

Немного о гидролизе

Гидролиз в широком смысле слова — это реакции обменного разложения между различными веществами и водой. Такое определение охватывает гидролиз как неорганических веществ, так и органических — сложных эфиров, жиров, углеводов, белков.

Наиболее подробно изучен гидролиз солей. Любую соль можно представить как продукт взаимодействия кислоты и основания. Например, ацетат натрия CH_3COONa образован слабой уксусной кислотой CH_3COOH и сильным основанием гидроксидом натрия NaOH ; хлорид аммония NH_4Cl — сильной соляной кислотой HCl и слабым основанием гидроксидом аммония NH_4OH ; ацетат аммония $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ — слабой кислотой CH_3COOH и слабым основанием NH_4OH , а хлорид натрия NaCl — сильной кислотой HCl и сильным основанием NaOH .

Соли, как и ионные соединения, в водном растворе полностью диссоциируют на ионы. И те ионы, которые с водой образуют слабые электролиты, нарушают равновесие воды с H^+ и OH^- -ионами, то есть делают раствор щелочным или кислым. Поэтому очень часто гидролиз солей определяют как взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита. Но такое определение относится только к солям.

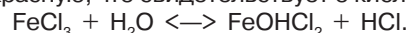
Реакции гидролиза протекают в больших масштабах при получении различных органических или неорганических веществ. Растущая быстрыми темпами гидролизная промышленность вырабатывает из непищевого сырья (древесины, хлопковой шелухи, подсолнечной лузги, соломы, кукурузной кочерыжки) ценные продукты: этиловый спирт, белковые дрожжи, глюкозу, оксид углерода (IV), фурфурол, скипидар, метиловый спирт и другие вещества.

В живых организмах происходит гидролиз полисахаридов, белков и других органических соединений. Гидролизом обусловлено существование буферных систем, поддерживающих постоянную кислотность среды. Например, было установлено, что pH крови человека поддерживается на уровне 7,4. Незначительные отклонения (даже десятые доли) от нормы могут привести к гибели. Для слюны pH составляет 6,9, слезы — 7, желудочного сока — 1–2, кишечного сока — 8,3.

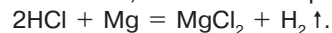
Помимо солей гидролизу подвергаются некоторые простые вещества (например, галогены), карбиды, галогенангидриды, минералы и другие неорганические вещества. Рассмотрим некоторые опыты с реакциями гидролиза.

Исследование продуктов гидролиза

Нальем в пробирку немного раствора хлорида железа (III) FeCl_3 и испытаем его действие на синюю лакмусовую бумажку. Синяя окраска меняется на красную, что свидетельствует о кислотности среды. На холоду идет реакция:

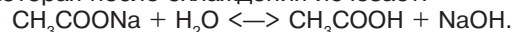


Внесем в раствор FeCl_3 немного порошка магния. Сразу же видны выделяющиеся пузырьки газа. Поскольку при гидролизе образуется соляная кислота, именно она и растворяет магний:



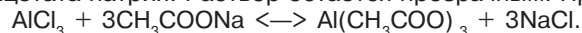
Влияние температуры на гидролиз ацетата натрия

Нальем 10 мл дистиллированной воды и растворим в ней 0,3 г ацетата натрия. Прильем 4 капли раствора фенолфталеина. Раствор остается бесцветным. Нагреем раствор соли до кипения. Раствор приобретает характерную для фенолфталеина в щелочной среде розово-красную окраску, которая после охлаждения исчезает:



Сдвиг равновесия гидролиза при нагревании

Нальем в пробирку 10 мл дистиллированной воды и нагреем до кипения. В другой пробирке смешаем по 0,5 мл 0,2 М растворов соли алюминия и ацетата натрия. Раствор остается прозрачным. Протекает реакция:



Полученный раствор ацетата алюминия выльем в кипящую воду. Обра-



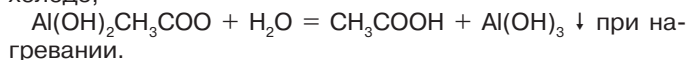
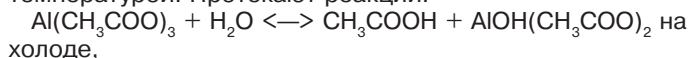
Художник С. Дегтярев

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

разные масштабы: «шероховатость» в масштабе метров и километров влияет не так, как мелкомасштабная. Например, до сих пор не ясно, почему яркость диска Луны не убывает к краю. Если по касательной поверхность отражает мало света, то край диска Луны, который мы наблюдаем именно что по касательной, должен быть темным. На самом же деле он ярок. Одна из гипотез состоит в том, что плоские участки поверхности Луны темнее склонов гор и поэтому край диска, на котором мы видим в основном склоны, кажется относительно ярче (гипотеза Галилея). В более поздних моделях учитывали рельеф «разного порядка» — и горы, и отдельные камни. Другая гипотеза предполагает, что в поверхностном слое Луны много стеклянных шариков (оплавление при ударах метеоритов?), которые действуют как катафот, то есть отражают свет навстречу падающему лучу — навстречу Солнцу. А в полнолуние этот отраженный свет будет как раз направлен на Землю.

Л.Намер

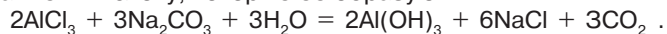
зается белый осадок, поскольку гидролиз усиливается с температурой. Протекают реакции:



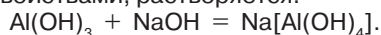
При охлаждении раствора равновесие вновь смещается влево, и осадок постепенно растворяется.

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:



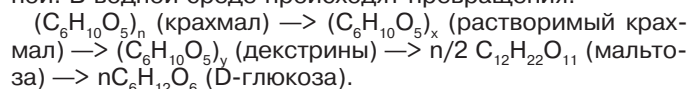
Докажем опытным путем, что полученный осадок является не солью угольной кислоты, а гидроксидом алюминия. Для этого достаточно к полученному осадку добавить раствор щелочи. $\text{Al}(\text{OH})_3$, обладающий амфотерными свойствами, растворяется:



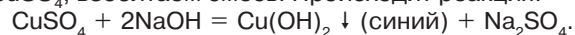
Ферментативный гидролиз крахмала под влиянием амилазы слюны

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

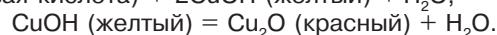
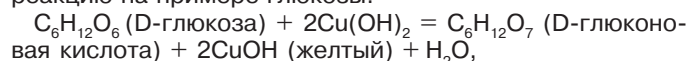
ной слюны и тщательно размешаем. Через 1–2 минуты возьмем пипеткой каплю полученного раствора и нанесем на предметное стекло. Добавим 1 каплю разведенного раствора йода в йодиде калия. Отсутствие синей окраски указывает на то, что крахмал «переварен» слюной. В водной среде происходят превращения:



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 ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) 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

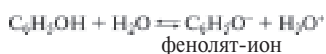
Фенол, он же оксибензол или карболовая кислота, впервые был выделен Ф.Рунге в 1834 году из каменноугольной смолы. Спустя восемь лет О.Лоран определил его строение. Сейчас фенол применяют для производства фенолоальдегидных смол, капролактама, красителей, лекарств, взрывчатых веществ и других продуктов.

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.

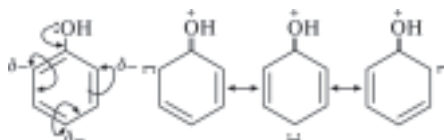
С фенолом и его растворами следует обращаться осторожно. Пыль, растворы

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.