

Благодаря наличию полярных групп —ОН между молекулами спиртов образуются водородные связи, поэтому температуры кипения спиртов намного выше температур кипения алканов с таким же числом атомов углерода в молекулах.

Полярная группа —ОН придаёт спиртам растворимость в воде. Метанол, этанол и изомерные пропанолаы неограниченно растворимы в воде, с увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта растворимость в воде уменьшается.

Вопросы и задания

1. Как наличие гидроксильных групп в молекулах спиртов отражается на их физических свойствах?
2. Почему температуры кипения спиртов гораздо выше, чем углеводородов с таким же числом атомов углерода в молекуле?
3. Почему температура кипения диметилового эфира ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) намного ниже, чем температура кипения этилового спирта ($78\text{ }^{\circ}\text{C}$)?
4. Почему температура кипения растёт в ряду веществ: метанол, этанол, пропанол-1?
5. Объясните, почему с ростом числа атомов углерода в молекулах спиртов их растворимость в воде уменьшается.
- 6*. Одна молекула воды может образовать четыре водородные связи. Сколько водородных связей может образовать одна молекула метанола?

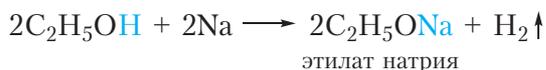
§ 24. Химические свойства, получение и применение спиртов

Многие химические свойства спиртов определяются наличием в их молекулах гидроксильной группы, поэтому гидроксильную группу называют функциональной.

Рассмотрим химические свойства насыщенных одноатомных спиртов.

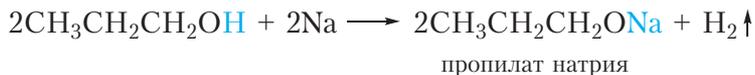
1. Взаимодействие со щелочными металлами

Если в стакан с этиловым спиртом поместить кусочек натрия, начнётся бурная реакция, сопровождающаяся выделением водорода:



В этой реакции происходит замещение атома водорода гидроксильной группы атомом металла.

Так же реагируют с натрием и другие спирты. Приведём уравнение реакции пропанола-1 с натрием:

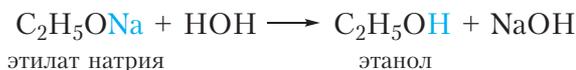


При взаимодействии с активными металлами спирты проявляют кислотные свойства. Кислотные свойства спиртов выражены очень слабо (слабее, чем у воды!), поэтому спирты не изменяют окраску индикаторов, *не реагируют со щелочами* и могут взаимодействовать только с самыми активными металлами, например со щелочными металлами натрием и калием.

Продукты замещения атома водорода гидроксильной группы спирта атомом металла называются *алкоголятами*. Приведём названия некоторых алкоголятов:



Алкоголяты представляют собой твёрдые солеподобные вещества. Они разлагаются водой с образованием спирта и щёлочи:

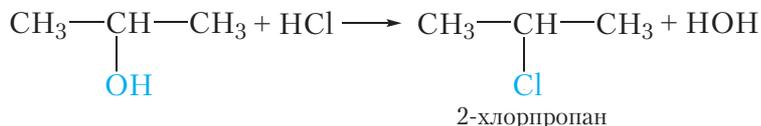


2. Взаимодействие с галогеноводородами

Спирты взаимодействуют с галогеноводородами (HCl, HBr, HI). При этом гидроксильная группа замещается на галоген. Приведём уравнение реакции этилового спирта с бромоводородом:



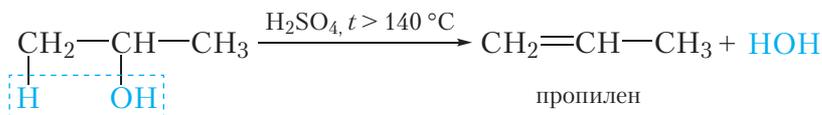
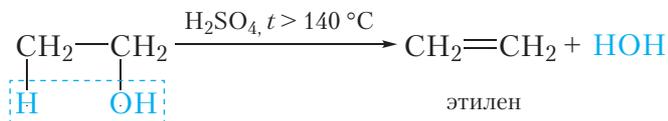
Так же реагируют с галогеноводородами и другие спирты. Например, при взаимодействии пропанола-2 с хлороводородом происходит замещение гидроксильной группы и образуется 2-хлорпропан:



3. Дегидратация. Отщепление воды

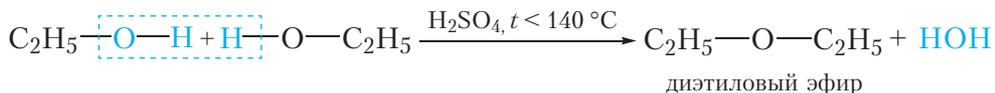
При нагревании с сильными водоотнимающими средствами, такими как концентрированная серная кислота, от спиртов отщепляется молекула воды. Реакция отщепления молекулы воды называется реакцией *дегидратации* (§ 16).

