

7.3.2. ALKENI

Alkeni su nezasićeni aciklični ugljovodonici s jednom dvostrukom vezom u molekulu. Opšta formula alkena je C_nH_{2n} . Najpoznatiji predstavnici homologog reda alkena su: *eten*, *propen*, *buten* i drugi (tabела 7.4). Uobičajeni svakodnevni nazivi za ove ugljovodonike su *etilen*, *propilen*, *butilen* itd.

Prema IUPAC nomenklaturi alkeni dobijaju naziv tako što se na osnovu imena odgovarajućeg zasićenog ugljovodonika (s istim brojem ugljenikovih atoma) umesto nastavka — an doda nastavak — en.

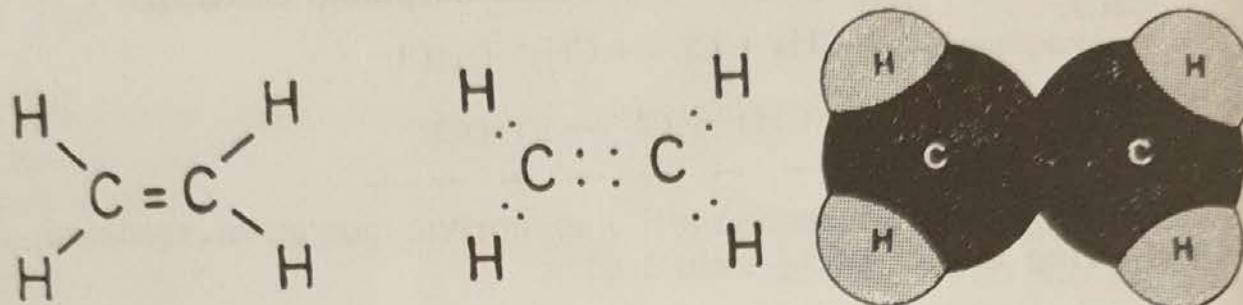
Tabela 7.4.

Neki važniji alkeni

Formula	Naziv
$CH_2 = CH_2$	eten
$CH_2 = CHCH_3$	propen
$CH_2 = CHCH_2CH_3$	1-butен
$CH_3CH = CHCH_3$	2-butен
$CH_2 = C(CH_3)_2$	2-metilpropen
$CH_2 = CH(CH_2)_2CH_3$	1-penten
$CH_3C = CHCH_3$ CH_3	2-metil-2-butен

Principi IUPAC nomenklature koje smo upoznali kod označavanja alkana u svojoj suštini važe i za alkene, s tim što se ovde mora naznačiti i položaj dvogube veze (tabela 7.4). Oduzimanjem jednog atoma vodonika iz alkena se izvode odgovarajuće ugljovodonične grupe čiji je zajednički naziv *alkenil grupa*. Među njima su najvažnije *vinil grupa* ($\text{CH}_2 = \text{CH}-$) i *alil grupa* ($\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2-$).

S obzirom na to da je u organskim jedinjenjima ugljenik uvek četvorovalentan, strukturu molekula etena možemo predstaviti na sledeći način:



7.7. Model molekula etena

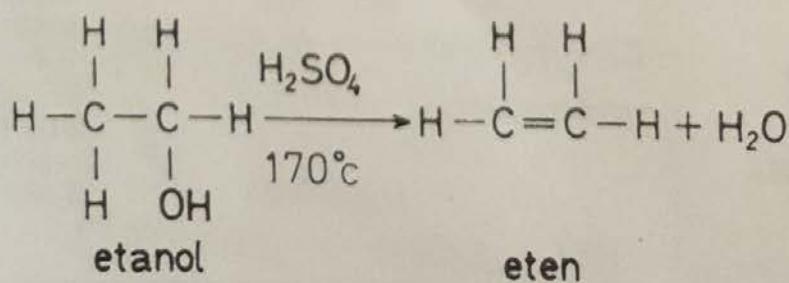
Kao što se vidi, dva ugljenikova atoma povezana su međusobno sa dve veze (valence), a preostale dve veze svakog od dva ugljenikova atoma povezane su sa vodonikovim atomima. Veze među atomima mogu se naravno predstaviti i elektronskim parovima. Vidimo da je za ugljenikove atome zadovoljeno pravilo okteta a za vodonikove atome pravilo dubleta (videti o elektronskoj teoriji hemijske veze u prvom delu ove knjige).

Ogled 7.1.

Pripremite aparaturu za razvijanje gasova. U epruvetu s bočnim odvodom sipajte malo koncentrovane sumporne kiseline i potom dodajte malo kvarcnog peska, koji treba da posluži kao katalizator. Kapalicu pričvrstite gumenim zapušaćem za epruvetu, pošto ste je prethodno napunili do polovine etanolom. Pričvrstite epruvetu za stativ, otvor odvodne cevi okrenite navise, pažljivo zagrevajte epruvetu dodajući alkohol u kapima. Zapalite gas koji se izdvaja. Kakvim plamenom gori?

