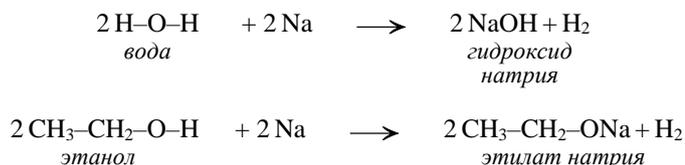


Химические свойства спиртов

Прежде всего, следует подчеркнуть, что строение различных спиртов может сильно различаться. Соответственно, различны и свойства этих соединений. Общее же у веществ класса спиртов то, что все они содержат функциональную группу гидроксил ($-\text{OH}$). Поэтому в общих для всех гидроксильных соединений реакциях участвует эта группа. И в таких реакциях сказывается то, что строение спиртов подобно строению воды (см. Лекцию 17, стр. 5). Некоторые химические свойства спиртов похожи на химические свойства воды.

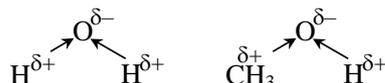
Например, спирты, так же как и вода, реагируют со щелочными металлами. При этом выделяется водород:



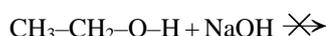
Спирт и вода в реакциях с натрием отдают ион водорода — являются донорами протона. Поэтому их можно назвать кислотами — в данной реакции они проявляют кислотные свойства. Вещество, которое образуется в результате реакции, состоит из катиона металла и аниона кислотного остатка, это — соль. (Обратите внимание, что в этих терминах гидроксид натрия — соль воды, а кислотный остаток — группа $-\text{OH}$.) Общее название солей спиртов — **алкоголяты**, а соль, полученная при взаимодействии этанола с натрием, называется **этилат** натрия. Формулы солей органических кислот принято записывать “наоборот” — сначала углеводородный анион, а затем — катион металла.

Вода проявляет очень слабые кислотные свойства, оторвать ион водорода от молекулы воды может только очень сильный реагент, такой, например, как натрий или калий. Если сравнить кислотные свойства этилового спирта и воды, то окажется, что спирт отдает ион водорода еще тяжелее, чем вода. Вода реагирует с натрием очень бурно, с сильным разогреванием, кусочек натрия “бегает” по поверхности воды и иногда даже загорается. Этиловый спирт взаимодействует с натрием значительно спокойнее и медленнее. Объяснить подобное изменение активности можно, проанализировав строение воды и этанола.

Связь между атомами кислорода и водорода в молекулах спирта и воды полярна — на атоме водорода находится частичный положительный заряд. Чем больше величина положительного заряда на атоме водорода, тем легче вещество будет отдавать протон, и, следовательно, сильнее проявлять кислотные свойства. Сравним положительный заряд на атоме водорода в молекулах воды и спирта. В молекуле воды атом кислорода стягивает электронную плотность с двух атомов водорода, а в молекуле спирта, кроме атома водорода — с углеводородной этильной группы. Группа C_2H_5 содержит больше электронов, чем атом водорода, и электронной плотности на атом кислорода она тоже подает больше. Соответственно, атом кислорода в спирте “отбирает” меньше электронов у атома водорода, чем атом кислорода в воде. Поэтому положительный заряд на атоме водорода в спирте меньше, чем в воде, и спирт менее активно проявляет кислотные свойства.



Итак, этанол — более слабая кислота, чем вода. Будет ли $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ реагировать со щелочами, например, с гидроксидом натрия? Из курса неорганической химии вам должно быть известно, что более сильная кислота вытесняет более слабую из ее соли, но не наоборот. В данном случае более слабая кислота (спирт) не способна вытеснить из соли (гидроксида натрия) — более сильную кислоту (воду). Следовательно, реакция между спиртом и гидроксидом натрия не идет:

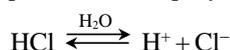


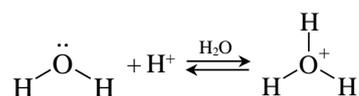
А вот обратная реакция осуществима — алкоголяты щелочных металлов взаимодействуют с водой с образованием спиртов и гидроксидов:



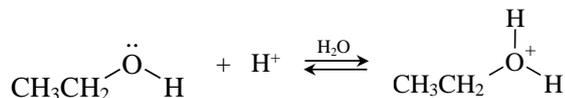
Реакцию этанола со щелочными металлами химики используют в лабораторной практике, когда надо уничтожить остатки этих металлов. Выбрасывать их нельзя, а заливать водой опасно, реакция проходит слишком бурно. Поэтому остатки щелочных металлов — натрия или калия — “гасят” спиртом, а потом, когда металл полностью растворится, получившийся алкоголят разлагают, добавив воду.