Приведём уравнения реакций дегидратации этанола и пропанола-2:



В данных реакциях от одной молекулы спирта отщепляется одна молекула воды. Такая реакция называется **внутримолекулярной дегидратацией**. В результате внутримолекулярной дегидратации спиртов образуются алкены.

При менее сильном нагревании одна молекула воды может отщепляться от двух молекул спирта:

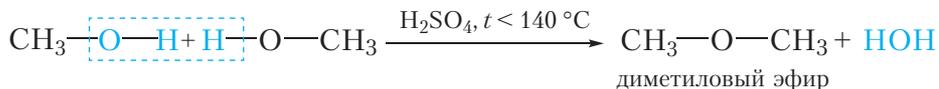


Эта реакция называется **межмолекулярной дегидратацией**.

В результате межмолекулярной дегидратации спиртов образуются простые эфиры. Строение простых эфиров можно выразить следующей формулой: $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$. Углеводородные радикалы в молекуле простого эфира могут быть одинаковыми или различными. Простые эфиры изомерны спиртам (§ 22).

Продукт реакции межмолекулярной дегидратации этилового спирта — диэтиловый эфир — представляет собой бесцветную жидкость со специфическим запахом и низкой температурой кипения ($t_{\text{кип}} = 35^\circ\text{C}$). Он используется в медицинской практике для наркоза и дезинфекции кожи при проведении инъекций.

Приведём уравнение реакции межмолекулярной дегидратации метанола:



При этом образуется диметиловый эфир — газообразное при нормальных условиях вещество с температурой кипения -25°C .

Обратите внимание, что температуры кипения простых эфиров намного ниже, чем изомерных спиртов. На рисунке 24.1 изображены шаростержневые модели молекул этанола и диметилового эфира и указаны их температуры кипения.

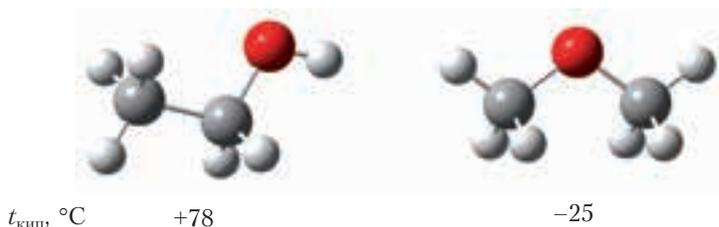
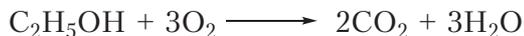


Рис. 24.1. Шаростержневые модели молекул этанола и диметилового эфира и их температуры кипения

Этанол и диметиловый эфир являются изомерами, их молекулы имеют примерно одинаковые размеры, поэтому, казалось бы, температуры кипения должны быть близки. Тем не менее, температура кипения этанола более чем на 100°C выше температуры кипения диметилового эфира. Напомним, что высокие температуры кипения спиртов объясняются образованием водородных связей между их молекулами. Водородная связь образуется между атомом водорода гидроксильной группы одной молекулы спирта и атомом кислорода другой молекулы. Между молекулами простых эфиров водородные связи не образуются, так как в молекулах простых эфиров нет гидроксильных групп.

4. Окисление

Спирты горят при поджигании, в этом мы можем убедиться, зажигая спиртовку:



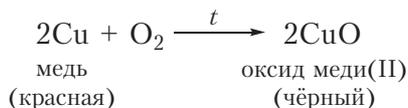
В результате образуются углекислый газ и вода. Такая реакция называется полным окислением.



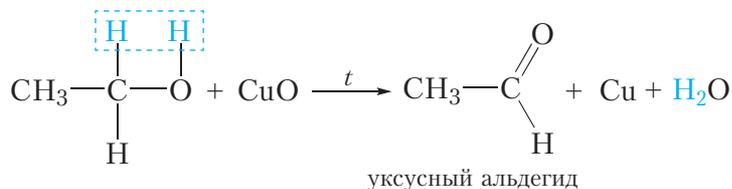
Видео 24.1.

Окисление этанола
оксидом меди(II)

Возможно и неполное окисление спиртов. Его можно осуществить следующим образом. Нагреем в пламени спиртовки медную проволоку до красного каления. При этом блестящая поверхность проволоки покрывается чёрным налётом оксида меди(II) вследствие окисления меди:



После этого раскалённую проволоку быстро поместим в стакан с небольшим количеством этилового спирта. Проволока при этом опять становится блестящей (видео 24.1). Это свидетельствует о том, что из чёрного оксида меди(II) образовалась медь. То есть произошло восстановление оксида меди(II). Восстановителем является этиловый спирт. В ходе реакции он окисляется до уксусного альдегида:

* Окисление
вторичных спиртов

Уксусный альдегид имеет яблочный запах, который ощущается при проведении описанного эксперимента.

