

1.8. Aufgaben zur Elektronenpaarbindung

Aufgabe 1: Elektronenpaarbindung

- a) Welche anderen Bezeichnungen gibt es für die Elektronenpaarbindung?
- b) Wie erreichen Nichtmetallatome die Edelgaskonfiguration, wenn sie auf Metallatome treffen?
- c) Wie erreichen Nichtmetallatome die Edelgaskonfiguration, wenn sie auf andere Nichtmetallatome treffen?
- d) Warum reicht für die Erklärung der Metall- und Ionenbindung das einfache Schalenmodell aus, während für die Erklärung der Elektronenpaarbindung das Orbitalmodell benötigt wird?

Aufgabe 2: Wasserstoff

- a) Durch welche Kräfte werden die beiden Kerne in einem Wasserstoffmolekül zusammengehalten?
- b) Warum gibt es H₂-Moleküle aber keine H₃-Moleküle und keine einzelnen H-Atome in der Natur?
- c) Was ist der Unterschied zwischen einem Molekülorbital und einem Atomorbital?
- d) Voll besetzte Atomorbitale (bzw. freie Elektronenpaare) sind sehr viel voluminöser als voll besetzte Molekülorbitale (bzw. gebundene Elektronenpaare). Durch welche Kräfte werden die Elektronen in einem Molekülorbital zusätzlich zusammengezogen?

Aufgabe 3: Hybridisierung

- a) Trage in dem nebenstehenden Ausschnitt des PSE die Nichtmetalle ein und kennzeichne die Außenelektronen mit Punkten und Strichen:
- b) Wie viele Bindungen können die aufgeführten Atome jeweils ausbilden?
- c) Was bedeutet der Begriff Hybrid bzw. Hybridisierung?

I	IV	V	VI	VII

Aufgabe 4: Strukturformeln

Entwickle die Strukturformel und die Summenformel für die folgenden Verbindungen:

Name	Strukturformel	Summenformel	Name	Strukturformel	Summenformel
Wasserstoff			Chlorwasserstoff		
Sauerstoff			Schwefeldiwasserstoff		
Stickstoff			Phosphortriwasserstoff		
Chlor			Siliziumtetrawasserstoff		
Iod			Kohlenstoffdisauerstoff (Kohlenstoffdioxid)		
Schwefel		S ₈	Sauerstoffdifluor		
Phosphor		P ₄	Ethan		C ₂ H ₆
			Ethen		C ₂ H ₄

			Methanol		CH ₄ O
			Methanal (Formaldehyd)		CH ₂ O
			Blausäure		HCN
			Distickstofftrisauerstoff		

Aufgabe 5: Mehrfachbindungen

- Warum bilden die Elemente der 8. Hauptgruppe keine zweiatomigen Moleküle?
- Warum bilden die Elemente der 4. Hauptgruppe keine zweiatomigen Moleküle?
- Warum bilden die Elemente der 3. Periode keine zweiatomigen Moleküle?

Aufgabe 6: Struktur- und Summenformeln

Ergänze die Reaktionsgleichungen und formuliere die Strukturformeln und Namen aller beteiligten Stoffe:

- $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{S}_8 + \text{H}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{P}_4 + \text{H}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{Si} + \text{H}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{Cl}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{O}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{N}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{C} + \text{F}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$ _____
- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$ N_2O_3
- $\text{P}_4 + \text{O}_2 \rightarrow$ P_4O_6
- $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow$ _____

Aufgabe 7: Struktur- und Summenformeln

Gib jeweils eine mögliche Strukturformel an

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| a) C ₄ H ₁₀ | c) H ₂ CO ₂ | e) C ₄ H ₈ O | g) SiO ₄ H ₄ |
| b) C ₅ H ₁₀ | d) H ₂ CO ₃ | f) H ₂ O ₂ | g) Si ₂ O ₇ H ₆ |

Aufgabe 8: Stöchiometrie

10 g Phosphor reagieren mit Fluor im Überschuss.

- Bestimme die Summenformel sowie die Strukturformel des Reaktionsproduktes und stelle die Reaktionsgleichung auf
- Wie viel Liter Fluorgas wurden verbraucht und wie viel g Reaktionsprodukt entstehen bei dieser Reaktion?

