

Hoofdstuk 3 Organische stoffen

3.1 Organische stoffen

Organische stoffen bestaan uit moleculen die opgebouwd zijn uit één of meer koolstofatomen die onderling en/of aan andere atomen gebonden zijn door middel van atoombindingen.

Het C-atoom vormt altijd vier atoombindingen, hetzij met andere koolstofatomen, hetzij met andere niet-metaal-atomen (H, O, N, Cl, ...)



(Zie Hoofdstuk 1)

3.2 Alkanen

3.2.1 Definitie en formules

Alkanen zijn de meest eenvoudige organische stoffen. Het zijn **verzadigde koolwaterstoffen**:

Verzadigd omdat er alleen enkelvoudige atoombindingen in de molecule voorkomen.

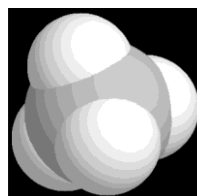
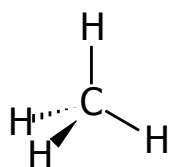
Koolwaterstof omdat de molecule alleen C- en H-atomen bevat.

De eenvoudigste molecule is de methaanmolecule CH₄.



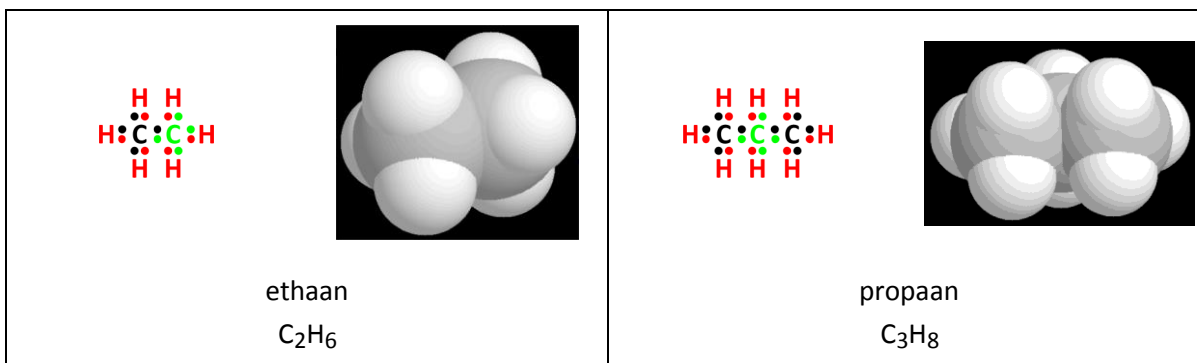
In deze molecule zijn er aan het C-atoom vier H-atomen gebonden door middel van een enkelvoudige atoombinding. Alle atomen van de molecule hebben daardoor een stabiele edelgasconfiguratie.

Deze molecule heeft een **tetraëdrische structuur**: de vier H-atomen bevinden zich op de toppen van een regelmatige vierhoek (tetraëder) waarvan het C-atoom het middelpunt vormt. De hoeken tussen de C-H-bindingen zijn alle even groot: **109° 28'**.



methaan
CH₄

Alkanen kunnen ook twee of meer C-atomen bevatten:



Merk op dat er in deze **homologe reeks van de alkanen** telkens één C-atoom en twee H-atomen, een CH₂-groep dus, bijgevoegd worden: **CH₄ + CH₂ = C₂H₆ + CH₂ = C₃H₈ + CH₂ = C₄H₁₀ + CH₂ = C₅H₁₂ + ...**

Alkanen hebben als algemene formule **C_nH_{2n+2}**.

De eerste vier alkanen hebben hun ingeburgerde naam behouden: methaan, ethaan, propaan, butaan.

Vanaf C₅H₁₂ wordt de benaming gevormd door de Griekse telwoorden, die het aantal C-atomen aangeven, en de uitgang -aan.

