара.

Из 100 молей $N_2 O_4$ в состоянии равновесия мы получаем $(100 - \alpha)$ молей $N_2 O_4$ и 2α молей

N_2 , в сумме $100 + d$ молей газа. Известно =
Вамин закона Дальтона

$$\frac{p_1}{p_1 + p_2} = \frac{100 - d}{100 + d}$$

$$\frac{p_2}{p_1 + p_2} = \frac{2d}{100 + d}$$

$$p_1 + p_2 = p$$

Отсюда

$$p_1 = \frac{(100 - d)p}{100 + d}$$

$$p_2 = \frac{2d p}{100 + d}$$

Подставляя величины p_1 и p_2 в уравнение (4),
получаем:

$$K = \frac{4d^2 p}{(100 + d)(100 - d)} \quad (5)$$

Для первого определения (при атмосферном давлении) подставляем d из ур. (3)

Для определения при уменьшенном давлении d вычисляется следующим образом.

Вычисление Вес колбы с воздухом = a гр.

отменив грес- Вес воздуха при t° и p мм.
унами пере- = $\frac{(c - a) \times 0.0012927 \times 273 \times p}{(273 + t) \times 760}$ гр.

веса азота Вес пустой колбы
при уменьш- = $a - \frac{(c - a) \times 0.0012927 \times 273 \times p}{(273 + t) \times 760}$ гр.

ном давлении. Вес перекиси азота при t° и q мм.
= $d - a + \frac{(c - a) \times 0.0012927 \times 273 \times p}{(273 + t) \times 760}$ гр.

Вес равного объема воздуха при ман-же q мм.
и температуре t°

$$= (c - a) \frac{0.0012927 \times 273 \times q}{(273 + t) \times 760} \text{ гр.}$$

Плотность перекиси азота по отношению к воздуху под давлением p (около $\frac{1}{4}$ атмосферы)

$$\gamma_1 = \frac{(d-a)(273+t) \times 760 + (c-a)0,0012927 \times 273 p}{(c-a)0,0012927 \times 273 p}$$

По той же формуле находим плотность перекиси азота под давлением около $\frac{1}{4}$ атмосферы: γ_2 . Подставим γ_1 и γ_2 в уравн. (3) вычисляем степень диссоциации N_2O_4 под заданным давлением d_1 и d_2 и из уравн. (5) соответствующую постоянную равновесия K_1 и K_2 . Сравниваем полученные значения K_1 , K_1 , и K_2 . Выясняем ли они друг с другом. Найдите наиболее вероятную величину K .

Задача.

Вычислить степень распада N_2O_4 под давлением в 46,8 мм. на основании найденной постоянной.

Как меняется степень распада N_2O_4 в зависимости от давления?

Опыт 23.

Тема: Получение SO_2 действием меди на серную кислоту. Выделение газов.

Приборы: Колба в 250 см^3 (круглодонная).
 К ней пробка с двумя отверстиями.
 Предохранительная воронка.
 Песочная банка.
 Горелка.
 Промывная стекляшка.
 U-образная трубка с двумя крапалками.
 Градусный стакан.
 Термометр до -20° .
 Стакан в 250 см^3 .
 Штатив с пробирками.

Реактивы. Медные стружки
 Крестовая H_2SO_4 .
 Снег (или измельченный лед).
 Соль.
 30% раствор $NaOH$.

Растворы: $NaOH$, KNO_3 , $B(Cu_2CO_3)_2$, $AgNO_3$, $MgCl_2$,
 $I + KI$, KNO_3 , крапалочный раствор.
 KI крест.

Действие H_2SO_4 на медь. В колбу А внести в количестве в 250 см^3 вводят 10 гр. медных стружек. Через предохранительную воронку наливают 15 см^3 крепкой



Рис. 29.

Получение SO_2 из меди
и серной кислоты.

серной кислоты и подогревают на песчаной бане. Выделяющийся газ просушивают в прямой стеклянной трубке В крепкой серной кислотой и сушат в U-образной трубке С, погруженной в смесь льда (или снега) с солью. На 4 ложки измельченного хорошего льда берут 1 ложку соли. Температура смеси должна быть не выше -15° . Оставший несушеный газ впускают в 30%-ый раствор NaOH в колбе Д.

Водород, выделяющийся при действии меди на серную кислоту действует „in statu nascendi“ на серную кислоту, восстанавливая последнюю в сернистую кислоту. Получаются

следующия две последовательных
реакции:



дающая в итоге:



Когда выделение газа прекратилось,
закрывают края трубочки с жидким
 SO_2 и разбирают аппарат. Сухой
сернистый ангидрид применяют для опыта
26. ¹⁾ Колбу с остатком сохраняют для
опыта 24.

Свойства

В маленькую сухую пробирку вводят
жидкого SO_2 : несколько кристаллов $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Пробирочку
охлаждают в смеси снега с солью и при-
мывают несколько капель жидкого SO_2 .
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ растворяется, образуя раствор жел-
того цвета.

Жидкий SO_2 растворяет некоторыя
соли. Полученные растворы являются
хорошими проводниками электрического
тока. Следовательно, жидкий SO_2 — по-
добно воде — является ионизирующим
растворителем..."

¹⁾ И-образную трубку с жидким SO_2 следует хранить в охлажден-
ном месте, при температуре не выше 0° .

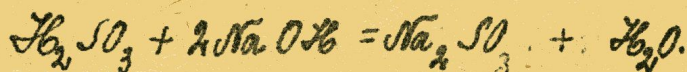
Газообразный SO_2 из H_2O -образной трюбки⁹⁸ пропускают через воду, насыщая ее в колбе, вместимостью в 100 см^3 . SO_2 растворяется в воде, образуя сернистую кислоту:



Вопросы

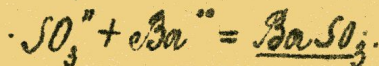
SO_3

Полученный раствор H_2SO_3 нейтрализуют раствором $NaOH$: получается соль (сульфит).

