

OG LJIKOVODIKI

- 6.1 Zakaj je znanih toliko ogljikovih spojin?
- 6.2 Kako dobimo ogljikovodike iz nafte?
- 6.3 Kako imenujemo ogljikovodike?
- 6.4 Alkani z nerazvejanimi in razvejanimi verigami
- 6.5 Kakšne so lastnosti alkanov?
- 6.6 Nenasičeni ogljikovodiki
- 6.7 Alkeni so reaktivne spojine
- 6.8 Od krekiranja alkanov do plastike
- 6.9 Ali je zemlja še moder planet?
- 6.10 Preveri, kaj znaš

6.

6.1 Zakaj je znanih toliko ogljikovih spojin?

Znanih je več kot 15 milijonov spojin ogljika z drugimi elementi, kar je več kot vseh znanih spojin drugih devetdesetih elementov, ki jih najdemo v naravi.

Ogljik lahko tvori veliko več spojin kot kateri koli drugi element. Vsak teden pripravijo v kemijskih laboratorijih širom po svetu na tisoče novih spojin, ki vsebujejo atome ogljika. Od vseh elementov lahko le ogljik tvori tako raznovrstne spojine, kot je metan z enim ogljikovim atomom v molekuli pa vse do DNA – deoksiribonukleinske kisline, ki vsebuje na bilijone ogljikovih atomov v molekuli. Vzroka sta predvsem dva: atomi ogljika se lahko povezujejo med seboj in z atomi drugih elementov v verige ali obroče. To je leta 1858 sklepal August Friedrich Kekulé, pa tudi to, da atom ogljika lahko tvori štiri kovalentne vezi z drugimi atomi.



Slika 1 August Friedrich Kekulé (1829–1896)

Zaradi domneve, da lahko ogljikove spojine izvirajo le iz živih organizmov, so jih poimenovali organske spojine, snovi v neživi naravi pa anorganske spojine.

Šele sinteza Friedricha Wöhlerja, ki je leta 1828 iz amonijevega cianata v laboratoriju pripravil sečnino, je ovrgla to trditev. Vendar se je ime organske spojine ohranilo do danes. Z nobeno sodobno metodo ni mogoče ugotoviti, ali neka spojina izvira iz narave ali pa je bila pripravljena v laboratoriju.



Slika 2 Friedrich Wöhler (1800–1882)

Ogljikovi atomi tvorijo ogrodja molekul organskih spojin, na katere se vežejo atomi drugih elementov. Z izjemo redkih spojin vsebujejo organske spojine vodik. Pogosto so vezani še atomi kisika, dušika, žvepla, fosforja, halogenov in redkeje nekaterih drugih elementov.

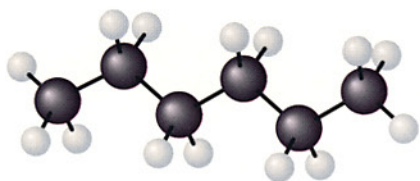


Slika 3 Gorenje parafina. Pri segrevanju se parafin stali in nato vžge. Pri spajanju vodika iz parafina in kisika iz zraka nastane vodna para. Ta kondenzira na urnem steklu, ki ga damo nad goreči parafin. Ogljik, vezan v parafinu, zgori s kisikom iz zraka v ogljikov dioksid.

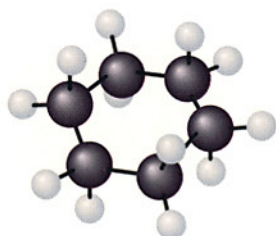
Organske spojine so zgrajene iz molekul, v katerih se atomi povezujejo s kovalentnimi vezmi, zato imajo te spojine le izjemoma tališča nad 350 °C. Pri segrevanju večina organskih spojin poogleni ter nato zgori v ogljikov dioksid in vodo.

Ogljikovodiki so spojine ogljika in vodika

Spojine ogljika, v katerih se ta element povezuje z vodikom, imenujemo **ogljikovodiki**. Ogljikovi atomi se lahko povezujejo med seboj z enojnimi, dvojnimi ali trojnimi vezmi. Poleg tega se na atome ogljika vežejo še atomi vodika z enojnimi vezmi. Na lastnosti ogljikovodikov vpliva prostorska zgradba molekul. S formulami lahko podamo zgradbo molekul v eni ravnini, prostorsko razporeditev atomov v molekuli pa podamo z modeli molekul, ki nam pomagajo pri razvijanju prostorskih predstav.



Slika 4 Model molekule ogljikovodika, v kateri je šest ogljikovih atomov povezanih z enojnimi vezmi v **verigo**.



Slika 5 Model molekule ogljikovodika, v kateri je šest ogljikovih atomov povezanih z enojnimi vezmi v **obroč**.

Spojine ogljika in vodika, v katerih se ogljikovi atomi povezujejo le z enojnimi vezmi v verige, imenujemo **alkani**. V verigi je lahko povezanih veliko število ogljikovih atomov. Alkane uvrščamo med **aciklične** ogljikovodike.

Naredi, odgovori

1. Koliko vezi lahko tvori ogljikov atom?
2. Sestavi modela molekul, prikazanih na slikah 4 in 5.
3. Kaj se zgodi pri segrevanju sladkorja?
4. Kako dokažemo, da so ogljikovodiki spojine ogljika in vodika?

Spojine, v katerih so ogljikovi atomi povezani z enojnimi vezmi v obroče, imenujemo **cikloalkani**. Uvrščamo jih med **ciklične** ogljikovodike. Znani so obroči s prek tridesetimi ogljikovimi atomi, najpogostejši pa so obroči s petimi ali šestimi ogljikovimi atomi.



Slika 6 V atmosferi zvezd, v katerih je veliko ogljika, so molekule v obliki dolgih verig ogljikovih atomov. Te spojine so odkrili z mikrovalovno spektroskopijo. Proučevanje zgradbe teh molekul je vodilo leta 1985 Harrya Krota in njegove sodelavce do odkritja fullerenov.

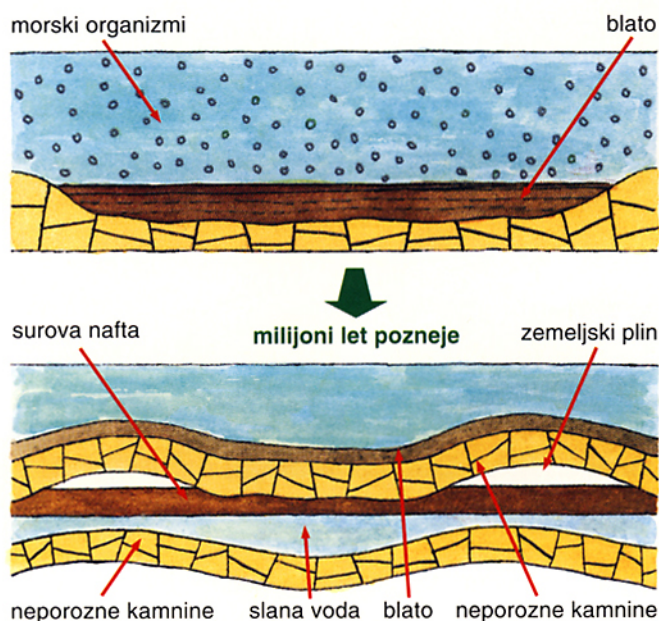


Od vseh znanih spojin jih največ vsebuje ogljik. Ogljikovodiki so spojine ogljika in vodika. Ogljikovi atomi se v molekulah ogljikovodikov lahko povezujejo med seboj z enojnimi, dvojnimi ali trojnimi vezmi v verige ali obroče. Poznamo aciklične in ciklične ogljikovodike.

6.2 Kako dobimo ogljikovodike iz nafte?

Surova nafta, zemeljski plin in premog še vedno nastajajo. Znani viri nafte in zemeljskega plina so stari najmanj 1–2 milijona let.

Po predvidevanjih je nafta nastala iz odmrlega planktona pred milijoni let pri visokih temperaturah in tlakih. Morski plankton so mikroskopsko majhni organizmi. Odmrli so padli v blato na dnu morja.



Slika 1 Nafta je nastala iz morskih organizmov, ki so odmrli pred milijoni let.

Plasti sedimentnih kamnin so prekrile odmrle majhne morske organizme. Zaradi velikega pritiska plasti kamnin in visokih temperatur sta iz njih nastala zemeljski plin in nafta. Nastala nafta se je absorbirala v plasteh poroznih kamnin in prehajala skozi, dokler ni prišla do neporoznih kamnin. Porozne kamnine z veliko luknjicami lahko primerjamo z gobo, ki vpija vodo. Nahajališča nafte so med plastmi neporoznih kamnin.

Sestava surove nafte se spreminja od nahajališča do nahajališča. Nafta je zmes ogljikovodikov – predvsem alkanov, cikloalkanov in aromatskih spojin. Surova nafta vsebuje številne alkane, od molekul z le nekaj ogljikovimi atomi do molekul s petdesetimi in več atomi ogljika.

Poleg vrtanja v zemeljskih plasteh na kopnem vse pogosteje črpajo surovo nafto iz zemeljskih plasti pod morjem s pomočjo vrtnalnih ploščadi in vrtnalnih ladij. Nafta ponavadi priteče na površje



Slika 2 Naftne ploščadi v Venezueli

zaradi tlaka zemeljskega plina, ki je nad nafto oziroma je v njej raztopljen. Delno očiščeno surovo nafto transportirajo do rafinerij, kjer jo predelajo.

Zakaj potrebujemo nafto?

