

## 2.1. Aufgaben zu Alkanen

### Aufgabe 1: Abgrenzung der organischen Chemie

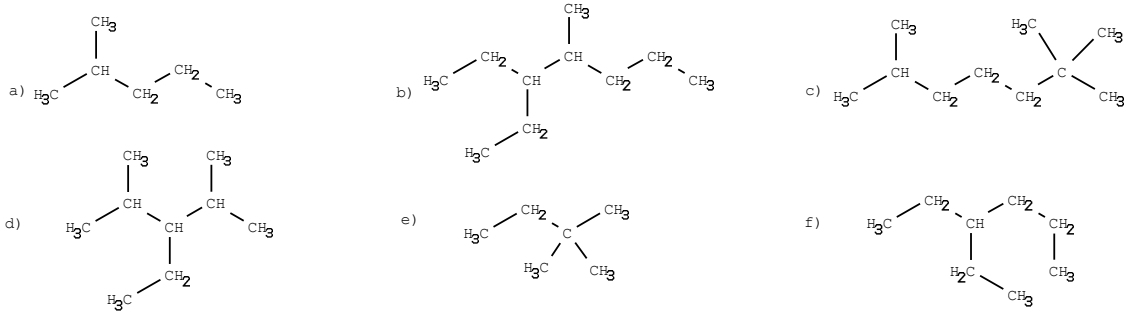
- Was verstand man im 19. Jahrhundert unter organischen Verbindungen?
- Warum ist die Definition aus a) heute nicht mehr sinnvoll?
- Was versteht man heute unter organischen Verbindungen?
- Nenne die vier häufigsten Elemente, die in organischen Verbindungen enthalten sind und beschreibe ihre Nachweise.

### Aufgabe 2: Die homologe Reihe der Alkane

- Was ist eine homologe Reihe?
- Nenne die ersten zehn Glieder der homologen Reihe der Alkane.
- Welche Alkane sind bei Raumtemperatur gasförmig, welche sind flüssig und welche sind fest?

### Aufgabe 3: Verzweigte Alkane und Isomerie

Benenne die folgenden Verbindungen und kennzeichne die primären, sekundären, tertiären und quartären C-Atome:



### Aufgabe 4: Verzweigte Alkane und Isomerie

Zeichne die Strukturformeln der folgenden Verbindungen und kennzeichne jeweils alle tertiären und quartären C-Atome:

- 2,2,4-Trimethylpentan
- 2,3-Dimethylbutan
- 2,2-Dimethyl-3-ethylhexan
- 2,2,4,4-Tetramethyl-3,3-diethyl-pentan
- Methyl-Cyclohexan
- (2-Methyl-Propyl)-Cyclohexan

### Aufgabe 5: Verzweigte Alkane und Isomerie

Gib jeweils Strukturformel und Namen aller möglichen Isomeren an.

- $C_4H_{10}$
- $C_5H_{12}$
- $C_6H_{14}$
- $C_7H_{16}$

### Aufgabe 6: Cycloalkane und Ringspannung

Warum sind Cycloalkane mit 6 C-Atomen stabiler als solche mit weniger oder mehr C-Atomen?

### Aufgabe 7: Physikalische Eigenschaften

- Erkläre mit Hilfe der zwischenmolekularen Kräfte und der Strukturformeln, warum Wasser bei  $100^\circ\text{C}$  siedet, das mehr als doppelt so große und schwere Propan aber schon bei  $-42^\circ\text{C}$ .
- Ordne die drei Verbindungen n-Hexan, 2-Methyl-Pentan und 2,3-Dimethyl-Butan nach Siedepunkten. Begründe anhand der Strukturformeln und der zwischenmolekularen Kräfte.
- Ordne die drei Verbindungen  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$  und  $\text{CH}_3\text{OH}$  nach Siedepunkten und Löslichkeit in Wasser. Begründe anhand der Strukturformeln und der zwischenmolekularen Kräfte.

### Aufgabe 8: Erdöl

- Beschreibe die Entstehung von Erdöl
- Wie lassen sich die Bestandteile des Erdöls voneinander trennen?
- Nenne drei Fraktionen des Erdöls mit Siedebereich, Kettenlänge und Verwendung.
- Erkläre die Bedeutung der Begriffe „Klopfen“ und „Oktananzahl“.

### Aufgabe 9: Radikalische Substitution

- Beschreibe den Mechanismus der Reaktion von Ethan mit Chlor unter UV-Licht anhand von Strukturformeln.
- Benenne alle Zwischenprodukte
- Erkläre die Begriffe „Radikal“, „Substitution“ und „Kettenreaktion“ an diesem Beispiel.