Koncentrovana sumporna kiselina razgrađuje etanol tako što oduzima vodu, pri čemu postaje eten.

Primer 4.



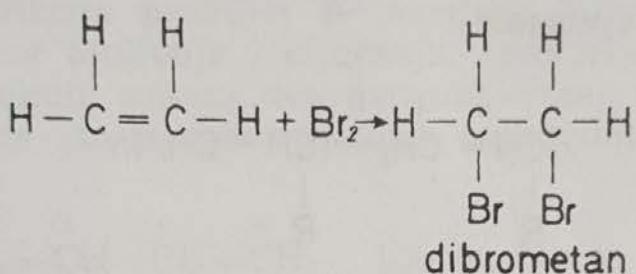
Eten gori svetlim čadavim plamenom i s vazduhom gradi eksplizivnu smesu. Pre nego što ste ga zapalili, niste mogli znati da li se osloboda jer je bezbojan, mada ste mogli osetiti njegov sladunjavi miris. Reakcije ovog tipa nazivaju se *reakcije eliminacije* (iz molekula alkohola eliminisan je molekul vode).

Ogled 7.2.

Eten, dobijen u prethodnom ogledu, uvodite: a) u epruvetu s bromnom vodom,* b) u epruvetu s razblaženim rastvorom kalijum-permanganata ($KMnO_4$), koji ste zakiselili razblaženom sumpornom kiselinom. Kakva je promena nastala (u pogledu obojenosti)?

Reakcija s bromom može se predstaviti hemijskom jednačinom:

Primer 5.

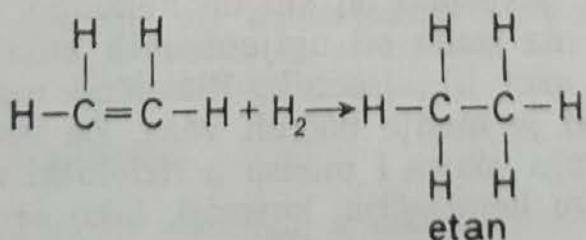


Pri ovoj reakciji dolazi do raskidanja dvogube veze, tako da se na oba ugljenikova atoma pojavljuju slobodne veze za koje se vezuju atomi broma. Ova vrsta hemijske reakcije naziva se *adicija* (latinski: *adicio* — dodavanje) i karakteristična je za nezasićena organska jedinjenja.

Tokom reakcije s rastvorom kalijum-permanganata takođe dolazi do adicije na dvogubu vezu etena.

Adirati se mogu i atomi vodonika, pri čemu nastaje etan (uz prisustvo platine kao katalizatora).

Primer 6.



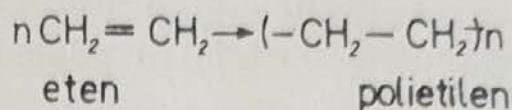
Reakcijom adicije iz alkena se uvek dobijaju odgovarajuća zasićena jedinjenja.

* Bromna voda nastaje slično kao i hlorna, reakcijom broma s vodom. Bromna voda i rastvor kalijum-permanganata upotrebljavaju se kao reagensi za dokazivanje nezasićenih jedinjenja.

Eten se upotrebljava za dobijanje mnogih organskih supstanci, na primer, etanola (etil-alkohola), glikola, i drugih. Ogromne količine etena koriste se i za proizvodnju plastične mase koja se zove *polietilen*. Pri tome se veliki broj molekula etena (etilena) međusobno vezuje u velike molekule, tzv. *makromolekule* polietilena (grčki: *makros* — veliki) a da se ne izdvajaju sporedni proizvodi reakcije. Ovakva vrsta reakcije naziva se *polimerizacija*.

Polimerizaciju etena u polietilen možemo predstaviti na sledeći način.

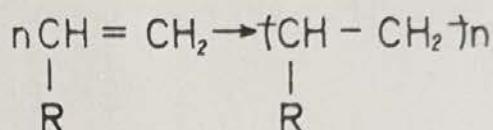
Primer 7.



Molekul ovako dobijenog polimera sastoji se od nekoliko stotina međusobno povezanih molekula etilena.

Najlakše se polimerizuju nezasićeni ugljovodonici alkeni (primer 8), ali se mogu polimerizovati i druge supstance:

Primer 8.



Broj n izražava broj jedinica u makromolekulu polimera i naziva se *stepen polimerizacije*. Sam proces se odvija tako što se najpre raskidaju dvogube veze u monomerima, a potom vrši reakcija adicije.

Povezivanje monomera može se ostvariti na različite načine. Ako se monomeri povezuju bez izdvajanja malih molekula, kažemo da je to *polimerizacija*, a ako dolazi do izdvajanja malih molekula, reč je o *polikondenzaciji*. Mnogi polimeri imaju karakteristične osobine *plastičnosti* ili *elastičnosti*, na čemu se zasniva njihova upotreba za proizvodnju plastičnih masa, smola i gume. Stepen plastičnosti i elastičnosti polimera menja se zavisno od hemijskog sastava, temperature, pritiska i sl.

