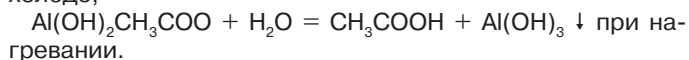
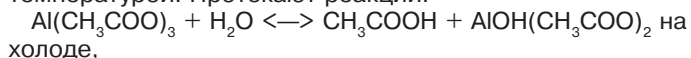


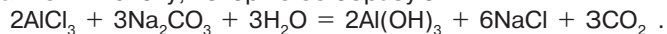
зается белый осадок, поскольку гидролиз усиливается с температурой. Протекают реакции:



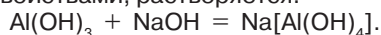
При охлаждении раствора равновесие вновь смещается влево, и осадок постепенно растворяется.

Необратимый гидролиз

К раствору соли алюминия (например, AlCl_3) в пробирке прильем раствор карбоната натрия Na_2CO_3 . Нагреем пробирку, отфильтруем образовавшийся осадок и промоем его на фильтре горячей водой для удаления избытка Na_2CO_3 . Поскольку получающаяся по реакции обмена соль алюминия образована слабыми основанием и кислотой, то она полностью разлагается водой на исходные основание и кислоту, которые ее образуют:



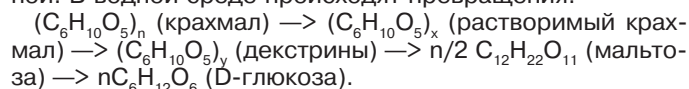
Докажем опытным путем, что полученный осадок является не солью угольной кислоты, а гидроксидом алюминия. Для этого достаточно к полученному осадку добавить раствор щелочи. $\text{Al}(\text{OH})_3$, обладающий амфотерными свойствами, растворяется:



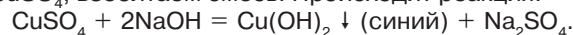
Ферментативный гидролиз крахмала под влиянием амилазы слюны

В пробирку поместим 5 капель 0,5%-ного раствора крахмального клейстера. Добавим такой же объем собствен-

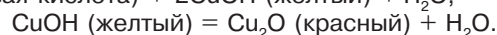
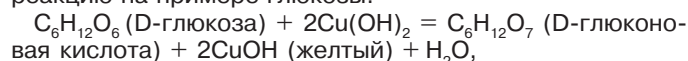
ной слюны и тщательно размешаем. Через 1–2 минуты возьмем пипеткой каплю полученного раствора и нанесем на предметное стекло. Добавим 1 каплю разведенного раствора йода в йодиде калия. Отсутствие синей окраски указывает на то, что крахмал «переварен» слюной. В водной среде происходят превращения:



К продуктам гидролиза крахмала в пробирке добавим 5 капель 2 М раствора NaOH и каплю 0,1 М раствора CuSO_4 , взболтаем смесь. Происходит реакция:



Нагреем до кипения. Цвет раствора меняется с синего на желтый (CuOH) и красный (Cu_2O). Под действием амилазы слюны гидролиз крахмала происходит до образования, главным образом, восстанавливающего дисахарида мальтозы и некоторого количества глюкозы. Рассмотрим реакцию на примере глюкозы:



Литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия. М.: Интеграл-Пресс, 2002.
2. Энциклопедический словарь юного химика. М.: Педагогика, 1982.
3. Платонов Ф.П. Лекционные опыты по общей и неорганической химии. М.: 1976.
4. Спицын В.И. Лекционные опыты по общей и неорганической химии. М.: МГУ, 1977.

Опыты с фенолом

Химии никаким образом научиться невозможно, не видав самой практики и не принимаясь за химические операции.

М.В. Ломоносов

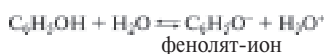
Фенол, он же оксибензол или карболовая кислота, впервые был выделен Ф.Рунге в 1834 году из каменноугольной смолы. Спустя восемь лет О.Лоран определил его строение. Сейчас фенол применяют для производства фенолоальдегидных смол, капролактама, красителей, лекарств, взрывчатых веществ и других продуктов.

В качестве продукта нормального обмена веществ фенол содержится в моче животных и человека (образуется из тирозина). В животном организме большая часть бензола превращается в фенол. В организме фенол частично окисляется до углекислого газа, часть — до гидрохинона, меньшая часть — до пирокатехина. Он связывается в организме серной и глюкуроновой кислотами и в таком виде выводится.

