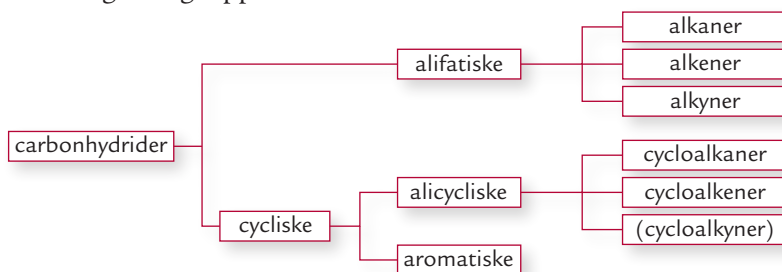


Carbonhydrider

Carbonhydridernes opbygning

Carbonhydridernes opbygning, egenskaber og navngivning blev gennemgået udførligt i *Basiskemi C*. Derfor kan vi nu nøjes med at repetere emnet i oversigtsform. Man inddeler carbonhydriderne i forskellige stofgrupper:



Et carbonhydrid kan være *alifatisk* eller *cyclisk*. Alifatiske carbonhydrider er *kædeformede*, dvs. carbonatomerne er bundet sammen i en uforgrenet eller forgrenet kæde.

De alifatiske carbonhydrider deles op i tre stofgrupper, *alkaner*, *alkener* og *alkyner*. De har følgende generelle molekylformler:



alkan



alken



alkyn

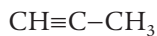
En alkan indeholder kun enkeltbindinger. En alken indeholder en dobbeltbinding, mens der er en tripelbinding i en alkyn. Eksempler:



propan (en alkan)



propen (en alken)



propyn (en alkyn)

Der er tetraederstruktur omkring et C-atom, som danner fire enkeltbindinger. Strukturen er plan ved et dobbeltbundet C-atom, og der er lineær opbygning ved et tripelbundet C-atom:



tetraeder, ca. 109°



plan, ca. 120°



lineær, 180°

De normale bindingsvinkler er anført. Der er drejelighed omkring en enkeltbinding, hvorimod opbygningen er fastlåst ved en dobbeltbinding.

Navn	Molekylformel
Methan	CH ₄
Ethan	C ₂ H ₆
Propan	C ₃ H ₈
Butan	C ₄ H ₁₀
Pentan	C ₅ H ₁₂
Hexan	C ₆ H ₁₄
Heptan	C ₇ H ₁₆
Octan	C ₈ H ₁₈
Nonan	C ₉ H ₂₀
Decan	C ₁₀ H ₂₂
Undecan	C ₁₁ H ₂₄
Dodecan	C ₁₂ H ₂₆

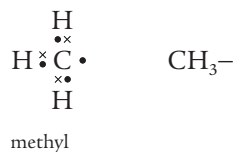
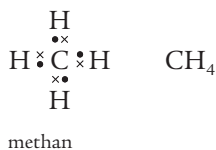
Tabel 11a. Eksempler på på alkanyl-sidekæder.



Figur 61. Som nævnt i *Basiskemi C* består naturgas af de gasformige alkaner, mens råolie indeholder mange forskellige alkaner og cycloalkaner. Boringer efter olie og naturgas foregår ofte under store og teknisk vanskelige forhold og er derfor meget bekostelige. Til havs benyttes meget store boreplatforme, som her i Middelhavet.

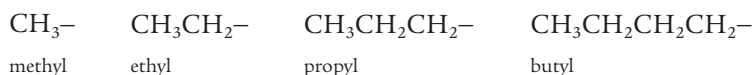
Reglerne for navngivning af kemiske forbindelser fastsættes af den internationale kemiske organisation *IUPAC* (International Union of Pure and Applied Chemistry). Navnene for de første 12 uforgrenede alkaner står i tabel 11a.

