

Alkeni: dvojna vez C=C

- Alken z eno dvojno vezjo v molekuli vsebuje dva H atoma manj kot alkan z enakim ogljikovim ogrodjem
- Splošna formula za alkene je C_nH_{2n}
- Razlaga dvojne vezi: vez opišemo s σ - in π - vezjo; dvojna vez je šibkejša kot dve enojni vezi C-C, zato je za delno prekinitev vezi potrebno sorazmerno malo energije;

Nomenklatura

- Imena imajo končnico -en
- Hrbtenica je najdaljša veriga, ki ima dvojno vez
- Položaj dvojne vezi označimo s številko pred končnico -en
- Vedno štejemo v tisti smeri, da dobi C, na katerega je vezana dvojna vez, najnižjo številko;

1

Geometrijska izomerija

- Za označevanje posameznih izomerov so v rabi naslednji deskriptorji:
 - a) cis, trans;
 - b) sin, anti (pri C=N vezeh)
 - c) Z, E (najboljša in nedvoumna oznaka);
- Deskriptorja Z, E temeljita na Cahn-Ingold-Prelogovem pravilu prioritete
 - Višje atomsko število je pred nižjim (J>Br >Cl >H);
 - Višje masno število je pred nižjim (D >H, CH₂Cl > CH₂OH > CH₂-H ali CHCl₂ > CH₂Cl). Pri skupinah, kjer je več enakih delov, upoštevamo prvo neenakost;
 - Če je atom vezan na drugega z multiplo vezjo, oba atoma podvojimo ali potrojimo

Če upoštevamo ta pravila, dobimo tole zaporedje prioritete najpomembnejših funkcionalnih skupin:

J>Br>Cl>OCOR>OR>OH>NHCOR>NH₂
>COOR>COOH>COR>CHO>CR₂OH>C
RHOH>CH₂OH>Ph>CR₃>CHR₂>CH₂R₂
>CH₃ >H;

Prioritete skupin, vezanih na dvojno vez, določimo tako:

- Skozi molekulo ali del molekule, kjer je dvojez, predpostavimo ravnino, ki je pravokotna na ravnino, v kateri leži dvojna vez ter štiri substituenti;
- Nato ugotovimo, kateri od substituentov ima najvišjo prioriteto
- Če sta dve skupini z višjo prioriteto na isti strani ravnine, označimo tisto konfiguracijo Z (zusammen), če sta pa na nasprotni strani, pa E (entgegen);

Fizikalne lastnosti konfiguracijskih izomerov

Cis- in trans- izomeri se precej razlikujejo v fizikalnih lastnostih. Cis- izomeri imajo večje dipolne momente kot trans-. Trans-izomeri imajo večjo simetrijo in se lažje vključijo v kristalno rešetko, kar se odraža v tališču. cis- izomeri so bolj topni, cis-kislina so na splošno bolj kisle kot trans-nenasičene kisline.

Razlike so tudi v UV ter NMR spektrih. ³

Vrste reaktivnosti in pomembne reakcije

- Elektrofilska adicija
 - Zaradi visoke elektronske gostote v dvojni vezi C-C so alkeni nukleofilni – za tvorbo nove vezi uporabijo el. par iz dvojne vezi
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2^+ + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$$
 - Podobne reakcije potekajo tudi z neioniziranim HBr, Br₂ ali HOBr
- Pomembne reakcije elektrofilne adicije
 - Adicija HCl
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$$
 - Adicija Cl₂ ali klorovice
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$$
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HO}-\text{Cl} \rightarrow \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$$
 - Adicija vode (hidriranje) – dvostopenjski proces; v prvi fazi alken reagira z žveplovo(VI) kislino in daje alkilhidrogensulfat, ki v drugi fazi hidrolizira v alkohol
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OSO}_3\text{H}$$
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OSO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$$

- Smer elektrofilne adicije – Markovnikovo pravilo: pri adiciji HZ na nesimetričen alken se vodik veže na tisti konec dvojne vezi, ki že ima večje število H atomov
- Oksidacija alkenov
 - Tudi alkeni zgorevajo na zraku v CO₂ in H₂O
 - Z alkalno raztopino KMnO₄ se oksidirajo v diole
 - Z ozonom se povsem prekine dvojna vez C-C (vmesni produkt je ozonid)
- Hidrogeniranje
 - Dvojno vez lahko reduciramo pri ST in P z adicijo vodika v prisotnosti katalizatorja (Raney Ni, Pt, Pd,...)
 - $R_2C=CR_2 + H_2 \rightarrow R_2HC-CHR_2$
- Polimerizacija
 - $n CH_2=CH_2 \rightarrow -(CH_2-CH_2)_n$ - radikalna polimerizacija
 - Mehanizem:
 - $O_2 + CH_2=CH_2 \rightarrow \cdot O-O-CH_2-CH_2 \cdot$
 - $\cdot O-O-CH_2-CH_2 \cdot + CH_2=CH_2 \rightarrow$
 - $\cdot O-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \cdot$ itd

5

- Sodobna metoda polimerizacije: uporaba katalizatorja Ziegler-Natta (TiO₂ in Al(C₂H₅)₃ v inertnem topilu) – sinteza poli(propena)
- Pomembni primeri:
 - Poli(fenilen) ali polistiren – uporaben za pakiranje ter toplotno in zvočno izolacijo
 - Poli(kloroeten) ali PVC
 - Poli(metil-2-metilpropenoat) ali poli(metilmetakrilat) – uporaben za okna in reklamne napise
 - Poli(propennitril) ali poliakrilonitril – pripravljen kot kopolimer (primešajo majhne množine drugega derivata etena in oba polimerizirajo)
 - Poli(tetrafluoroeten) ali PTFE - uporaba za zaščitne prevleke, ki preprečujejo oprijemanje
 - To so primeri adicijskih polimerov (za razliko od kondenzacijskih polimerov, kot je najlon)

Preparativne metode za alkene

- Dehidriranje alkoholov
- Dehidrohalogeniranje halogenoalkanov

6

Pomen alkenov

- Nižji alkeni – eten, propen in butadien - izhodne spojine v petrokemični industriji
- Kumenski postopek – enotno postopek, kjer lahko dva proizvoda, ki ju trg terja v približno enakih količinah pripravimo skupaj in ne ločeno – na primer iz propena lahko sintetiziramo fenol in propanon
- Butadien: primer molekule, ki vsebuje dve dvojni vezi - uporaba za sintezo kopimerov s fenilenom (stirenom) za pridobivanje umetnega kavčuka SBR (stiren-butadien-rubber) ter s propennitrilom (akrilonitrilom) za pridobivanje polimera ABS (akrilonitril-butadien-stiren)