

Abituraufgaben Alkane

1980/II/3

- 3 Skizzieren Sie das Energiediagramm für die Konformationen des n-Butans bei der Rotation (Rotationswinkel 0° bis 180°) um die Bindung zwischen dem zweiten und dritten Kohlenstoffatom.
Zeichnen Sie zu den Kurvenmaxima und Kurvenminima die zugehörigen Newman-Projektionen des Moleküls.
(Abszisse: Rotationswinkel; Ordinate; potentielle Energie) 8 BE
- 4 Begründen Sie die unterschiedlichen Energieinhalte der einzelnen Konformationen von Aufgabe 3.3 8 BE

1981/II/1

Für die folgenden Teilaufgaben werden die hier angegebenen gerundeten Bindungsdissociationsenergiebeiträge (der Betrag ist bei der homolytischen Spaltung von 1 mol der jeweiligen Bindung aufzuwenden bzw. wird bei der Bildung von 1 mol Bindung aus den Radikalen frei) benötigt:

$\text{CH}_3\text{-H}$: 435 kJ/mol; $\text{CH}_3\text{-CH}_3$: 368 kJ/mol ; H-Cl : 431 kJ/mol
 $\text{CH}_3\text{-Cl}$: 351 kJ/mol; Cl-Cl : 243 kJ/mol.

- 1.1 Ein Gemisch aus Methan und Chlor reagiert nach kurzer Belichtung mit Sonnenlicht explosionsartig. Die Kettenreaktion soll nur bis zur Bildung der Produkte mit den (gerundeten) Molekülmassen von 50,5 u und 36,5 u verfolgt werden.
- 1.1.1 Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln und geben Sie für jeden Schritt die Reaktionswärme ΔH an.
- 1.1.2 Berechnen Sie die Gesamtreaktionswärme, wenn 1 mol Chlor und 1 mol Methan zu den in 1.1. genannten Produkten umgesetzt werden
- 1.1.3 Die Reaktion wird durch verschiedene Abbruchreaktionen gestoppt. Beschreiben Sie die möglichen Abbruchreaktionen mit Strukturformelgleichungen.
- 1.2 Im Verlauf der Gesamtreaktion der Aufgabe 1.1. kann man sich zwei verschiedene Reaktionen zwischen Methan und Methylradikal als Nebenreaktion vorstellen:
- a) Methanmolekül I reagiert mit Methylradikal II zu Methylradikal I und Methanmolekül II;
- b) Methanmolekül und Methylradikal reagieren zu Äthan und Wasserstoffatom.
- 1.2.1 Stellen Sie die beiden Strukturformelgleichungen auf.
- 1.2.2 Welche der beiden Nebenreaktionen ist wahrscheinlicher? Geben Sie eine eindeutige Begründung aus energetischer Sicht.

2. In der folgenden Tabelle sind einige Alkane mit ihren zugehörigen Siedepunkten zusammengestellt:

4 C-Atome	5 C-Atome	6 C-Atome	Sdp °C
n-Butan			- 0,5
2-Methylpropan			-12
	n-Pentan		36
	2-Methylbutan		28
	2, 2-Dimethylpropan		9,5
		n-Hexan	69
		3-Methylpentan	63
		2,2-Dimethylbutan	50

- 2.1. Schreiben Sie die Strukturformeln dieser Verbindungen
- 2.2. Vergleichen Sie die Siedepunkte
- a) der Stoffe mit der gleichen Anzahl von C-Atomen untereinander und
- b) der n-Verbindungen. Ziehen Sie aus den Vergleichen allgemeingültige

Schlüsse und erläutern Sie Ihre Behauptung.

- 2.3 Eine bestimmte Menge Pentan wird
a) einmal mit dem gleichen Volumen Wasser und
b) ein anderes Mal mit der gleichen Menge Benzol verrührt.
Begründen Sie mit strukturellen Eigenschaften der Lösungskomponenten und energetischen Überlegungen das unterschiedliche Lösungsverhalten

1983/II/3

- 3.1 Leiten Sie aus den Vorstellungen des Orbitalmodells den räumlichen Bau des Methanmoleküls ab! 4BE