Hvis man fjerner et H-atom fra en alkan, får man en *alkylgruppe*. Som eksempel fjerner vi et H-atom fra methan, hvorved vi får alkylgruppen methyl:

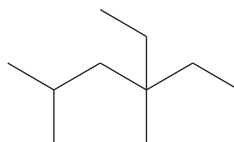
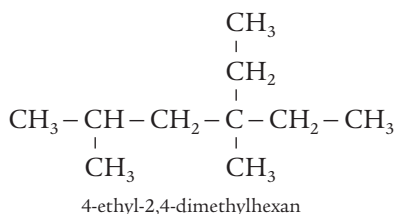


Methylgruppen er et radikal, dvs. den har en *uparret* elektron. Methyl og andre tilsvarende radikaler kan optræde som ustabile mellemprodukter ved kemiske reaktioner (se side 131).

Hvis et alkyl afledes af en alkan ved at fjerne et endestillet H-atom, dannes dets navn på simpel måde:



Radikalnavnene benyttes ved navngivning af forgrenede carbonhydrider, fx nedenstående, der både er angivet med strukturformel og med zigzagformel:

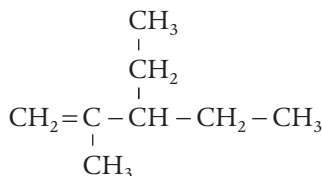


En alkans navn skal baseres på den *længste* carbonkæde i molekylet, og C-atomerne i carbonkæden nummereres fra den ende, hvor der sidder en sidekæde nærmest enden. Hvis første sidekæde ikke afgør nummereringsretningen, ser man på placeringen af anden sidekæde osv. I denne sammenhæng er det ligegyldigt, hvilke sidekæder der er tale om.

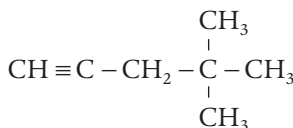
Navnet for en alken (eller alkyn) skal også baseres på den længste carbonkæde. Indeholder denne kæde dobbeltbindingen (eller tripelbindingen), skal nummereringen af C-atomerne ske fra den

ende, der giver dobbeltbindingen (eller tripelbindingen) lavest muligt nummer. Indeholder en sidekæde en dobbeltbinding (eller tripelbinding), afledes sidekæden navn af alkenylgruppens (eller alkynylgruppens) navn, se eksempler i tabel 11b og 11c.

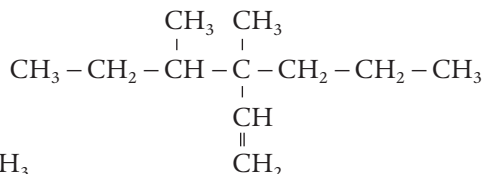
Følgende eksempler demonstrerer reglerne for navngivning af alkener og alkyner:



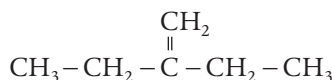
3-ethyl-2-methylpent-1-en



4,4-dimethylpent-1-yn



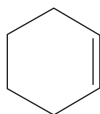
4-ethenyl-3,4-dimethylheptan



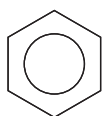
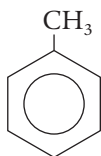
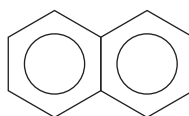
3-methylidenpentan

På grund af den fastlåste opbygning omkring dobbeltbindingen kan der forekomme en særlig form for isomeri, som kaldes for geometrisk isomeri; det vender vi tilbage til i kapitel 6.

Der findes to grupper cycliske carbonhydrider, der begge indeholder C-atomer, som er bundet sammen i en ring. De *alicycliske* carbonhydrider minder i opbygning om de alifatiske carbonhydrider. Cyclopentan og cyclohexen er eksempler på alicycliske carbonhydrider. Cyclopentan er en *cycloalkan*, idet molekylet kun indeholder enkeltbindinger, mens cyclohexen er en *cycloalken*:

cyclopentan, C₅H₁₀cyclohexen, C₆H₁₀

Aromatiske carbonhydrider kan fx være benzen, methylbenzen eller den dobbeltringede naphthalen:

benzen, C₆H₆methylbenzen (toluen), C₆H₅CH₃naphthalen, C₁₀H₈

Navn	Formel
Methyliden	=CH ₂
Ethyliden	=CH-CH ₃
Propyliden	=CH-CH ₂ -CH ₃
Ethenyl	-CH=CH ₂
Prop-1-en-1-yl*	-CH=CH-CH ₃
Prop-2-en-1-yl	-CH ₂ -CH=CH ₂

Tabel 11b. Eksempler på alkenyl-sidekæder.