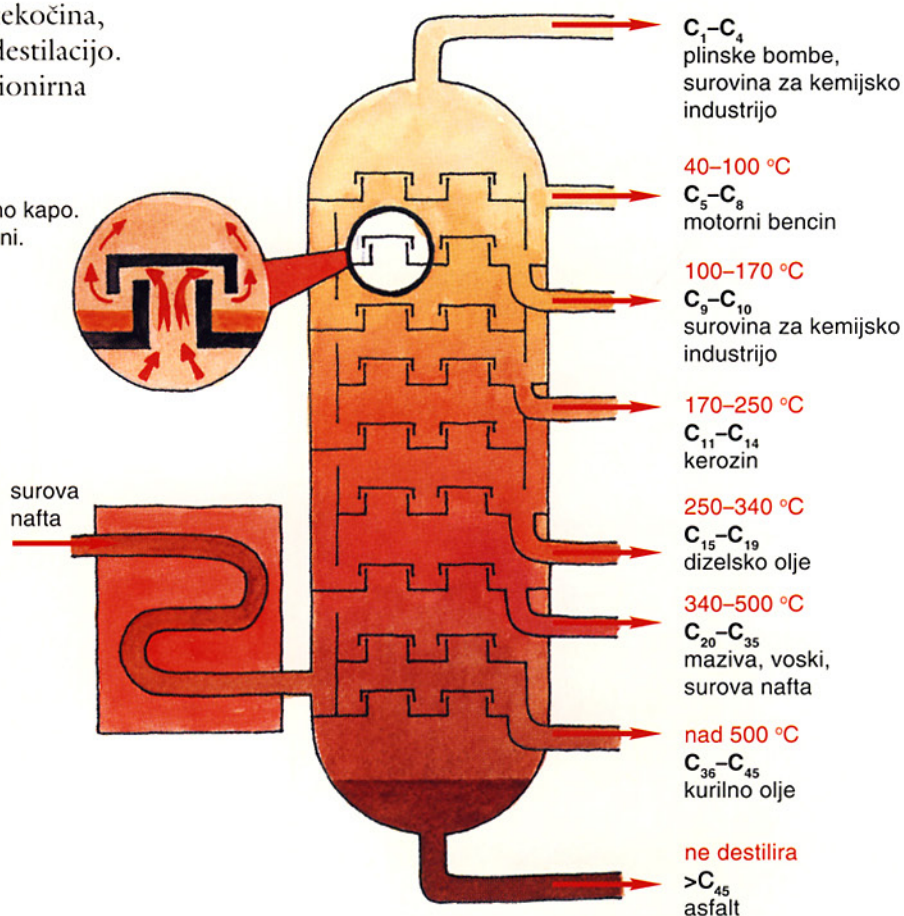
Premog je bil osnovni vir energije in pomembna surovina za vrsto snovi vse do konca druge svetovne vojne. Tedaj ga je izpodrinila nafta, ki je bila cenejša in, kot so takrat mislili, na voljo v neomejenih količinah. Lokomotive, ki so jih kurili s premogom, so zamenjali z dizelskimi lokomotivami. Toploto, ki se je sproščala pri gorenju nafte, so začeli pretvarjati v elektriko. Avtomobilska industrija je doživela neslučen razvoj in število avtomobilov še vedno iz leta v leto narašča. Nafta je zamenjala premog tudi kot surovina pri proizvodnji vrste snovi, brez katerih si težko predstavljamo naš vsakdan.



Slika 3 Gorenje plinastih ogljikovodikov pri črpanju nafte. Na naftnih poljih gorijo plinasti ogljikovodiki iz surove nafte. Teh plinov ne zbirajo, ker so stroški zbiranja, skladiščenja in transporta previsoki in ne bi bili pokriti s prodajo. Če pa je plina dovolj, ga uporabijo na črpalnišču za pogon strojev.

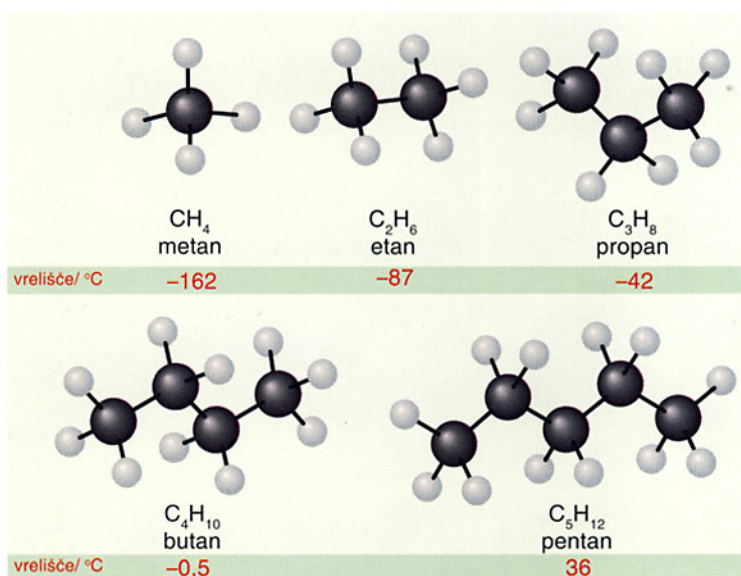
Surova nafta, ki je temna, gosta tekočina, ločimo na sestavine ali frakcije z destilacijo. Tako destilacijo imenujemo frakcionirna destilacija.

Pare prehajajo skozi vrelni kapo. Del par se pri tem utekočini.



Slika 5 Pri destilaciji surove nafte dobimo v posamezni frakciji zmes ogljikovodikov s podobnim vreliščem.

Surova nafta teče iz rezervoarja po ceveh skozi kotel, nafta se pri tem segreje in del ogljikovodikov izhlapi. Nastale pare ogljikovodikov vodijo v destilacijsko kolono, ki deluje kot hladilnik. Ogljikovodiki s podobno velikostjo molekul se utekočinijo v določenem temperaturnem intervalu. Iz surove nafte dobimo 1–2 % plinske frakcije, 15–25 % motornega bencina, 10–15 % kerozina, 15–25 % dizelskega goriva ter 40–50 % kurilnega olja, maziv in asfalta.



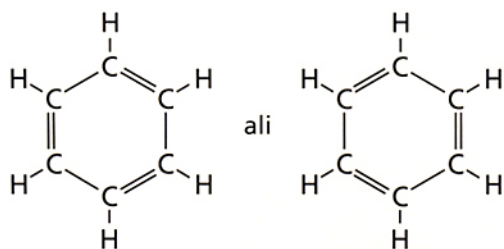
Slika 6 Vrelišče alkanov je odvisno od števila ogljikovih atomov v molekuli.

Svetovna ekonomija je postala odvisna od nafte, neobnovljivega vira energije, ki ga bo po napovedih proti koncu 21. stoletja zmanjkalo. Okrog 90 % svetovne proizvodnje nafte porabimo kot gorivo. Največ porabimo motornega bencina in letalskega goriva. Preostalih 10 % nafte pa je surovina za petrokemično industrijo, to je za proizvodnjo plastičnih mas, snovi za premaze, umetnih vlaken, detergentov, zdravil in vrste drugih snovi, s katerimi se pogosto srečujemo.

Vrelišča alkanov z dolgimi verigami so višja od vrelišč alkanov s krajšimi verigami. Z naraščajočim številom ogljikovih atomov v verigi se zmanjša tudi vnetljivost alkanov. Alkani z več kot šestnajstimi atomi ogljika v verigi so pri sobni temperaturi trdni.

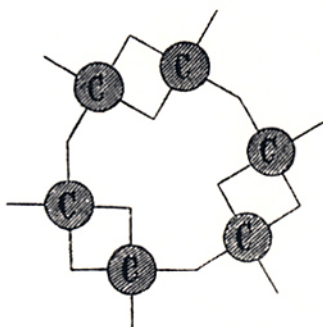
V surovi nafti so tudi **aromske spojine**. Iz imena bi lahko sklepali, da imajo poseben vonj. Danes pod oznako aromatska zgradba razumemo posebno strukturo molekul, kjer je povezanih šest atomov ogljika v obroč, v katerem se izmenjujejo enojne in dvojne vezi.

Osnovna aromatska spojina je **benzen**. Razporeditev vezi v obroču lahko zapišemo na dva enakovredna načina.



Slika 6 Vonj po češnjah daje aromatska spojina, ki vsebuje benzenove obroče.

August Kekulé je leta 1858 predvidel razvrstitev šestih atomov ogljika v obroč. Star simbol alkimistov, simbol kače, ki grize lasten rep, je primerjal z benzenovim obročem.



Slika 7 Kekuléjeva formula benzena

Poišči, odgovori

1. V katerem predelu Slovenije so nahajališča manjših količin zemeljskega plina in nafte? Kako lahko razložimo, da so nahajališča ravno v tem predelu?
2. Poišči področja na Zemlji, kjer so velika nahajališča nafte in zemeljskega plina.
3. Katere alkane dobimo na dnu in katere na vrhu destilacijske kolone pri destilaciji surove nafte?
4. Naštej nekaj snovi, ki jih pridobivajo iz frakcije nafte z vreliščem 170–250 °C.
5. Kakšna pogonska goriva so na voljo na bencinskih črpalkah? V čem se razlikujejo?

Zanimiva je tudi ponazoritev benzenovega obroča C. F. Findiga iz leta 1886 na osnovi ugotovitev Kekuléja.



Slika 8 Povezavo šestih atomov ogljika v šestčlenski obroč in dvojne vezi v obroču je C. F. Findig ponazoril s povezavo šestih opic.

Osvinčen in neosvinčen bencin

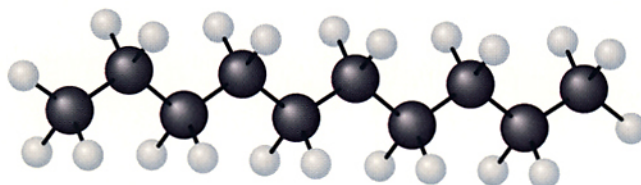
Že na začetku avtomobilizma okoli leta 1920 so problem predčasnega vžiga zmesi bencinskih hlapov in zraka v bencinskem motorju (klenkanje motorja) rešili tako, da so bencinu dodajali majhne količine svinčeve spojine tetraetil svinec. To je izboljšalo delovanje motorja, toda z izpušnimi plini so izhajale v okolje tudi strupene svinčeve spojine. Zato so okoli leta 1980 začeli omejevati uporabo tetraetil svinca in uporabljati neosvinčeni bencin, ki pa vsebuje več alkanov z razvejanimi verigami in aromatskih spojin.



Nafta in zemeljski plin sta vir energije in surovina za vrsto snovi, iz katerih so materiali, ki jih vsak dan uporabljamo. Z destilacijo dobimo iz nafte frakcije ogljikovodikov s podobnimi lastnostmi.

6.3 Kako imenujemo ogljikovodike?

Imenovanje spojin določajo mednarodno sprejeta pravila, ki omogočajo sporazumevanje med kemiki po vsem svetu.



Slika 1 Model molekule alkana z desetimi ogljikovimi atomi

Iz zgornjega modela alkana ugotovimo, da je v molekuli deset atomov ogljika. Osnova za ime alkana je grški števnik *deka*, ki mu dodamo končnico *-an*. Ta alkan imenujemo dekan.