1986/IV/2

- 2 Ein Kohlenwasserstoff hat die Summenformel C_5H_{12} .
2.1 Geben Sie die Strukturformeln aller Isomeren an, und benennen Sie die Verbindungen! 2
2.2 Die Isomeren aus Nr. 2.1 haben folgende Siedepunkte: 10 C; 28 C; 36 C.
Ordnen Sie den Isomeren den jeweils richtigen Siedepunkt zu, und begründen Sie Ihre Entscheidung! 3

1989/II/1.2

- 1.2 Glykol, n-Butan, 1-Propanol und 2-Methylpropan besitzen annähernd gleiche Molekülmassen, jedoch sehr unterschiedliche Siedepunkte.
Ordnen Sie diese Verbindungen nach steigenden Siedepunkten, und begründen Sie die von Ihnen gewählte Reihenfolge! 6

1992/II/2.1

- 2.1 Es existieren fünf isomere Kohlenwasserstoffe mit der Zusammensetzung C_6H_{14} .
Geben Sie Strukturformel und Namen für die Verbindung an, die nur zwei Monohydroxyderivate bildet!
Geben Sie für diese beiden Monohydroxyverbindungen ebenfalls Strukturformeln und Namen an! 3

1995/IV/1

- 1 Zwischen den physikalisch-chemischen Eigenschaften verwandter Verbindungen und ihrer Struktur besteht ein enger Zusammenhang.
1.1 In der folgenden Tabelle sind einige Alkane mit ihren zugehörigen Siedetemperaturen t_b zusammengestellt:

4 C-Atome	5 C-Atome	6 C-Atome	t_b °C
n-Butan			-0,5
2-Methylpropan			-11,7
	n-Pentan		36,1
	2-Methylbutan		27,9
	2,2-Dimethylpropan		9,5
		n-Hexan	68,7
		3-Methylpentan	63,3
		2,2-Dimethylbutan	49,7

Schreiben Sie die Strukturformeln dieser Verbindungen! 3

- 1.2 Vergleichen Sie die Siedetemperaturen
a) der Stoffe mit der gleichen Anzahl von C-Atomen und
b) der aufgelisteten n-Alkane,
und erklären Sie die in beiden Vergleichen erkennbaren Unterschiede! 6

1999/II/2

- 2 Erhitzt man ein Gemisch von Methylbutan mit Brom auf 98 C und belichtet es, so erhält man vier konstitutionsisomere Monobromderivate des Methylbutans in

unterschiedlicher Häufigkeit. Daneben findet man im Produktgemisch Spuren von 2-Brom-2,5,6-trimethylheptan.

- 2.1 Geben Sie die Strukturformeln der vier Monobromderivate an, benennen Sie die Verbindungen und ordnen Sie diese nach abnehmender Entstehungshäufigkeit! 4
- 2.2 Stellen Sie den Mechanismus der Reaktion, die zur Bildung des Hauptprodukts führt, mit Strukturformeln dar und begründen Sie, warum dieses Monobromierungsprodukt in großem Überschuss gebildet wird! 5
- 2.3 Formulieren Sie, ausgehend von Zwischenprodukten, die im Reaktionsgemisch auftreten, die Strukturformelgleichung für die Bildung des 2-Brom-2,5,6-trimethylheptans! 4

2000/III/2

- 2 Folgende Experimente werden durchgeführt: 2-Chlormethylpropan wird mit Wasser versetzt, das entstandene Gemisch geschüttelt und in zwei gleiche Proben aufgeteilt.
Probe 1 wird mit Silbernitrat-Lösung versetzt; es tritt ein Silberchlorid-Niederschlag auf.
Probe 2 wird mit Säure-Base-Indikator versetzt; saure Reaktion wird angezeigt. Die entsprechenden Versuche mit Chlorethan an Stelle von 2-Chlormethylpropan ergeben weder einen Silberchlorid-Niederschlag noch saure Reaktion. Begründen Sie ausführlich die einzelnen Versuchsergebnisse, gegebenenfalls unter Mitverwendung von Strukturformel-Gleichungen! 11 BE

