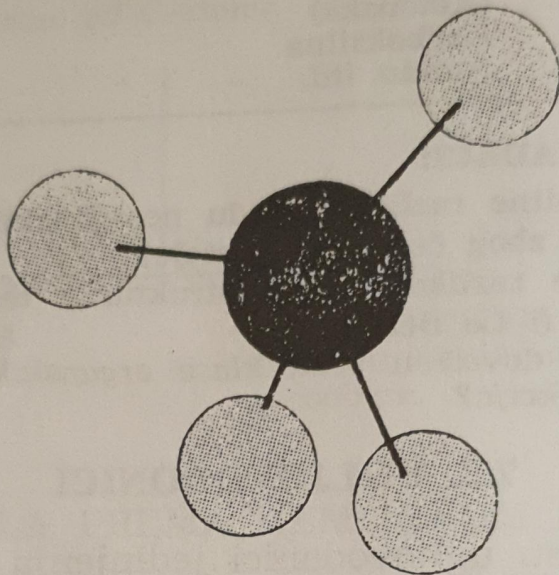


### 7.3.1. ALKANI

Alkani su *zasićeni\** aciklični ugljovodonici. Najjednostavniji alkan je *metan*, čija je molekulska formula  $\text{CH}_4$ .

Posmatran u prostoru, molekul metana ima jedan atom ugljenika u centru pravilnog tetraedra, a četiri atoma vodonika nalaze se na njegovim rogljevima (slika 7.3). Pored metana, u grupu alkana spadaju



7.3. Model molekula metana

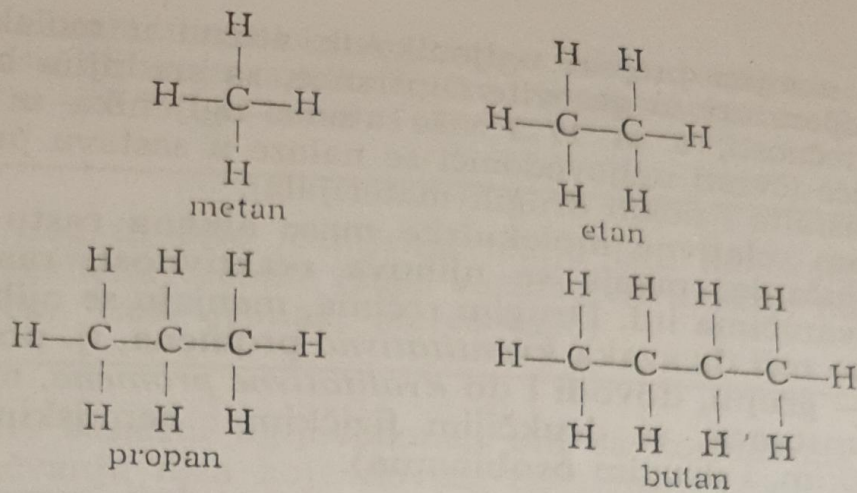
— *etan, propan, butan, pentan, heksan*, itd. (tabela 7.3). Napisaćemo strukturne formule nekih od njih (elektronske formule napišite sami):

Tabela 7.3.

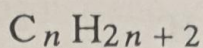
#### Homologi niz normalnih alkana

Naziv	Molekulska formula	Strukturna (racionalna) formula	Agregatno stanje
1. metan	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	gas
2. etan	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	gas
3. propan	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	gas
4. n-butan	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	gas
5. n-pentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	tečnost
6. n-heksan	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	tečnost
...	...	...	...
7. n-oktadekan	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$	čvrsta supstanca

