

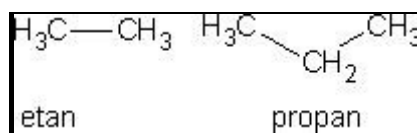
ALKANI



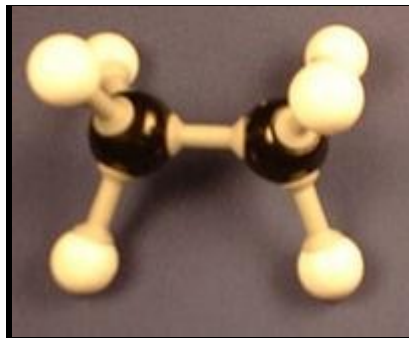
Kemija

Alkani so nasičeni ogljikovodiki (vsebujejo samo ogljikove in vodikove atome), ki imajo samo enojne vezi. Vsi ogljikovi atomi so sp^3 hibridizirani.

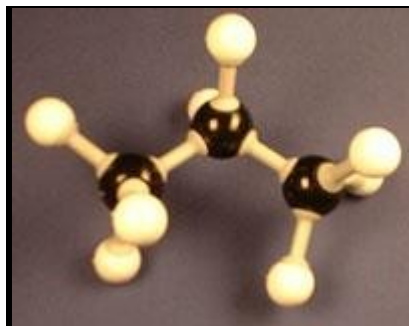
Alkani so zgrajeni iz ravnih ali razvejanih verig.



Opis: Primer dveh alkanov (etan, propan)



Opis: model etana



Opis: model propana

NOMENKLATURA

Za alkane je značilna končnica -an, v predponi pa imenujemo število ogljikov. Prvi štiri alkani – metan, etan, propan in butan imajo še stara imena, naprej pa se imenujejo po desetiškem sistemu. Osnovni, nerazvejani alkani se imenujejo glede na število ogljikovih atomov. Nerazvejani alkani tvorijo homologno vrsto, kar pomeni, da ima vsak naslednji alkan $-\text{CH}_2$ skupino več od svojega predhodnika.

tabela1: Alkani – formule, poimenovanje

Število ogljikovih atomov v alkanu	molekulska formula	racionalna formula	ime
1	CH_4	CH_4	metan
2	C_2H_6	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	etan
3	C_3H_8	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	propan
4	C_4H_{10}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$	butan
5	C_5H_{12}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 -$	penta

		CH ₃	n
6	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -(CH ₂) ₄ - CH ₃	heks an
7	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -(CH ₂) ₅ - CH ₃	hepta n
8	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -(CH ₂) ₆ - CH ₃	oktan
9	C ₉ H ₂₀	CH ₃ -(CH ₂) ₇ - CH ₃	nona n
10	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈ - CH ₃	deka n

Alkani od C₁₀ naprej imajo naslednja imena:

C₁₁-undekan, C₁₂-dodekan, C₁₃-tridekan, C₁₄-tetradekan, C₁₅-pentadekan, C₁₆-heksadekan, C₁₇-heptadekan, C₁₈-oktadekan, C₁₉-nonadekan, C₂₀-eikozan, C₃₀-triakontan, C₄₀-tetrakontan, C₁₀₀-hektan.

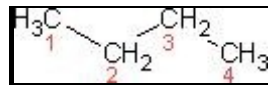
IZOMERE

Za alkane je značilna strukturna ali verižna izomerija.

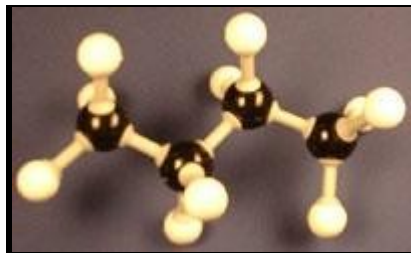
Ogljikovi atomi so lahko razporejeni v različno razvejane verige. Število možnih verig narašča s številom ogljikovih atomov. Spojino vedno poimenujemo po najdaljši verigi, v predpono pa zapišemo imena alkilnih skupin (po abecednem vrstnem redu) in številke ogljikovih atomov, na katerih so te skupine. Vzamemo najdaljšo verigo, ogljike pa začnemo šteti tako, da ima ogljik, na katerem je skupina, najnižjo številko. Za nerazvejane verige alkanov lahko uporabimo tudi predpono n (nerazvejani, normalni), za razvejane pa izo.