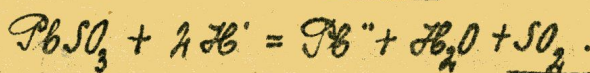
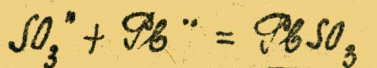


Раствор дает:

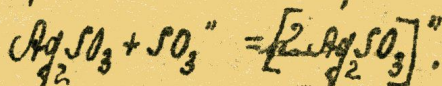
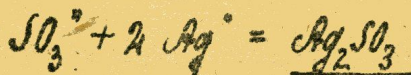
а) с хлоридом бария белый осадок, растворимый в разбавленной HNO_3 :



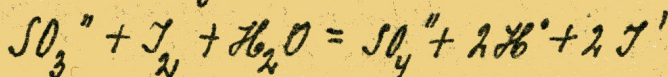
б) с уксуснокислым свинцом белый осадок, растворимый в разбавленной HNO_3



в) с азотнокислым серебром белый осадок, растворимый в разбавленной HNO_3 и в избытке раствора Na_2SO_3 :



г) раствор поща в поглотителю ками возмановеть и обезвреивается:



г) раствор K_2CO_3 возматовывается поном SO_3 , ^{90.} _{вх.}
 делят пог:



Экспериментальную бумажку пропитывают рас-
 твором K_2CO_3 , к которому добавлен раствор кри-
 стала. Бумажку, сложенную уназранным раство-
 ром, удерживают на гласован стеклышке, ко-
 торым закрывают стакан, содержащий под-
 тепленный пынужельный раствор.

Опыт 24.

Тема:

Получение нитрата купороса.

Свойства нитрата Cu .

Приборы:

Колба с остатком от опыта 23.

Кремниевая чашка.

Боросиликатная.

Защитная банка.

Штатив с пробирками.

Прибор Киппла для H_2

Платиновая проволока.
 Дельная трубка

Реактивы:

H_2SO_4 разбавл.

Растворы: KNO_3 , виннокислый аммоний, NH_3 , HCl ,

$FeSO_4$, KNO_2 , H_2SO_3 , $K_2Cr_2O_7$ (сн)₆

Вода

Уголь древесный

Бумага.

Выпаление опыта. В колбу с остатком от опыта 23 прили-
вают воду, подогревают на водяной бане и если
не все растворилось добавляют серной кис-
лоты. Полученный голубой раствор фильт-
руют в кристаллизационную чашку и высу-
шивают на водяной бане до момента, когда
начнут выделяться кристаллы. (Какой состав
кристаллов?) Часть кристаллов высушивают
тщательно фильтровальной бумагой. Несколь-
ко сухих кристаллов вводят в пробирку и
подогревают. Какая реакция происходит?
Часть кристаллов растворяют в воде и
проделывают ниже следующие реакции.

Реакции иона Cu^{2+} : I К раствору CuSO_4 прибавляют немного
раствора NaOH . Получается голубой осадок
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Часть полученного осадка нагревают
с водой в пробирке. Голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$
превращается в черную CuO (окисел меди).

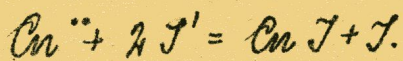
Остальную часть осадка растворяют в
растворе синьнокислого аммония в при-
сутствии свободного NaOH .

II К раствору CuSO_4 прибавляют несколько
капель раствора NH_3 . Получается зелено-
ватоголубой осадок оксисоли.

101.

Осадок растворяют в избытке NH_3 . Получается раствор темно-голубого цвета, содержащий комплексный ион $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$.

III К раствору CuSO_4 прибавляют несколько капель раствора KI . Раствор окрашивается в бурый цвет от выделения йода. Тодная медь восстанавливается при этом в подкисленную медь:



К полученному осадку прибавляют раствор FeSO_4 . При этом йод восстанавливается и бурый окраска раствора исчезает. Остается осадок CuI белого цвета.

IV К раствору CuSO_4 прибавляют раствор KCN . Выделяется темный осадок $\text{Cu}(\text{CNS})_2$, который медленно восстанавливается в белую родантосу медь $\text{Cu}(\text{CNS})$.

Ускоряют это восстановление прибавлением раствора H_2SO_3 . Какое действие производит H_2SO_3 ?

V К разбавленному раствору CuSO_4 прибавляют несколько капель раствора $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Получается красноватый осадок $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$.

VI В раствор CuSO_4 пропускают H_2S из раствора HCl . Осаждается CuS .

Полученный осадок нагревают с крепкой азотной кислотой. Какая реакция происходит при этом?

102.

VII. Наибольшее количество сульфид SnSO_4 вводится на платиновой проволоке в пламя бунзеновской горелки. Благодаря этому окрашиваются пламени.

VIII. В раствор SnSO_4 погружается кончик стального пера. Образуется красная медь.

IX. Свильного сульфид соли SnSO_4 нагревают на угле с водой в восстановительной пламени платиновой трубки. Получаются блестящие металлы.

X. На закругленном кончике платиновой проволоки нагревают немного бурсы. Получается прозрачный перл. Перл погружают в горячем виде в сульфид соли SnSO_4 и нагревают в отделительной пламени платиновой трубки. Перл окрашивается в голубой цвет. Бурсы нагревают в восстановительной пламени перл становится красным от выделения меди.

XI. Сравнить уравнения всех проведенных выше реакций.

Отчет 25

Жела: Получение и осушение SO_2 путем
разложения бисульфита.

Приборы: Бутылка для отсасывания (рис. 30).
Воронка с крапом.
Водяная столешка.
И-образная трубка с двумя кранами.
Батимаретский стакан.
Термометр до -20° .
Штатив с пробирками.
Эрленмейер в 200 см³.

Реактивы: Насыщенный раствор $NaHSO_3$ (из опыта 23).

Крепкая H_2SO_4 .

Снег (плот измельченный лед).

Соль.

30% раствор $NaOH$

К.Т. крепост.

Растворы: $NaOH$, KNO_3 , $Fe(CO_3CO_2)_2$, $AgNO_3$, H_2SO_4 .

У + К.Т., KNO_3 .

Кремнистый раствор.

Получение SO_2 : В бутылку для отсасывания в 500 см³ (рис. 30) наливают 150 см³ раствора $NaHSO_3$, полученного впуская SO_2 в 30%-ый раствор $NaOH$ в торец 23. В воронку, снабженную крапом наливают крепкую H_2SO_4 . Бутылку для отсасывания осе-

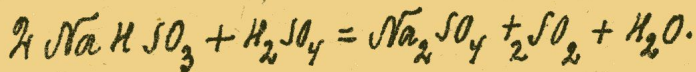
диаметр с пралывной стеклянной в кривой H_2SO_4 и в U-образной трубкой, как показано на рис. 29. Все суженный SO_2 пропускают в эrlenмейер, содержащий 30%-ый раствор $NaOH$.



Рис. 30.

Получение NO_2 из бисульфитъ.

U-образную трубку охлаждают в баттарейном стакане смеси льда и соли. Открыв немного край воронки впускают по каплям H_2SO_4 в бутылку, содержащую $NaHSO_3$. Происходит реакция:



С полученным и суженным в U-образной трубке SO_2 , производяют все опыты, указанные в опыте 43.

Остаток окисленного SO_2 сохраняют для следующего опыта.

