Спирти, формули, ізомерія, зв‘язок, фізичні властивості

Поняття про характеристичну групу у вас певною мірою вже сформоване. Опрацювавши вступне слово до теми 3, ви дізналися, що характеристичною групою спиртів є гідроксильна група -ОН. У насичених ациклічних чи аліциклічних одноатомних спиртах гідроксильна група сполучена з алкільним замісником. Тобто загальна формула насичених одноатомних спиртів $C_nH_{2n+1}OH$.

Називати насичені ациклічні спирти за систематичною номенклатурою просто, потрібно лише дотримуватись алгоритму, наведеного на схемі (рис. 15.1).

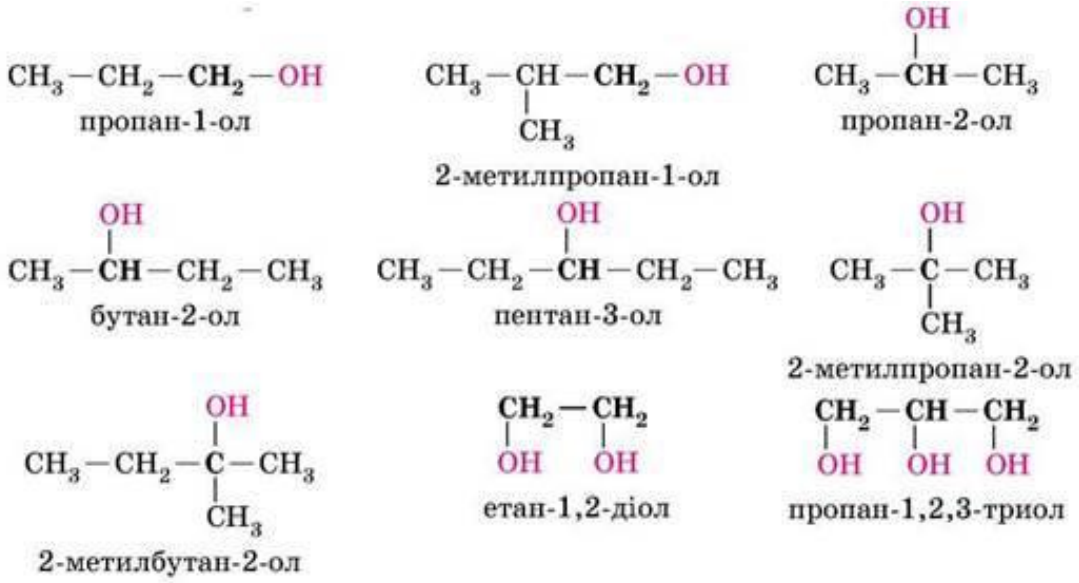


Рис. 15.1. Алгоритм побудови назв насичених аліциклічних спиртів за систематичною номенклатурою

Важливо пам’ятати:

- потрібно нумерувати карбоновий ланцюг з того кінця, до якого ближче розташована гідроксильна група;
- якщо гідроксильна група рівновіддалена від обох кінців головного карбонового ланцюга, то нумерують з того кінця, до якого ближче розташований алкільний замісник;
- якщо гідроксильна група і замісники рівновіддалені від обох кінців головного карбонового ланцюга, то його нумерують так, щоб замісник, назву якого за абеткою вживають раніше, був позначений найменшим числом;
- якщо гідроксильна група й замісники рівновіддалені від обох кінців головного карбонового ланцюга, але з одного кінця замісників більше, то нумерацію проводять з урахуванням положення замісників, позначених найменшими числами.

Якщо в молекулі спирту декілька гідроксильних груп, використовують суфікси діол-, триол- тощо. Наприклад:



Цікаво і пізнавально

У популярній і науковій літературі трапляються історичні, або тривіальні, назви спиртів, які за традицією використовують замість систематичних назв. Зазвичай вони походять від назви природного джерела добування того чи того спирту. Наприклад, метанол називають деревним спиртом, етанол - винним. Тривіальна назва гліцеролу «гліцерин» зумовлена його солодким смаком (грец. γλυκός - солодкий). Спирти, похідні від природних вуглеводів, зберігають корінь тривіальної назви відповідних вуглеводів (маніт, ксиліт, сорбіт).

Структурна ізомерія спиртів зумовлена як розгалуженістю карбонового ланцюга (що містить від чотирьох атомів Карбону), так і положенням характеристичної гідроксильної групи (ланцюг містить від трьох атомів Карбону). Так, бутан-2-ол і 2-метилпропан-2-ол є ізомерами карбонового скелета, а пропан-1-ол і пропан-2-ол - ізомерами положення гідроксильної групи.

• Чи є ще поміж формул спиртів, наведених вище, формули ізомерів: а) карбонового скелета; б) положення гідроксильної групи?

