

17 Zwei Elemente und Einfachbindungen – Alkane

Aufgaben zum Kapitel 17

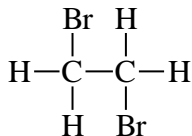
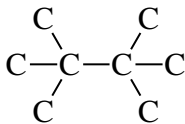
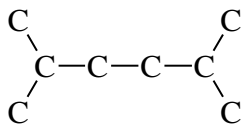
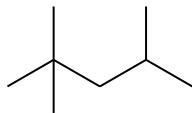
17.1 a) Zeichnen Sie die Lewis- oder Skelett-Formeln folgender Moleküle:

2,3-Dimethylbutan

3,4-Diethylhexan

1,3-Dichlorcyclobutan

b) Wie heißen die folgenden Stoffe?

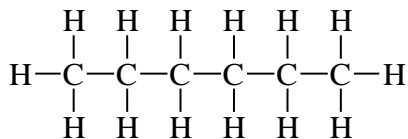


17.2 a) Gesucht ist die Reaktionsgleichung für 1 mol 3-Ethylpentan + 1 mol Chlor (Skelettformeln).

b) 3-Ethylpentan wird verbrannt. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung (Summenformeln) und begründen Sie das Vorzeichen der Reaktionsenthalpie.

c) Wie viele verschiedene Chloralkane können sich bei der Reaktion 17.2a bilden (Skelettformeln oder Lewis-Formeln)?

17.3 Gegeben ist Hexan, eine Flüssigkeit. Wählen Sie je eine bei Raumtemperatur flüssige Molekülverbindung, die sich mit Hexan vollständig bzw. überhaupt nicht mischt und begründen Sie kurz Ihre Wahl.



Hexan

17.4 Die allgemeine Summenformel der Alkane ist C_nH_{2n+2} . Ab wie vielen C-Atomen ist erstmals Konstitutionsisomerie möglich? Zeichnen Sie die entsprechenden Moleküle mit Skelett- oder Lewis-Formeln.

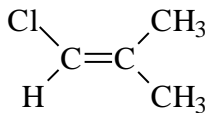
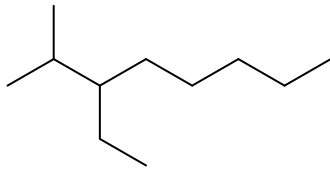
17.5 a) Gesucht sind die Skelettformeln für

2,2-Dimethylheptan

3-Ethyl-2,4-dimethyloctan

1,3-Dimethylcyclohexan
 1,2-Dichlorcyclo-3-penten

b) Gesucht sind die Namen folgender Verbindungen:



17.6 Alkane sind reaktionsträge (vgl. Abschnitt 8.6). Mit welcher Veränderung an einem Alkan liesse sich ein Molekül herstellen, das reaktionsfähig ist? Nehmen Sie als Beispiel Pentan und zeichnen Sie die Lewis-Formel eines entsprechend abgewandelten Pentan-Moleküls.

17.7 Gegeben sind 4 x 2 Moleküle:

a)	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Cl} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Br} \\ \quad \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array} $
b)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} $
c)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} $
d)	$ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} $	$ \begin{array}{c} \text{C} \\ \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\ \\ \text{C} \end{array} $

Die beiden Moleküle von a), b), c) und d) sind:

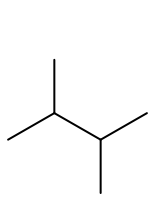
	gleich	Z/E-Isomere	Konstitutionsisomere
a)			
b)			
c)			
d)			

17.8 a) Gesucht ist die Reaktionsgleichung für die Reaktion von 1 mol 2-Methylbutan + 1 mol Chlor.

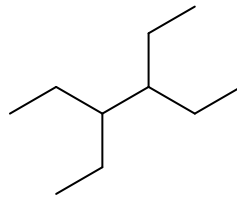
- b) Wie viele verschiedene Chloralkane können bei dieser Reaktion entstehen (Skelettformeln)?
- c) Damit die Reaktion 17.8a) abläuft, ist Licht nötig. Begründung?

