

1.8. Aufgaben zur Elektronenpaarbindung

Aufgabe 1: Elektronenpaarbindung

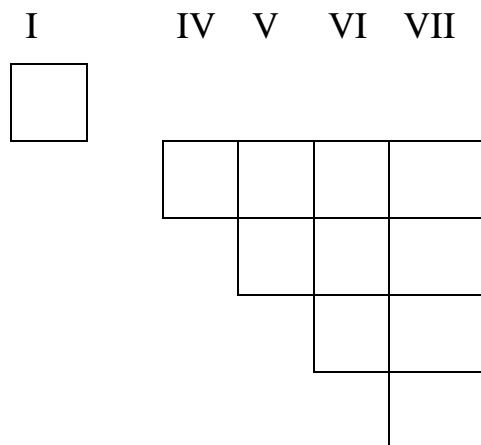
- Welche anderen Bezeichnungen gibt es für die Elektronenpaarbindung?
- Wie erreichen Nichtmetallatome die Edelgaskonfiguration, wenn sie auf Metallatome treffen?
- Wie erreichen Nichtmetallatome die Edelgaskonfiguration, wenn sie auf andere Nichtmetallatome treffen?
- Warum reicht für die Erklärung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

Aufgabe 2: Wasserstoff

- Durch welche Kräfte werden die beiden Kerne in einem Wasserstoffmolekül zusammengehalten?
- Warum gibt es H₂-Moleküle aber keine H₃-Moleküle und keine einzelnen H-Atome in der Natur?
- Was ist der Unterschied zwischen einem Molekülorbital und einem Atomorbital?
- 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

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



Aufgabe 4: Strukturformeln

Entwickle die Strukturformel und die Summenformel für die folgenden Verbindungen:

Name	Strukturformel	Summenformel	Name	Strukturformel	Summenformel
Wasserstoff			Distickstoffdifluor		
Sauerstoff			Distickstofftrisauerstoff		
Stickstoff			Wasserstoffkohlenstoffstickstoff (Blausäure)		
Chlor			Siliziumtetrawasserstoff		
Iod			Kohlenstoffdisauerstoff (Kohlenstoffdioxid)		
Oktaschwefel		S ₈	Sauerstoffdifluor		
Tetraphosphor		P ₄	Dikohlenstoffhexawasserstoff (Ethan)		
Chlorwasserstoff			Dikohlenstofftetrawasserstoff (Ethen)		
Schwefeldiwaterstoff			Kohlenstofftetrawasserstoffsauerstoff (Methanol)		
Phosphortriwasserstoff			Kohlenstoffdiwasserstoffsauerstoff (Formaldehyd)		

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:

- | | | |
|--|---|--|
| a) $\underline{\quad}$ F ₂ + $\underline{\quad}$ H ₂ → _____ | e) $\underline{\quad}$ Cl ₂ + $\underline{\quad}$ F ₂ → _____ | i) $\underline{\quad}$ F ₂ + $\underline{\quad}$ O ₂ → _____ |
| b) $\underline{\quad}$ S ₈ + $\underline{\quad}$ H ₂ → _____ | f) $\underline{\quad}$ O ₂ + $\underline{\quad}$ F ₂ → _____ | j) $\underline{\quad}$ N ₂ + $\underline{\quad}$ O ₂ → $\underline{\quad}$ N ₂ O ₃ |
| c) $\underline{\quad}$ P ₄ + $\underline{\quad}$ H ₂ → _____ | g) $\underline{\quad}$ N ₂ + $\underline{\quad}$ F ₂ → _____ | k) $\underline{\quad}$ P ₄ + $\underline{\quad}$ O ₂ → $\underline{\quad}$ P ₄ O ₆ |
| d) $\underline{\quad}$ Si + $\underline{\quad}$ H ₂ → _____ | h) $\underline{\quad}$ C + $\underline{\quad}$ F ₂ → _____ | l) $\underline{\quad}$ C + $\underline{\quad}$ O ₂ → _____ |

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: Strukturformeln und Stöchiometrie