### **Aufgabe 10: Radikalische Substitution**

Gib jeweils das vorherrschende Endprodukt an und begründe seine Struktur anhand der zu erwartenden Substitutionsreihenfolge:

- a) 1 mol Butan reagiert mit 2 mol Chlor
- b) 1 mol 2-Methyl-Propan reagiert mit 2 mol Chlor
- c) 1 mol 2-Methyl-Propan reagiert mit 1 mol Chlor und 1 mol Brom
- d) 1 mol 2,2,4-Trimethylpentan reagiert mit 1 mol Chlor und 2 mol Brom

### **Aufgabe 11: Verbrennung**

Die molare Verbrennungsenthalpie von Hexan ist  $\Delta H = -4163 \text{ kJ/mol}$ .

- a) Formuliere die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Hexan mit Luftsauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.
- b) Wieviel Liter Sauerstoff werden bei der Verbrennung von 1 g Hexan verbraucht und wieviel Liter Kohlenstoffdioxid entstehen dabei?
- c) Luft enthält 21 % Sauerstoff. Wieviel Liter Luft werden bei der Verbrennung von 1 g Hexan verbraucht?
- d) Berechne den spezifischen Heizwert von Hexan, d.h., die Verbrennungswärme von 1 g Hexan.

## 2.1. Lösungen zu den Aufgaben zu Alkanen

### Aufgabe 1: Abgrenzung der organischen Chemie

Siehe Skript

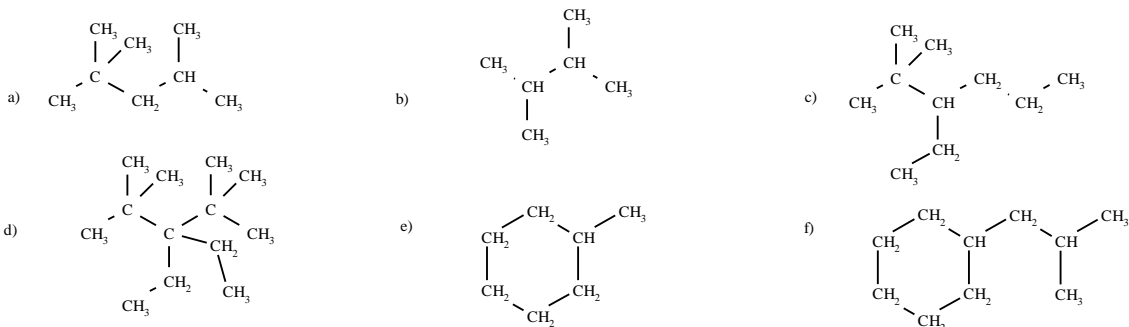
### Aufgabe 2: Die homologe Reihe der Alkane

Siehe Skript

### Aufgabe 3: Verzweigte Alkane und Isomerie

- 2-Methyl-Pentan mit C<sub>2</sub> tertiär, C<sub>2</sub> sekundär und der Rest primär
- 3-Ethyl-4-Methyl-Heptan mit C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> tertiär, C<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>, Ethyl-C<sub>1</sub> sekundär und der Rest primär
- 2,2,6-Trimethyl-Heptan mit C<sub>2</sub> quartäre, C<sub>6</sub> tertiär, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> sekundär und der Rest primär
- 3-Ethyl-2,4-Dimethyl-Pentan mit C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> tertiär, Ethyl-C<sub>1</sub> sekundär und der Rest primär
- 2,2-Dimethyl-Butan mit C<sub>2</sub> quartär, C<sub>3</sub> sekundär und der Rest primär
- 3-Ethyl-Hexan mit C<sub>3</sub> tertiär, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>, Ethyl-C<sub>1</sub> sekundär und der Rest primär

### Aufgabe 4: Verzweigte Alkane und Isomerie



### Aufgabe 5: Verzweigte Alkane und Isomerie

Aus Platzgründen sind nur die Namen angegeben:

- Butan, 2-Methyl-Propan
- Pentan, 2-Methyl-Butan, 2,2-Dimethyl-Propan
- Hexan, 2-Methyl-Pentan, 3-Methyl-Pentan, 2,2-Dimethyl-Butan, 2,3-Dimethyl-Butan
- Heptan, 2-Methyl-Hexan, 3-Methyl-Hexan, 2,2-Dimethyl-Pentan, 2,3-Dimethyl-Pentan, 3,3-Dimethyl-Pentan, 2,4-Dimethyl-Pentan, 3-Ethyl-Pentan, 2,2,3-Trimethyl-Butan