Водневий зв'язок, його вплив на фізичні властивості спиртів. Ви вже знаєте, що велика різниця в електронегативності Оксигену й Гідрогену зумовлює високу полярність зв'язку О—Н. Між молекулами спирту й води утворюються водневі зв'язки (рис. 15.2). Саме тому перші чотири члени гомологічного ряду насичених одноатомних спиртів, зокрема метанол та етанол, добре розчиняються у полярних розчинниках, передусім у воді. Одноатомні спирти, що містять у молекулі менше ніж чотири атоми Карбону, змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях. Однак з подальшим збільшенням довжини гідрофобної алкільної групи розчинність у воді одноатомних спиртів швидко зменшується. Утворення водневих зв'язків між молекулами спиртів зумовлює підвищені температури кипіння порівняно з відповідними вуглеводнями.

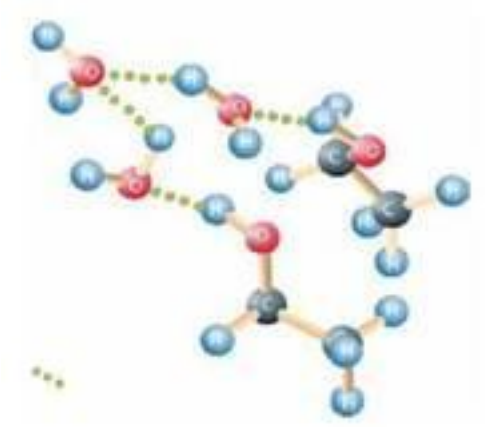


Рис. 15.2. Схема утворення водневих зв'язків між молекулами етанолу та води

Деякі фізичні й хімічні властивості насичених одноатомних спиртів і гліцеролу ви зможете порівняти, проаналізувавши графічну (рис. 15.3) та текстову інформацію, наведену далі.

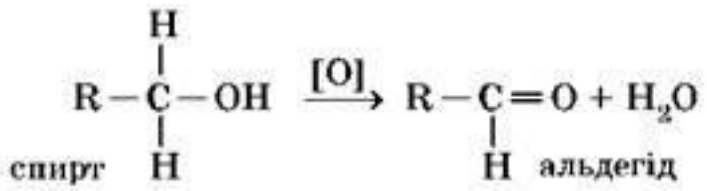


Рис. 15.3. 1. Для знезараження шкіри використовують 70 %-ий розчин етанолу, що проникає в глибші шари епідермісу майже на 95 %; це справляє дубильну дію на шкіру й слизові оболонки. 2. Перший в історії хімії вищий жирний спирт гексадекан-1-ол $C_{16}H_{34}O$ видобув французький хімік М. Е. Шевреоль із жиру, що міститься в голові кашалота. Тому тривіальна назва цього спирту - цетиловий (грец. κήτος - морське чудовисько). Застосовують для виготовлення косметики, розчинників і мастила, поверхнево-активних речовин і медикаментів. 3. Гліцерол - складник багатьох косметичних засобів і не лише...

Продуктами повного окиснення насичених одноатомних спиртів і гліцеролу є карбон(IV) оксид та вода.

• Складіть рівняння реакцій повного окиснення метанолу, етанолу, цетилового спирту, гліцеролу, зазначте тепловий ефект.

Часткове окиснення насичених одноатомних спиртів, залежно від положення гідроксильної групи, відбувається з утворенням тих або тих оксигеновмісних органічних речовин[1]. Якщо гідроксильна група приєднана до атома Карбону, сполученого лише з одним атомом Карбону, реакція відбувається за схемою:



[1] *Окисниками, у схемах і рівняннях реакцій їх позначають [O], можуть бути деякі неорганічні речовини, наприклад калій перманганат $KMnO_4$, калій дихромат $K_2Cr_2O_7$, купрум(II) оксид CuO, кисень O_2 (за нагрівання й наявності каталізатора) тощо.*

Наприклад, унаслідок часткового окиснення етанолу утворюється етаналь (пригадайте, каталітичною гідратацією якого вуглеводню можна добути цю речовину). Виконати це перетворення можна в різні способи. Чи не найпростіший з них - розжарити в полум'ї пальника мідну пластинку й негайно занурити її в етанол. Мідь - метал золотаво-рожевого кольору - унаслідок прожарювання вкривається шаром купрум(II) оксиду, що має чорне забарвлення. Після занурення в етанол пластинка набуває початкового забарвлення, бо етанол відновив купрум(II) оксид до міді. Про утворення етаналю свідчить запах зелених яблук, притаманний водним розчинам цієї речовини, адже другий продукт окиснення етанолу - вода.

• Складіть рівняння реакцій часткового окиснення етанолу й метанолу.

В інших випадках розташування гідроксильної групи в молекулах спиртів продуктами окиснення є оксигеновмісні органічні сполуки різних класів. Про взаємовплив гідроксильних і вуглеводневих груп на хімічні властивості насичених одноатомних спиртів і гліцеролу свідчать й інші хімічні реакції за їхньої участі.