Verižna izomerija se prične z butanom, pri

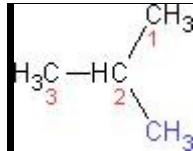
katerem so lahko ogljikovi atomi razporejeni na dva načina:



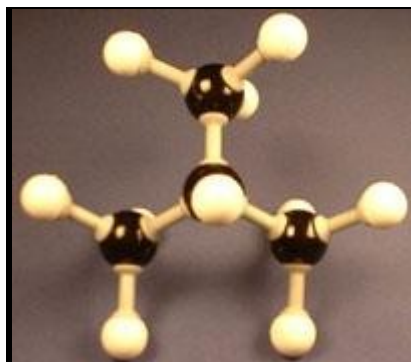
Opis: *Spojino poimenujemo po najdaljši možni verigi, ki ima v našem primeru štiri ogljikove atome, zato se spojina imenuje butan.*



Opis: *model butana*



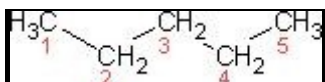
Opis: *2-metilpropan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo (v našem primeru, kakor koli bi vzeli, bi bila najdaljša veriga propan), nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine, čim nižje številke.*



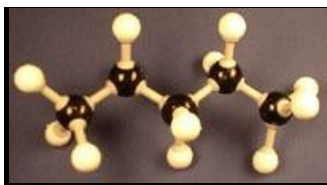
Opis: *model 2-metilpropana*

Butan ima torej dve izomeri.

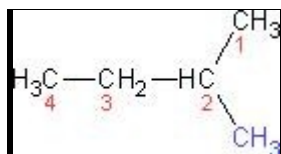
Izomere pentana:



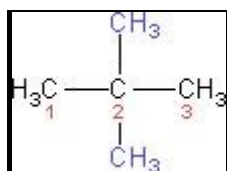
Opis: *Spojino poimenujemo po najdaljši možni verigi, ki ima v našem primeru pet ogljikovih atomov, zato se spojina imenuje pentan.*



Opis: *model pentana*



Opis: *2-metilbutan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo (v našem primeru, kakor koli bi vzeli, bi bila najdaljša veriga butan), nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke; zato je pravilno 2-*



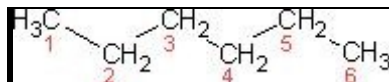
Opis: 2,2-dimetilpropan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo (v našem primeru, kakor koli bi vzeli, bi bila najdaljša veriga propan), nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke.



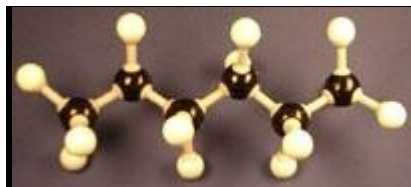
Opis: model 2,2-dimetilpropana

Pentan ima tri izomere.

Izomere heksana:

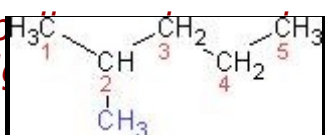


Opis: Spojino poimenujemo po najdaljši možni verigi, ki ima v našem primeru šest ogljikovih atomov, zato se spojina imenuje heksan.

