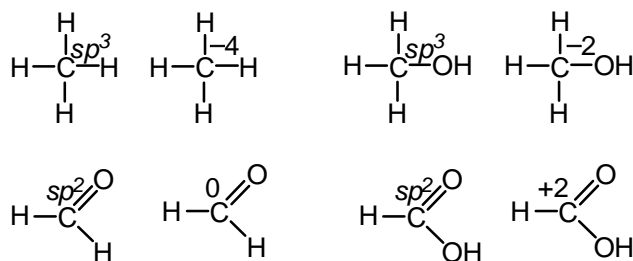


Задача 23 Определете хибридно състояние и степените на окисление на въглеродните атоми в следните съединения: CH_4 , CH_3OH , HCHO , HCOOH .

Решение:

За теоретичните положения виж решенията в "Неорганична химия" на Задачи НХ 011 и 030 и в "Органична химия" на Задача ОХ 006.



Хибридно състояние и степените на окисление на всички въглеродни атоми в посочените съединения са означени над символите С. Хибридно състояние на въглеродния атом в метана и метанола е sp^3 , а във формалдехида и мравчената киселина – sp^2 . Степента на окисление на въглеродния атом в дадените съединения е: -4 в метана, -2 в метанола, 0 във формалдехида (метанал) и +2 в мравчената (метанова) киселина. Степента на окисление на един въглероден атом нараства с въвеждане на нарастващ брой свързани с него кислородни атоми, които са с по-голяма електроотрицателност от въглерода.

Нисшата отрицателна степен на окисление на един въглероден атом, -4, се реализира в молекулата на метана. Метанът е първият представител на хомоложния ред на алканите. Те са клас въглеводороди, в които всички С-С химични връзки са прости и въглеродната им верига не съдържа пръстен. Алканите са ациклични въглеводороди. Наричат се още наситени или алифатни въглеводороди, защото съдържат максимален брой водородни атоми. Общата формула на хомоложния ред на алканите е $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Алканите съдържат най-редуцираните форми на въглеродни атоми в органични съединения, +3 в метиловите, $-\text{CH}_3$, и +2 в метиленовите, $-\text{CH}_2-$, групи. Въглеродният атом в метана, както и във всички алкани, е в sp^3 хибридно състояние. Химичните връзки С-Н са прости, ковалентни σ връзки, които са много слабо полярни. Тези връзки са образувани чрез частично „челно“ припокриване на sp^3 хибридните орбитали на въглерода с s атомни орбитали на водородните атоми. Четирите валентни връзки в метана сключват помежду си ъгъл от $109^\circ 28'$ и молекулата е с форма на правилен тетраедър.

Степента на окисление на въглеродния атом в метанола се повишава до -2 в сравнение с метана. Метанолът е представител на хидроксилните производни на алканите. Хидроксилни производни на въглеводородите се наричат съединения, в чиято молекула един или повече водородни атоми са заместени с хидроксилна група, ($-\text{OH}$). Метанолът е наситен мастен едновалентен алкохол, който е първият представител от хомоложния ред на алканолите. Хидроксилни производни на алканите, в чиято молекула един водороден атом е заместен с $-\text{OH}$ група се наричат алканоли. Общата формула на хомоложния им ред е $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$. Всички химични връзки в алканолите са ковалентни, прости σ връзки. Въглеродните им атоми, включително свързаният с $-\text{OH}$ група, са в sp^3 хибридно състояние. Връзките $\text{C}-\text{H}$ са образувани чрез частично припокриване на sp^3 хибридни орбитали на въглерода с s атомни орбитали на водорода. Кислородният атом също е в sp^3 хибридно състояние. Връзката $\text{C}-\text{O}$ е образувана чрез припокриване на sp^3 хибридни орбитали на двата атома. Връзката $\text{O}-\text{H}$ е образувана чрез частично челно припокриване на sp^3 хибридна орбитала на кислорода с s атомна орбитала на водорода. Връзките $\text{C}-\text{O}$ и $\text{O}-\text{H}$ са силно полярни, тъй като са образувани между атоми с разлика в електроотрицателността.

Степента на окисление на въглеродния атом във формалдехида, HCHO , се повишава до 0 , в сравнение с метанола, поради двойната връзка $\text{C}=\text{O}$. Този алдехид е първият член от хомоложния ред на наситените мастни моноалдехиди (алканали). Те са карбонилни производни на алканите. Карбонилни производни на въглеводородите се наричат съединения, в чиято молекула се съдържа функционалната карбонилна група ($>\text{C}=\text{O}$). Карбонилните съединения се делят на две големи групи – алдехиди и кетони. Алдехиди са производните, в които карбонилната група е свързана с един водороден атом и с един въглеводороден остатък. В такъв случай функционалната група се нарича алдехидна група, $-\text{CHO}$. Изключение е формалдехидът, HCHO , в чиято молекула алдехидната група е свързана с водороден атом. Общата формула на хомоложния ред на алканалите е $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}$. Въглеродният атом в алдехидната $-\text{CHO}$ функционална група е в sp^2 хибридно състояние. Той е свързан с кислородния атом (също в sp^2 хибридно състояние) с двойна връзка, състояща се от една σ и една π ковалентни връзки. Двойната връзка е полярна, защото е образувана между атоми с различна електроотрицателност. В алдехидната група има още една проста σ връзка образувана от sp^2 хибридна орбитала на въглеродния атом и s орбитала на водороден атом. Третата sp^2 хибридна орбитала свързва $-\text{CHO}$ групата във формалдехида с s атомна орбитала на още един водороден атом. Молекулата на формалдехида е равнинна. Връзките в него образуват помежду си ъгъл от 120° . В перпендикулярна на тази равнина се осъществява π връзката $\text{C}-\text{O}$.

Степента на окисление на въглеродния атом в мравчената киселина, HCOOH, се повишава до +2, защото освен двойната C=O връзка е налице и проста C–O връзка, в сравнение с формалдехида. Мравчената (метанова) киселина е представител на алкановите монокарбоксилни киселини. Карбоксилни производни на въглеводородите се наричат съединения, в чиято молекула се съдържа функционалната карбоксилна група (–COOH). Алкановите монокарбоксилни киселини могат да се разглеждат като производни на алканите, в чиято молекула един водороден атом е заместен с карбоксилна група (–COOH). Общата формула на хомоложния ред на алкановите монокарбоксилни киселини е $C_nH_{2n+1}COOH$. В мравчената киселина карбоксилната група (–COOH) е свързана с водороден атом. Въглеродният атом в карбоксилната група е в sp^2 хибридно състояние. Той е свързан с единия кислороден атом (също в sp^2 хибридно състояние) с двойна връзка, състояща се от една σ и една π ковалентни връзки. Двойната връзка е полярна, защото е образувана между атоми с различна електроотрицателност. В карбоксилната група има още една проста σ връзка образувана от sp^2 хибридна орбитала на въглеродния атом и sp^3 орбитала на кислородния атом от хидроксилната група. Тази връзка също е полярна. Третата sp^2 хибридна орбитала свързва –COOH групата с s атомна орбитала на водороден атом.