

# 1 Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe

## 1.12 Durchblick Zusammenfassung und Übung

### Zu den Aufgaben

#### A1

Stoff	Strukturmerkmale
Diamant	Die Kohlenstoffatome im Diamant bilden ein dreidimensionales Diamantgitter. Mit seinen vier Valenzelektronen geht ein C-Atom vier Atombindungen (Elektronenpaarbindungen) mit vier anderen C-Atomen ein. Die vier Bindungen sind tetraedrisch angeordnet. Außerdem sind gewellte Sechsringe zu erkennen. Vier C-Atome eines solchen Ringes bilden ein Rechteck, ein Atom liegt über dessen Ebene, eins darunter.
Graphit	Das Graphitgitter besteht aus übereinander liegenden ebenen Schichten. In jeder Schicht liegen ebene Sechsringe von C-Atomen vor. Je drei Valenzelektronen eines C-Atoms sind an den Bindungen zu drei weiteren C-Atomen beteiligt. Das vierte Valenzelektron ist ähnlich wie bei Metallen über die ganze Schicht beweglich. Der Abstand zwischen den verschiedenen Schichten ist mehr als doppelt so groß wie zwischen den Atomen derselben Schicht.
Buckminsterfulleren	Das Buckminster-Fulleren ist ein aus 60 C-Atomen bestehendes kugelförmiges Molekül mit einem Durchmesser von 0,7 nm. Es ist wie ein Fußball aus 20 Sechsringen und 12 Fünfringen aufgebaut. Wie im Graphit hat auch hier jedes Atom drei Bindungspartner. Das vierte Valenzelektron ist auf der Moleküloberfläche frei beweglich.
Kohlenstoff-Nanotubes	Kohlenstoff-Nanotubes sind röhrenförmige Moleküle mit Durchmessern zwischen etwa 1 nm und 50 nm, deren Wände aus wabenartig zusammengesetzten Kohlenstoff-Sechsringen bestehen. Die Länge der Moleküle reicht von einigen Millimetern bis zu 20 cm. Es gibt auch mehrwandige Kohlenstoff-Nanotubes mit Durchmessern über 100 nm.
Graphen	In der zweidimensionalen wabenförmigen Struktur des Graphens ist jedes Kohlenstoffatom mit drei weiteren Kohlenstoffatomen verbunden. Die Dicke einer Graphenschicht entspricht dem Durchmesser eines Kohlenstoffatoms: 0,08 nm.

**A2** Der Name „Diamant“ enthält das griechische Wort für „unbezwingbar“. Diamant ist der härteste aller natürlich vorkommenden Stoffe. Jedes C-Atom im Diamantgitter ist mit vier weiteren C-Atomen verknüpft. Mechanisch gelingt es nur sehr schwer, einzelne Atome oder Atomgruppen aus diesem Gitter herauszubrechen.

Der Name „Graphit“ kommt vom griechischen Wort für „schreiben“. Beim Gleiten über Papier spalten sich kleine Graphit-Plättchen ab und hinterlassen eine schwarze Spur. Das Graphitgitter besteht aus übereinander liegenden ebenen Schichten. In jeder Schicht liegen ebene Sechsringe von C-Atomen vor. Je drei Valenzelektronen eines C-Atoms sind an den Bindungen zu drei weiteren C-Atomen beteiligt. Der Abstand zwischen den verschiedenen Schichten ist mehr als doppelt so groß wie zwischen den Atomen derselben Schicht. Die Anziehungskräfte zwischen den Schichten sind schwach; die Schichten lassen sich leicht abspalten.