Lösungen zu den Aufgaben

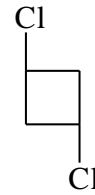
17.1 a)



2,3-Dimethylbutan

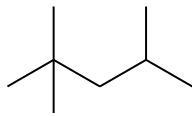


3,4-Diethylhexan

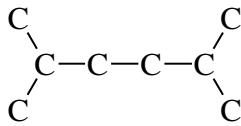


1,3-Dichlorocyclobutan

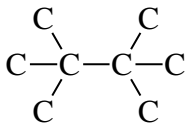
b)



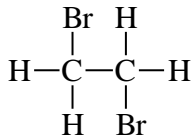
2,2,4-Trimethylpentan



2,5-Dimethylhexan

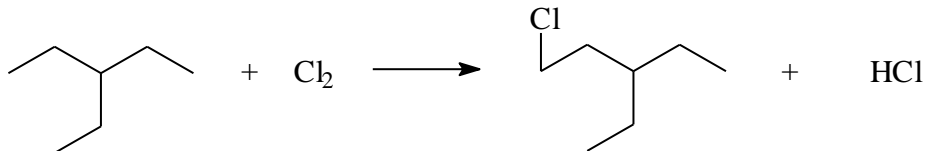


2,2,3,3-Tetramethylbutan



1,2-Dibromethan

17.2 a) Es handelt sich um eine Substitutionsreaktion, die Licht als Energielieferanten benötigt: Spaltung des Chlor-Moleküls in zwei Radikale. Ein H-Atom des Alkans wird durch ein Chlor-Atom ersetzt (substituiert), wobei sich dieses H-Atom mit dem zweiten Cl-Atom zu HCl (Hydrogenchlorid) verbindet.

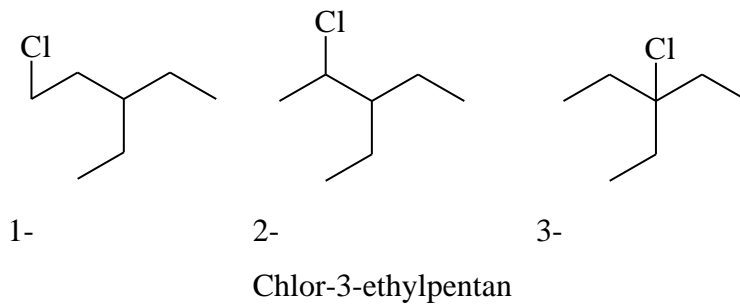


Wenn man die Stoffmenge des Chlors erhöht, lassen sich schlussendlich alle H-Atome des Alkans ersetzen.

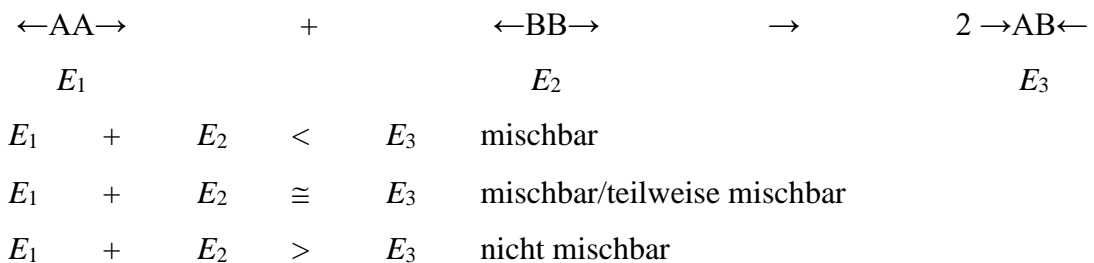
b) $C_7H_{16}(l) + 11 O_2(g) \rightarrow 7 CO_2 + 8 H_2O(l) \quad \Delta H < 0$

Aus den schwach polaren Bindungen C–H sowie den unpolaren Bindungen C–C und O=O entstehen die polaren Bindungen C=O und O–H. Da polare Bindungen energieärmer sind als unpolare, wird bei dieser Reaktion Wärme frei (Abschnitt 7.2).