Опыт 26.

Жела: Желота испарения SO_2 .
Приборы: 2 стакана в 450 см^3 и в 300 см^3 . (рис. 31).
 Латунная мешалка
 Коническая колба в 200 см^3 .
 Термометр с делениями в $1/10^\circ$.
 Весы для титрования
 U-образная трубка с SO_2 от опыта 23 (или 25).

Реактивы: Сухой SO_2 от опыта 23 (или 25).
 30%-ый раствор $NaOH$.

Тепловые

единицы: Количество теплоты, потребное для нагревания 1 гр. воды нормальной температуры ($17^\circ - 20^\circ$) на 1 градус называют малой калорией: cal. Количество теплоты, потребное для нагревания 1 килограмма воды нормальной температуры на 1° , называют большой калорией: Cal.

$$1 \text{ Cal.} = 1000 \text{ cal.}$$

Удельной теплотой вещества называют количество теплоты, потребное для нагревания 1 гр. данного вещества на 1° .

Определение
теплотности
калориметра. Теплотностью калориметра (водный тепло) называют количество тепла, потребное для

нагревания калориметра с водой на 1° Возду-¹⁰⁶
ное тело определяют следующим образом.

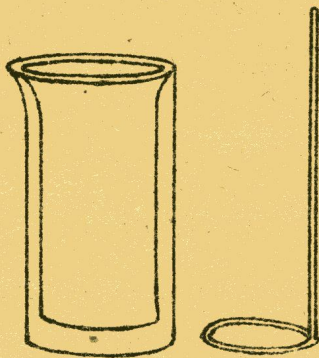


Рис. 31.
Стеклоанный калориметр.
и мешалка.

Взвешивают на не-
тожных весах внутрен-
ний стакан калориме-
тра (рис. 31). Вес = a .

Взвешивают на тех же
весах латунную мешал-
ку. Вес мешалки = b .

Во внутренний стакан калориметра вводят
 250 см^3 дистиллированной воды из измеритель-
ной колбы. Вес воды = c .

Удельная теплоемкость стекла = $0,19$

" " латуны = $0,091$

Теплоемкость калориметра:

$$W = a \times 0,19 + b \times 0,091 + c.$$

Теплоемкостью термометра при некоторых
измерениях можно пренебречь.

Выполнение
опыта.

В калориметр с водой (рис. 31) вводят
ш-образную трубочку с сферическим анкером
длиной от опыта 23 (или 26), заранее определив
ее вес: d на неточных весах. Одна концы
ш-образной трубочки соединяют с концами
той же трубочки погруженной в 30%-ый раствор
едкого натра, содержащийся в котилеской колбе,
как показано на рис. 29. Открыв нижний край

107.

U-образной трубкой дают испариться сернистой ангидриду. Испарение должно продолжаться не более 5 минут. Во время опыта перемешивают воду.

Записывают начальную температуру калориметра t_1 (до начала испарения) и конечную температуру t_2 (после испарения SO_2).

Витрируют U-образную трубку и снова взвешивают ее на точных весах: вес трубки после опыта: e .

Вытеснение.

Теплота испарения SO_2 :

$$Q = \frac{\{0,19(a+e) + 0,0918 + c\}(t_1 - t_2)}{d - e}$$

Задача:

Определить относительную точность произведенного определения.

Указать на возможные погрешности опыта.

Выделить молекулярную теплоту испарения SO_2 .

Опыт 27.Жела.Войсства гипса.Приборы:

фарфоровый тигель
 треугольник из огнеупорной глины
 штатив с кольцом
 булзеновская горелка
 эксиккатор с $CaCl_2$
 точные весы
 медаль
 бумага для наклеивки
 ступка
 фарфоровая палочка
 воздушная баня.

Реактивы:

кристаллический гипс (алебастр)
 вазелин
 фосфорный гипс.

I Задача.Ассоциация гидрата.

Около 1 гр. кристаллического гипса помещают в фарфоровый тигель и взвешивают. Вес гидрата = а. Установив тигель на треугольнике из огнеупорной глины, нагревают его при красном калении до постоянного веса. После охлаждения тигля в эксиккаторе, снова взвешивают. Вес ангидрида = в.

Определение
 формулы гидрата.

Требуется вычислить число частей воды

а, соединенное с 1 частью $CaSO_4$.

$$\text{Вес } CaSO_4 = b.$$

$$\text{Вес } H_2O = a - b.$$

$$\text{Молекулярный вес } CaSO_4 = 136$$

$$\text{Молекулярный вес } H_2O = 18$$

$$\frac{b}{a-b} = \frac{136}{18a}$$

$$a = \frac{136(a-b)}{18b}$$

Написать формулу гипрата гипса.

Вязывание. Медаль (или монету) тщательно протирают щеткой и мылом. Вокруг ее края прижимают цилиндр из бумаги в 4 см. высотой.

В ступке, смазанной вазелином, смешивают жженый гипс с водой в таком количестве, чтобы получилась эластичная масса и полукругом таким образом массу вытравляют на медаль. Спустя 10 минут, когда гипс затвердеет, снимают бумажный край и гипсовый оттиск (негатив).

Первый гипс. Прочащенный в первом опыте гипс растирают с несколькими каплями воды. Объясняют наблюдаемое явление.

Жженый гипс. Полученный во втором опыте отбиток разбивают в ступке и нагревают на плите порошка в фарфоровой палочке до 130° (в воздушной бане). Гипс "кипит". По окончании

110.
"дегидратации" смешивают порошок с
небольшим количеством воды и записыва-
ют результат наблюдения.

Написать реакции гидратации, дегидра-
тации и полного обезвоживания гипса.

Опыт 28.

Тема: Теплота гашения извести.

Приборы: Стеклолитный калориметр из опыта 26 (рис. 31).

Термометр с делениями на $1/10^\circ$.

Измерительная колба в 250 см³.

Точные весы.

Весы для тарирования.

Весовой стакан с притертой пробкой в 50 см³.

Реактивы: Свежая свежегашеная известь.

Определение Теплоемкость ("воздушное тепло") калориметра

теплоемкости определяется также, как в опыте 26.

калориметра.

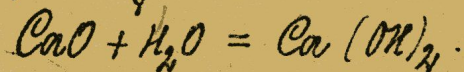
Выполнение В калориметр вводят 250 см³ дистил-
опыта. лированной воды из измерительной колбы.

В весовом стакане с притертой пробкой
взвешивают на точных весах 20-25 гр. све-
жей свежегашенной извести в большие куски.

Вес стаканка с известью = d .

III.