Aufgabe 9: polare Elektronenpaarbindungen

Zeichne die Strukturformeln der folgenden Moleküle, gib, wenn möglich, Plus- und Minuspol an und ordne mit Hilfe der EN-Differenzen nach Polarität:

- H₂O, Cl₂O, F₂O
- H₂S, H₂Se, SF₂
- CH₄, CCl₄, CH₂Cl₂
- PH₃, NH₃, NF₃

1.8. Lösungen zu den Aufgaben zur Elektronenpaarbindung

Aufgabe 1: Elektronenpaarbindung

- Die Elektronenpaarbindung heißt auch Atombindung oder kovalente Bindung
- Nichtmetallatome erreichen die Edelgaskonfiguration in Salzen durch Aufnahme der Elektronen, welche von den Metallatomen abgegeben werden. Es kommt dadurch zur Ionenbindung zwischen negativ geladenen Nichtmetallanionen und positiv geladenen Metallkationen.
- Stehen nur andere Nichtmetallatome zur Verfügung, so gleichen sie ihren Elektronenmangel durch gemeinsame Nutzung ihrer Außenelektronen aus. Dabei entstehen Elektronenpaarbindungen durch gemeinsam genutzte Elektronenpaare, welche die positiv geladenen Atomkerne zusammen halten.
- Das Orbitalmodell ist (abgesehen von der Deutung des Aufbaus des Periodensystems) notwendig, um die Geometrie der Moleküle zu erklären. Die Elektronenpaare halten sich in Elektronenwolken (Orbitalen) auf, die in bestimmten Richtungen weisen und dadurch entsprechende Bindungswinkel zur Folge haben.

Aufgabe 2: Wasserstoff

- Die negativ geladenen Bindungselektronen halten die positiv geladenen Kerne durch elektrische Anziehung zusammen.
- Ein H-Atom mit einem Außenelektron benötigt genau **ein** weiteres Elektron, um sein halb besetztes 1s-Orbital zu vervollständigen und die Konfiguration des Heliums zu erreichen. Dementsprechend benötigt es genau einen Bindungspartner mit einem halb besetzten Orbital.
- Molekülorbitale entstehen durch Überlagerung zweier halb besetzter Atomorbitale zweier verschiedener Atome entsteht ein voll besetztes Molekülorbital, welches die beiden beteiligten Atome durch Elektronenpaarbindung in einem Molekül zusammen hält.
- Atomorbitale werden durch **einen** Atomkern, Molekülorbitale aber durch **zwei** Atomkerne zusammen gehalten.

Aufgabe 3: Hybridisierung

- siehe rechts
- Um die Edelgaskonfiguration zu erreichen, muss jedes halb besetzte Orbital vervollständigt, d.h. jeder Punkt zu einem Strich ergänzt werden.
- Hybridisierung = Kreuzung zweier Rassen bzw. Neukombination von s- und p-Orbitalen zu vier gleichartigen sp^3 -Hybridorbitalen

IV	V	VI	VII	VIII
$\cdot\overset{\cdot}{\text{C}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\text{N}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\text{O}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\text{F}}\cdot$	$ \overline{\text{Ne}} $
	$\cdot\overset{\cdot}{\text{P}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\text{S}}\cdot$	$ \overline{\text{Cl}} $	$ \overline{\text{Ar}} $
		$\cdot\overset{\cdot}{\text{Se}}\cdot$	$ \overline{\text{Br}} $	$ \overline{\text{Kr}} $
			$\cdot\overset{\cdot}{\text{I}}\cdot$	$ \overline{\text{Xe}} $
				$ \overline{\text{Rn}} $

Aufgabe 4: Strukturformeln

Name	Strukturformel	Summenformel	Name	Strukturformel	Summenformel
Wasserstoff	H-H	H ₂	Chlorwasserstoff	H- $\overline{\text{Cl}}$	HCl
Sauerstoff	$\langle\text{O}=\text{O}\rangle$	O ₂	Schwefeldiwasserstoff	$\text{H}-\overset{\text{S}}{\curvearrowright}-\text{H}$	H ₂ S
Stickstoff	$ \text{N}\equiv\text{N} $	N ₂	Phosphortriwasserstoff	$\text{H}-\overset{\text{P}}{\text{H}}-\text{H}$	PH ₃
Chlor	$ \overline{\text{Cl}}-\overline{\text{Cl}} $	Cl ₂	Siliziumtetrawasserstoff	$\text{H}-\overset{\text{Si}}{\text{H}}-\text{H}$	SiH ₄
Iod	$ \overline{\text{I}}-\overline{\text{I}} $	I ₂	Kohlenstoffdisauerstoff (Kohlenstoffdioxid)	$\langle\text{O}=\text{C}=\text{O}\rangle$	CO ₂
Schwefel	(Ring)	S ₈	Sauerstoffdifluor	$\langle\text{F}-\overset{\text{O}}{\curvearrowright}-\text{F}\rangle$	OF ₂
Phosphor	$\text{P}-\overset{\text{P}}{\text{P}}-\text{P}$	P ₄	Ethan	$\text{H}-\overset{\text{C}}{\text{H}}-\overset{\text{C}}{\text{H}}-\text{H}$	C ₂ H ₆