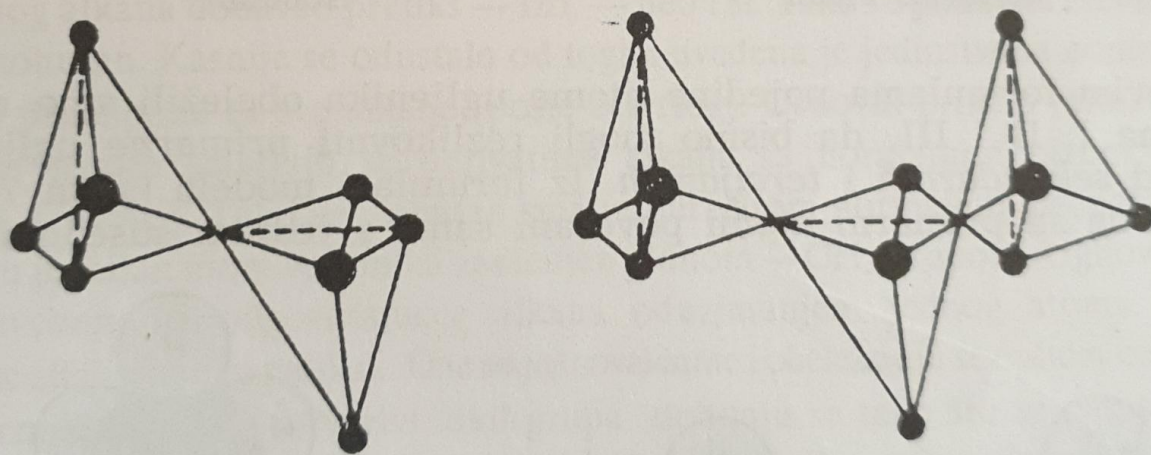
\* Zasićeni ugljovodonik je jedinjenje sa maksimalno mogućim brojem atoma vodonika povezanih sa atomima ugljenika.



Na osnovu strukturnih formula može se zaključiti da se svaki sledeći ugljovodonik iz grupe alkana razlikuje od prethodnog za jednu  $\text{CH}_2$ - grupu atoma (metilenska grupa). Ovi i drugi nizovi organskih jedinjenja, koji se međusobno razlikuju samo za jednu  $\text{CH}_2$ - grupu, nazivaju se *homologi nizovi* jedinjenja (grčki: *homo*-isti; *logos*-nauka). Pojedini članovi niza nazivaju se *homolozi*. Na osnovu strukturnih formula takođe je jasno da se za sve zasićene ugljovodnike tipa alkana može napisati *opšta formula*:

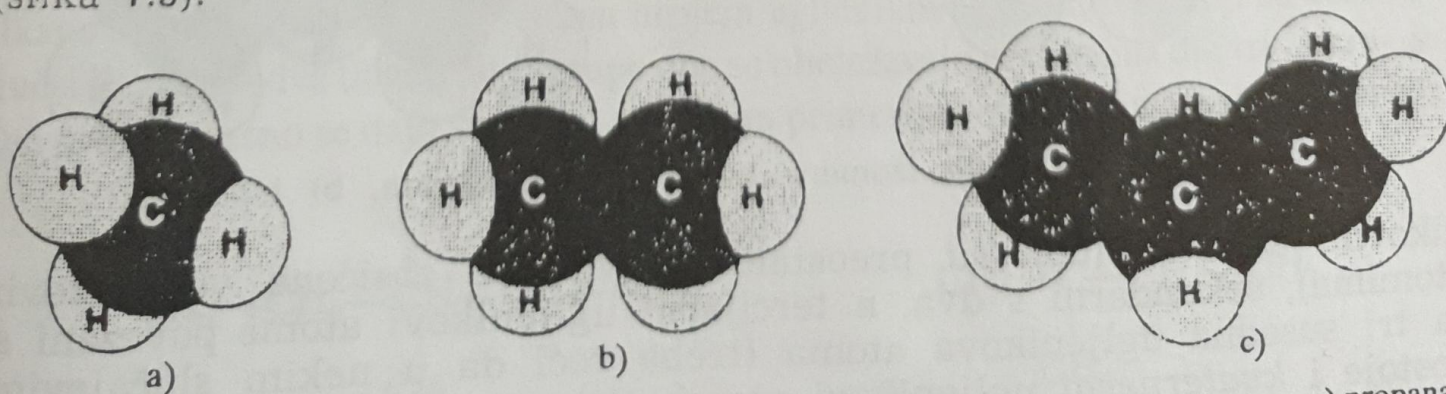


Prostorni raspored atoma u molekulima etana i viših homologa takođe se može prikazati pomoću tetraedara koji se dodiruju rogljevima, gradeći pri tome izlomljeni ugljenikov niz (slika 7.4). O toj izlomljenosti