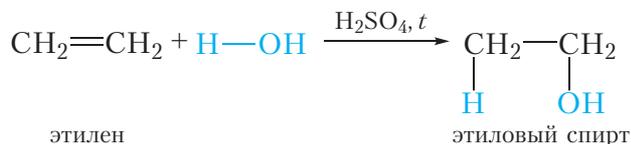
С окислением вторичных спиртов вы можете познакомиться, перейдя по ссылке в QR-коде.

Получение и применение спиртов

Некоторые реакции, в результате которых образуются спирты, вы уже знаете (§ 15).

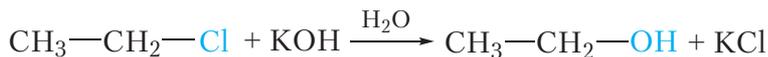
1. Гидратация алкенов

Спирты образуются в результате присоединения воды к алкенам. Эта реакция называется реакцией гидратации:



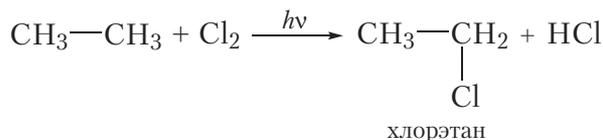
2. Взаимодействие галогеналканов с водным раствором щёлочи

Спирты можно получить из галогеналканов, действуя на них водным раствором щёлочи:

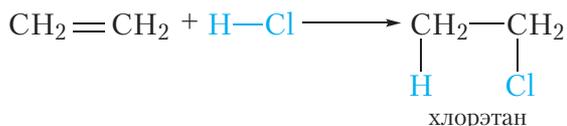


В результате реакции атом галогена замещается на гидроксильную группу.

В свою очередь, галогенпроизводные алканов могут быть получены из углеводородов. Например, хлорэтан образуется при взаимодействии этана с хлором:



Хлорэтан можно получить также из этилена путём присоединения к нему хлороводорода:



Таким образом, можно синтезировать спирты, используя в качестве исходных веществ углеводороды.

Метанол и этанол применяются в качестве растворителей. Кроме того, они используются в химической промышленности в качестве реагентов для получения многих органических веществ. Этанол используется в пищевой промышленности.



* Промышленное получение метанола

Спирты реагируют со щелочными металлами, при этом атом водорода гидроксильной группы замещается атомом металла.

Спирты взаимодействуют с галогеноводородами, при этом гидроксильная группа замещается на галоген.

Спирты вступают в реакции внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации с образованием алкенов и простых эфиров.

Спирты вступают в реакции окисления. При полном окислении спиртов образуются углекислый газ и вода. Неполным окислением первичных спиртов могут быть получены альдегиды.

Спирты получают взаимодействием галогеналканов с водным раствором щёлочи и присоединением воды к алкенам.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции пропанола-2 с натрием. Какой объём (н. у.) водорода выделится при растворении 1,2 г натрия в избытке пропанола-2?
2. Напишите уравнения реакций: а) этанола с иодоводородом; б) пропанола-2 с бромоводородом; в) 2-метилпропанола-2 с хлороводородом. Назовите образующиеся галогенпроизводные по номенклатуре ИЮПАК.
3. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно получить метанол из метана.
4. Предложите два способа получения этанола из этана.
5. Даны реагенты: натрий, бромоводород, гидроксид калия, бромная вода. С какими из перечисленных веществ реагирует этанол? Напишите уравнения реакций.
6. Этиловый спирт объёмом 50 см^3 смешали с концентрированной серной кислотой и нагрели до $150 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом выделился этилен объёмом $5,3 \text{ дм}^3$ (н. у.). Рассчитайте, какая часть (%) этанола подверглась внутримолекулярной дегидратации. Плотность этанола $0,79 \text{ г/см}^3$.
7. Какой объём этанола можно получить гидратацией 100 м^3 (н. у.) этилена, если выход продукта реакции составляет 95 %? Плотность этанола $0,79 \text{ г/см}^3$.

Лабораторный опыт 2

Окисление этанола оксидом меди(II)

Медную проволоку прокалите в пламени спиртовки до красного каления. При этом поверхность меди покрывается чёрным налётом вследствие окисления до оксида меди(II), который имеет чёрный цвет. После этого быстро опустите раскалённую проволоку в пробирку с этиловым спиртом. Наблюдается исчезновение чёрного налёта и поверхность медной проволоки становится блестящей. Если опыт проделать несколько раз, ощущается яблочный запах, присущий уксусному альдегиду.

Объясните наблюдаемые явления, напишите уравнения протекающих реакций.