Naam	Brutoformule	Smeltpunt (°C)	Kookpunt (°C)
Verkorte structuurformule	Structuurformule		
methaan	CH ₄	-182	-164
CH ₄	<pre> H H — C — H H </pre>		
ethaan	C ₂ H ₆	-183	-89
CH ₃ -CH ₃	<pre> H H H — C — C — H H H </pre>		
propaan	C ₃ H ₈	-190	-42
CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	<pre> H H H H — C — C — C — H H H H </pre>		

<i>n</i> -butaan	C_4H_{10}	-138	-0,5
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$ \begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -pentaan	C_5H_{12}	-130	+36
$CH_3-(CH_2)_3-CH_3$	$ \begin{array}{ccccc} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -hexaan	C_6H_{14}	-95	+69
$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	$ \begin{array}{cccccc} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -heptaan	C_7H_{16}	-91	+98
$CH_3-(CH_2)_5-CH_3$	$ \begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & & \\ H & H & H & H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -octaan	C_8H_{18}	-57	+126
$CH_3-(CH_2)_6-CH_3$	$ \begin{array}{cccccccc} H & H & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & & & \\ H & H & H & H & H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -nonaan	C_9H_{20}	-51	+151
$CH_3-(CH_2)_7-CH_3$	$ \begin{array}{ccccccccc} H & H & H & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & & & & \\ H & H & H & H & H & H & H & H & H \end{array} $		
<i>n</i> -decaan	$C_{10}H_{22}$	-30	+174
$CH_3-(CH_2)_8-CH_3$	$ \begin{array}{cccccccccc} H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \\ & & & & & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & & & & & \\ H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \end{array} $		



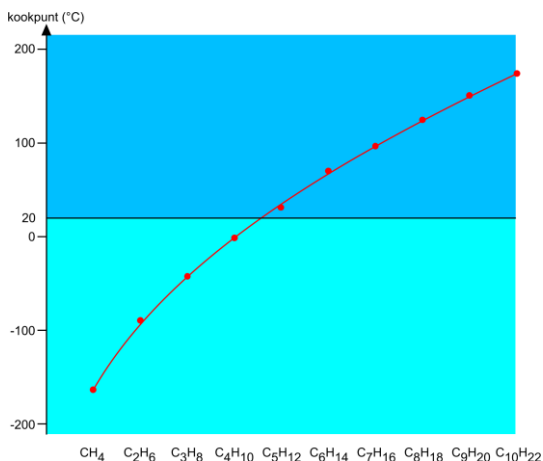
#1

Welke van bovenstaande alkanen zijn gasvormig bij gewone omstandigheden?

Welke van bovenstaande alkanen zijn vloeibaar bij gewone omstandigheden?

Welke van bovenstaande alkanen is de meest vluchtige vloeistof bij gewone omstandigheden?

.....
.....
.....
.....
.....
.....



Figuur 1.1 – Kookpunten van de eerste tien alkanen

Vanaf heptadecaan (C₁₇H₃₆) zijn alkanen vaste stoffen. Merk ook op dat het kookpunt (en ook het smeltpunt) stijgt en de stof dus minder vluchtig wordt naarmate de ketenlengte toeneemt. Dit kan verklaard worden door het toenemen van de cohesiekrachten naarmate de moleculen groter en dus ook zwaarder worden. Hoe groter de massa van de moleculen, hoe moeilijker ze de vloeistoffase kunnen verlaten.

3.2.2 Toepassingen



Afb. 1.1 – Boorplatform op zee

De wereldenergievoorziening steunt in hoge mate op de verbranding van aardolieproducten en aardgas, die voornamelijk uit alkanen bestaan. Deze grondstoffen vormen daarenboven de basis van de hele **petrochemie**, waaruit producten, zoals plastics, ontstaan die uit de moderne samenleving niet meer weg te denken zijn.

Methaan is het hoofdbestanddeel van aardgas (80-95%). Het ontstaat bij sommige gistingsprocessen zoals van modder in sloten en rivieren, van voedsel in de

pensmaag van herkauwers, van slib in rioolwaterzuiveringsinstallaties. Met lucht kan het zeer explosieve mengsels vormen. Het wordt vooral gebruikt als brandstof, maar ook als grondstof voor de synthese van sommige andere stoffen (waterstofgas, methanol, ammoniak).



Afb. 1.2 – De oliepijpleiding in Alaska is 1270 km lang en loopt van de Arctische kust, door de wildernis, naar de Golf van Alaska. Er stromen per dag ongeveer 2 miljoen vaten olie doorheen.

Methaan wordt vaak via pijpleidingen of via tankschepen (gasterminal in Zeebrugge) aangevoerd.

