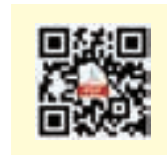


(110 °С, атмосферны ціск). Устанавіце малекулярную формулу вуглеводороду.

Вы можаце пазнаёміцца з цыклаалканами — насычанымі вуглеводародамі, у малекулах якіх маецца цыкл з атамаў вугляроду, перайшоўшы па спасылцы ў QR-кодзе.

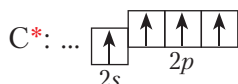


* Цыклаалканы

§ 12. Алкены. Будова малекул

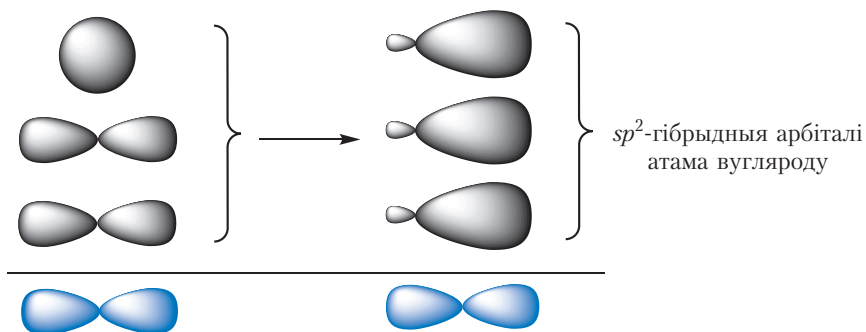
Атамы вугляроду могуць быць звязаны паміж сабой не толькі адзінарнымі, але і двайнымі сувязямі. Найпрасцейшым вуглеводародам, які змяшчае двайную сувязь, з'яўляецца *этылен* $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$. Разгледзім будову яго малекулы.

Як і ў выпадку алканаў, вуглярод у малекуле этылену чатырохвалентны. Утварэнне чатырох сувязей адбываецца за кошт чатырох атамных арбіталей:



Нагадаем, што ў малекулах ужо вывучаных нами алканаў кожны атам вугляроду знаходзіцца ў стане sp^3 -гібрыдызацыі (§ 7). Гэта значыць, адна s - і тры p -арбіталі атама вугляроду змешваюцца, утвараючы чатыры аднолькавыя па форме sp^3 -гібрыдныя арбіталі. Гэтыя арбіталі размяшчаюцца ў прасторы на максімальным удаленні адна ад адной пад вуглом прыкладна 109° .

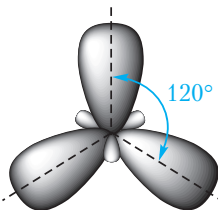
Двайная сувязь у малекуле этылену ўтвараецца паміж атамамі вугляроду, якія знаходзяцца ў стане sp^2 -гібрыдызацыі. У sp^2 -гібрыдызацыі бяруць удзел: адна s - і дзве p -арбіталі (мал. 12.1).



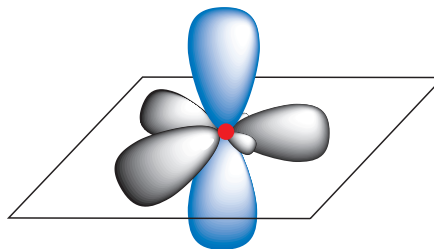
Мал. 12.1. sp^2 -Гібрыдызацыя арбіталей атама вугляроду

Три sp^2 -гібридні орбіталі розтягуються на максимальній відстані одна від одної. Ця досягається, коли вони знаходяться в одній площині під кутом 120° (мал. 12.2).

Одна p -орбіталь атома вуглецю (мал. 12.3, синього кольору) захоплює свою першопочаткову форму і розтягується перпендикулярно площині, у якій лежать три sp^2 -гібридні орбіталі.