7.4. Tetraedarski modeli molekula etana i propana

ugljenikovog niza, drugim rečima, o uglovima između valenci ( $109^\circ 28'$ ), mora se voditi računa i prilikom predstavljanja molekula pomoću modela (slika 7.5).

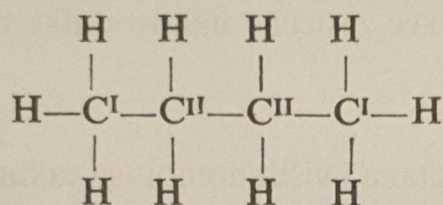


7.5. Kalotni modeli molekula pojedinih članova homologog niza alkana: a) metana, b) etana, c) propana

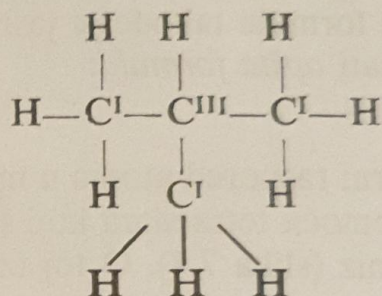
Alkani s manjim brojem ugljenikovih atoma u molekulu ( $C_1$ — $C_4$ ) na sobnoj temperaturi su gasovite supstance, sa srednjim brojem atoma ( $C_5$ — $C_{16}$ ) su tečnosti, a sa 17 i više atoma ugljenika u molekulu su čvrste supstance (čvrsti ugljovodonici se nalaze u sastavu parafina, vazelina, mazuta, asfalta i nekih drugih materijala).

S porastom relativne molekulske mase alkana rastu temperature topljenja i ključanja, menja se njihova reaktivnost, rastvorljivost u pojedinim rastvaračima itd. Drugim rečima, menjaju se njihove karakteristike. Možemo reći da svaka *kvantitativna* promena, tj. povećanje mase za jednu  $CH_2$  — grupu, dovodi i do *kvalitativne* promene, nastaje potpuno drukčija supstanca, sa drukčijim fizičkim i hemijskim osobinama (takođe fiziološkim, i drugim osobinama).

Do pojave novih karakteristika ne mora doći samo povećanjem mase supstance, broja i vrste atoma. Nove osobine se mogu pojaviti već i uspostavljanjem drukčije strukture molekula, povezivanjem atoma na drukčiji način. Dobar primer za to je postojanje dve vrste butana — normalnog i izo-butana:

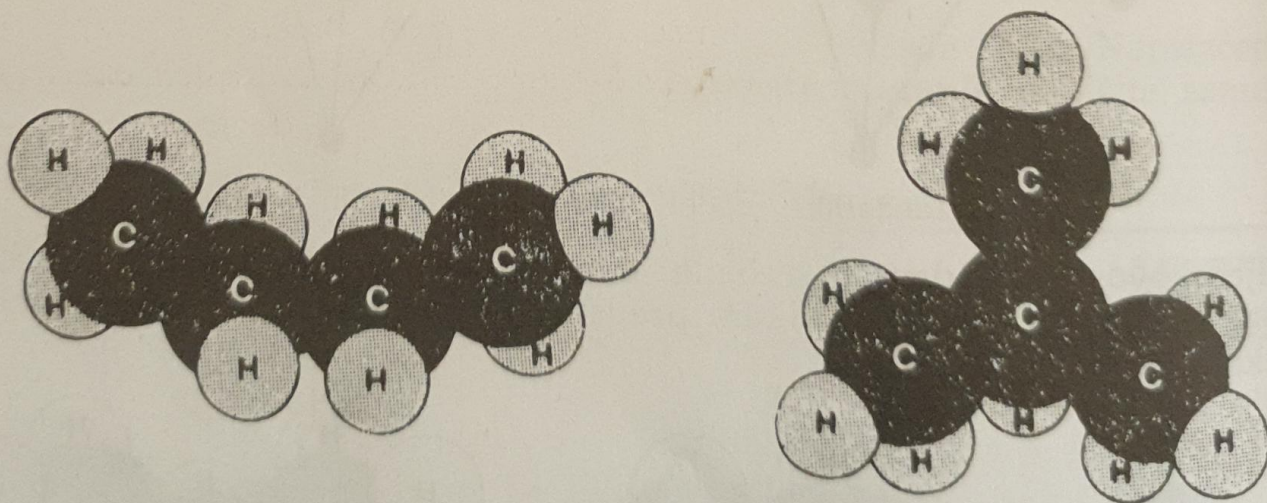


normalni butan



izobutan

U ovim formulama pojedine atome ugljenika obeležili smo rimskim brojevima I, II i III, da bismo mogli razlikovati *primarne* ugljenikove atome od *sekundarnih* i *tercijarnih*. Iz formula i modela (slika 7.6) lako je uočiti da su primarni atomi povezani samo s jednim susednim uglje-



7.6. Modeli molekula izomera butana: a) n-butana, b) i-butana

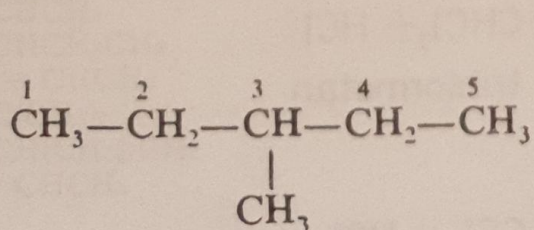
nikovim atomom (dok su preostale tri valence zasićene vodonikovim atomima), sekundarni s dva, a tercijarni ugljenikovi atomi povezani su sa tri susedna ugljenikova atoma (treba reći da u nekim slučajevima postoje i *kvaternerni* ugljenikovi atomi, čije su sve valence povezane s atomima ugljenika).

Oba butana imaju istu molekulsku formulu  $C_4H_{10}$ , prema tome i istu relativnu molekulsku masu, ali imaju različite fizičke i hemijske osobine. Tako, na primer, n-butan ključa na  $-0,5^\circ C$ , a i-butan na  $-12^\circ C$ .

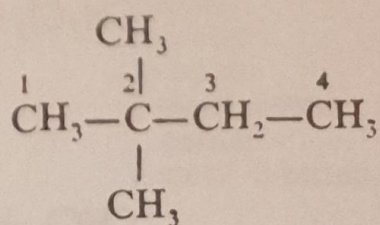
Pojava da dva ili više jedinjenja imaju istu molekulsku formulu i masu, a različite osobine (zbog različite strukture) naziva se izomerija (grčki: *isos*—jednak; *meros*—deo)

Kad bi svi zasićeni ugljovodonici bili sa normalnim nizom, tj. kad ne bi bilo račvanja niza koje dovodi do pojave *izomerije*, označavanje ugljovodonika nazivima bilo bi jednostavno i usaglašeno sa brojem atoma ugljenika. Pojava izomerije, pa time i velikog broja ugljovodonika zahtevala je da se na međunarodnom nivou (pomenuta IUPAC asocijacija) usaglase pravila označavanja. Zato govorimo o *nomenklaturi* ugljovodonika (ali i svih drugih organskih jedinjenja) koja je stvorena dogovorenim pravilima, tj. *konvencijom*.