Определяют начальную температуру калориметра: t_1 . Из стаканка высыпают в калориметр известую и перемешивают до тех пор пока куски извести не распадутся на мелкий порошок. Дальше извести пропускают согласно схеме:



Отчитывают температуру калориметра после опыта: t_2 . Определяют вес стаканчика на точных весах: e .

Выводы: Выделившееся при опыте количество тепла равно:

$$q = \{0,19a + 0,091b + c\} (t_2 - t_1)$$

Молекулярный вес $\text{CaO} = M$.

Плотность гашения извести равна:

$$Q = \frac{\{0,19a + 0,091b + c\} (t_2 - t_1) M}{d - e}$$

Опыт 29. ^{х)}

Тема: Реакции понов Fe²⁺ и Fe³⁺

Аппарат: И коническая колба по 100 см³.

Воронка

Штатив с пробирками

Горелка

Платиновая проволока вставная в стеклянную трубку.

Реактивы. Порошкообразное железо, восстановленное из оксида железа в опыте 10.

H₂SO₄ разбав.

Угнетривальная бумага.

Уголь (древесный)

Железистый купорос.

Бумага

KMnO₄ кристалл

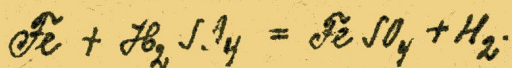
Реактивы: NaOH, NH₃, Na₂CO₃, HCl (зд!), H₂O₂ (ср.),

H₂O₂ (ср.), NH₄Cl, соляк, Na₂SO₄, (NH₄)₂S, NH₄Cl

Реакция пона Полученный после восстановления водородом

Fe²⁺: в опыте 10 порошок железа высыпает в коническую колбу в 100 см³ и обильно разведет серной кислотой. Железо растворяется, выделяя водород:

^{х)} Этот опыт проводят в связи с определением эквивалентного веса железа (ср. опыт 9) как с восстановлением оксида железа водородом (титр.)



На ряду с водородом выделяются незначительные количества углеродородов (которые можно узнать по запаху) если железо содержит примеси углерода. Если часть порошка не растворилась, то фильтратом раствор FeSO_4 и прозрачный фильтрат делит на две части. Первую часть изследуют на реакцию ферриона: Fe^{+++} .

I. К раствору FeSO_4 прибавляют раствор NaOH.

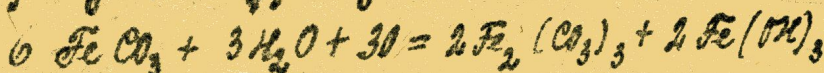
Получается белый осадок гидроксида закиси железа, который под влиянием кислорода воздуха окисляется в бурый гидрат окиси железа:



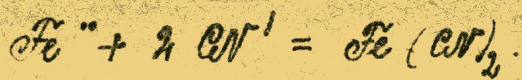
II. В растворе Na_2CO_3 образуется белый осадок углекислой закиси железа:



От действия кислорода воздуха эта соль окисляется в соль окиси железа: последняя однако разлагается водой образуя бурый гидрат окиси железа («гидролиз»):



III. В растворе HCl (2%) образуется бурый осадок углекислотной закиси железа:



117.

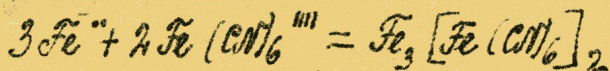
В избытке KCN этот осадок растворяется образует комплексный ион ферроциана, входящий в состав желтой кровяной соли:



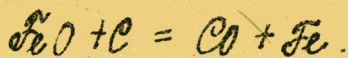
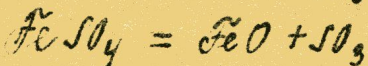
IV. В растворе $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ получается белый осадок: ферроферроцианид, быстро синеложный вследствие окисления:



V. В растворе $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ образуется темнокрасный осадок ферроферроцианида, называемый Тюрк-булловой смесью:



VI. Несколько кристаллов $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ нагревают на угле в восстановительном пламени паяльной трубки. Соль восстанавливается в серые кусочки металлического железа.

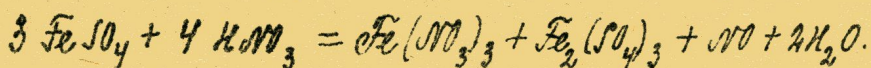


VII. На кончике платиновой проволоки сплавляют немного бурсы (нат. ферроциано аммониево-натриевой соли: $\text{Na NH}_4 \text{Fe}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Сплавленный перл погружают в измельченный железный купорос и нагревают в восстановительном пламени паяльной трубки. Перл окрашивается в зеленый цвет. (Причина зеленого

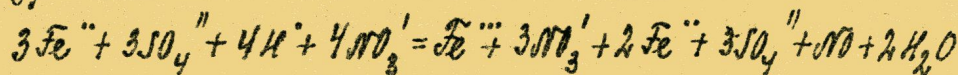
цвета низкие сорта стекла. В ^{115.}оптимальном пламени паяльной трубки пера окрашивается в бурый цвет.

VIII. Остаток раствора $FeSO_4$ наливает на ровное стекло и выпаривают на водяной бане.

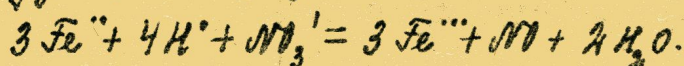
Отделение К раствору $FeSO_4$ (второй порции полученной соли затем растворителем железа раствора) прибавляют железа в несколько капель крепкой азотной кислоты и соль окисл. подогревают в коническом стакане на железной сетке. Феррон окисляется в феррион.



Полная реакция происходит согласно уравнению:



В упрощенном виде можно написать это уравнение следующим образом:



Реакции В полученном растворе сернокислой ферритона окисл железа (феррисульфата) выделяются следующие реакции.

I. В растворе NaOH образуется бурый осадок гидрата окиси железа:

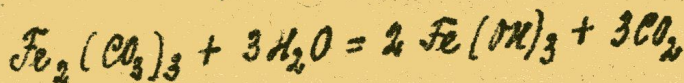
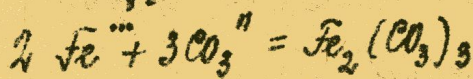


Этот осадок легко растворяется в разбавл. HNO_3 :

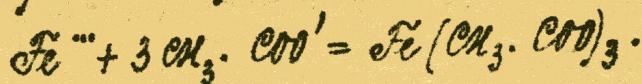


В избытке щелочи он не растворяется.