Osnovna karakteristika polimera jeste da se u njima monomeri povezuju međusobno u duge nizove koji čine kostur makromolekula. Međusobno može biti povezano od sto do nekoliko desetina hiljada monomera. Najčešće je niz samo od ugljeničkih atoma, ali ponekad se u skeletu može naći i azot ili kiseonik. Plastične mase su rastvorljive i lakše se obrađuju kad je manje bočnih veza. Za većinu plastičnih masa može se reći da nemaju ukusa i mirisa a fiziološki su bezopasne. Postojane su prema dejstvu hemikalija, koroziji, lako se boje i dobri su izolatori.

Plastične mase su označile revoluciju u tehnici i svakodnevnom životu ljudi XX veka. Njihova sveopšta primena značajna je karakteristika vremena u kome živimo. S druge strane, plastične mase kad dođu u fazu ostarelog materijala, postanu otpad, prete da bukvalno zatrpuju našu planetu. Zato se mora nastaviti sa istraživanjima kako bi se našli postupci za ponovno vraćanje plastike u proces proizvodnje ili za njihovu biološku degradaciju.

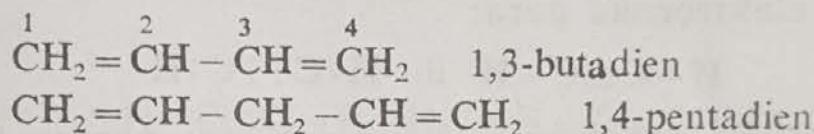
Da li je monomer po strukturi identičan sa jediničnim delom makromolekula koji je od samog tog monomera nastao? Da li monomer i polimer imaju isti procentni sastav?

Promena molekulske mase alkana samo za jednu CH₂-grupu dovodi do nastanka potpuno novog jedinjenja sa drugačijim fizičkim i hemijskim osobinama. Promena molekulske mase polimera i za nekoliko monomernih molekulske jedinice ne dovodi do bitne promene. Kako to objašnjavate?

Polietilen se upotrebljava kao materijal za pakovanje, za zaštitu staklenika i toplih leja, za cevovode otporne na mraz i u razne druge svrhe. Ne rastvara se u običnim organskim rastvaračima.

Alkeni su po mnogim fizičkim osobinama slični alkanima, ali se po hemijskim osobinama, kako smo videli, veoma razlikuju od njih. Niži članovi homologog niza su na običnoj temperaturi gasovite supstance, homolozi sa srednjim brojem ugljenikovih atoma su tečni, a s preko 18 atoma ugljenika u molekulu su čvrste supstance. S porastom relativne molekulske mase alkena pravilno se menjaju njihove fizičke osobine (gustina, temperature topljenja i ključanja, rastvorljivost i sl.).

Ako se u molekulu nalaze dve dvogube veze, onda je to posebna grupa ugljovodonika (sa karakterističnim osobinama) koji se nazivaju *dieni*:



Dieni imaju svojstva slična alkenima. I za diene je, naime, najvažniji tip reakcije — adicija. S obzirom da imaju dve dvogube veze, oni mogu adirati dva molekula nekog jednovalentnog reagensa.

Prve vrste sintetičkog kaučuka dobijene su polimerizacijom butadiena, CH₂=CH-CH=CH₂; 2,3-dimetilbutadiena, CH₂=C(CH₃)₂-C(CH₃)=CH₂; izoprena, CH₂=C(CH₃)₂-CH=CH₂ (napišite strukturne formule svih navedenih jedinjenja). Ova jedinjenja spadaju u grupu acikličnih nezasićenih jedinjenja, sa dve dvostrukе veze koja se nazivaju *alkadieni*. Alkadieni su izomerni sa alkinima što znači da im je opšta formula C_nH_{2n-2}. Ako su u alkadienima dve dvostrukе veze odvojene samo jednom prostom vezom nazivamo ih jedinjenjima sa konjugovanim vezama. U reakcijama adicije ovih jedinjenja, dvostrukе veze postaju jednostrukе, a jednostruka koja je bila između njih, najčešće postaje dvostruka. Ove se promene dešavaju pri polimerizaciji butadiena, izoprena i ostalih monomera iz kojih se dobija kaučuk (u stvari sve veze kod konjugovanih ugljovodonika su jednake, slično benzenu).

PITANJA I ZADACI:

1. Zašto su alkeni reaktivni, a alkani nisu?
2. Napišite molekulsku formulu alkena s pet ugljenikovih atoma; napišite i strukturnu formulu i ukažite na mogućnost stvaranja izomera.
3. Šta je polimerizacija?
4. Koja od navedenih jednačina prikazuje reakciju supstitucije (zaokružite slovo ispred jednačine; prethodno naznačite strelice).
 - a. C₈H₈ + HCl → C₈H₇Cl
 - b. C₂H₄ + J₂ → C₂H₄J₂
 - c. C₈H₈ + Br₂ → C₈H₇Br + HBr