Imena alkanov izpeljemo iz grških števnikov, ki označujejo število ogljikovih atomov v molekuli, ter končnice *-an*. Izjema so prvi štirje alkani: metan, etan, propan in butan, ki imajo stara udomačena imena. Sledijo pentan, heksan, heptan in oktan. Alkan z devetimi atomi ogljika v molekuli imenujemo nonan, kar je še ena izjema (ime izvira iz latinskega števnik).

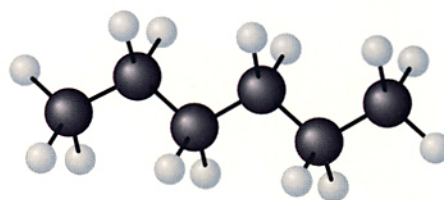
Cikloalkane imenujemo s predpono ciklo- in dodamo ime alkana glede na število ogljikovih atomov v molekulah.



Slika 2 Lupina jabolk se blešči, ker je prekrita z voski. Voski so zmesi različnih spojin z dolgimi nerazvejanimi verigami ogljikovih atomov, med drugim tudi ogljikovodikov.

Kako kemijsko zapišemo ogljikovodike?

Pri kemijskem zapisu alkanov si pomagamo z modeli molekul, ki ponazarjajo razporeditev atomov v molekuli.



Slika 3 Model molekule alkana z šestimi ogljikovimi atomi

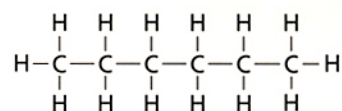
Če preštejemo število atomov posameznih elementov v molekuli, lahko zapišemo **molekulska formulo** spojine. V molekuli je 6 atomov ogljika in 14 atomov vodika.

Molekulska formula: C_6H_{14}

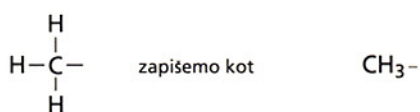
Spojino, ki vsebuje te molekule, imenujemo heksan.

Strukturna formula pokaže vezi, s katerimi so atomi povezani v molekuli. Zgradba molekul je podana dvodimenzionalno, v modelih pa je razporeditev atomov v molekuli predstavljena trodimenzionalno. Dobro je, da primerjamo zapise strukturnih formul z modeli molekul.

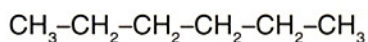
Strukturna formula heksana:



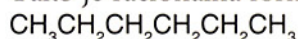
Iz modela in strukturne formule lahko izpeljemo **racionalno formulo**, ki prikaže, kateri atomi so vezani na posamezen ogljikov atom. Molekula heksana je iz šestih atomov ogljika, povezanih med seboj. Na ogljikove atome v verigi sta vezana po dva atoma vodika, na ogljikova atoma na koncu verige pa po trije atomi vodika.



Racionalna formula heksana:

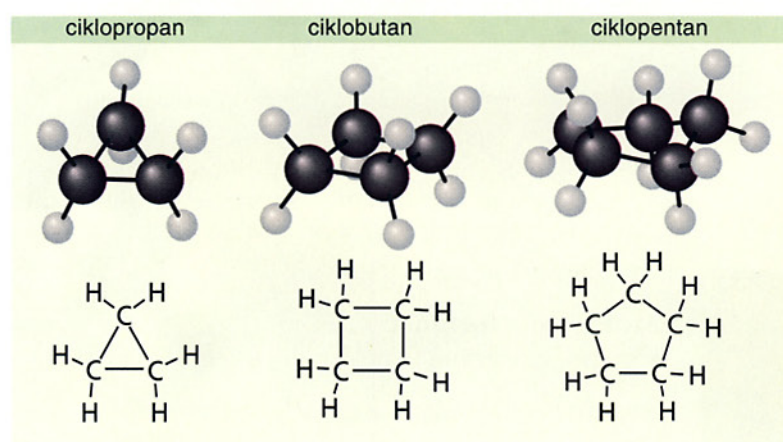


Ponavadi v racionalnih formulah ne pišemo enojnih vezi C-C. Tako je racionalna formula heksana tudi:



Najenostavnejši alkan je metan. Zemeljski plin vsebuje približno 96 % metana. Drugi alkani v njem so etan, propan in butan. Primesi pa so ogljikov dioksid, vodikov sulfid in dušik ter sledovi helija. Parafin, ki ga uporabljamo tudi za izdelavo sveč, je zmes alkanov z 20 in več ogljikovimi atomi.

Modeli molekul in strukturne formule cikloalkanov



Te molekule lahko predstavimo z modeli, ki ponazarjajo dejansko razporeditev ogljikovih atomov v obroču, ali pa s strukturnimi formulami.



Slika 4 Skladiščenje butana



Imena alkanov izpeljemo iz grških števnikov, ki označujejo število ogljikovih atomov v verigi, in dodamo končnico -an. Cikloalkane označujemo s predpono ciklo-, ki ji dodamo ime alkana glede na število ogljikovih atomov. Kemijsko zapišemo ogljikovodike s strukturno formulo, iz katere izpeljemo racionalno formulo.

Naredi, odgovori

- Sestavi modele metana, etana, propana in butana.
- Napiši molekulske, strukturne in racionalne formule teh alkanov.
- Iz modelov ciklopropana, ciklobutana in ciklopentana izpelji njihove molekulske formule.
- a) Preiši preglednico v zvezek in jo dopolni.
b) V čem se razlikujejo molekule alkanov in ustreznih cikloalkanov?

Število ogljikovih atomov	Molekulska formula alkana	Molekulska formula cikloalkana
3		
4		
5		
6		

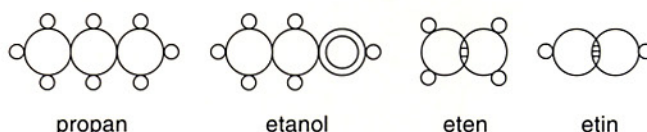
6.4 Alkani z nerazvejanimi in razvejanimi verigami

Alkani imajo lahko enako molekulsko formulo, vendar različne strukturne formule.

Ogljikovodiki s štirimi in več ogljikovimi atomi v molekulah lahko tvorijo molekule z **nerazvejanimi** in **razvejanimi verigami**.

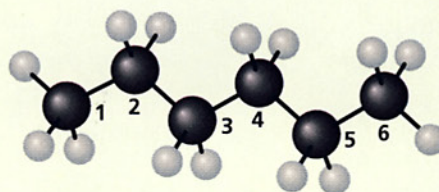
Molekulski formuli C_6H_{14} ustrezajo strukturna formula alkana z nerazvejano verigo in štiri strukturne formule alkanov z razvejanimi verigami.

Oglejmo si modele molekul vseh petih alkanov in ugotovimo razlike.



Slika 1 Joseph Loschmidt (1821–1895) je vrsto organskih skupin zapisal s t. i. grafičnimi formulami.

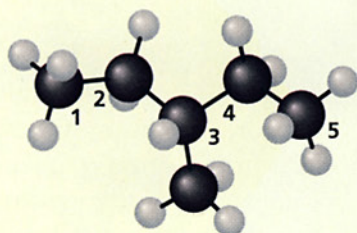
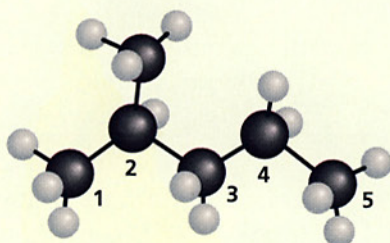
Alkan z nerazvejano verigo



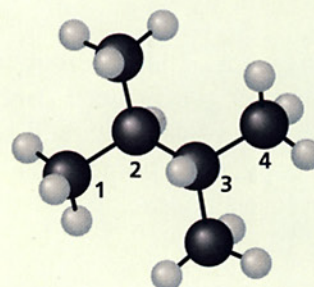
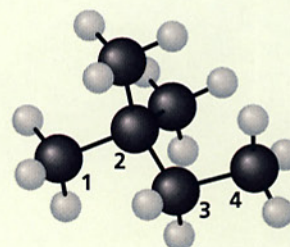
heksan

Alkani z razvejano verigo

Na verigo **petih** ogljikovih atomov je vezana **stranska veriga** ali **veja** z enim atomom ogljika. Veja se lahko veže na dva različna ogljikova atoma.



Na verigo **štirih** ogljikovih atomov sta vezani dve veji z enim atomom ogljika. Veji se lahko vežeta na isti ogljikov atom ali pa na dva različna ogljikova atoma.

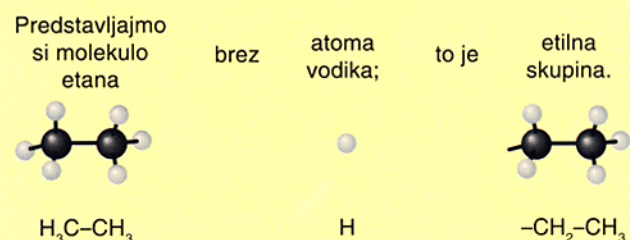
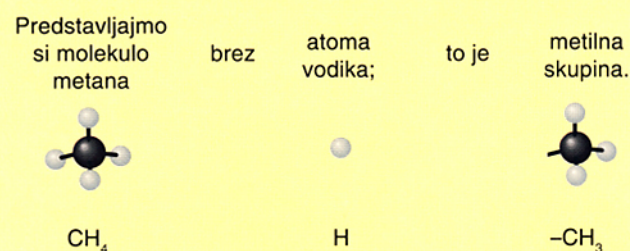


Kako imenujemo alkane z razvejanimi verigami?