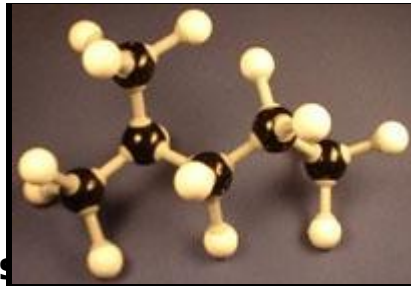


Opis: model heksana

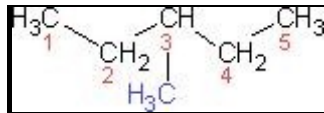
Opis: 2-metilpentan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo (v našem primeru, kakor koli bi vzeli,



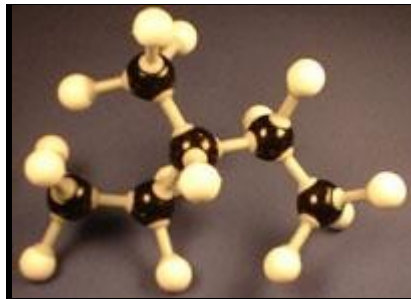
bi bila najdaljša veriga pentan), nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke.



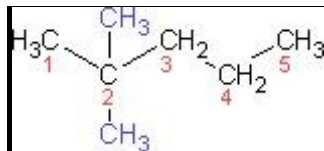
Opis: model 3-metilpentana



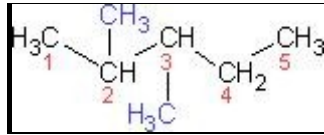
Opis: 3-metilpentan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo, nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke.



Opis: model 2,2-dimetilpentana



Opis: 2,2-dimetilpentan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo, nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke.



Opis: 2,3 dimetilpentan: Spojino poimenujemo tako, da kot osnovo vzamemo najdaljšo verigo, nato pa damo ogljikovim atomom, ki imajo vezane stranske skupine čim nižje številke.

Heksan ima pet izomer.

LASTNOSTI

Alkani so nepolarne in kemijsko razmeroma stabilne spojine, ki ob prisotnosti kisika gorijo. V plinastem stanju pa tvorijo z zrakom eksplozivne zmesi.

tabela1: Standardne tvorbenne entalpije (DH_t°) alkanov

Snov	DH_t° (kJ/mol)
Metan - CH_4	- 74.8
Etan - C_2H_6	- 84.7
Propan - C_3H_8	- 103.9
Butan - C_4H_{10}	- 126.1

Ker so alkani nepolarne spojine, se praktično ne topijo v polarnih topilih, bolje pa se topijo v nepolarnih topilih.

Značilni predstavnik alkanov je npr. bencin, ki vsebuje največ ogljikovodikov z osmimi ogljiki in za katerega vemo, da se ne topi in ne meša z vodo, dobro pa raztaplja različna mineralna olja, naftne madeže ipd., ki so tudi ogljikovodiki z višjim številom ogljikovih atomov.

Med molekulami alkanov delujejo šibke disperzne medmolekulske sile, zato so njihova vrelišča in tališča ob visoki molekularni masi razmeroma nizka. Tališča in vrelišča alkanov naraščajo z naraščajočim številom ogljikovih atomov oz. z naraščajočo molekularno maso.

tabela2: Tališče in vrelišče nekaterih alkanov

<i>Snov - formula</i>	<i>Temperatura Tališča</i>	<i>Temperatura Tališča</i>	<i>Temperatura vrelišča</i>	<i>Temperatura Vrelišča</i>
	°C	K	°C	K
<i>Metan - CH₄</i>	-183	90	- 162	112
<i>Etan - C₂H₆</i>	-172	101	- 89	184
<i>Propan - C₃H₈</i>	-187	85	- 42	231
<i>Butan - C₄H₁₀</i>	-135	135	- 1	272

<i>Pentan</i> - C_5H_{12}	-130	143	+ 36	309
<i>Heksan</i> - C_6H_{14}	- 94	179	+ 69	342
<i>Heptan</i> - C_7H_{16}	- 91	182	+ 98	371
<i>Oktan</i> - C_8H_{18}	- 54	219	+ 126	399
<i>Nonan</i> - C_9H_{20}	- 30	243	+ 151	424
<i>Dekan</i> - $C_{10}H_{22}$	- 26	247	+ 174	447