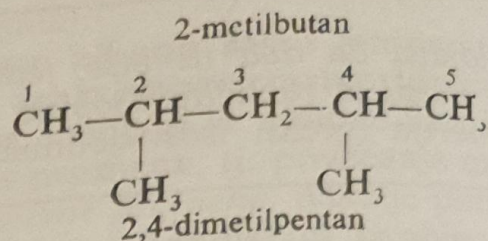
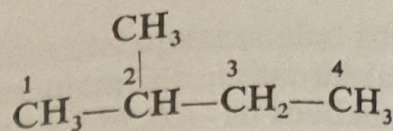
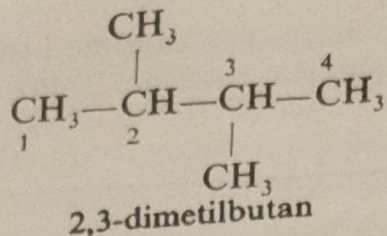
Prema IUPAC nomenklaturi dogovoreno je da prva četiri člana alkana zadrže svoja od ranije uobičajena imena: metan, etan, propan i butan. Alkani sa pet i više ugljenikovih atoma dobijaju nazive tako što se na osnovu odgovarajućih grčkih brojeva dodaje nastavak — an (pentan, heksan, heptan itd.). Izomerni alkani su i u prvobitnoj IUPAC-ovoj nomenklaturi dobijali nazive tako što se ispred naziva normalnog alkana dodavao prefiks — izo, — neo i sl. Tako se ponekad račvasti butan naziva izobutan. Kasnije se odustalo od toga i uvedena je jedinstvena nomenklatura po istim principima za sve alkane (posle četvrtog). Osnovni princip jeste: alkani sa račvastim nizom smatraju se derivatima alkana sa normalnim nizom (latinski: *derivare*—izvoditi). Tako se izobutan smatra derivatom normalnog propana u čijem molekulu je jedan atom vodonika zamenjen jednom  $-CH_3$  grupom. Ugljovodonične grupe izvedene iz odgovarajućeg alkana oduzimanjem jednog atoma vodonika nazivaju se **alkil-grupe** ili radikali. One su jednovalentne i obeležavaju se opštom oznakom R—, opšte formule  $C_nH_{2n+1}$ . Nazivi alkil-grupa dobijaju se tako što se nastavak — an ugljovodonika zameni nastavkom — il. Među najvažnijim principima nomenklature alkana nalaze se još i ovi: za normalni alkan smatra se onaj koji ima najduži normalni niz; ugljovodonikovi atomi numerišu se brojevima tako da ugljenikov atom na kome dolazi do račvanja ima najmanji broj; imena alkil-grupa stavljaju se ispred imena alkana i njihov položaj se označava brojem ugljenikovog atoma za koji su vezani. U slučaju kad ima dve ili više alkil-grupe one se obeležavaju prefiksima di-, tri-, tetra-, itd. Ovi principi jasno se daju sagledati na samim primerima označavanja ugljovodonika:



3-metilpentan

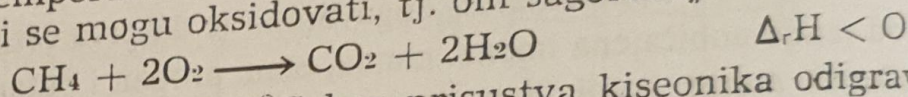


2,2-dimetilbutan

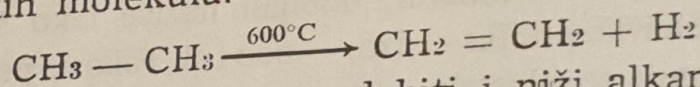


Alkani su veoma slabo reaktivna jedinjenja. Pod običnim uslovima (sobna temperatura, atmosferski pritisak) ne reaguju ni sa jakim kiselinama kakve su sumporna i hlorovodonična, niti sa jakim bazama kao što su na primer natrijum-hidroksid ili kalijum-hidroksid. Pri običnim uslovima otporni su i na jaka oksidaciona sredstva kao što su kalijum-permanganat i kalijum-dihromat. Nereaktivnost alkana je u vezi sa jačinom jednostruke veze koja se teško raskida.