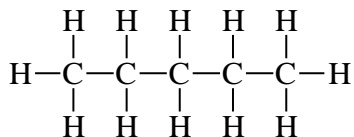
c)



17.3 Beim Mischen molekularer Stoffe werden die Kräfte zwischen den Ausgangsmolekülen aufgehoben und neue Kräfte zwischen den verschiedenen Molekülen gebildet: Energieaufwand und Energiegewinn. Je nach der Energiebilanz sind die Stoffe mischbar, teilweise mischbar oder nicht mischbar. Anhand des Schemas im Abschnitt 8.5 lässt sich oft eine Vorhersage machen:

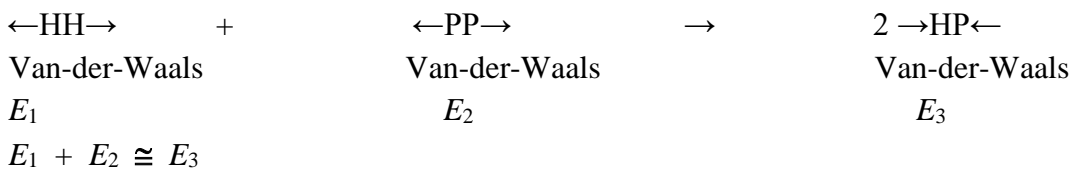


Da die Hexan-Moleküle keine permanenten Dipole sind, wirken zwischen ihnen nur Van-der-Waals-Kräfte. Dies gilt für alle Alkanmoleküle, wie z. B. Pentan, das mit Hexan vollständig mischbar ist.



Pentan

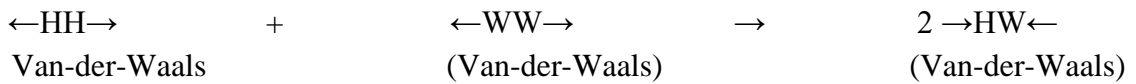
Hexan H Pentan P



Hexan und Pentan sind mischbar.

Hingegen sind Wasser und Hexan nicht mischbar, da die Wasser-Moleküle nur schwache V.d.W.-Kräfte ausbilden können (kleine Moleküle), aber durch starke Dipol-Dipol-Kräfte und Wasserstoffbrücken gekennzeichnet sind.

Hexan H Wasser W



Dipol/Dipol
H-Brücken

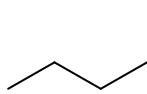
E_1 E_2 E_3

$$E_1 + E_2 > E_3$$

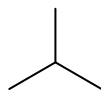
Hexan und Wasser sind nicht mischbar

(Van-der-Waals): schwache Kräfte

17.4 Vier Kohlenstoff-Atome lassen sich auf zwei verschiedene Arten miteinander verknüpfen (Konstitutionsisomerie):



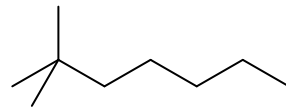
Butan



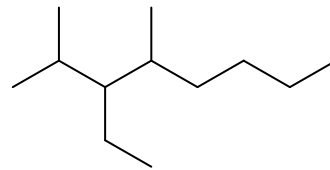
2-Methylpropan

17.5 a)

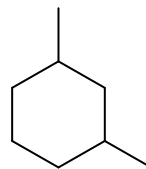
2,2-Dimethylheptan



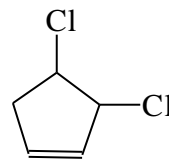
3-Ethyl-2,4-dimethyloctan



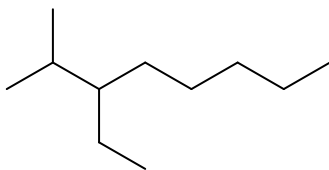
1,3-Dimethylcyclohexan



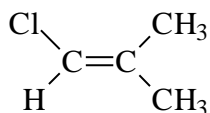
1,2-Dichlorcyclo-3-penten



b)



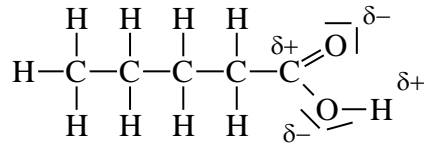
3-Ethyl-2-methyloctan



1-Chlor-2-methyl-1-propen

17.6 Ein abgewandeltes Pentan-Molekül wäre z. B. Pentansäure mit der funktionellen Gruppe $-\text{COOH}$ (Carboxygruppe, Abschnitt 8.6).