**A3** Die Aufgabe lässt sich durch Probieren lösen, oder auch rechnerisch:

Teilchenmassen:  $m_r(\text{Alkanmolekül}) = 72 \text{ u}$ ;  $m_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$ ;  $m_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$

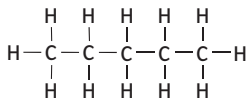
Aus der allgemeinen Summenformel  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  folgt:

$$12 \text{ u} \cdot n + 1 \text{ u} \cdot (2n + 2) = 72 \text{ u} \quad \Leftrightarrow \quad 14 \text{ u} \cdot n + 2 \text{ u} = 72 \text{ u} \quad \Leftrightarrow \quad n = 5$$

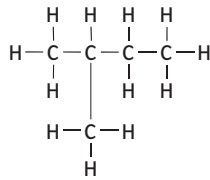
$\Rightarrow$  Summenformel:  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

Probe:  $12 \text{ u} \cdot 5 + 1 \text{ u} \cdot 12 = 72 \text{ u}$

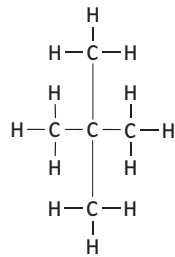
Mögliche Strukturformeln:



Pentan



2-Methylbutan



2,2-Dimethylpropan

A4

Name	Summenformel	Strukturformel	Verwendung
Methan	CH <sub>4</sub>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	Methan wird überwiegend als Heizgas zur Wärmegewinnung, zum Kochen und zum Betrieb von Verbrennungsmotoren verwendet. Methan ist ein wichtiger Ausgangsstoff für die Gewinnung von Wasserstoff (z.B. für die Ammoniaksynthese).
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	$  \begin{array}{cccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   &   \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\  &   &   &   &   \\  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $	Butan (meist zusammen mit 2-Methylpropan und Propan) wird als Feuerzeuggas, Heizgas zur Wärmegewinnung, zum Kochen und zum Betrieb von Verbrennungsmotoren verwendet.
2-Methylpropan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	$  \begin{array}{ccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\  &   &   &   \\  \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\  &   &   &   \\  & \text{H} &   & \text{H} \\  & & \text{H}-\text{C}-\text{H} & \\  & &   & \\  & & \text{H} &   \end{array}  $	2-Methylpropan (meist zusammen mit Butan und Propan) wird als Feuerzeuggas, als Heizgas zur Wärmegewinnung, zum Kochen und zum Betrieb von Verbrennungsmotoren verwendet.
Ethen	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\  \diagdown \quad / \\  \text{C}=\text{C} \\  / \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	Ethen (Ethylen) ist eine organische Grundchemikalie, aus der z.B. Ethanol, Chlorethen (Vinylchlorid) und Polyethen (Polyethylen) gewonnen werden. Pro Jahr werden weltweit ca. 150 Mio. Tonnen Ethen produziert. 40 bis 50% davon werden zur Herstellung von Polyethen verwendet.
Propen	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	$  \begin{array}{ccc}  & \text{H} & \text{H} \\  &   &   \\  \text{H} & -\text{C} & =\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\  &   & &   \\  & \text{H} & & \text{H}  \end{array}  $	Propen (Propylen) ist ebenfalls eine organische Grundchemikalie, aus der z.B. Aceton, Acrylsäure, Propandiole und Polypropen (Polypropylen) gewonnen werden.
Ethin	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	$  \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}  $	Ethin (Acetylen) wird zum Schweißen und Schneiden verwendet. Etwa 80% der weltweit ca. 150 000 t Ethin werden allerdings für organische Synthesen eingesetzt, z.B. für die Gewinnung von Chlorethen (Vinylchlorid) für die PVC-Herstellung.
Cyclohexan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	$  \begin{array}{cccccc}  & & \text{H} & & & \\  & \text{H} &   & \text{H} & & \\  &   & \text{C} &   & & \\  \text{H} & -\text{C} & - & \text{C} & -\text{H} & \\  &   & &   & & \\  \text{H} & -\text{C} & - & \text{C} & -\text{H} & \\  &   & &   & & \\  \text{H} & -\text{C} & - & \text{C} & -\text{H} & \\  &   & &   & & \\  & \text{H} & & \text{H} & &   \end{array}  $	Cyclohexan wird u.a. als Lösungsmittel in Lacken, Harzen und Fleckentfernern verwendet. Cyclohexan ist ein Ausgangsstoff zur Herstellung von ε-Caprolactam, welches wiederum zur Produktion der Kunstfaser Perlon benötigt wird.