Na povišenoj temperaturi, u prisustvu kiseonika ili jakih oksidacionih sredstava, alkani se mogu oksidovati, tj. oni sagorevaju:



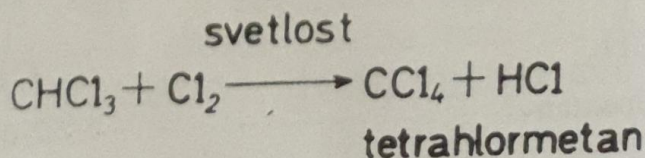
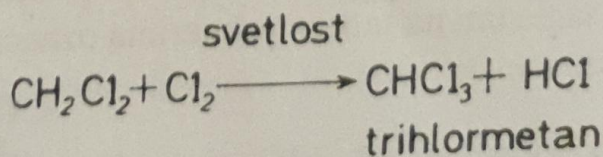
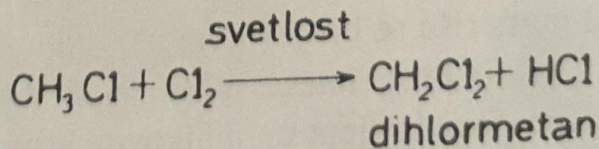
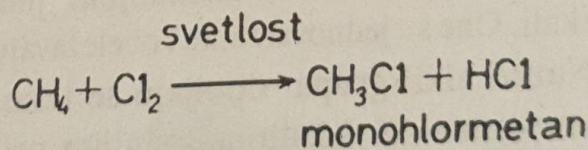
Na temperaturama iznad  $500^\circ\text{C}$  bez prisustva kiseonika odigrava se proces pirolize ili krekovanja alkana koji se u suštini svodi na termičko razlaganje alkanskih molekula:



Pirolizom viših alkana mogu se dobiti i niži alkani a taj proces se primenjuje u industriji nafte.

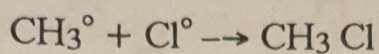
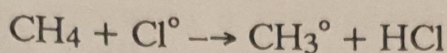
Za alkane je karakteristična reakcija *supstitucije*. Tako, na primer, ako pomešamo metan i hlor, već na običnoj temperaturi, u prisustvu svetlosti, doći će do reakcije pri kojoj atomi hlora zamenjuju atome vodonika u molekulima metana (latinski: *substituere*—zameniti).

Primer 3.



Jedinjenja dobijena na ovaj način nazivaju se *derivatima* ugljovodonika (latinski: *derivare* — izvoditi).

Monohalogeni derivati nazivaju se *alkil-halogenidi*. Treba naročito uočiti da su to jedinjenja koja nastaju zamenom vodonikovih atoma atomima halogenog elementa. Gornje reakcije supstitucije prema tome možemo nazvati i reakcijom halogenovanja. Ako potpunije izučimo mehanizam ovih reakcija, uočavamo da se ove lančane reakcije odvijaju posredstvom *slobodnih radikala*. Pod slobodnim radikalom podrazumevamo atom ili atomsku grupu koji imaju po jedan slobodan nesporeni elektron:



Alkani se mogu upotrebljavati kao goriva, pogonska sredstva, maziva ili sirovine u hemijskoj industriji.

#### PITANJA I ZADACI:

1. Objasnite zašto ugljenik može da gradi tako velik broj jedinjenja.
2. Koristeći se opštom formulom alkana, napišite formulu alkana čiji je broj ugljenikovih atoma  $n = 12$ .
3. Izračunajte relativnu molekulsku masu  $M_r$  propana.
4. Zaokružite formule zasićenih ugljovodonika (alkana):

- a)  $\text{CH}_4$     b)  $\text{C}_2\text{H}_4$     c)  $\text{C}_2\text{H}_2$     d)  $\text{C}_3\text{H}_8$ .