**Лекція 5.** **Хімічні властивості алкенів.**

Алкени хімічно активні. Їх хімічні властивості багато в чому визначаються наявністю подвійного зв'язку. Для алкенів найбільш характерні реакції електрофільного приєднання і реакції радикального приєднання. Реакції нуклеофільного приєднання зазвичай вимагають наявність сильного нуклеофіла і для алкенів не типові.

Реакціі електрофільного приєднання це іонні процеси, що протікають у кілька стадій.

На першій стадії електрофільна частинка (найчастіше це буває протон H +) взаємодіє з p-електронами подвійного зв'язку і утворює p-комплекс, який потім перетворюється в карбокатіон шляхом утворення ковалентного s-зв'язку між електрофільної часткою і одним з атомів Карбону:



алкен p-комплекс карбокатіон

На другій стадії карбокатіон реагує з аніоном X-, утворюючи другий s-зв'язок за рахунок електронної пари аніона:



Іон Гідрогену в реакціях електрофільного приєднання приєднується до того з атомів Карбону при подвійному зв'язку, на якому більше негативний заряд. Розподіл зарядів визначається зміщенням p-електронної густини під впливом заступників.

Електронодонорні замісники, що проявляють +I-ефект, зміщують p-електронну густину до більш гідрогенізованого атома Курбону і створюють на ньому частковий негативний заряд. Цим пояснюється правило Марковникова:



при приєднанні полярних молекул типу НХ (X = Hal, ОН, CN і т.п.) до несиметричних алкенів Гідроген переважно приєднується до більш гідрогенізованого атому Карбону при подвійному зв'язку.

**Розглянемо конкретні приклади реакцій приєднання.**

1. ***Гідрогалогенування***

При взаємодії алкенів з галогеноводородами (HCl, НВr) утворюються алкилгалогенидов:

СН3-СН=СН2 + НВr →СН3-СНВr-СН3.

Продукти реакції визначаються правилом Марковникова.

Слід, однак, підкреслити, що в присутності будь-якого органічного пероксиду полярні молекули НХ реагують з алкенами не по правилу Марковникова:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | R-O-O-R  |  |
| СН3-СН=СН2 + НВr | → | СН3-СН2-СН2Вr |

Це пов'язано з тим, що присутність перекису обумовлює радикальний, а не іонний механізм реакції.

1. ***Гідратація.***

При взаємодії алкенів з водою в присутності мінеральних кислот (сульфатної, фосфатної) утворюються спирти. Мінеральні кислоти виконують роль каталізаторів і є джерелами протонів. Приєднання води також йде за правилом Марковникова:

СН3-СН=СН2 + НОН → СН3-СН(ОН)-СН3.

1. ***Галогенування.***

Алкени обесцвечивают бромную воду:

СН2=СН2 + Вr2 → ВrСН2-СН2Вr.

Ця реакція є якісною на подвійну зв'язок.

1. ***Гідрування.***

Приєднання водню відбувається під дією металевих каталізаторів:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | t, Ni  |  |
| СН3-СН=СН2 + Н2 | → | СН3-СН2-СН3 |

1. ***Полімеризація*** алкенів та їх похідних у присутності кислот протікає по механізму АE:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Н\* |  |
| nCH2=CHR | → | (-CH2-CHR-)n |

где R = Н, СН3, Cl, С6Н5 і т.д. Молекула CH2 = CHR називається мономером, сполука, що утворилася - полімером, число n-ступінь полімеризації.

Полімеризація різних похідних алкенів дає цінні промислові продукти: поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид та інші.

**Крім приєднання, для алкенів характерні також реакції окислення.**

При м'якому окисленні алкенів водним розчином перманганату калію (реакція Вагнера) утворюються двоатомні спирти:

3СН2=СН2 + 2КМnО4 + 4Н2О → 3НОСН2-СН2ОН + 2MnO2↓ + 2KOH.

В результаті протікання цієї реакції фіолетовий розчин перманганату калію швидко знебарвлюється і випадає коричневий осад оксиду марганцю (IV). Ця реакція, як і реакція знебарвлення бромної води, є якісною на подвійну зв'язок. При жорсткому окислюванні алкенів киплячим розчином перманганату калію в кислому середовищі відбувається повний розрив подвійного зв'язку з утворенням кетонів, карбонових кислот або СО2, наприклад:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | [О] |  |
| СН3-СН=СН-СН3 | → | 2СН3-СООН |

По продуктах окиснення можна встановити положення подвійного зв'язку у вихідному алкені.

Як і всі інші вуглеводні, алкени горять, і при рясному доступі повітря утворюють діоксид вуглецю і воду:

СnН2n + Зn/2О2 → nСО2↑ + nН2О.

При обмеженому доступі повітря горіння алкенів може призводити до утворення монооксиду вуглецю і води:

СnН2n + nО2 → nCO↑ + nH2O.

Якщо змішати алкен з киснем і пропустити цю суміш над нагрітим до 200 ° С срібним каталізатором, то утворюється оксид алкена (епоксіалкан), наприклад:



При будь-яких температурах алкени окислюються озоном (озон більш сильний окиснювач, ніж кисень). Якщо газоподібний озон пропускають через розчин будь-якого алкена в тетрахлорометані при температурах нижче кімнатної, то відбувається реакція приєднання, і утворюються відповідні озоніди (циклічні перекиси). Озоніди дуже нестійкі і можуть легко вибухати. Тому зазвичай їх не виділяють, а відразу після отримання розкладають водою - при цьому утворюються карбонільні спорлуки (альдегіди або кетони), будова яких вказує на будову піддавався озонуванню алкена.

Нижчі алкени - важливі вихідні речовини для промислового органічного синтезу. З етилену отримують етиловий спирт, поліетилен, полістирол. Пропен використовують для синтезу поліпропілену, фенолу, ацетону, гліцерину.