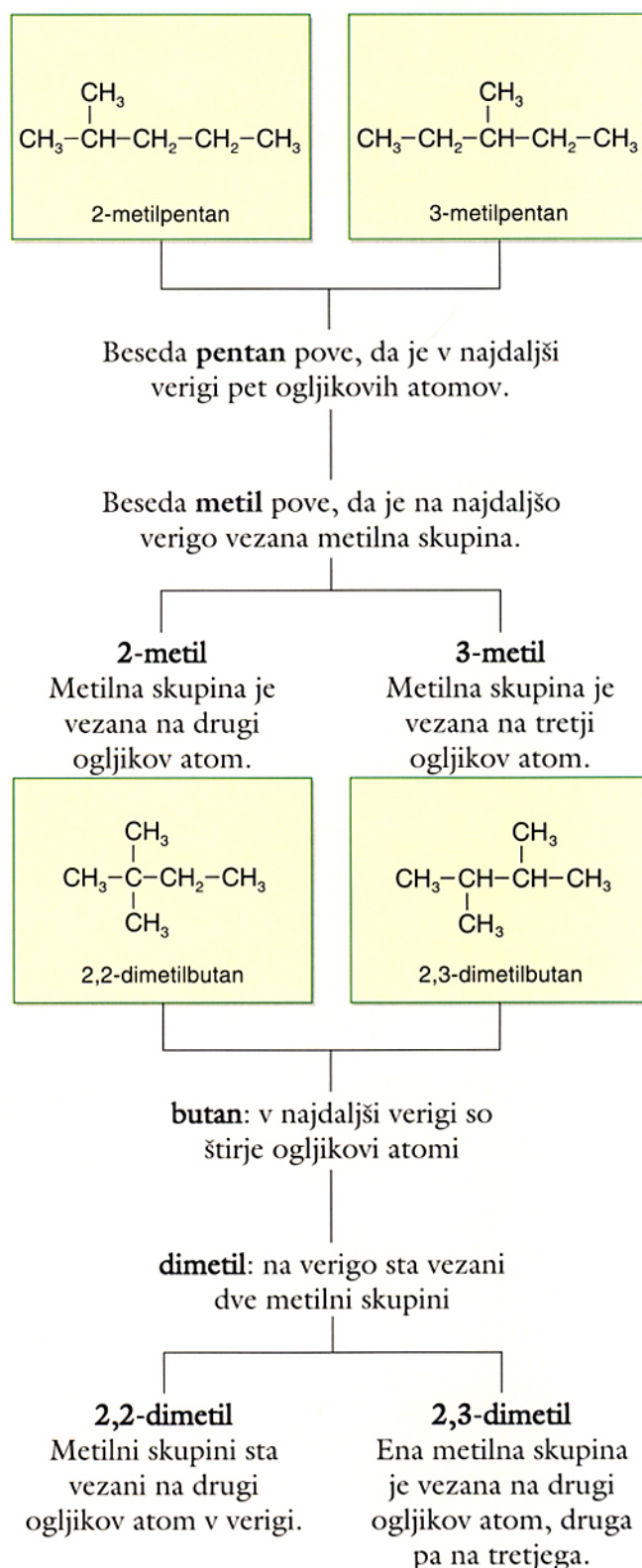
1. Poiščemo najdaljšo verigo ogljikovih atomov. Tako dobimo osnovno ime alkana.
2. Skupino atomov, ki je vezana na osnovno verigo, imenujemo s predpono in številko ogljikovega atoma, na katerega je vezana. To je **alkilna skupina**.



Alkilna skupina je del molekule alkana, brez enega vodikovega atoma. Na splošno jo označimo z -R. Imena alkilnih skupin imajo končnico -il.



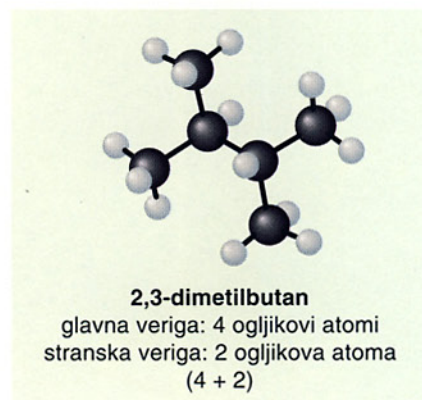
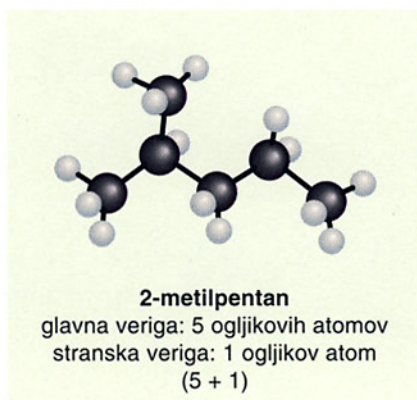
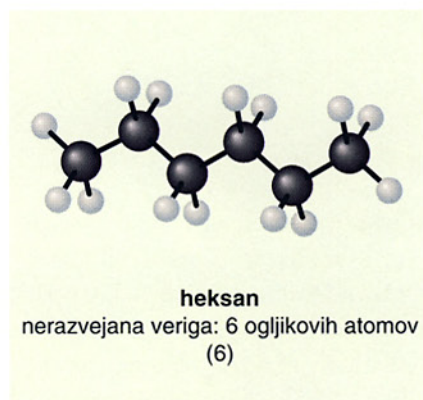
V formulah razvejanih ogljikovodikov štejemo ogljikove atome v verigi od tistega konca, kjer je krajša pot do ogljikovega atoma, na katerega je vezana alkilna skupina. To pomeni, da lahko začnemo šteti z leve ali desne.



Pojav, da imajo spojine enako molekulsko formulo, toda različno razporeditev atomov v molekuli in s tem različno strukturno formulo, imenujemo **izomerija**, posamezne spojine pa **izomeri**. Beseda izomerija je izpeljana iz dveh grških besed: *isos* – enak, *meros* – del. Izomeri se razlikujejo predvsem v gostoti, tališču in vrelišču.

Heksan, 2-metilpentan, in 2,3-dimetilbutan imajo enako molekulska formulo C_6H_{14} , toda različno strukturno formulo. Ker se razlikujejo v obliki ali razvejanosti ogljikove verige, so spojine **verižni izomeri**, vrsto (strukturne) izomerije pa imenujemo **verižna izomerija**.

Obstajajo različne vrste izomerije. Spojine, ki imajo enako molekulska, toda različno strukturno formulo, so natančneje povedano **strukturni izomeri**, vrsta izomerije pa je **strukturna izomerija**. Glede na vrste razlik v strukturnih formulah pa strukturno izomerijo lahko opredelimo kot **verižno, položajno in funkcionalno**. Za heksan, 2-metilpentan in 2,3-dimetilbutan lahko rečemo, da so izomeri ali strukturni izomeri ali verižni izomeri.



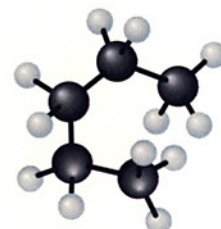
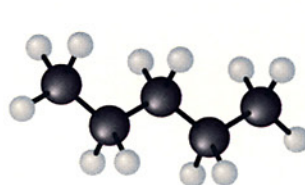
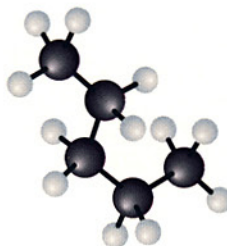
Slika 2 Heksan, 2-metilpentan, 2,3-dimetilbutan

Dekan z molekulska formulo $C_{10}H_{22}$ lahko tvori 75 izomerov, to je spojin z različnimi strukturnimi formulami in s tem različnimi lastnostmi. Pri eikozanu z molekulska formulo $C_{20}H_{42}$ pa je možnih kar 366 319 izomerov. Velika večina teh izomerov še ni znana.

Spojine, ki imajo enako molekulska formulo, toda različno strukturno formulo, so izomeri. Lastnosti izomerov so različne.

Naredi, odgovori

- Sestavi modele za vse možne izomere alkanov s štirimi in petimi ogljikovimi atomi. Pri tem ne pozabi, da lahko ogljikov atom tvori le štiri vezi.
 - Napiši strukturne in racionalne formule teh izomerov. Poimenuj spojine.
- Razloži, zakaj ne obstajata 1-metilpentan in 2-etilbutan.
- Verige alkanov se lahko zvijejo v različne oblike. Oglej si spodnje modele in ugotovi, ali predstavljajo molekule iste spojine ali molekule izomerov.



6.5 Kakšne so lastnosti alkanov?

Alkani v nafti so surovina za kemijsko industrijo in gorivo.

Alkani imajo različne fizikalne lastnosti. Ena izmed fizikalnih lastnosti je vnetljivost. Ali se različni alkani vnamejo pri isti temperaturi?

V čem se razlikujejo bencin, dizelsko olje in kurilno olje?

Primerjajmo **vnetljivost** frakcij nafte: bencina ter dizelskega in kurilnega olja.



Slika 1 S prižgano trsko skušamo prižgati hlape nad tekočino – bencin se takoj vžge, dizelsko olje se teže vžge, kurilno olje se zelo težko vžge.

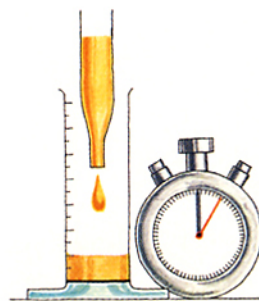
Najnižja temperatura, pri kateri se hlapi nad vnetljivo tekočino vnamejo, če jim približamo plamen, je **plamenišče**.



Slika 2 Bencin je zelo hlapen. Njegovi hlapi so v zmesi z zrakom vnetljivi. Je škodljiv za zdravje ljudi pri vdihavanju in v stiku s kožo ter škodljiv za okolje. Hranimo ga izven dosega otrok ter ločeno od virov vžiga.

Primerjajmo hitrost iztoka tekočine iz kapalke. Na podlagi tega lahko ocenimo **viskoznost**. Bolj viskozna tekočina teče počasi, manj viskozna pa hitreje.

Za ugotavljanje viskoznosti uporabimo enake prostornine tekočin, ki jih nalijemo v kapalke, in nato merimo potreben čas, da tekočina steče iz kapalke v drugo posodo. Izmerjen čas je merilo za viskoznost tekočine.



Slika 3 Ugotavljanje viskoznosti tekočine

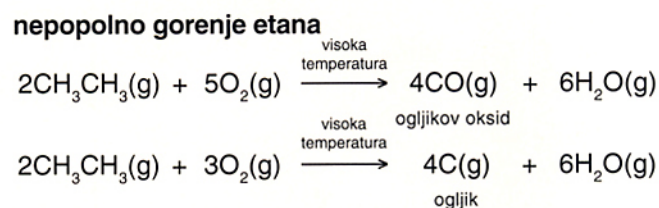
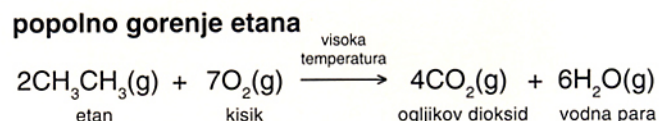
Bencin ter dizelsko in kurilno olje so frakcije nafte, v katerih so alkani, ki se razlikujejo po številu ogljikovih atomov v molekulah. Fizikalne lastnosti alkanov so odvisne od števila ogljikovih atomov v molekuli in od razvejanosti verige, v katero so povezani atomi ogljika. Alkani s krajšimi verigami se hitreje vnamejo – imajo nižje plamenišče in manjšo viskoznost kot alkani z dolgimi verigami.