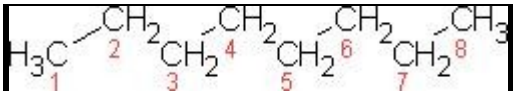
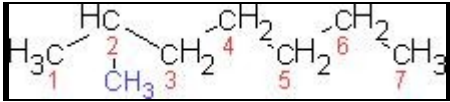
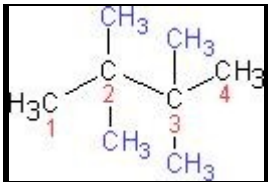
Pri normalni temperaturi (20 °C) so prvi štiri alkani plini, vsi od pentana do dekana pa so lahko hlapne tekočine. Prvi alkan, ki ima tališče višje od sobne temperature je oktadekan ($C_{18}H_{38}$), ki se tali pri 28°C in zavre pri 308C.

Alkani z razvejano verigo imajo nižja vrelišča, kot njihovi izomeri z nerazvejano verigo. Razlog je v tem, da imajo razvejane molekule manjšo površino in manj možnosti povezav s sosednjimi molekulami, zato tudi lažje zapustijo trdno snov ali tekočino.

Primer vrelišča in tališča oktana in nekaterih njegovih izomerov:

tabela4: vrelišče in tališče oktana in njegovih izomer

Formula in ime spojine	T tališča (°C)	T vrelišča (°C)
------------------------	----------------	-----------------

 <p>Opis: <i>oktan</i></p>	-57	126
 <p>Opis: <i>2-metilheptan</i></p>	-109	118
 <p>Opis: <i>2,2,3,3-tetrametilbutan</i></p>	-101	107

PRIDOBIVANJE

Alkane pogosto uporabljamo v zmesi, v kateri so spojine z različnim številom ogljikovih atomov in z različnimi izomerami. Najbolj značilen primer take uporabe so različne frakcije nafte, ki nastanejo s frakcionirano destilacijo nafte in se uporabljajo kot gorivo (bencin, plinsko olje, maziva ipd.). Za posebne namene (npr. kemijska sinteza) pa je treba pridobiti posamezne spojine čiste.

Pridobivanje alkanov iz zemeljskega plina

Osnovni naravni viri za pridobivanje alkanov so zemeljski plin, nafta, biomasa, naftni skrilavci. Zemeljski plin vsebuje skoraj 80% metana, okrog 6% etana, okrog 10% dušika in poleg tega pa še propan (3%) in druge ogljikovodike z do 7 ogljikovimi atomi. Včasih so v zemeljskem plinu tudi vodik, vodikov sulfid in ogljikov dioksid.

Iz zemeljskega plina pridobivajo mestni plin, ki vsebuje v glavnem vodik, metan in etan, ter plin za polnjenje v jeklenke, ki vsebuje v glavnem propan in butan, ki ju je mogoče razmeroma enostavno utekočiniti.



Opis: jeklenke napolnjene z mešanico propan-butan



Opis: *cisterna za prevoz butana*

Pridobivanje alkanov iz nafte

S frakcionirano destilacijo nafte dobimo iz nafte več frakcij, ki vsebujejo poleg drugih vrst organskih spojin tudi alkane, ki so v posameznih frakcijah združeni v skupine glede na vrelišče.

tabela1: *Sestavine nafte, ki se ločijo pri različnih vreliščih in spojine, ki jih vsebujejo.*

Vrelišče	Ime frakcije	število C atomov v spojini	Uporaba
do 20°C	plin petrolej	1-4	gorivo, kemijska industrija
70 °C - 175 °C	bencin, gazolin	5-10	gorivo (bencinski motorji), topilo, kemijska industrija
175 °C - 250 °C	kerozin	10-16	letalsko gorivo, topila

nad 250 °C	plinsko olje	16-18	gorivo za diesel motorje, topila, kurilno olje
	voskasto olje parafinski vosek asfalt, bitumen	18-20 21-40 nad 40	maziva, surovina za kreking sveče, kemijska industrija asfaltiranje cest, izolacije



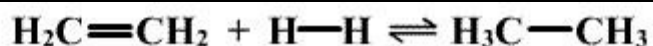
Opis: Rafinerija nafte v New Orleansu (ZDA)

Iz biomase nastaja pri anaerobnem gnitju v glavnem metan, ki se uporablja kot gorivo.