### Aufgabe 6: Cycloalkane und Ringspannung

Siehe Skript

### Aufgabe 7: Physikalische Eigenschaften

- Jedes Wassermolekül kann mit seinesgleichen zwei H-Brücken ausbilden, während Propan aufgrund seiner symmetrischen Ladungsverteilung nach außen völlig unpolar ist. Die Dipol-Dipol-Kräfte geben gegenüber den Van-der-Waals-Kräften den Ausschlag.
- Alle drei Isomere haben die gleich viele Elektronen aber die Oberfläche und damit auch der Siedepunkt nimmt in der Reihe n-Hexan, 2-Methyl-Pentan und 2,3-Dimethyl-Butan ab
- CH<sub>3</sub>OH kann sowohl unter seinesgleichen als auch mit Wassermolekülen aufgrund der sehr polaren O-H-Bindung H-Brücken ausbilden. Es hat daher den höchsten Siedepunkt (65 °C) und ist am besten wasserlöslich. CH<sub>3</sub>Cl hat nur die weniger polare C-Cl-Bindung, die zu schwächeren Dipol-Dipol Kräften der Moleküle untereinander und schwachen H-Brücken zu Wasser führen es hat daher den zweithöchsten Siedepunkt (-24 °C) und eine geringe Wasserlöslichkeit. CH<sub>4</sub> ist nach außen hin völlig unpolar. Es hat daher den geringsten Siedepunkt (-162 °C) und löst sich nicht in Wasser.

### Aufgabe 8: Erdöl

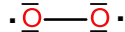
Siehe Skript

### Aufgabe 9: Radikalische Substitution

Ethan reagiert mit Chlor unter Lichteinwirkung zu Monochlorethan und Chlorwasserstoff

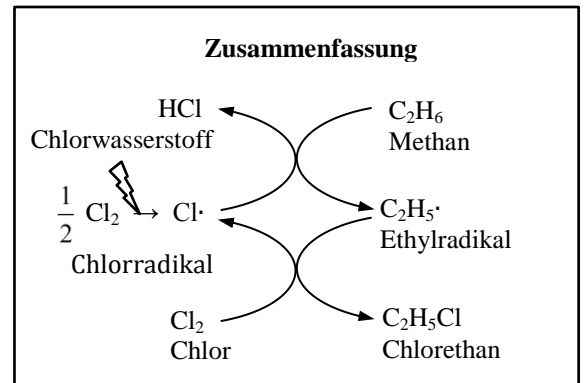
**Substitution** bedeutet Ersetzung

**Radikale** sind Moleküle mit einzelnen Elektronen in halbbesetzten Orbitalen. Sie sind extrem reaktionsfreudig, krebserregend und giftig. Das wichtigste Beispiel ist der **Luftsauerstoff**, der im Widerspruch zu den (menschlichen) Bindungsregeln keine Doppelbindung eingeht, sondern ein **Diradikal** bildet:



Der menschliche Körper benötigt spezielle **Enzyme** und außerdem laufend **Vitamine** („Radikalfänger“) um die durch dieses extrem reaktive Abbauprodukt der pflanzlichen Photosynthese hervorgerufenen Schäden zu beheben.

Es handelt sich um eine **Kettenreaktion**, bei der ein **einziges Radikal** die vollständige Umsetzung der kompletten Edukte auslösen kann, da alle weiteren benötigten Radikale im Verlauf der Reaktion selbst produziert werden:



### Aufgabe 10: Radikalische Substitution

- Butan  $\rightarrow$  2-Chlor-Butan  $\rightarrow$  2,3-Chlor-Butan, denn der  $-I$ -Effekt des Chloratoms hemmt eine Zweitsubstitution
- 2-Methyl-Propan  $\rightarrow$  2-Chlor-2-Methyl-Propan  $\rightarrow$  1,2-Dichlor-2-Methyl-Propan, denn der  $+I$ -Effekt der Methylgruppe fördert die Substitution, so dass es als erstes besetzt wird
- 2-Methyl-Propan  $\rightarrow$  2-Chlor-2-Methyl-Propan  $\rightarrow$  1-Brom-2-Chlor-2-Methyl-Propan, denn Chlor ist reaktiver als Brom und besetzt die reaktivere tertiäre  $C_2$  zuerst
- 2,2,4-Trimethylpentan  $\rightarrow$  4-Chlor-2,2,4-Trimethylpentan  $\rightarrow$  3,3-Dibrom-4-Chlor-2,2,4-Trimethylpentan, denn das reaktivere Chlor besetzt das tertiäre  $C_4$  zuerst.

### Aufgabe 11: Verbrennung

- $\text{C}_6\text{H}_{14} + 6,5 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 7 \text{ H}_2\text{O} + 4163 \text{ kJ}$
- $86 \text{ g C}_6\text{H}_{14} + 145,6 \text{ l O}_2 \rightarrow 134,4 \text{ l CO}_2 + 126 \text{ g H}_2\text{O} + 4163 \text{ kJ/mol}$  | :86  
 $1 \text{ g C}_6\text{H}_{14} + 1,69 \text{ l O}_2 \rightarrow 1,56 \text{ l CO}_2 + 1,45 \text{ g H}_2\text{O} + 48,40 \text{ kJ/g}$
- $1,69 \text{ l} \cdot \frac{100}{21} = 8,04 \text{ l}$  Luft werden benötigt.
- Jedes g Hexan liefert eine Verbrennungswärme von 48,4 kJ (siehe b))