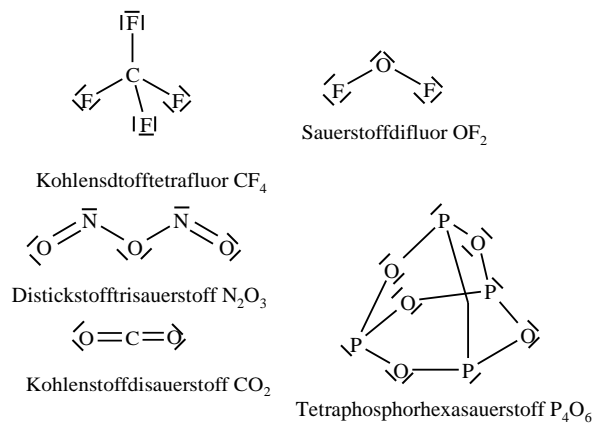
			Ethen		C ₂ H ₄
			Methanol		CH ₄ O
			Methanal (Formaldehyd)		CH ₂ O
			Blausäure	H-C≡N	HCN
			Distickstofftrisauerstoff		N ₂ O ₃

Aufgabe 5: Mehrfachbindungen

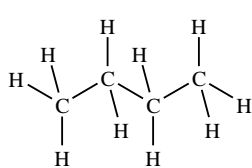
- Edelgase haben vollständig besetzt s- und p-Orbitale und bilden daher überhaupt keine Moleküle
- Die Atome der 4. Hauptgruppe benötigen 4 Bindungspartner, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen. Die tetraedrisch ausgerichteten sp³-Hybridorbitale können sich aber nicht alle zu einem gemeinsamen Partner hinwenden.
- Aufgrund ihres Umfangs stehen die sp³-Hybridorbitale so weit auseinander, dass sie sich nicht mehr einem gemeinsamen Partner zuwenden können.

Aufgabe 6: Reaktionsgleichungen

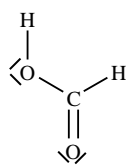
- $F_2 + H_2 \rightarrow 2 HF$ Fluorwasserstoff
- $S_8 + 8 H_2 \rightarrow 8 H_2S$ Schwefeldiwasserstoff
- $P_4 + 6 H_2 \rightarrow 4 PH_3$ Phosphortriwasserstoff
- $Si + 2 H_2 \rightarrow SiH_4$ Siliziumtetrawasserstoff
- $Cl_2 + F_2 \rightarrow 2 ClF$ Chlorfluor
- $O_2 + 2 F_2 \rightarrow 2 OF_2$ Sauerstoffdifluor
- $N_2 + 3 F_2 \rightarrow 2 NF_3$ Stickstofftrifluor
- $C + 2 F_2 \rightarrow CF_4$ Kohlenstofftetrafluor
- $2 F_2 + O_2 \rightarrow 2 OF_2$ Sauerstoffdifluor
- $2 N_2 + 3 O_2 \rightarrow 2 N_2O_3$ Distickstofftrisauerstoff
- $P_4 + 3 O_2 \rightarrow P_4O_6$ Tetraphosphorhexasauerstoff
- $C + 2 O_2 \rightarrow CO_2$ Kohlenstoffdisauerstoff



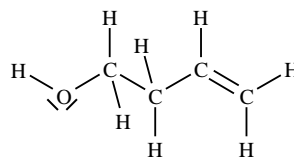
Aufgabe 7: Struktur- und Summenformeln



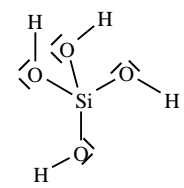
a) C₄H₁₀



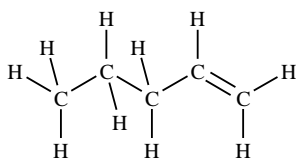
c) H₂CO₂



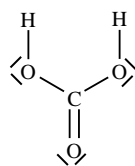
e) C₄H₈O



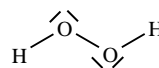
g) SiO₄H₄



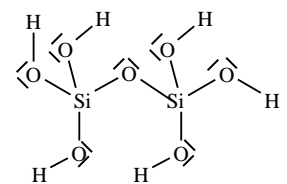
b) C₅H₁₀



d) H₂CO₃



f) H₂O₂



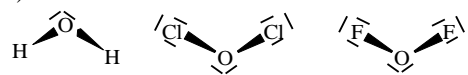
h) Si₂O₇H₆

Aufgabe 8: Stöchiometrie

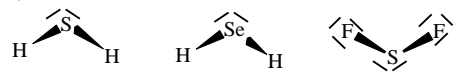
- $P_4 + 6 F_2 \rightarrow 4 PF_3$ Phosphortrifluor
- 10 g P₄ + 10,8 l F₂ → 28,4 g PF₃

Aufgabe 9: polare Elektronenpaarbindungen

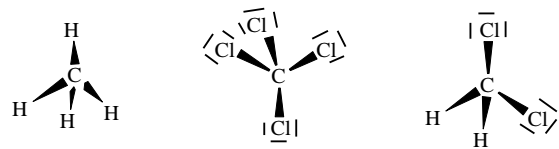
a)



b)



c)



d)