Pridobivanje alkanov s kemijskimi reakcijami

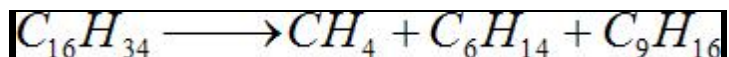
Alkane je mogoče dobiti tudi s kemijskimi reakcijami in to z:

a.) hidrogeniranjem (adicijo) vodika na alkene ali na alkine:



Opis: Z razcepom dvojne vezi pri adiciji vodika na eten dobimo etan.

b.) s katalitičnim cepljenjem večjih organskih molekul pri višji temperaturi (kreking). Nastane zmes alkanov in alkenov.



Opis: Pri višji temperaturi se višji ogljikovodik razgradi na nižje ogljikovodike.

UPORABA

Alkani se največ uporabljajo za gorivo za gospodinjstva, v industriji in v termoelektrarnah (metan, etan, propan, butan, mazut), v avtomobilskih bencinskih (bencin) in diesel (diesel gorivo) motorjih. Velika je tudi poraba alkanov za različna maziva, kjer se uporabljajo tekoči alkani v mešanici z drugimi ogljikovodiki in spojinami, za asfalt (gudron), za topila

(alkani in drugi ogljikovodiki, ki so pogosto tudi halogenirani) ipd. Velike količine ogljikovodikov so tudi v polimerih (polieten, polipropen). Široko uporabo imajo tudi parafinska olja in parafini (zaščitna sredstva, sveče ipd.)



Opis: *bencinska črpalka*



Opis: *točenje bencina*

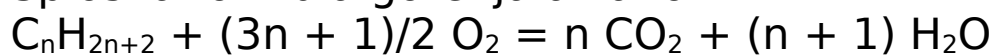
REAKCIJE

Alkani so z izjemo ciklopropana in ciklobutana, precej nereaktivni, razen s kisikom, s katerim poteče močno eksotermna reakcija. Poznamo več vrst reakcij pri katerih sodelujejo alkani – substitucija, sinteza aromatskih spojin, izomerizacija, katalitski kreking.

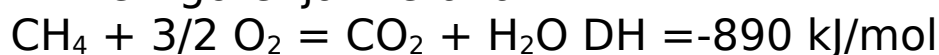
Gorenje alkanov

Za alkane je značilno, da s kisikom gorijo. Pri popolnem zgorevanju nastaneta CO₂ in voda, ob tem pa se sprošča toplota (reakcija je eksotermna). Višji alkani na zraku pri gorenju pogosto sajijo, kar pomeni, da zaradi premajhne količine zraka ne pride do popolnega zgorevanja do ogljikovega dioksida in vode, ampak nastajajo tudi saje. Zato v kurišča, kjer zgorevajo alkani dodatno dovajajo kisik, kot npr. v kotle centralnih kurjav, v avtomobilske motorje ipd.

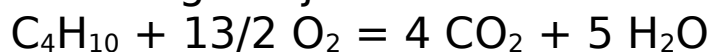
Splošna formula gorenja alkanov



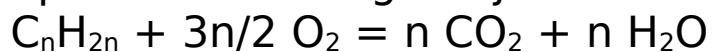
Primer: gorenja metana



Primer: gorenje butana



Splošna formula gorenja cikloalkanov



Primer: gorenje cikloheksana

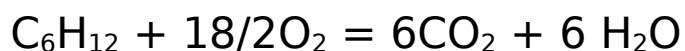


tabela1: Reakcijske entalpije alkanov in cikloalkanov

Ime	Formu la	Sežigna toplota (kJ/ mol)
Meta n	CH ₄	- 890
Etan	C ₂ H ₆	-1560
Propa	C ₃ H ₈	- 2220

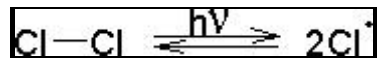
n		
Butan	C ₄ H ₁₀	- 2879

Temperatura vžiga posameznih alkanov in cikloalkanov je zelo različna. Bencin se npr. vžge že pri - 25°C, diesel olje pa nad 60 °C. Zelo nevarne so mešanice hlapov alkanov in cikloalkanov z zrakom, ker lahko pride do eksplozije zmesi. Znane so nesreče v rudnikih, ko eksplodira zmes zraka in metana, eksplozije v gospodinjstvih, ko eksplodira zmes zraka ali zemeljskega plina ali propana in butana, pa nesreče pri uporabi bencina, ko eksplodira zmes zraka in bencinskih hlapov.