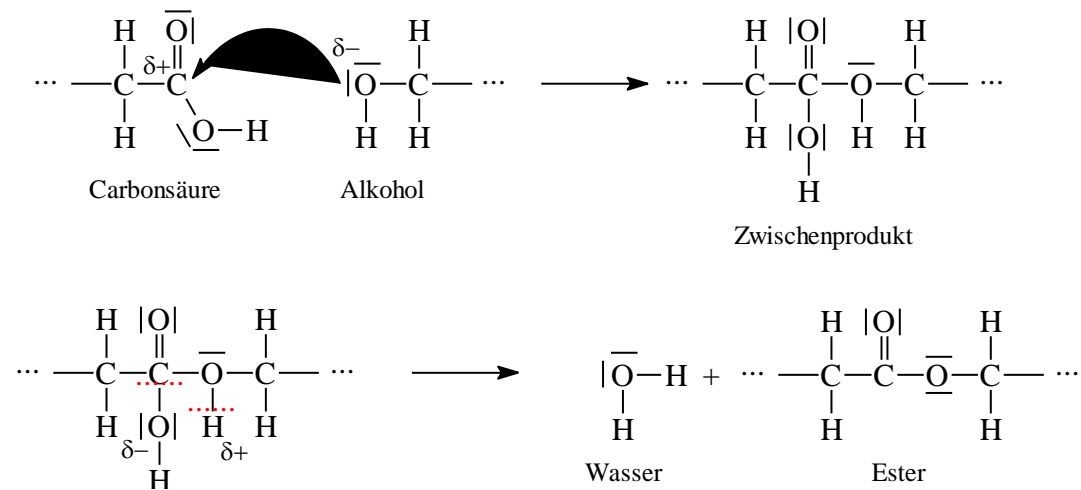
Lewis-Formel:



Die Sauerstoff-Atome der Carboxygruppe ($-\text{COOH}$) ziehen aufgrund ihrer hohen Elektronegativität (kleiner Atomrumpf und hohe Rumpfladung) die Bindungselektronen näher zu sich. Die dadurch stark polaren Bindungen zwischen den C- und den O-Atomen ($\Delta\text{EN} = 1.0$) erzeugen an den Sauerstoff-Atomen eine negative und am Kohlenstoff-Atom eine positive Partialladung. Am $\text{C}^{\delta+}$ können deshalb negative Teilchen oder Teilchen mit negativ polarisierten Atomen gut angreifen (nukleophile Teilchen). Das C-Atom ist nicht mehr, wie bei den Alkan-Molekülen, durch vier schwach polare bzw. unpolare Bindungen vor einem nukleophilen Angriff geschützt. Es können sich anziehende Kräfte zwischen dem $\text{C}^{\delta+}$ und einem nukleophilen Teilchen ausbilden, die zu einer Bindung führen.

Ein Beispiel wäre die Reaktion der Pentansäure mit einem Alkoholmolekül, das ein negativ polarisiertes Sauerstoff-Atom besitzt, zu einem Ester (vgl. Abschnitte 8.6 und 20.3):

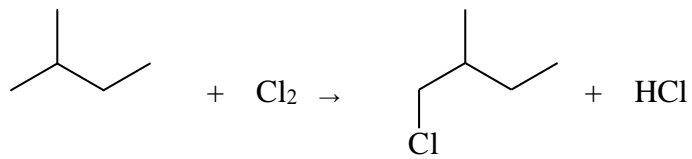
Reaktionsmechanismus schematisch:



17.7 Die beiden Moleküle von a), b), c) und d) sind:

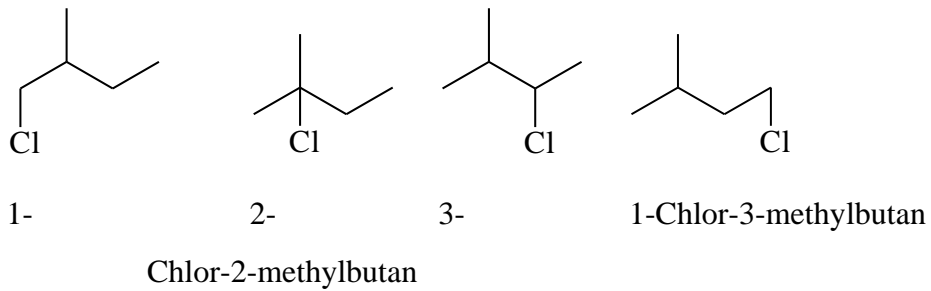
	gleich	Z/E-Isomere	Konstitutionsisomere
a)	X		
b)		X	
c)			X
d)			X

17.8 a)



Es handelt sich um eine Substitutionsreaktion: Ersatz eines H- durch ein Chlor-Atom.

b)



c) Das Licht spaltet das Chlor-Molekül in zwei Chlor-Radikale (homolytische Spaltung), die als reaktionsfähige Teilchen mit dem Alkan reagieren können.