In streken waar geen aardgasleiding ligt, wordt vaak propaan als brandstof gebruikt.



Afb. 1.4 – Butaan in flessen

Butaan wordt in stalen flessen verkocht voor kookvuren en als campinggas. Het is ook de brandstof die we in aanstekers terugvinden.

LPG (Liquefied Petroleum Gas) is een gasmengsel dat in de raffinaderij uit aardolie gewonnen wordt. Het bestaat uit alkanen met drie en/of vier C-atomen en wordt aangewend als motorbrandstof.

Benzine bevat zowat driehonderd verschillende koolwaterstoffen, met kookpunten tussen 40 °C en 220 °C, meestal alkanen (C₇ - C₈).

Kerosine, gasolie, stookolie (brandstof voor diesel- of reactiemotoren): bevatten hoofdzakelijk alkanen (C₁₀ - C₁₆).

Nog enkele andere toepassingen van alkanen:

- paraffinekaarsen (C₁₆ – C₅₇)
- oplosmiddelen voor organische stoffen (white spirit: C₇ - C₁₂)
- smeeroliën

bitumen (asfalt voor wegbedekking, roofing)

3.3 Volledige en onvolledige verbranding

Tegenwoordig is aardgas de meest gebruikte brandstof. Aardgas is een mengsel met methaan (CH₄) als hoofdbestanddeel.



Afb. 1.3 – Gasterminal



Afb. 1.5 – Benzine



#1

We houden een erlenmeyer een tijdje omgekeerd boven de kleine (blauwe) vlam van een bunsenbrander.



Wat vormt er zich op de binnenwand van de erlenmeyer?

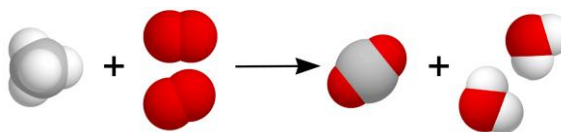
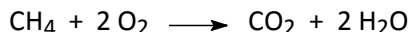
Nadien gieten we in de erlenmeyer een beetje helder kalkwater en schudden. Wat stel je vast?

.....
.....

Bij de **volledige verbranding** van methaan ontstaan koolstofdioxide en water.

De reactie kunnen we als volgt voorstellen:

methaan + dizuurstof \longrightarrow koolstofdioxide + water



Een verbranding is een snelle, exotherme oxidatiereactie, die met een vlam of een gloed verloopt. Het begin van de verbranding heet ontbranding (ontsteking). Die start vanaf het ogenblik dat een mengsel van een brandbare stof en dizuurstof (uit de lucht) tot de ontbrandingstemperatuur gebracht wordt.



#2

Beschrijf drie mogelijkheden om een brand te blussen:


1.
2.
3.



#2

We houden een beker een tijdje boven de gele vlam van een bunsenbrander.

Wat vormt er zich op de buitenkant van de beker?

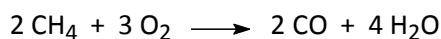


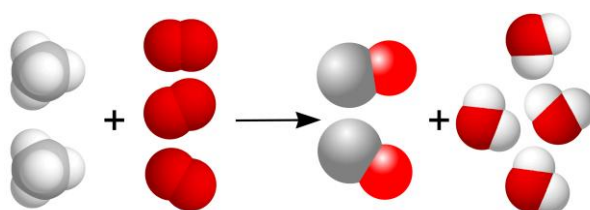
.....

Als we de luchttoevoer, en dus ook de toevoer van zuurstofgas, bij een bunsenbrander volledig sluiten, dan heeft een **onvolledige verbranding** van methaan plaats.

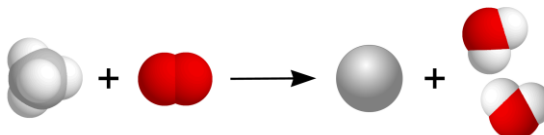
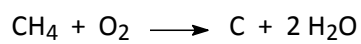
De reactie kunnen we als volgt voorstellen:

methaan + dizuurstof \longrightarrow koolstofmonoxide + water





Daarnaast heeft ook volgende reactie plaats:



Daarbij ontstaat roet (C) dat zich afzet op de buitenkant van de beker.