2001/II/2.1

- 2 Halogenalkane lassen sich auf unterschiedliche Weise herstellen.
- 2.1 Die Bildung von Chlormethan kann von Methan- und Chlor-Molekülen ausgehen. Für die Spaltung folgender Bindungen ist die jeweils angegebene Energie aufzuwenden:
 $\text{H}_3\text{C-H}$: + 435 kJ/mol; H-Cl : + 431 kJ/mol; $\text{H}_3\text{C-Cl}$: + 351 kJ/mol;
 Cl-Cl : + 243 kJ/mol.
Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln und geben Sie für jeden Schritt die Reaktionsenthalpie an! 4 BE
- 2.2 Monochlorethan kann nicht nur durch Substitution aus Ethan und Chlor, sondern auch auf andere Weise gewonnen werden.
Formulieren Sie zwei Strukturformelgleichungen, die von anderen organischen Edukten ausgehen, und erläutern Sie für einen dieser Wege den Reaktionsmechanismus! 5 BE

2003/II/1.2

- 2 Durch die Wahl der Reaktionsbedingungen können in der präparativen organischen Chemie bestimmte Reaktionswege begünstigt werden. Dies gilt z. B. auch für die Monobromierung von Ethylbenzol.
- 2.1 Legen Sie dar, unter welchen Bedingungen die Bromierung im Ring bzw. in der Seitenkette erfolgt!
Bei der Monobromierung der Seitenkette entsteht ein organisches Produkt bevorzugt. Formulieren Sie für dessen Bildung den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln! 7 BE
- 2.2 Das unter Nr. 2.1 bei der Seitenkettenbromierung erhaltene organische Produkt kann man auch aus Ethenylbenzol (Styrol) herstellen.
Stellen Sie den Mechanismus dieser Reaktion mit Strukturformeln dar und benennen Sie ihn! 4 BE
- 2.3 Begründen Sie unter Verwendung von Grenzstrukturformeln für die Teilaufgaben 2.1 und 2.2, warum von den jeweils zwei denkbaren Produkten eines bevorzugt entsteht! 8 BE

2004/III/3.2

- 3 Die Erdöl verarbeitende Industrie ist heute als wichtiger Rohstofflieferant für die Synthese chemischer Alltagsprodukte nicht mehr wegzudenken. Vor allem ungesättigte Verbindungen spielen bei der Veredelung von Treibstoffen oder in der Kunststoffsynthese eine zentrale Rolle. So führte die fortschreitende Motorisierung zu einem ständig steigenden Bedarf vor allem an qualitativ hochwertigem Benzin. Als Maß für die Qualität des Benzins wurde im Jahr 1927 die Octanzahl eingeführt. Dabei hat man dem stark zum Klopfen, d. h. zu vorzeitigem Zünden neigenden n-Heptan die Octanzahl 0 und dem besonders klopfesten hochwertigen Isooctan (2,2,4-Trimethylpentan) die Zahl 100 zugeteilt. Durch gezielte Veredelungsverfahren der Erdöldestillate kann man heute Treibstoffe mit hoher Klopfestigkeit erzeugen. Die Polymerisation der Olefine (Alkene) in Gegenwart von Schwefelsäure als Katalysator liefert die Polymerbenzine. Technisch wird z. B. Isobuten (2-Methylpropen) durch Einleiten in 70-%ige Schwefelsäure gelöst, wobei unter bestimmten Bedingungen durch Dimerisierung zwei isomere Isooctene (2,4,4-Trimethylpentene) neben trimeren Produkten entstehen. Die Isooctene werden abgetrennt und katalytisch zu Isooctan hydriert.
- 3.1 Zeichnen Sie die Strukturformeln der beiden isomeren Isooctene und stellen Sie auf der Grundlage des obigen Textes mit Strukturformelgleichungen einen Mechanismus dar, der zu einem dieser Isomeren führt! 5 BE
- 3.2 Zeichnen Sie die Strukturformeln von Isooctan und n-Octan und vergleichen Sie die Siedetemperaturen dieser Verbindungen! Begründen Sie Ihre Aussagen! 3 BE