Zamenjave (substitucije) vodikovih atomov v alkanih z drugimi skupinami

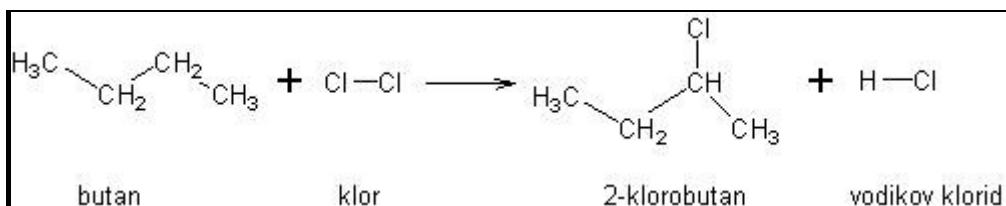
Ker so alkani in zelo nereaktivni, se za zamenjavo (substitucijo) vodikovih atomov z drugimi atomi, predvsem s klorom, uporablja radikalske reakcije, ki tečejo pri višji temperaturi in praviloma tudi pod vplivom svetlobe (fotokemične reakcije) in dajo običajno mešane produkte. S pomočjo svetlobe nastaneta iz molekule halogena bolj reaktivna atoma halogena, ki nato zreagirata z molekulo alkana. Prvi atom

odcepi vodik, drugi pa se veže na nastalo prosto vez na ogljikovem atomu.

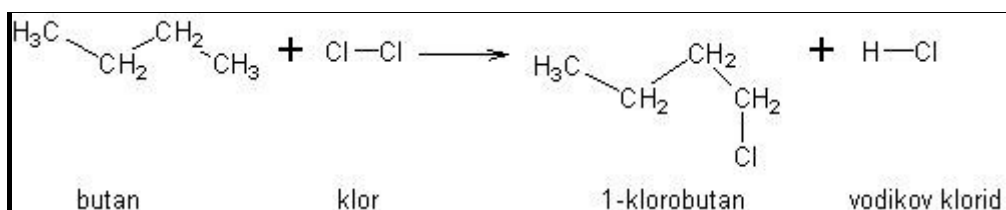


Opis: Pod vplivom svetlobe nastaneta iz molekule klora dva radikala.

Pri vezavi klora na molekulo butana nastaneta dva možna kloro derivata:



Opis: V dveh tretinah reakcij med butanom in klorovim radikalom bo nastal 2-klorobutan.

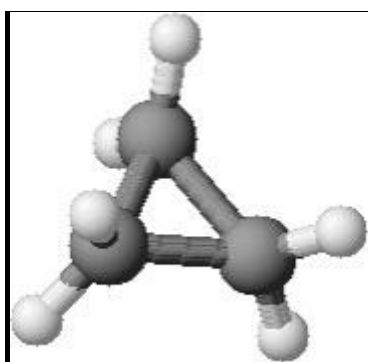


Opis: V eni tretini reakcij med butanom in klorovim radikalom bo nastal 1-klorobutan.

Reakcije med halogeni in alkani so različno hitre, odvisno od halogena in velikosti molekul. Reakcije s fluorom potečejo

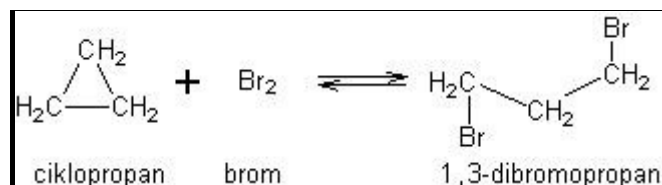
eksplozivno, razmeroma hitro lahko poteče tudi reakcija s klorom, teže z bromom (prve tri vrste reakcij so eksotermne in nastala energije pospeši razcep vezi med ogljikom in vodikom) in najteže z jodom, kjer je reakcija endotermna.