II. В растворе Na_2CO_3 образуется тот же осадок гидроксида окиси железа с выделением CO_2



III. Раствор $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ нейтральной реакцией Na_2CO_3 . (Полученный от избытка Na_2CO_3 осадок снова растворяют прибавлением нескольких капель HCl). К полученному нейтральному раствору прибавляют раствор $\text{NH}_4\text{C}_2\text{O}_4$. Получается темно-красное окрашивание:



Полученный раствор разбавляют в 10 раз водой и кипятят в коническом стакане на пробирочной сетке в течение 5 минут. Вследствие гидролиза ацетата железа образуется осадок гидроксида окиси железа (нат. основную уксуснокислую соль):

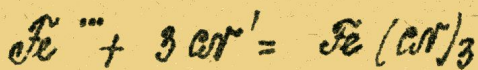


(Какая соль подвергается гидролизу?)

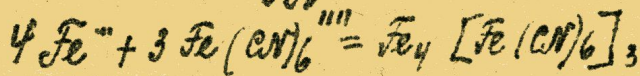
IV. В растворе $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ получается черный осадок сернистого железа: FeS :



V. В растворе KCN образуется осадок феррицианида, растворимый в избытке реагента:



VI. От прибавления раствора $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ получается темнокрасный осадок ферриферроцианида («берлинская лазурь»).



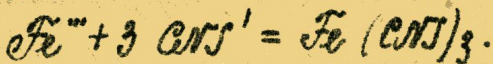
Очень чувствительная реакция.

VII. В растворе $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ осадка не образуется, а лишь темное окрашивание:



Отличие от солей закиси железа.

VIII. В растворе NH_4SCN получается темнокрасное окрашивание вследствие образования железосоединенного ферроцианида:



Весьма чувствительная реакция Fe^{+++} .

IX. Остаток раствора $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ выпаривают на плоском стеклышке на водяной бане до появления кристаллов.

X. Листь кристаллов нагревают на угле в восстановительном пламени паяльной трубки. Результат тот же, как для солей закиси железа.

XI. Листь кристаллов $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ нагревают в перле бурже (или в фосфорном перле) в восстановительном и в окислительном пламени паяльной трубки. Результат тот же, что и для солей закиси железа.

Опыт 30.Тема: Вулканизация.

Приборы: 2 бюретки по 50 см³.
 2 пипетки по 10 см³.
 2 малых пробирки
 штатив для бюрок.
 2 измерительных колбочки по 100 см³.
 2 конические колбочки по 100 см³.
 бутылка с бюреткой и предохранительной
 трубкой для раствора $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
 ареометр и цилиндр
 бутылка с пробкой и бюреткой и с предохранительными трубками.

Реактивы: H_2SO_4 разведенная (молая)
 Na_2CO_3 прокаленная (молая)
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 Сода прожаренная
 Уголь прожаренный
 Метилоранж
 бромолфталеин.
 натристая известь.

Задача I. Приготовление 1/1-нормальной H_2SO_4 .

1/1-нормальной раствором кислоты называют раствор, содержащий в 1000 см³ столько граммов кислоты, сколько соответствует одному

Эквиваленту замещаемого в кислоте водорода¹¹⁹.

Одна грамм-молекула H_2SO_4 содержит два эквивалента H (кислота двуосновная). Одному эквиваленту H соответствует поэтому $\frac{1}{2}$ молекулярного веса H_2SO_4 , т. е.

$$\frac{2,016 + 32 + 64}{2} = 49,008 \text{ гр.}$$

Содержание H_2SO_4 в данной разбавленной серной кислоте определяется по ее удельному весу посредством ареометра. Со таблице, указанной в конце руководства, узнаем сколько гр. H_2SO_4 содержится 1 см^3 данной серной кислоты. Это число = а. Так как в 100 см^3 нормальной кислоты должно содержаться 4,9008 гр., то приходится отмерить x см^3 данной серной кислоты, при чем x вычисляется из следующей пропорции:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ см}^3 \text{ данной серн. к.} \quad \text{---} \quad \text{а гр. } H_2SO_4 \\ x \text{ " " " " } \quad \text{---} \quad 4,9008 \text{ " } \end{array}$$

$$x = \frac{4,9008}{a} \text{ см}^3$$

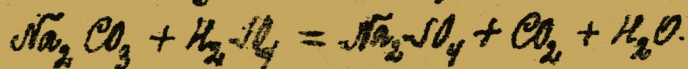
При помощи пипетки и бюретки пропалас-канные заранее данной серной кислотой при-тваем в измерительную колбочку x см^3 данной серной кислоты и добавляем дистиллированную воды до метки. Затем встряхиваем осторожно перемешивают раствор.

Задача II.

Приготовление 1-нормального раствора серн.
Нормальным раствором кислоты называют

такой раствор, который для нейтрализации требует равной доли нормальной кислоты.

Нейтрализация соды кислотой происходит согласно следующему уравнению:



$$1 \text{ эквивалент } \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{2 \times 23,05 + 12 + 3 \times 16}{2} = 53 \text{ гр.}$$

Для приготовления нормального раствора взвешиваем на газовой стекляшке 5,3 гр. чистой, нормальной (почему?) соды, высыпая осторожно (без потерь!) перышкой через воронку в измерительную колбочку в 100 см³, прополаскиваем газовой стечкой и воронку дистиллированной водой и дополняем водой до метки. Встряхивая колбочку, растворяем соду и хорошо перемешиваем раствор.

Задача III.

Установка типа H_2SO_4 по соде.

Обе бюретки промываем сначала сначала H_2O , O_2 и H_2SO_4 , чтобы отмыть их от жира, затем тщательно прополаскиваем водой и оставляют на некоторое время в обратном положении для того, чтобы вода по возможности стекла. К каждой бюретке присоединяют резиновую трубку со стеклянным шариком (ср. рис. 8) и стеклянную трубку с открытым концом. Первую бюретку прополаскивают

2-3 раза раствором $\frac{1}{1}$ -норм. H_2SO_4 , выходящая ^{121.}
 нафедный раз раствор отравит в колбонку с H_2SO_4
 и наполняют ее до нуля. Эти две операции про-
 делывают со второй бюреткой и с $\frac{1}{1}$ -норм. рас-
 твором Na_2CO_3 . В коническую колбонку в 100 см³
 приливают из бюретки 10 см³ $\frac{1}{1}$ -норм. раствора
 Na_2CO_3 , приливают одну каплю раствора ме-
 тилоранжа и "титруют" $\frac{1}{1}$ -норм. раствором
 H_2SO_4 из бюретки, т.е. приливают столько H_2SO_4 ,
 сколько нужно для изменения цвета метилоран-
 жа из фиолетового в розовый). Это определение пов-
 торяют 2-3 раза и берут среднее число см³: а.

1 см³ раствора H_2SO_4 отвечает $\frac{10}{2}$ см³ $\frac{1}{1}$ -н. раствора
 Na_2CO_3 . Это число называют "титром" серной кислоты.