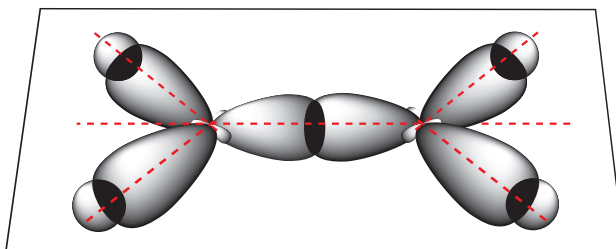


Мал. 12.2. sp^2 -Гібридні орбіталі атома вуглецю



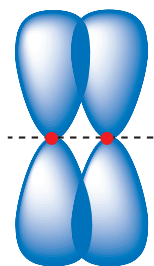
Мал. 12.3. Орбіталі sp^2 -гібридизованого атома вуглецю

За кошту перекривання гібридних орбіталей кожен атом вуглецю утворює три зв'язі — одну з сусіднім атомом вуглецю і дві — з атомами водороду (мал. 12.4).

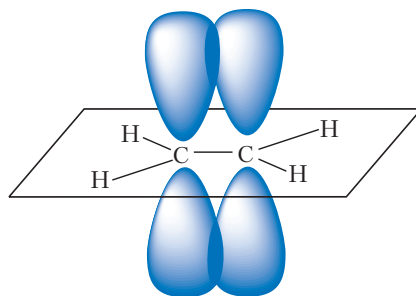


Мал. 12.4. Схема утворення σ -зв'язей у молекулі етилену

Як видно з малюнка 12.4, при утворенні цих зв'язей електронні хмарки перекриваються уздовж лінії, яка з'єднує ядра атомів. Такі зв'язі називаються σ -зв'язями (сігма-зв'язями). Другий зв'язь між атомами вуглецю в молекулі етилену утворюється за кошту багатого перекривання негібридних p -орбіталей (мал. 12.5).



Мал. 12.5. Схема
утварення π -сувязі

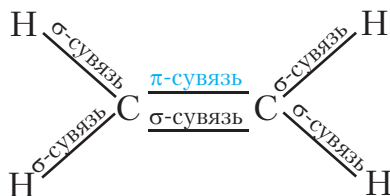


Мал. 12.6. Схема утворення
 π -сувязі ў малекуле етылену

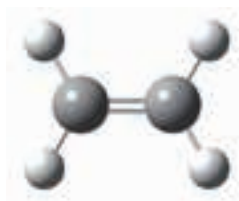
Такая сувязь называецца **π -сувяззю** (пі-сувяззю).

Такім чынам, атомы вугляроду ў малекуле етылену звязаны двойной сувяззю, адна з якіх σ -сувяззь, а другая — π -сувяззь.

Усе адзінарныя сувязі з'яўляюцца σ -сувяззямі. Двойная сувязь складаецца з адной σ - і адной π -сувяззі. Усяго ў малекуле етылену маецца пяць σ -сувязей і адна π -сувяззь:



Так як π -сувяззь утвараецца за кошт слабага бакавога перакрывання арбіталей, яна менш трывалая, чым σ -сувяззь, якая ўтворана за кошт перакрывання арбіталей, выцягнутых насустрач адна адной. Тым не менш, атомы вугляроду, звязаныя двойной сувяззю, мацней збліжаюцца адзін з адным. У малекуле етылену адлегласць паміж атамамі вугляроду роўная 0,134 нм, што прыкметна менш, чым у малекуле этану (0,154 нм).



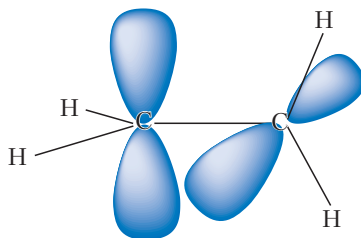
Мал. 12.7.
Шарастрыжнёвая мадэль
малекулы етылену

Будова малекулы етылену можа быць адлюстравана з дапамогай шарастрыжнёвай мадэлі (мал. 12.7).

Малекула етылену плоская, валентныя вуглы прыкладна роўныя 120° . У плоскасці малекулы размяшчаецца сістэма σ -сувязей, а π -сувяззь утвараецца

Ї виніку перакривання електронних вохлакаў над і пад плоскасцю молекулы (мал. 12.6).