Alkani so pri sobni temperaturi stabilni in ne reagirajo z drugimi snovmi – so **nereaktivni**. Reagirajo le pri višjih temperaturah ali pa pod vplivom ultravijolične svetlobe.

Značilna kemijska reakcija alkanov je gorenje

Pri popolnem gorenju alkani zgorijo v ogljikov dioksid in vodno paro. Pri tem se sprošča veliko toplote, zato se alkani uporabljajo kot gorivo. Pri nepopolnem gorenju alkanov nastaneta ogljikov oksid in voda, pa tudi saje, ki so ogljik. Največ toplote se sprosti pri popolnem gorenju.

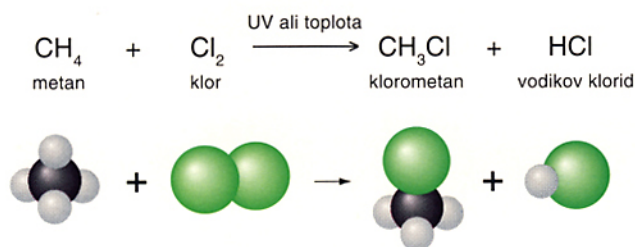
Za gorenje etana lahko napišemo enačbe reakcij takole:



Plinasti ogljikovodiki in hlapi tekočih tvorijo z zrakom eksplozivne zmesi. Pri delu s plinom pazimo, da ne uhaja. Ko odpremo dovod plina, moramo plin takoj prižgati, po končanem segrevanju pa plinsko pipo takoj zapremo.

Reakcije alkanov s halogeni

V molekulah alkanov se lahko pod določenimi pogoji zamenjujejo atomi vodika z atomi halogenov. Pri tem nastanejo **halogenoalkani**. Alkani reagirajo s klorom pod vplivom ultravijolične svetlobe ali pri povišani temperaturi.



Če se zamenjata dva vodikova atoma, dobimo diklorometan CH_2Cl_2 , če se zamenjajo trije, nastane triklorometan ali kloroform CHCl_3 , če pa se zamenjajo štirje, nastane tetraklorometan CCl_4 . Ponavadi nastane zmes naštetih halogenoalkanov, ki jo je težko ločiti na sestavine, zato reakcija nima industrijskega pomena. Reakcije, pri katerih se vodikovi atomi zamenjajo z atomi halogenov, uvrščamo med **substitucije** (latinsko pomeni *substituere* zamenjati).

Halogenoalkani se v vodi ne topijo. Številni se absorbirajo skozi kožo, v telo pa lahko pridejo tudi s hrano ali z zrakom. Nabirajo se v maščobnem tkivu in v jetrih organizmov.

So biološko nerazgradljive in zelo nevarne spojine za okolje in človeka. Veliko so jih uporabljali kot hladilne tekočine v hladilnikih in nosilne pline v pršilih. Ker pa povzročajo tanjšanje ozonske plasti, jih v te namene nadomeščajo predvsem z ogljikovim dioksidom in ogljikovodiki.

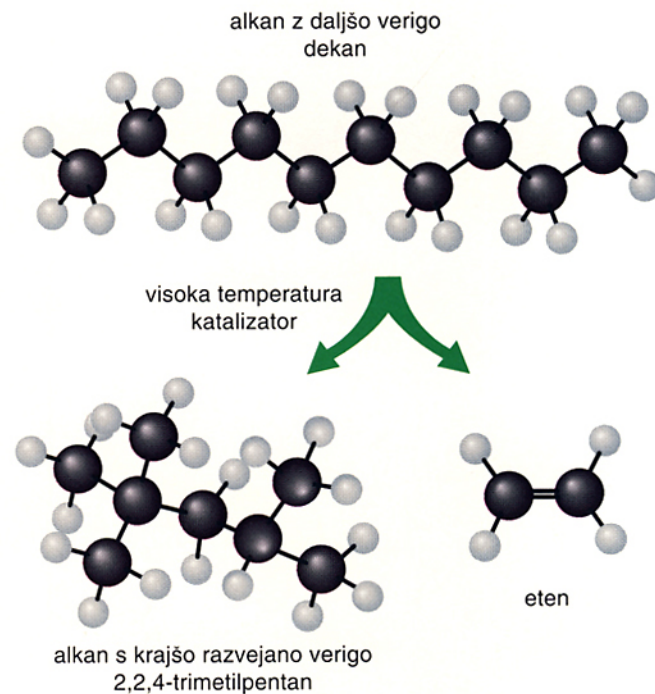
Krekiranje alkanov

Molekule z daljšimi verigami se lahko s **krekiranjem** pretrgajo v molekule s krajšimi verigami. Pri tem postopku prehajajo segreti alkani skozi **katalizator**, tj. snov, ki pospešuje reakcijo. Pri krekiranju se kot katalizator uporablja aluminijev oksid.

Naredi, poišči, odgovori

- a) V časopisu poišči poročilo o nesreči z bencinom ali plinom. Ugotovi vzrok nesreče in način za preprečevanje nesreče.
b) Kako so pobarvani rezervoarji nafte in njenih derivatov? Zakaj?

Produkti krekiranja so ogljikovodiki z manj ogljikovimi atomi v molekuli, kot jih je imel izhodni alkan. Nastali alkan ima krajšo verigo, ki je lahko različno razvejana. Nastane tudi alken s kratko verigo ogljikovih atomov. Ponavadi nastane eten, včasih pa tudi propen.



Pri industrijskem postopku nastane zmes produktov, z izbiro pogojev pa določijo, kateri produkti so glavni. Industrijsko sta pomembni krekirani dekani in undekani. Tako v rafinerijah nafte iz višjih frakcij pridobijo več motornega bencina.

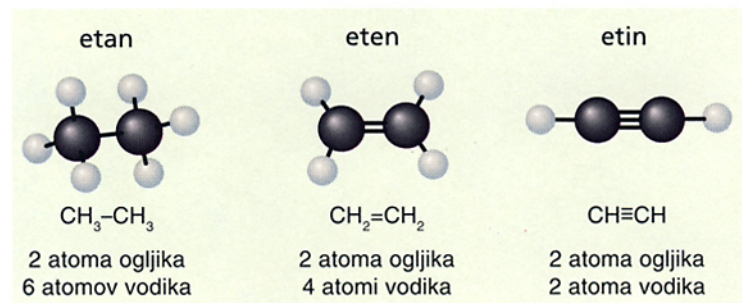


Fizikalne lastnosti alkanov so odvisne od števila ogljikovih atomov v molekuli in razvejanosti verige. Alkani so pri sobnih pogojih nereaktivni. Značilni kemijski reakciji alkanov sta gorenje in halogeniranje. Iz alkanov z dolgimi verigami dobimo s krekiranjem alkane s krajšimi verigami.

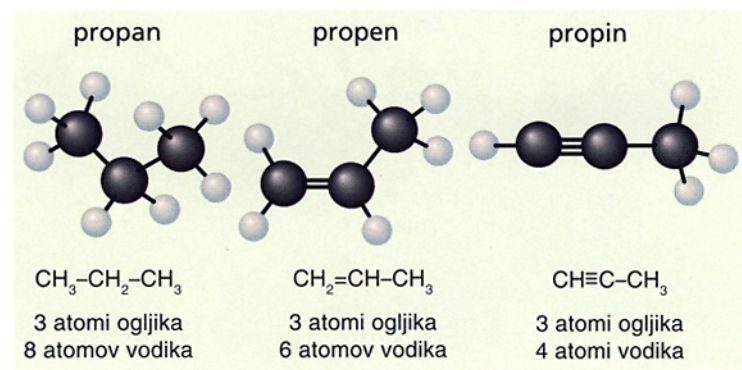
2. Zakaj požarov, pri katerih gorijo ogljikovodiki, ne moremo pogasiti z vodo? Kako jih pogasimo?
3. Napiši enačbo reakcije za nastanek diklorometana iz klorometana. Reakcijo ponazori z uporabo modelov.

6.6 Nenasičeni ogljikovodiki

Atomi ogljika se lahko povezujejo z enojnimi, dvojnimi in s trojnimi vezmi. Spomnimo se molekul etana, etena in etina.



Podobno velja tudi za molekule propana, propena in propina.



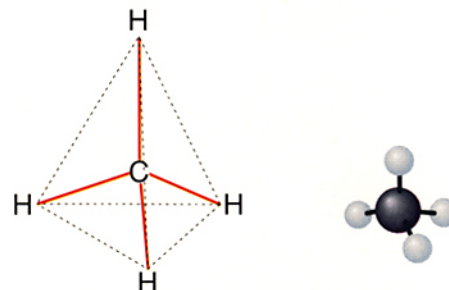
Molekule ogljikovodikov, v katerih so ogljikovi atomi vezani z dvojnimi in s trojnimi vezmi, vsebujejo manjše število vodikovih atomov kot molekule z enakim številom ogljikovih atomov, povezanih z enojnimi vezmi. Molekule, v katerih so vezani ogljikovi atomi le z enojnimi vezmi, so **nasičene**. Molekule, v katerih so vezani ogljikovi atomi z dvojnimi in s trojnimi vezmi, pa so **nenasičene**.

Nenasičene ogljikovodike z dvojnimi vezmi med ogljikovimi atomi imenujemo **alkene**, s trojnimi vezmi med ogljikovimi atomi pa **alkine**.

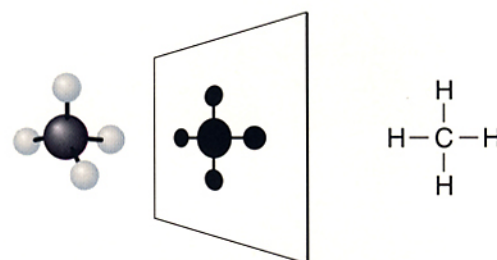
Za alkane, alkene in alkine lahko zapišemo splošne formule, iz katerih nato ugotovimo molekulske formule alkana, alkena ali alkina z določenim številom n ogljikovih atomov.

	alkani	alkeni	alkini
splošna formula	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	C_nH_{2n}	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
molekulska formula, $n = 2$	C_2H_6 etan	C_2H_4 eten	C_2H_2 etin

Iz modelov alkanov je razvidno, da je prostorska razporeditev vodikovih atomov okoli atomov ogljika tetraedrična. Ta razporeditev se ponavlja v nerazvejanih in razvejanih molekulah alkanov in cikloalkanov.

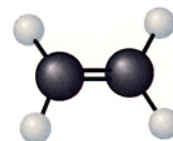


Slika 1 V molekuli metana so vodikovi atomi razporejeni okoli atoma ogljika v ogliščih tetraedra.