Задача IV. Определение содержания Na_2CO_3 в неизвестном соде.

Взвешивают 10 г. неизвестной соды и растворяют
 это количество в 100 см³. Берут пипеткой 10 см³
 насыщенного раствора и титруют после при-
 ближения одной капли метилоранжа $\frac{1}{1}$ -н. H_2SO_4 .
 На титрование уходит 6 см³ $\frac{1}{1}$ -н. H_2SO_4 .

1 см³ $\frac{1}{1}$ -н. H_2SO_4 отвечает $\frac{10}{2}$ см³ $\frac{1}{1}$ -н. Na_2CO_3 , т.е.

" " " " $\frac{10 \cdot 53}{1000} = \frac{0,53}{1000}$ г. Na_2CO_3 .

10 см³ раствора неизвестной соды содержит 1 г.

Следовательно содержание в неизвестной соде Na_2CO_3
 равно $\frac{53}{100}$ %.

Задача V. Определение известной соды.

250 гр. крист. едкого барита, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ растворен-
 ный в 250 см³ кипящей воды в колбе. Отверстие кол-
 бы закрывают пробкой с просверленным отверсти-
 ем, через которую проходит предохранительная труба,
 наполненная натриевой известью. После охлажде-
 ния, когда осадок нерастворившегося углекислого
 бария осел на дне сосуда, вытравом сифоном плотный
 раствор и вливают последний в 2-литровую банку,
 соединенную с бюреткой, как показано на рис. 32. К

этому раствору прилива-
 ют еще около 1750 см³ воды,
 перемешивают и дают от-
 стоять.

Определение титра
баритовой воды.

Выбирают пипеткой
 точно 10 см³. $\frac{1}{10}$ -норм. H_2SO_4
 (задача I) и разбавляют в
 измерительной колбке на
 100 см³. Титр полученной $\frac{1}{10}$ -н
 H_2SO_4 будет равняться $\frac{1}{2}$ (ср.

Задача VI.

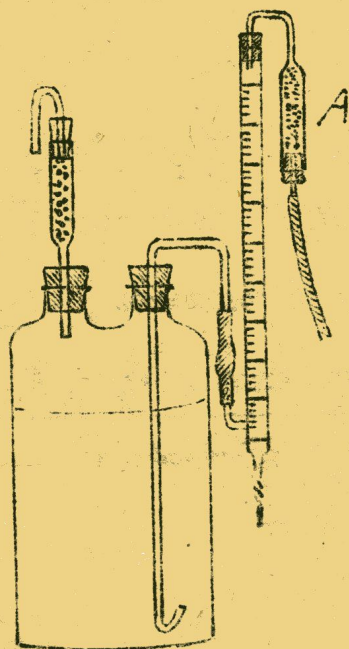


Рис. 32.

Прибор для титрования
 баритовой водой.

задачу III). Этот раствором наполняют одну из
 бюреток до нуля. Наполняют бюретку, соеди-
 ненную с бутылкой с баритовой водой до 0, вза-
 сывая последнюю через присоединенную к бюретке
 предохранительную трубку B.

В коническую колбу вливают 10 см^3 баритовой воды и титруют, после прибавления одной капли фенолфталеина $\frac{1}{10}$ -норм. H_2SO_4 . За титрование уходит $b \text{ см}^3$ H_2SO_4 . $b \text{ см}^3$ H_2SO_4 отвечает $\frac{b}{a}$ эквивалента H . Следовательно титр баритовой воды:

$$x = \frac{b}{10a}$$

Задача VII. Определение содержания кислоты в уксусе.

Выбирают pipеткой 10 см^3 уксуса и вливают в коническую колбочку. Прибавляют одну каплю фенолфталеина и титруют раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$. За титрование уходит $c \text{ см}^3$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

1 см^3 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ отвечает $\frac{b}{10a}$ эквивал. уксусн. кисл.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ COOH , т. е. $\frac{60 \cdot 6}{10a}$ % кислоты.

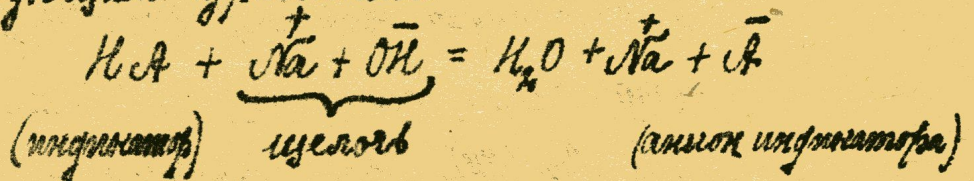
$c \text{ см}^3$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ отвечает $\frac{6 \cdot 6 \cdot c}{a}$ % кислоты.

Содержание уксусной кислоты в процентом:

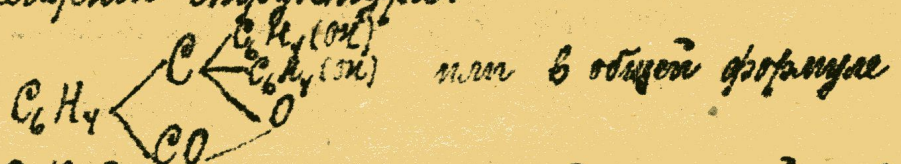
$$y = \frac{6 \cdot 6 \cdot c}{a} \cdot \frac{100}{10} = \frac{60 \cdot 6 \cdot c}{a} \%.$$

Индикаторы. Индикаторами называют вещества, меняющие свой цвет при переходе раствора через нейтральную точку. Такими веществами являются некоторые кислоты и их соли. В целом растворе эти кислоты существуют в недиссоциированном состоянии: цвет раствора отвечает цвету недиссоциированной кислоты $\text{H}\cdot\text{A}$. В целом растворе индикатор

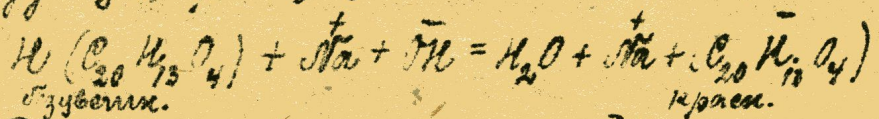
сам по себе является "нейтральной", т.е. его водородные ионы соединяются с гидроксильными ионами щелочи образуя недиссоциированную воду: в растворе остается наряду с ионами металла (щелочи) ионы кислотного остатка индикатора, которые и вызывают изменение окраски раствора. Реакция, происходящая при нейтрализации индикатора, может быть выражена следующим уравнением:



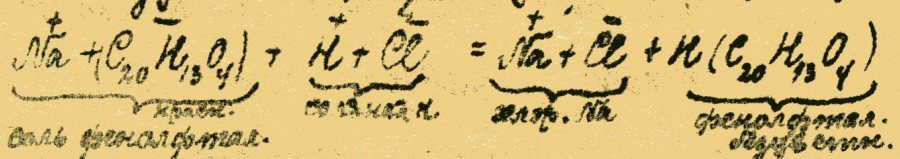
Фенолфталеин — органическое соединение сложной структуры:



$C_{20}H_{13}O_4$ является слабой кислотой и в недиссоциированном виде безцветно; анион окрашен в красный цвет. Со щелочью происходит следующая реакция:



Если титровать кислотой получается обратно безцветное (недиссоциированное) вещество:



Фенолфталеин является слабой кислотой и применяется для титрования крепких щелочей и сильных кислот. Метилоранж это метилоранж

соль глицерина; бензальдегидокислоты:



или общая формула $(\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N}_3\text{S})$. №.