Ciklopropan reagirata s halogeni razmeroma rada, saj so vezi v njunih obročih napete. V osnovnem stanju so namreč koti med ogljikom in vodikom zaradi sp^3 hibidrizacije 109.5° . V ciklopropanu so koti bistveno manjši (60° in pri ciklobutanu 90°).



Opis: *model ciklopropana*

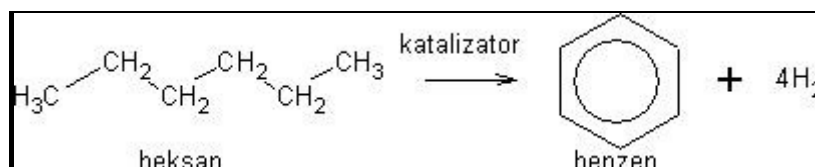
Zaradi omenjenih notranjih napetosti in nestabilnosti molekul, ciklopropan in ciklobutan zelo rada reagirata. Pri reakciji z halogenom nastane dihalogenalkan.



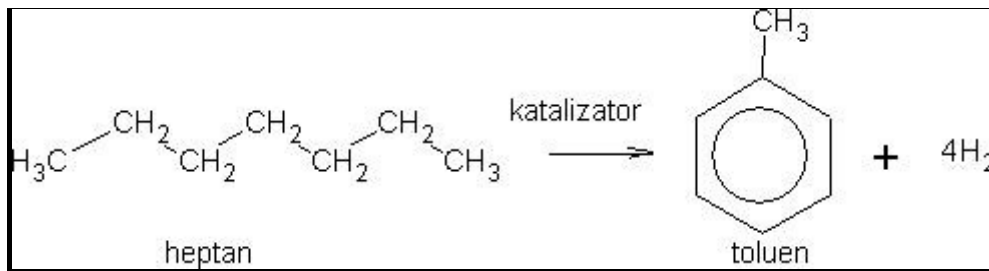
Opis: Razklene se obroč in na obe prosti vezi se vežeta atoma broma.

Sinteza aromatskih spojin

Aromatske spojine lahko sintetiziramo iz alkanov z višjim številom ogljikovih atomov (6 in več), pri višji temperaturi s pomočjo katalizatorja. Pri tej reakciji poteka proces izomerizacije, sklenitev obroča in dehidrogeniranje (odstranitev vodika in molekule spojine). Na ta način se lahko iz heksana pridobi benzen, iz heptana toluen, iz oktana in nonana ksileni idr. Kot katalizator za reakcijo se uporabljajo snovi, ki vsebujejo SiO_2 in Al_2O_3 .



Opis: Katalizirana reakcija heksana v benzen.



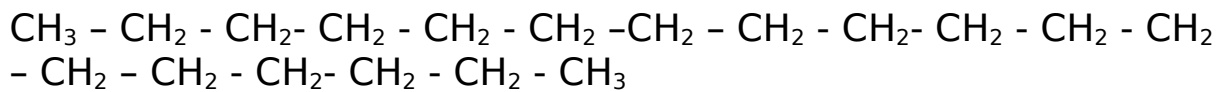
Opis: *Katalizirana reakcija heptana v toluen.*