2005/II/2

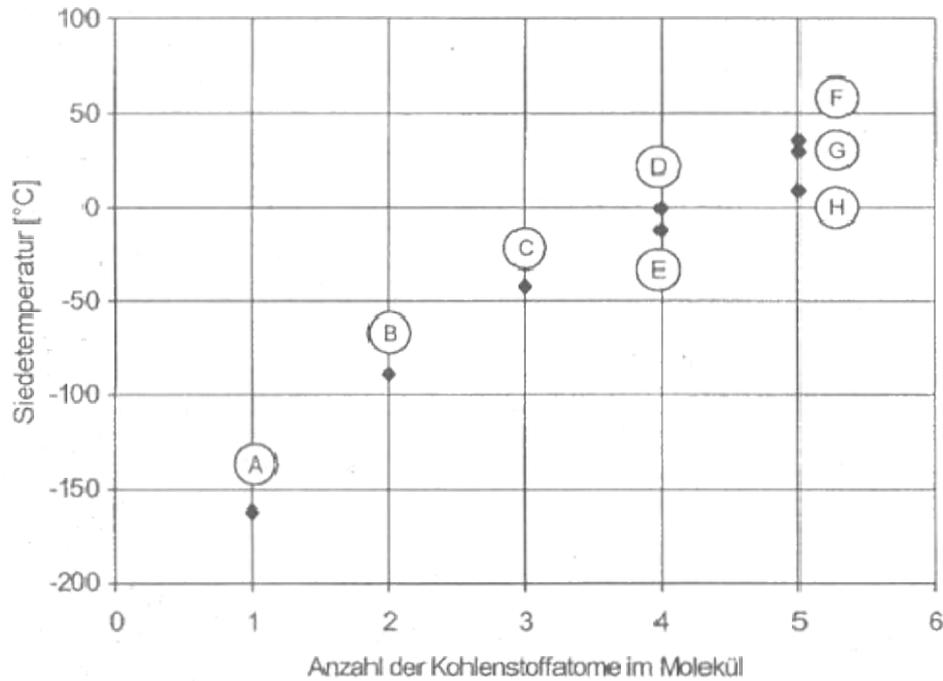
- 2 Die Energieänderungen, die bei der Spaltung von Bindungen auftreten, geben wichtige Hinweise auf den Verlauf mehrschrittiger Reaktionen. Die folgende Aufstellung gibt eine Reihe derartiger Bindungsdissoziationsenergien an:

H ₃ C-H	————→	H ₃ C· + ·Cl	+440 kJ/mol
H ₃ C-Cl	————→	H ₃ C· + ·Cl	+356 kJ/mol
Cl-Cl	————→	Cl· + ·Cl	+243 kJ/mol
H-Cl	————→	H· + ·Cl	+431 kJ/mol
H-H	————→	H· + ·H	+435 kJ/mol
H ₃ C-CH ₃	————→	H ₃ C· + ·CH ₃	+377 kJ/mol

- 2.1 Beschreiben Sie mit Strukturformelgleichungen den Mechanismus der lichtinduzierten Synthese von Chlormethan aus Chlor und Methan bei Raumtemperatur! 4 BE
- 2.2 Erstellen Sie mit Hilfe der angegebenen Energiewerte ein beschriftetes Leiten Sie daraus die Energieänderung für die Einzelschritte sowie die Gesamtenergieänderung der Kettenfortpflanzungsschritte ab! 5 BE
- 2.3 Als Hypothese können für die lichtinduzierte Chlorierung von Methan bei Raumtemperatur folgende Kettenfortpflanzungsschritte formuliert werden:
 (1) Cl· + CH₄ —————→ CH₃Cl + H·
 (2) H· + Cl₂ —————→ HCl + ·Cl
 Berechnen Sie mit Hilfe der oben angegebenen Energiewerte die jeweilige Energieänderung für diese beiden Reaktionsschritte und erläutern Sie auf dieser Grundlage, ob der hypothetische Mechanismus eine Alternative zu dem unter Nummer 2.1 formulierten Mechanismus sein könnte! 5 BE
- 2.4 Die Bromierung von Methylpropan führt zu isomeren Monobromprodukten. Erklären Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln die Abweichungen vom statistisch zu erwartenden Stoffingenenverhältnis der Isomeren! 3 BE

2005/IV/1.1

- 1 Die unterschiedlichen Siedetemperaturen und Löslichkeiten von Stoffen sind sowohl in der Laborchemie als auch großtechnisch für die Isolierung von Reinstoffen von erheblicher Bedeutung.
- 1.1 Im folgenden Diagramm sind die Siedetemperaturen verschiedener offenkettiger Alkane dargestellt:



Ordnen Sie die einzelnen Siedetemperaturen den entsprechenden Alkanen zu und begründen Sie Ihre Entscheidungen! 6 BE