В водном растворе она образует белый анион, в крепком растворе получается красноватая окисленная кислота, окрашенная в красный цвет.

Метилоранж представляет из себя соль свободной кислоты; он применяется для титрования слабых кислот.

В анализе применяется следующее правило:

слабые кислоты следует титровать крепкими щелочами (NaOH , KOH , BaO_2H_2), слабые основания

следует титровать свободными кислотами

(HCl , H_2SO_4).

Объяснит это правило.

Опыт 31.

Тема: Электролиз раствора NaOH.

Приборы: Широкогорлая банка в 200 см³
 в ней резиновая пробка с 3 отверстиями
 и никелевые электрода приваренные к металличе-
 ским никелевым проволокам (2 мм).
 и электрическая зажимка
 ламповый реостат на 4 лампы
 4 лампы по 25 (или 32) свечей с угольными нитями
 одинакового сопротивления
 электрические провода (2-3 метра)
 Контакт и розетка для прохождения прямого тока.
 2 раза согнутая газотводная трубка.
 Батарея сухой ток
 измерительная газовая трубка в 50 см³.
 барометр
 термометр
 часы
 эконимическая лампочка равного числа свечей
 как и угольная.

Реактивы: раствор NaOH (свободного от Cl) 15%.

Названия: Разложение веществ при прохождении через них электрического тока называют электролизом.

Вещества, проводящие ток и подверг¹²⁷ающиеся электролизу, называют электролитами.

Вещества образующиеся при электролитическом распаде (диссоциации) электролитов называют ионами.

Положительные ионы называют катионами.

Примеры: H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Sn^{4+} , NH_4^+ .

Отрицательные ионы называют анионами.

Примеры: Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

Поверхности (металлов), на которых происходит выделение (или образование) ионов, называют электродами.

Тот электрод, который соединен с положительным полюсом источника тока (батареи) называют анодом.

Тот электрод, который соединен с отрицательным полюсом источника тока, называют катодом.

Катионы направляются при электролизе к катоду, анионы направляются к аноду.

Закон Фарадея: Количество ионов выделяющихся на электродах пропорционально силе тока и времени:

$$m = F \cdot i \cdot t.$$

(m = масса выделяемого вещества, i = сила тока, t = время, F = постоянная).

Доказательство: Электролизер состоит из широкогорлой банки A в 200 см³, плотно закрытой резиновой

пробкой. Через пробку проведены две то-

никелевые проволоки

(1-2 мм. диаметра), при-
варенные к двум нике-
левым пластинкам а
также два раза согнутая
стеклянная трубка для
отвода газов. Банка А

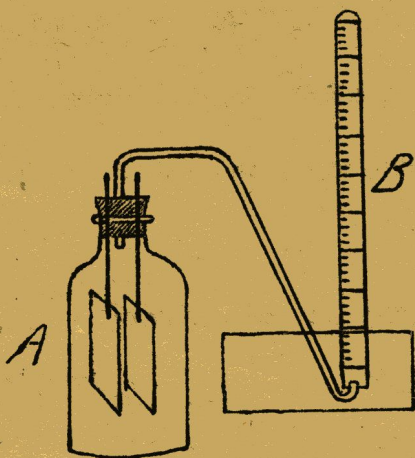


Рис. 33.

Прибор для электро-
лиз раствора NiSO_4 .

наполнена 15%-ым рас-
твором нитрата натрия (свободного от серы!).

Один никелевый электрод соединяется непосред-
ственно с одним из полюсов источника прямого
тока, второй электрод присоединяется к концу
лампового реостата, второй конец которого
соединен со вторым полюсом источника тока.
Включают одну лампу и электролизуют рас-
твор NiSO_4 в течение 10', собирая выделяющиеся
газы в измерительной трубке В. Затем повто-
ряют опыт при включении 2 и 4 ламп.

Проводят наблюдения объемы в атмосферном
давлении и проверяют закон Фарадея. Лампы
должны обладать одинаковым сопротивлением.

Расход тока на-
ольной лампы.

Один ампер выделяет в минуту:

6,96 см³ H₂

3,48 см³ O₂

10,44 см³ углекислого газа.

Среднее из предшествующих 3 определений даём нам объём кремнистого газа, выделившийся в $10' = V$.

Определяем температуру t и барометрическое давление f .¹⁾ Приводя полученный объём к 0° нормальному давлению и сухости,²⁾ вычисляем объём кремнистого газа, выделившийся в одну минуту:

$$v_1 = \frac{v(f-p)273}{10.760(273+t)}$$

Сила тока:

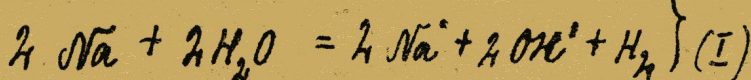
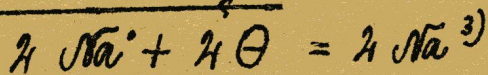
$$i = \frac{v_1}{10,44} = \frac{v(f-p)273}{10.10,44.760(273+t)}$$

Теория электролиза NaOH. Согласно теории электролитической диссоциации NaOH после растворения в воде распадается на ионы:

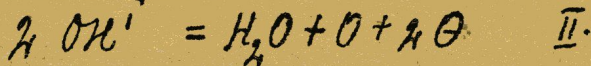


Во время электролиза происходят следующие реакции:

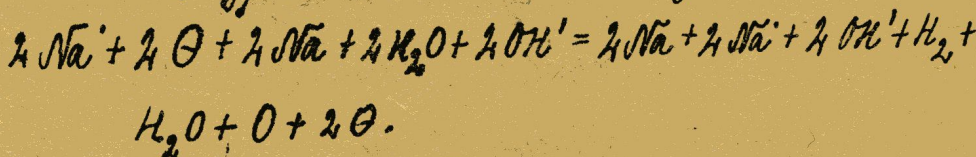
I на катоде:



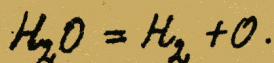
II на аноде:



Складывая уравнение I и II, получаем:



После сокращения:



1) ср. стр. 17

2) ср. стр. 18

3) Θ обозначает 1 электрон.