Katalitski kreking - razcep vezi v alkanih in cikloalkanih

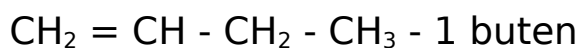
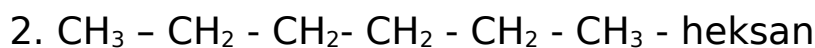
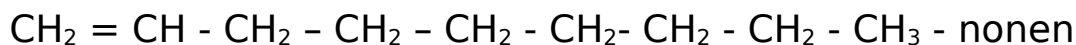
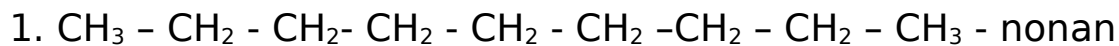
Katalitski kreking je proces, pri katerem se pri višji temperaturi (piroliza) in s pomočjo katalizatorja, večje molekule razgradijo na manjše. Na ta način lahko iz naftnih sestavin (frakcij), ki vsebujejo večje število ogljikov, npr. plinsko olje – vsebuje 16 do 18 ogljikovi atomov, voskasto olje in parafine – vsebujejo nad 18 ogljikovih atomov, dobimo bencin, ki vsebuje 6-9 ogljikovih atomov, plin ipd.

Če pri reakciji krekinga ne dovajamo vodika, nastajajo iz dolgih verig alkanov krajše verige alkanov in alkeni oz. ciklične spojine. Pogosto poteka ob krekingu tudi izomerizacija, ko se nastali manjši delci vežejo v bolj razvejane spojine.

Primer krekinga verige alkana z 18 ogljikovimi atomi - oktadekana



Nekaj možnih zmesi spojin, ki nastanejo pri krekingu:



Izomerizacija (premestitev)

Izomerizacija alkanov je postopek s katerim iz nerazvejanih alkanov naredimo razvejane alkane in jim s tem povečamo uporabnost in kvaliteto, npr. za bencin.

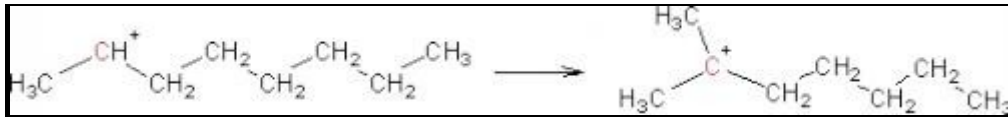
V prvi stopnji nastane s pomočjo ustreznega reagenta karbokation:



Opis: *nastane karbokation*

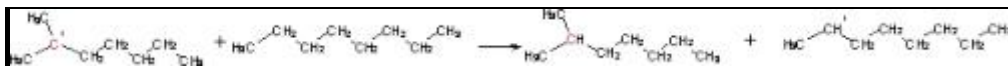
Sledi premestitev skupin v verigi, da lahko

nastane stabilnejši terciarni karbokation (stabilnost karbokationov).



Opis: *S* premestitvijo iz začetnega karbokationa nastane stabilnejši terciarni karbokation.

Sledi nadaljna reakcija terciarnega karbokationa.



Opis: *V* reakciji z začetnim ogljikovodikom nastane izomer začetnega oktana; 2,2,4-trimetilpentan, ki ima tudi druge lastnosti kot izhodni ogljikovodik (oktan) ter nov karbokation.

NEVARNOSTI

Nevarnost požara in opeklin

Alkani, predvsem tisti s številom ogljikovih atomov pod 15, so zelo nevarni, ker v zmesi z zrakom eksplodirajo, pa tudi sicer so vnetljivi in pri gorenju ali eksploziji lahko povzročijo hude opekline.

Nevarnost razlitja

Tekoči alkani so kot vsi ogljikovodiki zelo nevarni, če pridejo v vode, saj se v vodi ne topijo, ampak se porazdelijo na veliko množino vode, ki je neuporabna za pitje in drugo uporabo. Razlitje ogljikovodikov v morje, jezera ali reke pomeni uničenje življenja v določenem eko sistemu za daljše obdobje.

VIRI:

KNJIGE:

Aleksandra Kornhauser. Organska Kemija. DZS. Ljubljana 1997.

Marjan Košele, Vesna Ferk, Mojca Fir, Mateja Sajovec, Tatjana Pufič, Jožica Lešnik. Kemija 8. TZS. Ljubljana 2004

INTERNET:

http://darkstar.frikz.org/alkani_alkeni_alkini.html

<http://www.minet.si/kemija/lekcije.php?c=2>