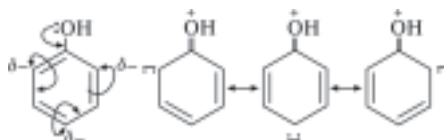
С фенолом и его растворами следует обращаться осторожно. Пыль, растворы

и пары фенола раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, а также кожу (ПДК в воздухе — 5 мг/м³, в водоемах — 1 мг/м³).

Химические свойства фенола обусловлены наличием в молекуле гидроксильной группы и фенильного ядра. Гидроксильная группа — заместитель первого рода, он способствует повышению электронной плотности в бензольном кольце и увеличению подвижности атомов водорода в реакциях электрофильного замещения. Это обусловлено тем, что одна из неподеленных пар электронов атома кислорода OH-группы вступает в сопряжение с π-системой бензольного кольца. Смещение неподеленной пары электронов атома кислорода в сторону бензольного кольца приводит к увеличению полярности связи O–H и благоприятствует отщеплению водорода в виде протона (кислотные свойства).



Таким образом, имеет место взаимное влияние атомных групп в молекуле фенола.



В школе обычно делают два опыта: один, чтобы показать кислотные свойства фенола (взаимодействие с гидроксидом натрия), и второй, чтобы доказать подвижность атомов водорода в бензольном ядре (реакция с бромной водой).

В классах с углубленным изучением химии, на факультативе или в химическом кружке можно сделать другие интересные и доступные опыты с фенолом. Они неоднократно проверены нами в школах города Пскова. В основном использовался полумикрометод — экономия реактивов, газ, вода, электроэнергия, сберегается посуда, а также удачно решается вопрос техники безопасности при работе в химическом кабинете. Часть опытов можно выполнять демонстрационно (если нет хорошей тяги).

1. Кислотный характер фенола.

Реактивы: фенол, индикаторная бумага.

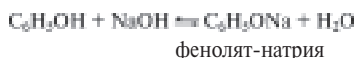
Внимание: фенол и его растворы вызывают ожоги!

Готовят концентрированный водный раствор фенола. Наносят каплю раствора на синюю лакмусовую или универсальную индикаторную бумагу. Цвет бумаги под действием карболовой кислоты изменится.

2. Образование фенолята натрия.

Реактивы: фенол, 2n раствор гидроксида натрия.

К водной эмульсии фенола по каплям добавляют раствор гидроксида натрия до получения однородной жидкости. Эмульсия исчезает, образуется фенолят натрия:



3. Цветная реакция фенола с хлоридом железа (III).

Реактивы: 3%-ный раствор фенола, раствор хлорида железа (III), раствор соляной кислоты, глицерин, спирт.

К 5–6 каплям водного раствора фенола добавляют 1–1,5 мл дистиллированной воды и несколько капель свежеприготовленного раствора хлорида железа (III). Раствор фенола дает интенсивное фиолетовое окрашивание — результат образования сильно диссоциированных комплексных фенолятов трехвалентного железа:



При добавлении кислоты, глицерина, спирта, избытка хлорида железа уменьшается степень диссоциации фенолята (следовательно, снижается концентрация окрашенных анионов) и окраска раствора исчезает. Такое же фиолетовое окрашивание наблюдается при действии раствора хлорида железа (III) на раствор резорцина.

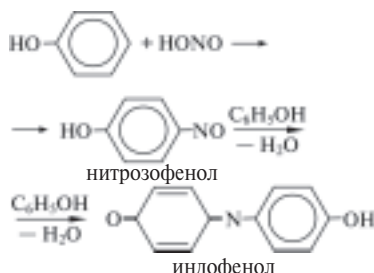
4. Индофеноловая проба (необходима тяга!).

Реактивы: 3%-ный раствор фенола, раствор аммиака (концентрированный), бромная вода (концентрированная).

К 4–5 каплям раствора фенола добавляют 4–6 капель раствора аммиака и несколько капель бромной воды. Появляется синее окрашивание, постепенно усиливающееся за счет образования индофенола. Бромная вода окисляет аммиак до азотистой кислоты:



Фенол с азотистой кислотой дает нитрозофенол, который вступит в реакцию конденсации с избытком фенола, давая индофенол, имеющий хиноидное строение. Индофенол в кислой и щелочной средах дает соли. Хиноидные ионы (катион или анион) окрашивают раствор в синий или зеленый цвет.