Э. е. электрону NaOH сводится в действительности (после удаления перекиси водорода)
к разложению воды.

Сравнение эконо- В остаток вставляются на месте одной
металлической лам- из примененных в предыдущем опыте лам-
почек с угольной пек с угольной нитью - экономическую лам-
почку, дающую равное число свечей. Производят
электрону NaOH в течение 10 (или 20) минут и вы-
тесняют силу тока i_1 . Экономический коэффициент -
уменьт вычисляется по отношению:

$$(100 - \frac{i_1}{i} \cdot 100) \text{ в процентах силы тока.}$$

Задача. Вычислить отношение сопротивлений в обеих
лампочках. Как объяснить экономиче лампочек с
металлической нитью?

Опыт 32.

Цель: Электронический эквивалент меди.

Приборы: те же, что и в опыте 31
4- угольный стакан в 500 см³.
2 медные электрода 10x10 см².
прибор Кунца для H₂(CO₂)
точные весы.

Реактивы 15% раствор NaOH (свободный от Cl)
96% спирт
раствор Эмеля: 150 гр. Cu SO₄. 5H₂O + 500 гр. H₂SO₄ (разб.)
+ 50 гр. C₂H₅OH + 1000 гр. H₂O.

131.

II закон Фара- Количество веществ, выделяемое при данной
силе тока в данное время, относится друг к другу
так, как их химические эквивалентные веса (опре-
деление эквивалентного веса: ср. опыт 9).

Первый закон Фарадея выражается уравнением:

$$m = k \cdot i \cdot t \quad (1)$$

Согласно второму закону Фарадея:

$$k = \frac{A}{F} \quad (2)$$

где A = эквивалентный вес вещества, F - константа.

Соединяя оба уравнения и обозначая:

$$\frac{1}{F} = F',$$

получаем

$$m = \frac{A \cdot i \cdot t}{F} \quad (3)$$

Если m и A выразить в граммах, силу тока в амперах, время в секундах, тогда

$$F = 96585 \text{ ампер-секунд (кулон)},$$

т.е. для выделения одного грамма эквивалента любого вещества требуется количество электричества равное 96540 ампер-секундам.

Медный куро- Для электролиза применяется раствор CuSO_4
метр. следующего состава:

150 гр. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медного купороса) +

500 гр. разбавленной серной кислоты +

50 гр. стирта +

1000 гр. воды.

Неудобство заключается в 4-угольный сосуд, в кото-

132.

роды погружаются 2 медные электрода. Катод должен быть заранее покрыт гальваническим медью. До опыта его промывают дважды водой, раз спиртом и высушивают над нагретой железной пластинкой. Затем взвешивают катод: вес = а. После этого включают в цепь тока последовательно ламповый реостат (2 лампы) электролизер с раствором NaOH (ср. предыдущий опыт) и медный кулометр и замыкают ток на 20-30 минут.

Плотность тока должна быть не больше 0,002 ампера и не больше 0,02 ампер на 1 см^2 катодной поверхности. Во время электролиза следует через раствор пропускать слабый ток водорода под уровнем амальгамы из аппарата Киппа. После опыта вынимают катод из раствора, промывают дважды водой, один раз спиртом, сушат над разогретой пластинкой железа и взвешивают. Вес = в. Определяют температуру углекислого газа, высоту воды в измерительной трубке над уровнем воды во внешнем сосуде и барометрическое давление.

Вычисление. I Приводят объем измеренного углекислого газа к нормальным условиям по формуле:

$$V_0 = \frac{v \left(f - \frac{h}{13,6} - g \right) 273}{760 (273 + t)}$$

Один эквивалент водорода + один эквивалент

14 кислорода требуют расхода в 96585 ампер-сек.

Это количество газа занимает объем $= \frac{22412}{2} + \frac{22412}{4} = 16809 \text{ см}^3$.

1 ампер-секунда выделяет $\frac{16809}{96585} = 0,1740 \text{ см}^3$ промежу-
тало газа.

Найденный объем отвечает:

$\frac{v_0}{0,1740}$ ампер-секунд.

Электрохимический эквивалент меди:

$$A_{\text{см}} = \frac{96585 (b-a) 0,1740}{v_0} \text{ гр.}$$

Водородное.

I. Общие приемы.

1. Обработка стеклянных трубок. 7.
2. Выпуск колб, цилиндров, трубок и т. п. 3.
3. Взвешивание. 5.
4. Измерительные приборы. 11.
5. Барометр. 17.
6. Приведение объема газа к нулю, нормальному давлению и сухости. 18.
7. Вычисления. 20.

II. Опыты.

1. Определение плотности воздуха. 22.
2. Коэффициент расширения воздуха. 25.
3. Плотность водорода и углеродного ангидрида. 28.
4. Плотность газов по скорости падения. 31.
5. Плотность паров. 33.
6. Разложение хлорноватокислотной соли. 38.
7. Каталитическое действие окиси марганца на разложение бертолетовой соли. 44.
8. Содержание кислорода в воздухе. 47.
9. Эквивалентный вес металла. 50.
10. Возстановление окиси меди водородом. 54.
11. Закон кратных отношений. 57.
12. Объемы водорода. 58.

13. Приведение углеродной паров воды. 61.
14. Растворимость воздуха в воде. 64.
15. Растворимость соли. 68.
16. Определение содержания соли по удельному весу раствора. 71.
17. Синтез углеродного ангидрида в воде. 75.
18. Определение углеродного ангидрида в воздухе. 78.
19. Определение углеродного ангидрида в известняке. 81.
20. Приготовление азотно-водородной соли и свойства пона Fe. 85.
21. Получение и существование двуокиси азота. 86.
22. Ассоциация двуокиси азота и закон химического равновесия. 88.
23. Получение сернистого газа действием мочы на серную кислоту. Существование SO_2 . 95.
24. Получение сернистого купороса и свойства пона Si. 99.
25. Получение и существование сернистого ангидрида путем разложения бисульфита. 103.
26. Точность испарения SO_2 . 105.
27. Объемы гипса. 108.
28. Точность гашения извести. 110.
29. Вакуум понов: Fe и Fe. 112.
30. Ацидиметрия. 118.
31. Электролиз раствора пона. 120.
32. Электрохимический эквивалент меди. 130.