Slika 2 Pri projekciji modela metana na grafoskopu dobimo njegovo strukturno formulo.

V molekulah alkenov so atomi ob dvojni vezi razporejeni v ravnini. Rečemo, da so razporejeni planarno.



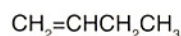
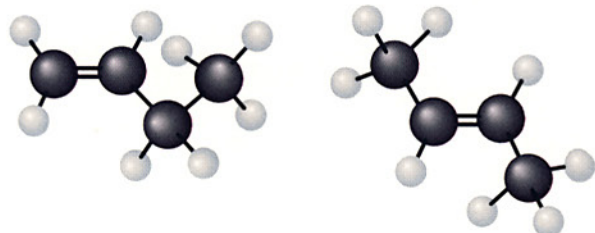
Slika 3 Razporeditev atomov v molekuli etena

V molekulah alkinov pa so atomi ob trojni vezi razporejeni na premici. Rečemo, da so razporejeni linearno.



Slika 4 Razporeditev atomov v molekuli etina

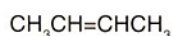
Alkene označujemo s končnico -en. V imenu alkena označimo lego dvojne vezi z navedbo številke prvega ogljikovega atoma te vezi.



but-1-en (1-buten)

Dvojna vez je med

1. in 2. ogljikovim atomom.



but-2-en (2-buten)

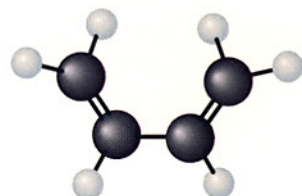
Dvojna vez je med

2. in 3. ogljikovim atomom.

But-1-en in but-2-en imata enako molekulsko formulo, toda različni strukturni formuli. Sta izomera. Ker se razlikujeta v legi dvojne vezi, imenujemo to vrsto (strukturne) izomerije **položajna izomerija**, spojini pa **položajna izomera**.

Za but-1-en in but-2-en lahko rečemo, da sta izomera ali strukturna izomera ali položajna izomera.

V molekulah alkenov je lahko več dvojnih vezi. Alkeni z dvema dvojnima vezema so **dieni**, s tremi dvojnimi vezmi pa **trieni**.



Slika 5 Model molekule buta-1,3-diena (1,3-butadien).

Osnova imena buta- pove, da so v molekuli štirje ogljikovi atomi, števili 1 in 3 pa, da sta dvojni vezi med 1. in 2. ter 3. in 4. ogljikovim atomom.

Naredi, poišči, odgovori

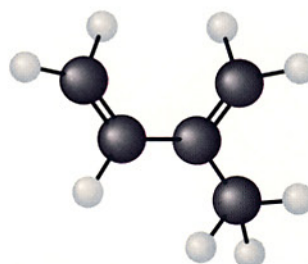
1. Sestavi modele etana, etena in etina.
2. Sestavi modela buta-1,3-diena in izoprena ter napiši strukturne formule teh spojin.
3. Napiši formule položajnih izomerov pentena.
4. Pozanimaj se, v kateri zelenjavi je veliko karotenov.
5. Zakaj sta splošni formuli cikloalkanov in alkenov enaki?

Vrsta biološko pomembnih snovi so alkeni

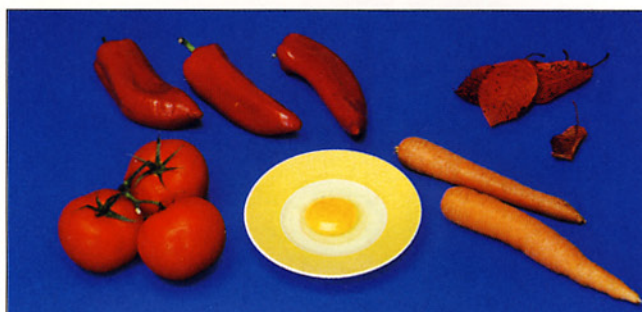


Slika 6 Če narežemo skorjo kavčukovih dreves, izteka bel sok. To je lateks, ki vsebuje približno dve tretjini vode in eno tretjino kavčuka. V slednjem so v verige povezane molekule izoprena.

V molekuli izoprena sta dve dvojni vezi.



Slika 7 Model molekule izoprena



Slika 8 Molekule izoprena so vezane tudi v molekulah karotenov, rumenordečih barvil v zelenjavi, listju in jajčnem rumenjaku. Iz karotenov nastaja vitamin A, ki je potreben za rast, regeneracijo kože in delovanje mrežnice.



V molekulah nasičenih ogljikovodikov so atomi ogljika povezani z enojnimi vezmi. Alkani so nasičeni ogljikovodiki. V molekulah nenasičenih ogljikovodikov pa se atomi ogljika povezujejo tudi z dvojnimi ali s trojnimi vezmi. Alkeni in alkini so nenasičeni ogljikovodiki.

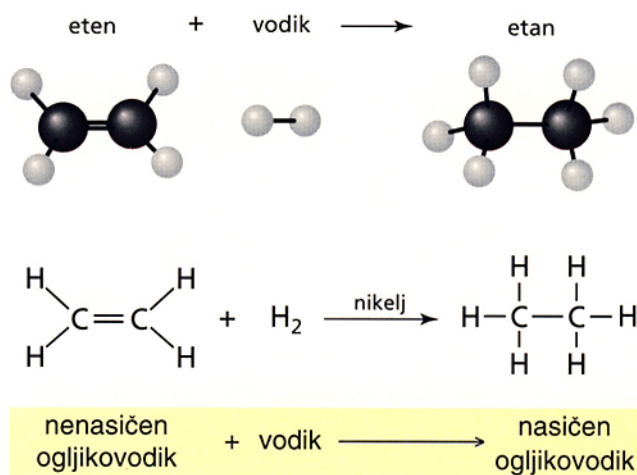
6.7 Alkeni so reaktivne spojine

Iz struktur molekul ogljikovodikov lahko sklepamo o njihovi reaktivnosti.

Iz dvojnih vezi med dvema atomoma ogljika lahko nastanejo enojne vezi, če molekule alkenov vežejo molekule drugih snovi, na primer vodika, broma ali vode. Te reakcije so **adicije** (latinsko *addere* – pridati, dodati). Tako dobimo iz nenasičenih spojin nasičene.

Kako dobimo iz olj trdne maščobe?

Pri adiciji vodika na alkeno dobimo alkane. Vodik in alken reagirata pri 150 °C v prisotnosti katalizatorja niklja, ki reakcijo pospeši. Reakcijo imenujemo **hidrogeniranje**.



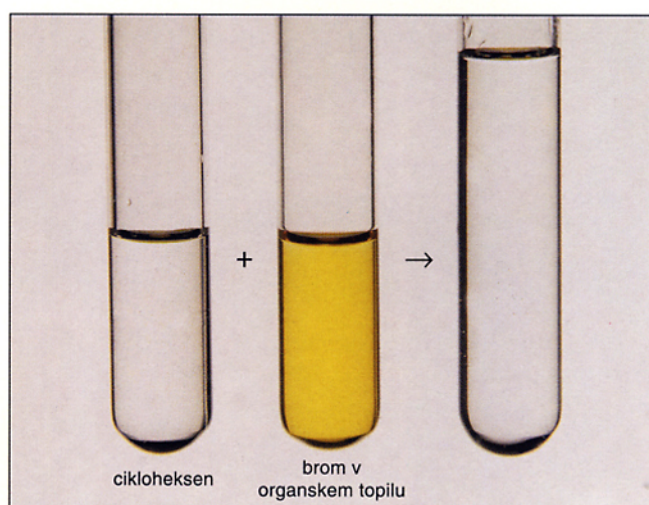
Na podoben način pridobivajo margarino iz rastlinskih olj. Iz nenasičenih maščob v oljih nastanejo nasičene maščobe, ki imajo višja tališča, in so zato pri sobni temperaturi trdne. Margarine se razlikujejo po vsebnosti trdnih in tekočih maščob. Mehke margarine vsebujejo več tekočih in manj trdnih maščob, zato pravimo, da so polinenasičene.



Slika 1 Jedilno olje in margarina

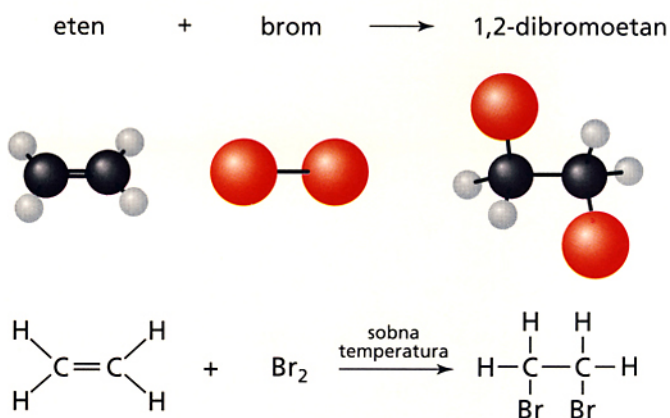
Iz alkenov dobimo halogenoalkane

Če alkenom dodamo raztopino broma v organskem topilu, se ta po nekaj sekundah razbarva. Reakcija poteče pri sobni temperaturi.



Slika 2 Cikloheksenu dodamo raztopino broma v organskem topilu. Brom se hitro razbarva.

Če uvajamo eten v bromovico, se ta razbarva. Molekula broma reagira z dvojno vezjo C=C. Pri tem se na vsakega od obeh ogljikovih atomov veže en bromov atom.



Pri reakciji alkena s halogenom nastane nasičena spojina z vezanim halogenom – **halogenoalkan**.

Cikloheksan in cikloheksen različno reagirata z bromovico. V cikloheksanu se bromovica pri sobni temperaturi in v prisotnosti ultravijolične svetlobe razbarva počasi, nastaneta dva produkta. Reakcija s cikloheksenom poteče v nekaj sekundah, nastane en produkt.

cikloheksan + brom \rightarrow bromocikloheksan + vodikov bromid

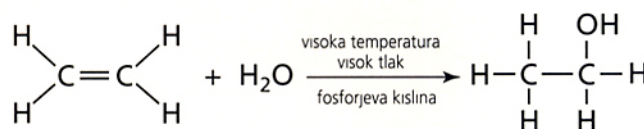
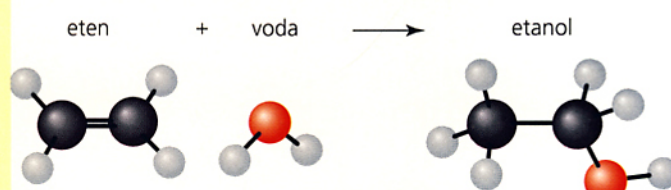
Pri substituciji nastaneta dva produkta.

cikloheksen + brom \rightarrow 1,2-dibromocikloheksan

Pri adiciji nastane en produkt.