*Bemærk muligheden for geometrisk isomeri, se kapitel 6.

Navn	Formel
Ethynyl	-C≡CH
Prop-1-yn-1-yl	-C≡C-CH ₃
Prop-2-yn-1-yl	-CH ₂ -C≡CH

Tabel 11c. Eksempler på alkynyl-sidekæder.

Binding	Bindingslængde
C—C	0,154 nm
C=C	0,134 nm
C≡C	0,120 nm
C $\cdots$ C (i benzen)	0,139 nm

Tabel 12. Bindingslængder for bindinger mellem carbonatomer.



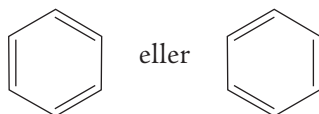
August Kekulé

1829-1896

Tysk kemiker, som er en af grundlæggerne af den organiske strukturlære. Han antog i 1858, at carbonatomet er tetra-valent, dvs. danner fire bindinger, og at carbonatomer kan binde sig sammen i kæder. I 1865 foreslog han en ringformet strukturformel for benzen.

Der er specielle bindingsforhold i de aromatiske carbonhydrider, idet de indeholder et *delokaliseret elektronsystem*. I en benzenring er der seks delokaliserede elektroner, en fra hvert carbonatom.

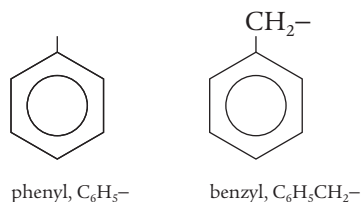
Man kan ikke angive det delokaliserede elektronsystem med sædvanlige bindingsstreger, men alligevel ser man meget hyppigt formen for benzen skrevet med tre dobbeltbindinger:



Disse formler kaldes kekuléformler efter den tyske kemiker *August Kekulé*. De to kekuléformler svarer til to forskellige placeringer af dobbeltbindingerne. Når man ser en kekuléformel, skal man huske, at der *ikke* er tale om normale dobbeltbindinger. Bindingerne mellem C-atomerne rundt i benzenmolekylet er *ikke* skiftevis enkeltbindinger og dobbeltbindinger. De seks bindinger er lige lange, og de er en mellemting mellem enkeltbindinger og dobbeltbindinger, se tabel 12.

Hvis vi lægger de to kekuléformler oven på hinanden og tager et »gennemsnit«, bliver der halvanden binding mellem C-atomerne, og det svarer sådan set godt til den virkelige struktur.

Til sidst skal vi se på opbygningen af to aromatiske radikaler:



Radikalet, som afledes af benzen, hedder phenyl og *ikke* benzyl, som man umiddelbart skulle tro.

OPGAVE

76. Tegn strukturformler og angiv molekylformler for følgende stoffer:

- a) 2-methylhex-2-en b) 1,1-dimethylcyclobutan c) 4-phenyloctan
 d) 1-ethyl-2,4-dimethylbenzen e) 1-methylcyclopenten
 f) 1,3-dimethylcyclohexen g) 4-ethyl-6-ethynyl-3,8-dimethyldecan
 h) 4-methyl-5-(prop-2-en-1-yl)nonan

77. Tegn strukturformler for og navngiv samtlige alkaner med fire carbonatomer i længste kæde. Zigzag-formler kan med fordel benyttes.

78. Er navnet 3,5-diethyl-2,2,3,4,6,6,7,7-octamethyl-4-propyloctan korrekt, dvs. er carbonkæden nummereret fra den rigtige ende? Tegn molekylets zigzagformel.