Як вы ўжо ведаеце (§ 7), у молекулах алканаў лёгка адбываецца вярчэнне вакол адзінарных сувязей С—С. Вакол двойной сувязі С=С падобнае вярчэнне немагчыма, бо яно прывядзе да таго, што електронныя вохлакі π -сувязі разамкнуцца, π -сувязь пры гэтым разбурыцца:



Этылен з'яўляецца найпрасцейшым прадстаўніком **алкенаў** — нецыклічных вуглявародаў, молекулы якіх змяшчаюць адну двойную сувязь.

Бліжэйшы гамалаг этылену — *прапілен* $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$. Молекулярная формула прапілену C_3H_6 . Суседнія члены гамалагічнага рада, як і ў выпадку алканаў, адрозніваюцца па саставе на групу CH_2 . Відавочна, што наступны гамалаг павінен мець састаў C_4H_8 . Адсюль лёгка можна вывесці агульную формулу алкенаў — C_nH_{2n} .

Вуглявароды нецыклічнай будовы, у молекулах якіх маецца адна двойная сувязь, называюцца алкенамі.

Агульная формула алкенаў C_nH_{2n} .

Атамы вугляроду, якія ўтвараюць двойную сувязь, знаходзяцца ў стане sp^2 -гібрыдызацыі.

Кавалентная сувязь, утвораная за кошт перакривання електронных вохлакаў, якія ляжаць на лініі, што злучае ядры атамаў, называецца σ -сувяззю.

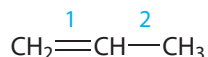
Кавалентная сувязь, утвораная за кошт бакавога перакривання негібрыдных p -арбіталеў, называецца π -сувяззю.

Двойная сувязь уключае адну σ - і адну π -сувязь. π -Сувязь менш трывалая, чым σ -сувязь.

Пытанні і заданні

1. Нарысуйце схему перакрывання атамных арбіталей пры ўтварэнні σ - і π -сувязей у малекуле этылену.

2. Якая з сувязей вуглярод-вуглярод у малекуле прапілену мае меншую даўжыню?



Якая з указаных сувязей больш трывалая?

3. Для алкенаў характэрны рэакцыі далучэння па месцы двойной сувязі. Якая сувязь, σ - або π -, будзе пры гэтым разрывацца і чаму?

4. Колькі σ -сувязей у малекуле этану? Ці маюцца π -сувязі ў малекуле этану або іншых алканаў?

5. На малюнку прыведзена шарастрыжнёвая мадэль малекулы прапілену. Колькі σ - і π -сувязей у малекуле прапілену? У якім стане гібрыдызацыі знаходзяцца атамы вугляроду, звязаныя двойной сувяззю ў малекуле прапілену? У якім стане гібрыдызацыі знаходзіцца атам вугляроду метыльнай групы ў малекуле прапілену?

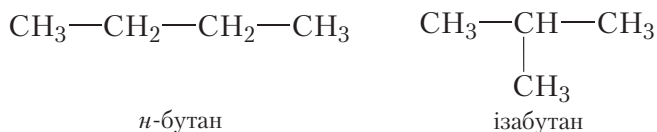


§ 13. Алкены. Структурная ізамерыя і наменклатура

Структурная ізамерыя алкенаў

Раней адзначалася, што разнастайнасць арганічных злучэнняў шмат у чым абумоўлена з'явай ізамерыі — магчымасцю існавання злучэнняў аднолькавага складу, але рознай будовы. Злучэнні, якія маюць аднолькавую малекулярную, але розную *структурную* формулу, называюцца *структурнымі ізамерамі*. Разгледзім структурную ізамерыю алкенаў.

Відавочна, што не існуе алкенаў, ізамерных этылену і прапілену. Аналагічная сітуацыя назіралася і для алканаў з лікам атамаў вугляроду, роўным два і тры, — у этану і прапану таксама няма ізамераў. З'ява ізамерыі ў алканаў праяўляецца пачынаючы з бутану. Успомнім будову малекул *n*-бутану і ізабутану:



Ізамеры бутану маюць розную будову вугляроднага шкілета: у *n*-бутану лінейная, у ізабутану — разгалінаваная.