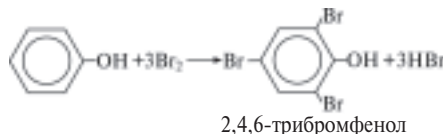


При добавлении к образовавшемуся синему раствору индофенола раствора соляной кислоты цвет его меняется на розовый.

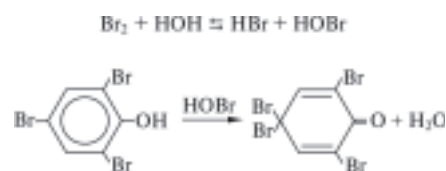
5. Действие брома на фенол в водном растворе (необходима тяга!).

Реактивы: 3%-ный раствор фенола, бромная вода, бензол, раствор иодида калия.

К 5–6 каплям водного раствора фенола добавляют по каплям бромную воду. Образующаяся сначала взвесь при встряхивании исчезает; при дальнейшем прибавлении бромной воды выделяется обильный белый осадок трибромфенола с характерным запахом. Продолжают добавлять бромную воду при встряхивании до превращения белого осадка в светло-желтый. Полученную смесь нагревают до кипения и кипятят (в вытяжном шкафу) для удаления свободного брома. Затем реакционную смесь охлаждают. Снова выделяется осадок. К охлажденной смеси добавляют несколько капель раствора иодида калия и 0,5 мл бензола, сильно встряхивают. Осадок растворяется в бензоле, слой его окрашивается в фиолетовый цвет выделяющимся иодом.

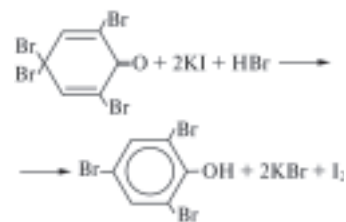


Избыток бромной воды переводит 2,4,6-трибромфенол в 2,4,4,6-тетрабромциклогексадиен-2,5-ОН-1 (вещество желтого цвета, хорошо растворимое в бензоле).



2,4,4,6-тетрабромциклогексадиен-2,5-он-1

При взаимодействии 2,4,4,6-тетрабромциклогексадиенона (окислитель) с иодидом калия (восстановитель) в кислой среде (бромная вода имеет кислую реакцию) он выделяет иод, превращаясь снова в 2,4,6-трибромфенол.



6. Окисляемость фенола.

Реактивы: раствор фенола, раствор



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

перманганата калия, раствор карбоната натрия.

К 5–6 каплям водного раствора фенола добавляют 5–6 капель раствора карбоната натрия и затем приливают по каплям при встряхивании раствор перманганата калия. Раствор обесцвечивается, выделяется диоксид марганца.

Окисление фенола протекает одновременно по различным направлениям и ведет к образованию сложной смеси веществ. Легкая окисляемость фенола обусловлена влиянием гидроксильной группы, повышающей подвижность атомов водорода в бензольном ядре.

7. Реакция фенола с азотистой кислотой (необходима тяга!).

Реактивы: фенол, концентрированная серная кислота, раствор нитрита калия.

В пробирку наливают 0,5–1 мл концентрированной серной кислоты и 2–3 капли раствора фенола (или помещают маленький кристаллик). К полученному бесцветному раствору при охлаждении добавляют каплю нитрита натрия. Образуется смесь пурпурной окраски. При добавлении к полученной смеси избытка разбавленного раствора щелочи окраска переходит в зеленую. Побочный процесс при данной реакции — разложение азотистой кислоты, в результате которого образуется оксид азота (II):



Литература

1. Чертков И.Н., Жуков П.Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов. М.: Просвещение, 1989.
2. Зонис С.А., Мазуров С.М. Лабораторно-лекционные опыты и демонстрационные материалы по органической химии. М.: Высшая школа, 1961.
3. Некрасов В.В. Руководство по малому практикуму по органической химии. М.: Химия, 1975.
4. Васильева Н.В., Куплетская Н.Б., Смолина Т.А. Практические работы по органической химии. М.: Просвещение, 1978.

Кандидаты химических наук
В.В.Ефремов,
С.М.Александрова