Много общего и во взаимодействии спиртов и воды с кислотами. Вспомним, что происходит с водой, если к ней добавили кислоту. В результате диссоциации кислоты образуется протон, который присоединяется к неподеленной электронной паре атома кислорода воды. Образуется ион гидроксония:



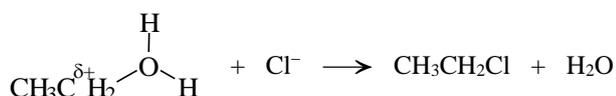


На атоме кислорода спиртов, так же как и у воды, есть неподеленная пара электронов, и в растворах кислот спирты образуют ионы алкоксония:



Обратите внимание, что в данном случае и вода, и спирт — акцепторы протона, присоединяют H^+ . Следовательно, в реакциях с кислотами они проявляют свойства оснований. Спирты так же, как и вода, соединения **амфотерные** и, в зависимости от реагента, способны проявлять как кислотные, так и основные свойства.

И у воды, и у спиртов реакция обратима. Но, в отличие от воды, где в обратной реакции получаются только исходные вещества — кислота и вода, в спиртах взаимодействие может произойти по-другому. Отрицательно заряженный анион кислоты “вытесняет” молекулу воды из иона алкоксония, заняв ее место:

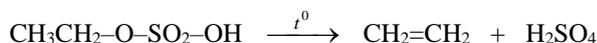


В результате реакции происходит *замещение* гидроксильной группы спирта на анион кислоты. Обратите внимание, что реакции замещения в спиртах проходят только в кислой среде — кислота необходима, чтобы образовался ион алкоксония.

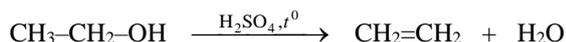
Аналогично проходит реакция этилового спирта с серной кислотой:



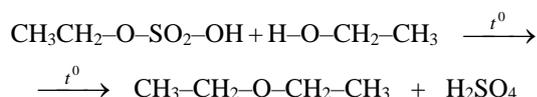
Продукты взаимодействия спиртов и кислот относят к классу **сложных эфиров**. В данном случае сложный эфир состоит из остатков этанола и серной кислоты. Раньше это вещество так бы и назвали — этиловый эфир серной кислоты. По современной номенклатуре принято употреблять более короткое название — этилсульфат. При нагревании он разлагается, выделяя серную кислоту:



Эту реакцию используют для получения этилена в лаборатории. Этиловый спирт нагревают с серной кислотой, при этом получается этилен и вода. Можно написать суммарное уравнение реакции, в которой серная кислота выполняет роль катализатора:



Но если взять избыток спирта, то реакция при нагревании будет протекать по-другому: этилсульфат также разлагается, образуя серную кислоту, однако в избытке спирта водород легче взять из другой его молекулы. Поэтому в результате получится не этилен, а вещество, в котором два углеводородных заместителя соединены через атом кислорода:



Это соединение называют диэтиловым эфиром, а название класса веществ с общей формулой $\text{R}_1-\text{O}-\text{R}_2$ — простые эфиры.

Суммарная реакция образования диэтилового эфира:



Раньше диэтиловый эфир называли серным эфиром, поскольку для его образования необходима серная кислота. Запах этого вещества хорошо знаком тому, кто хоть раз посещал кабинет стоматолога, еще одно его название — медицинский эфир. Его широко применяют для дезинфекции и наркоза.

Простые эфиры изомерны спиртам, однако, свойства эфиров и спиртов очень сильно различаются. Так, эфиры, в отличие от спиртов, не могут образовывать водородные связи. Поэтому они нерастворимы в воде, и температуры кипения эфиров намного ниже температур кипения соответствующих спиртов. Температура кипения диэтилового эфира всего $34,5^\circ\text{C}$. Это — чрезвычайно легколетучая и легковоспламеняющаяся жидкость, работать с диэтиловым эфиром необходимо с крайней осторожностью. Кстати, название “эфиры” тоже связано с летучестью этих веществ, оно произошло от греческого слова, означающего “дух”.

По химическим свойствам спирты и простые эфиры тоже сильно отличаются друг от друга. В целом простые эфиры менее активны, например, они не реагируют с металлическим натрием. С кислотами простые эфиры дают комплексы алкоксония, подобно спиртам, поэтому кислоты хорошо растворимы в эфирах, однако реакция замещения у эфиров с большинством кислот не идет. Из-за химической инертности простые эфиры

очень широко используют в качестве растворителей, несмотря на то что работать с ними довольно опасно.