Взаємодія насичених одноатомних спиртів і гліцеролу з лужними металами супроводжується утворенням алкоголятів лужних елементів і водню:

$$R\text{-}OH + Na \rightarrow R\text{-}ONa + H_2\uparrow.$$

Утворення алкоголятів можливе лише за використання абсолютованих (позбавлених домішок води) спиртів, тому що алкоголяти взаємодіють з водою за схемою:

$$R\text{-}ONa + HOH \rightarrow R\text{-}OH + NaOH.$$

Назви алкоголятів утворюють за таким алгоритмом:

назва катіона + алкан- + -ол + -ят → катіон алканолят

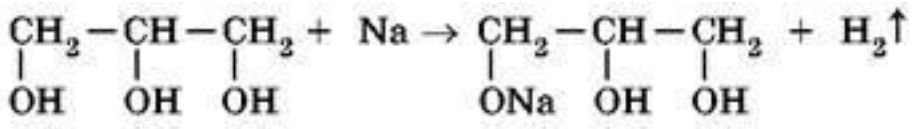
Наприклад, одним з продуктів реакції етанолу з натрієм є натрій етанолят C_2H_5-ONa. Алкоголяти - йонні речовини. Якщо по завершенні реакції натрію з етанолом нанести на скельце краплю рідини, що утворилася, і нагріти, кристалізуватиметься речовина білого кольору - натрій етанолят.

• Складіть рівняння реакцій метанолу з натрієм і етанолу з калієм, назвіть продукти реакцій.

Зі збільшенням розміру вуглеводневої групи (її довжини чи розгалуженості) зменшується активність спиртів у реакції з лужними металами. Це зумовлено зменшенням полярності зв'язку між атомами Оксигену й Гідрогену: адже електронна густина вуглеводневої групи зміщується до атома Оксигену й протидіє поляризуванню зв'язку O—H.

У молекулі гліцеролу є три гідроксильні групи, які впливають одна на одну, унаслідок чого зв'язок O-H стає більш полярним. Тож заміщення атомів Гідрогену в гідроксильних групах на атоми лужних елементів відбувається активніше. Залежно від мольного співвідношення гліцеролу й лужного металу заміщення може відбутися за однією,

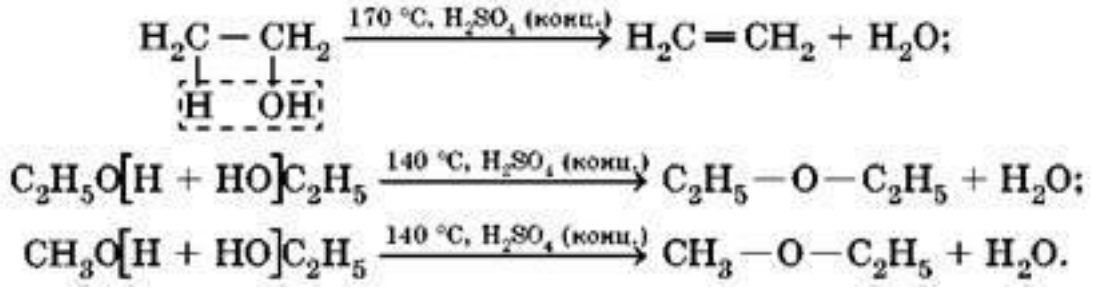
двома й трьома гідроксильними групами. Наприклад, якщо мольне співвідношення гліцеролу й натрію $n(C_3H_8O) : n(Na) = 1 : 1$, реакція відбуватиметься за схемою:



• Перетворіть схему цієї реакції на хімічне рівняння. Складіть рівняння реакцій гліцеролу з натрієм, якщо мольні співвідношення цих речовин 1 : 2 і 1 : 3.

Три гідроксильні групи в молекулі гліцеролу зумовлюють його здатність реагувати з купрум(II) гідроксидом за надлишку лугу. Пригадайте, у 9 класі ви дізналися, що ця реакція є якісною на гліцерол та інші сполуки, у молекулах яких є кілька гідроксильних груп, сполучених із сусідніми атомами Карбону (наведіть приклад такої сполуки, яку ви теж знаєте з курсу хімії 9 класу, назвіть зовнішні ефекти цієї якісної реакції, здійсніть самоконтролювання за таблицею, наведеною на другому форзаці).

Дегідратація насичених одноатомних спиртів.Можливе відщеплення молекули води як від однієї молекули спирту (внутрішньомолекулярна дегідратація), так і від двох молекул (міжмолекулярна дегідратація). У міжмолекулярній дегідратації можуть брати участь як молекули того самого спирту, так і різних спиртів:



• Проаналізуйте рівняння реакцій дегідратації, наведені вище. Назвіть за систематичною номенклатурою: а) спирти, які брали участь у реакціях дегідратації, б) вуглеводень, що утворився внаслідок внутрішньомолекулярної дегідратації. Для проведення якої дегідратації - між- чи внутрішньомолекулярної - потрібні жорсткіші умови? Складіть формули структурних ізомерів органічних речовин - продуктів міжмолекулярної дегідратації - і назвіть їх за систематичною номенклатурою. Визначте, для якого насиченого одноатомного спирту можлива лише міжмолекулярна дегідратація, і поясніть чому.

Цікаво і пізнавально

У 1875 році російський хімік О. М. Зайцев запропонував емпіричне правило: під час дегідратації насичених одноатомних спиртів несиметричної будови атом Гідрогену відщеплюється від найменш гідрогенізованого атома Карбону.

Про способи добування етанолу та застосування спиртів буде в наступному параграфі.