Iz alkenov dobimo alkohole

Alkeni reagirajo z vodo le v določenih pogojih. Pri tem nastanejo alkoholi. Na molekule etena se vežejo molekule vode le pri segrevanju in povišanem tlaku v prisotnosti fosforjeve kisline. Tako industrijsko pridobivajo etanol.



Alkeni so reaktivne spojine. Značilne kemijske reakcije alkenov so adicije na dvojne vezi C=C. Iz nenasičenih spojin nastanejo nasičene.

Poišči, odgovori

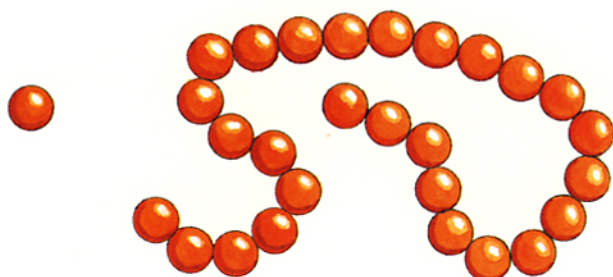
- Napiši enačbo adicije vodika na propen. Poimenuj produkt in reakcijo ponazori z uporabo modelov.
- Napiši enačbo reakcije med propenom in bromom. Poimenuj produkt in reakcijo ponazori z uporabo modelov.
- Napiši enačbo adicije klora na eten in poimenuj produkt reakcije. Reakcijo ponazori z modeli.

6.8 Od kreiranja alkanov do plastike

Molekule alkenov se lahko med seboj povezujejo v dolge verige ogljikovih atomov.

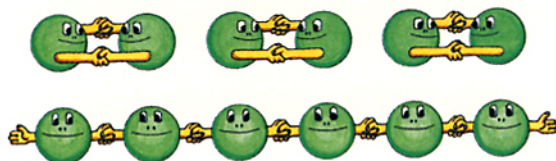
Molekule alkenov se lahko povezujejo med seboj. Ena molekula alkena se poveže z drugo, ta z naslednjo in tako naprej. Nastanejo dolge verige, ki jih imenujemo **polimeri** (grško pomeni *poly* – veliko, *meros* – del). Alken, ki se povezuje v polimer, je **monomer** (grško pomeni *monos* – sam, enojen).

Iz etena sta leta 1933 znanstvenika Eric Fawcett in Reginald Gibson naredila polieten. Pri reakciji, ki poteka zelo hitro, se tudi po deset tisoč molekul poveže v verigo. Ta reakcija je v bistvu adicija enakih molekul in jo imenujemo **adicijska polimerizacija**.



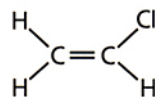
Slika 1 Monomer lahko primerjamo s kroglico. Več kroglic povežemo v veržico, ki jo lahko primerjamo s polimerom.

Pri polimerizaciji etena se dvojne vezi “odprejo” in po dva ogljikova atoma iz sosednjih molekul se povežeta.



Slika 2 Polieten lahko vlivamo v kalupe, zato ga uporabljamo za izdelovanje plastenk, igrač, stolov in vrste drugih predmetov. Uporabljamo ga tudi za vrečke in folije. Poleg tega je tudi dober izolator.

Znana plastika **polivinilklorid (PVC)** nastane s povezovanjem molekul kloroetena. Pravo kemijsko ime tega polimera je poli(kloroeten). Uporabljamo ga predvsem za talne obloge, cevi, umetno usnje, pa tudi za kreditne kartice.

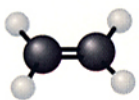
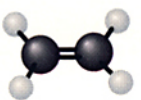
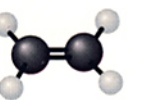
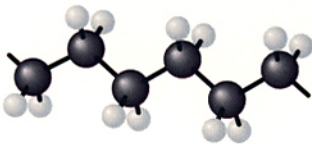


Slika 3 Strukurna formula kloroetena

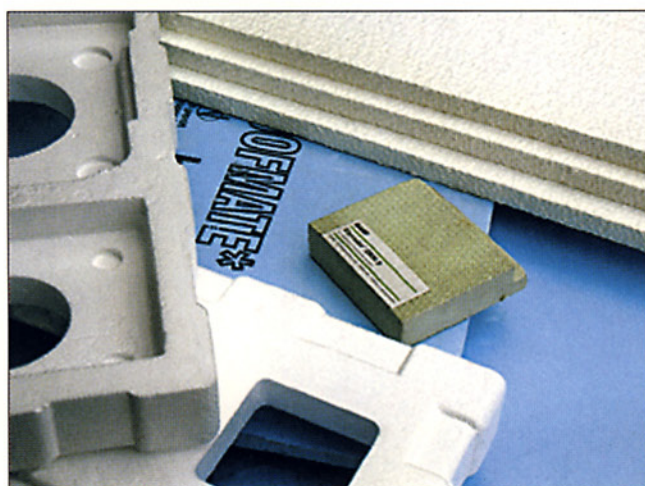


Slika 4 Električni kabli so izolirani s polivinilkloridom.

Preglednica 1 Prikaz nastanka polietena z modeli in s strukturno formulo

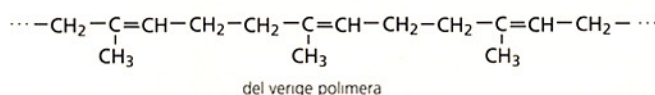
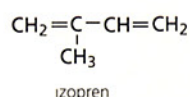
monomer	polimer
 $+$  $+$  $+$	
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} +$	$\begin{array}{cccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & \\ -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}- \\ & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$

Pogosto se srečamo s **polistirenom**, ki ga uporabljamo kot toplotni izolator, za izdelavo kozarcev, različne vrste embalaže in za druge namene. Polistiren je dober toplotni izolator. Spomnimo se le na shranjevanje hitro pripravljene hrane. Monomer v polistirenu je feniletan, ki ga tudi imenujemo stiren.



Slika 5 Izdelki iz ekspaniranega polistirena

Kavčuk je naravni polimer. Monomer v kavčuku je izopren.

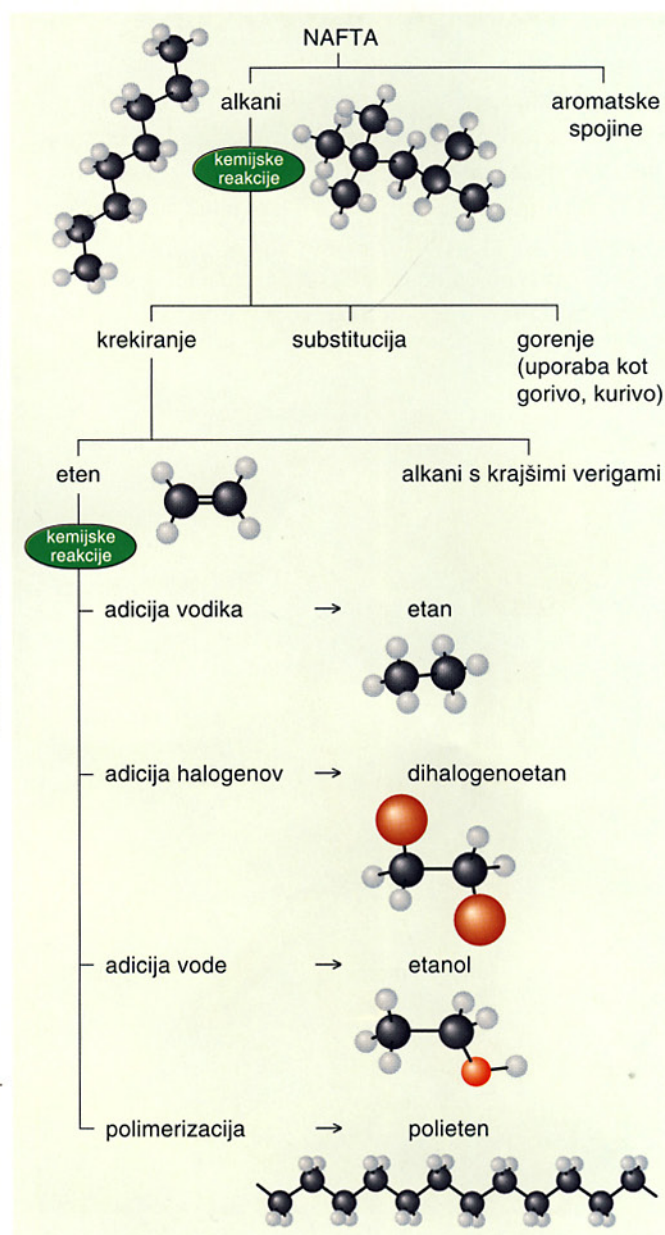


Kavčuk postane na mrazu krhek, na toplem pa lepljiv. Že leta 1839 je Charles Goodyear izboljšal kakovost kavčuka s tem, da ga je segrel z žveplom, ki se je vezalo na dvojne vezi. Ta postopek imenujemo vulkanizacija. Vulkaniziran kavčuk ni lepljiv in ostane elastičen tudi pri spremenjenih temperaturah. Danes uporabljamo veliko sintetičnega kavčuka.

Naredi, poišči, odgovori

1. Poišči tri vrste plastike, ki jih največ uporabljaš, ter zapiši njihove lastnosti in uporabo. Podatke napiši v obliki preglednice.

Preglednica 2 Kaj vse lahko dobimo iz nafte?



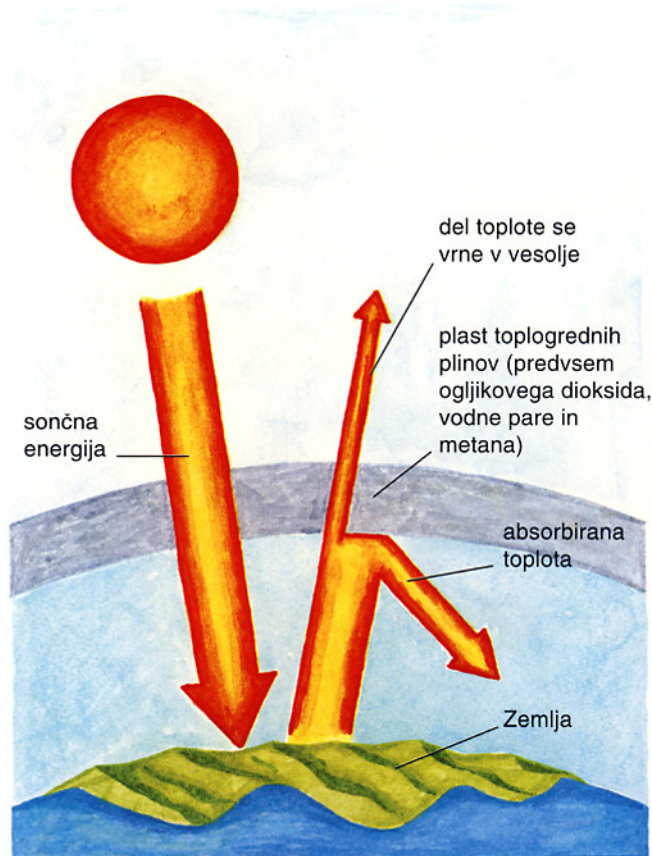
Z adicijsko polimerizacijo nastanejo iz alkenov polimeri. To je plastika, iz katere je narejena vrsta uporabnih predmetov.

2. Sestavi modele treh molekul kloroetena. Nato jih poveži v verigo.

- Katero reakcijo si ponazoril z modeli?
- Napiši enačbo te reakcije s strukturnimi formulami.
- Poimenuj produkt te reakcije.
- Katera snov je monomer in katera polimer v tej reakciji?

6.9 Ali je Zemlja še moder planet?

Pred približno sto petdesetimi leti je bilo v zraku približno 0,03 % **ogljikovega dioksida**. Toliko ga je bilo tudi milijone let prej. Danes pa je v zraku okrog 0,035 % ogljikovega dioksida in ta delež še vedno raste. Največ tega plina nastane pri zgorevanju fosilnih goriv. Ogljikov dioksid sicer ni strupen plin, povzroča pa nastanek **učinka tople grede**.



Slika 1 Učinek tople grede

Predvidevajo, da se bo zaradi tega pojava temperatura na Zemlji v bližnji prihodnosti zvišala za 1–2 °C. Povečala se bo površina puščav, več polarnega ledu se bo stalilo in nivo morja se bo zvišal. Če je v zraku več kot 1 % tega plina, to ogroža življenje.

Pri zgorevanju goriv iz nafte nastanejo še snovi, ki neposredno vplivajo na organizme. Pri zgorevanju bencina v bencinskem motorju nastanejo ogljikov dioksid, ogljikov oksid, dušikovi oksidi, preostanejo pa nezgoreli ogljikovodiki.

Ogljikov oksid se veže na hemoglobin v krvi in tako ovira transport kisika do celic. Na mestih, kjer je promet gost, ogljikov oksid v zraku vpliva na možgane, kar se odraža tudi v prometnih nesrečah.

Del **ogljikovodikov** izhlapi v motorju in z drugimi izpušnimi plini izhaja v okolje. Največ teh hlapov je na bencinskih črpalkah in v avtomobilih. Posebno nevarni so aromatski ogljikovodiki, med njimi benzen.

Dušikovi oksidi nastanejo v motorju pri reakciji dušika in kisika pri visoki temperaturi. Dražijo sluznico, oči in dihala ter povzročajo težave pri dihanju. Posebno nevarni so za astmatike.

Pri zgorevanju premoga in nafte, ki vsebujeta žveplo, nastane **žveplov dioksid**. Tudi ta plin draži dihala. Žveplov dioksid in dušikovi oksidi se raztapljajo v padavinah. Pri tem se poveča kislost padavin in nastane **kisli dež**.



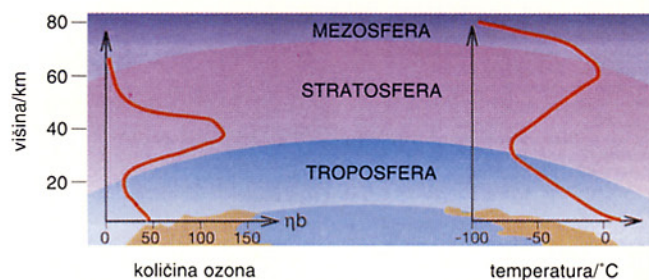
Slika 2 Poškodovan gozd zaradi kislega dežja

Fotokemični smog nastane pri kemijskih reakcijah dušikovih oksidov in ogljikovodikov pod vplivom sončne ultravijolične svetlobe. Te kemijske reakcije so zelo zapletene in eden izmed produktov je **ozon**. Spomladi in poleti se količina ozona pri tleh močno poveča. Ozon je v prizemnih plasteh ozračja škodljiv za ljudi, živali in rastline.



Slika 3 Merjenje vsebnosti ozona v prizemnih plasteh ozračja na merilni postaji v Iskrbi pri Kočevski Reki.

Največ ozona je v stratosferi, na višini med 19 in 23 km. Ta ozonska plast nas ščiti pred nevarnim ultravijoličnim sevanjem.

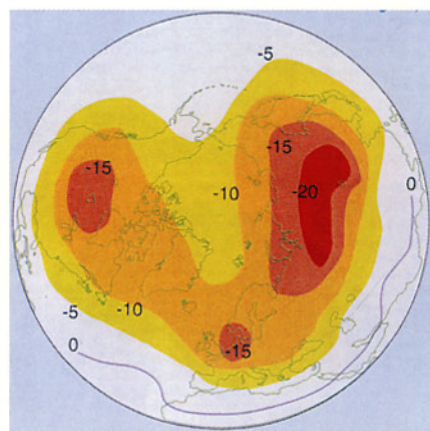


Slika 4 Okoli 90 % atmosferskega ozona je v stratosferi. Temperatura ozračja v troposferi z višino naglo pada, nato pa v stratosferi narašča, ker ozonska plast absorbira toploto.

Fluorokloroogljikovodiki (CFC) so nevarni za okolje, ker tanjšajo **ozonsko plast** v stratosferi. Ozon absorbira znatno količino nevarnega ultravijoličnega sevanja Sonca in nas tako zavaruje pred opeklinami in kožnim rakom. Ker se CFC težko razgradijo, se kopičijo v atmosferi, absorbirajo ultravijolično sevanje in reagirajo z ozonom, iz katerega po zapletenih kemijskih reakcijah nastane kisik. Zmanjša se količina ozona in s tem se tudi stanjša zaščitna ozonska plast. Uporaba CFC je danes v številnih državah prepovedana.

Naredi, poišči, odgovori

- Katera področja na Zemlji so najbolj ogrožena zaradi ozonske luknje?
 - Zakaj se ni varno sončiti brez zaščite?
- Zakaj lahko primerjamo pojav tople grede s pogoji v rastlinjakih?



Slika 5 Računalniška predstavitev vsebnosti ozona marca 1993. Številke predstavljajo odstotke zmanjšanja količine ozona glede na dolgoletno povprečje.



Slika 6 Decembra 1997 so članice Združenih narodov v Kyotoju podpisale protokol o klimatskih spremembah, v katerem so se med drugim dogovorile, da bodo zmanjšale emisije toplogrednih plinov. Do avgusta 2001 je Kyotski protokol ratificiralo 39 članic.



Fosilna goriva so vir energije, a tudi vir onesnaženja. Za okolje in organizme so nevarni žveplov dioksid in dušikovi oksidi, ki povzročajo nastanek kislega dežja. Ogljikov oksid je strupen plin. Povečana količina ogljikovega dioksida povzroča nastanek tople grede, fluorokloroogljikovodiki pa vplivajo na tanjšanje ozonske plasti.

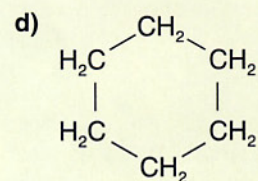
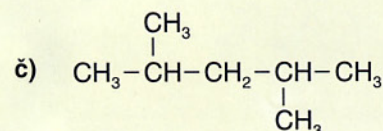
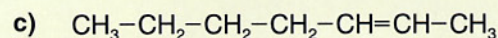
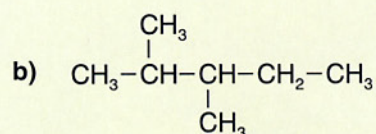
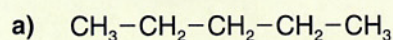
6.10 Preveri, kaj znaš

1. Napiši racionalne in molekulske formule heksana, 3-metilpentana in cikloheksana.


2. Katera spojina ne sodi med alkane?

- A C_5H_{10}
- B C_6H_{14}
- C C_7H_{16}
- Č C_8H_{18}

3. Katere formule predstavljajo izomere heptana? Izomere poimenuj.



4. Napiši racionalne formule vseh izomerov pentana in jih poimenuj.


 5. a) Napiši strukturne formule 2-metiloktana, 2,2-dimetilheptana in 2,2,4-trimetilheksana.

b) Ti ogljikovodiki so verižni izomeri:

- A heptana
- B oktana
- C nonana
- Č dekana


6. Napiši racionalne formule položajnih izomerov heksena.


7. Nonan segrejemo v prisotnosti katalizatorja na visoko temperaturo. Pri tem molekule nonana razpadejo na molekule etena in ustreznega alkana. Napiši urejeno kemijsko enačbo za ta razpad in poimenuj postopek.

 8. Pri nepopolnem gorenju butana nastaneta vodna para in ogljikov oksid. Napiši kemijsko enačbo za to reakcijo. Ali se je pri tem sprostil več toplote, kot če bi enaka količina butana zgorela v vodno paro in ogljikov dioksid?


9. Napiši enačbo hidrogeniranja propena in poimenuj produkt. Označi pogoje, pri katerih poteka ta reakcija.

10. Napiši enačbo adicije klora na propen. Imenuj nastalo spojino.

 11. Neznana spojina, ki nastane pri krekingu dekana, hitro razbarva bromovico. V katero skupino ogljikovodikov uvrščamo to spojino?

 12. a) Napiši IUPAC ime za polivinilklorid.
b) Katera spojina je primerna kot izhodna surovina za njegovo sintezo?
c) Kako imenujemo to vrsto reakcije?

13. a) V katero skupino ogljikovodikov uvrščamo izopren?

 b) Napiši enačbo hidrogeniranja izoprena in poimenuj alkan, ki nastane.

14. Katere snovi povzročajo nastanek:

- a) smoga,
- b) fotokemičnega smoga,
- c) tople grede,
- č) kislega dežja,
- d) ozonske luknje?