- Entwickle mögliche Strukturformeln für alle beteiligten Verbindungen und bestimme den systematischen Namen des Produktes.
 - Formuliere die Reaktionsgleichung mit Summenformeln
 - Rechne die Reaktionsgleichung auf die angegebenen Mengen um.
- a) Wieviel Liter Wasserstoffgas H₂ benötigt man unter Normalbedingungen für die Reaktion mit 100 g Iod I₂ und wieviel g Produkt entstehen dabei?
- b) Wieviel Liter Fluorgas F₂ benötigt man zur Umsetzung von 80 g Selen Se₈ und wieviel g SeF₂ entstehen dabei?
- c) Wieviel Liter Chlorgas Cl₂ und wieviel g Iod I₂ benötigt man unter Normalbedingungen für die Herstellung von 100 g des eindeutigen Produktes?
- d) Wieviel Liter Stickstoff N₂ benötigt man zur Herstellung von 50 g N₂O₃ und wieviel Liter Sauerstoff O₂ werden dabei unter Normalbedingungen verbraucht?
- e) Wieviel Liter Wasserstoffgas unter Normalbedingungen benötigt man für die Umsetzung von 30 g Phosphor P₄ zu P₄H₄ und wieviel g Produkt entstehen dabei?
- f) Wieviel Liter Methangas CH₄ und wieviel Liter Ammoniakgas NH₃ benötigt man für die Herstellung von 10 g Blausäure HCN und wieviel Liter Wasserstoffgas entstehen dabei unter Normalbedingungen?
- g) Wieviel Liter gasförmiges CO₂ und wieviel g H₂O entstehen beim Zerfall von 30 g Kohlensäure unter Normalbedingungen?

Aufgabe 9: Strukturformeln und Stöchiometrie

- Entwickle mögliche Strukturformeln für alle beteiligten Verbindungen und bestimme den systematischen Namen des Produktes.
- Formuliere die Reaktionsgleichung mit Summenformeln
- Rechne die Reaktionsgleichung auf die angegebenen Mengen um.

- a) Wieviel Liter Chlorgas Cl₂ unter Normalbedingungen und wieviel g Phosphor P₄ benötigt man für die Herstellung von 100 ml PCl₃ mit einer Dichte von 1,7 g/ml?
- b) Wieviel Liter gasförmiges Ethen C₂H₄ und wieviel g H₂O benötigt man für die Herstellung von 20 ml Ethanol C₂H₆O mit einer Dichte von ρ = 0,8 g/ml unter Normalbedingungen?
- c) Wieviel g Schwefel S₈ und wieviel Liter Chlorgas Cl₂ benötigt man unter Normalbedingungen für die Herstellung von 20 ml S₂Cl₂ mit einer Dichte von ρ = 1,7 g/ml?
- d) Wieviel Liter Sauerstoffgas O₂ und Wasserstoffgas H₂ benötigt unter Normalbedingungen man für die Herstellung von 20 ml H₂O mit einer Dichte von ρ = 1,45 g/ml?

Aufgabe 10: polare Elektronenpaarbindungen

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

- a) H₂O, Cl₂O, F₂O b) H₂S, H₂Se, SF₂ c) CH₄, CCl₄, CH₂Cl₂ d) 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

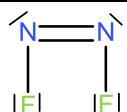
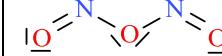
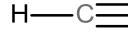
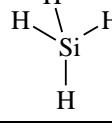
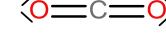
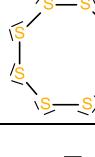
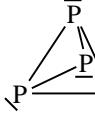
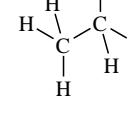
- Die negativ geladenen Bindungselektronen halten die positiv geladenen Kerne durch elektrische Anziehung zusammen.
- Ein H-Atom mit einem Außenelektron benötigt genau **ein** weiteres Elektron, um sein halb besetztes 1s-Orbital zu vervollständigen und die Konfiguration des Heliums zu erreichen. Dementsprechend 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
$\cdot\ddot{\text{C}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{O}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{F}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Ne}}\cdot$
	$\cdot\ddot{\text{P}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Ar}}\cdot$
		$\cdot\ddot{\text{Se}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Br}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Kr}}\cdot$
			$\cdot\ddot{\text{I}}\cdot$	$\cdot\ddot{\text{Xe}}\cdot$
				$\cdot\ddot{\text{Rn}}\cdot$

Aufgabe 4: Strukturformeln

Name	Strukturformel	Summenformel	Name	Strukturformel	Summenformel
Wasserstoff	H—H	H ₂	Distickstoffdifluor		N ₂ F ₂
Sauerstoff		O ₂	Distickstofftrisauerstoff		N ₂ O ₃
Stickstoff		N ₂	Wasserstoffkohlenstoff-Stickstoff (Blausäure)		HCN
Chlor		Cl ₂	Siliziumtetrawasserstoff		SiH ₄
Iod		I ₂	Kohlenstoffdisauerstoff (Kohlenstoffdioxid)		CO ₂
Oktaschwefel		S ₈	Sauerstoffdifluor		OF ₂
Tetraphosphor		P ₄	Dikohlenstoff hexawasserstoff Ethan		C ₂ H ₆

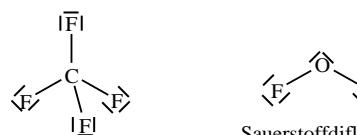
Chlorwasserstoff	$\text{H}-\text{Cl}$	HCl	Dikohlenstoff-tetrawasserstoff Ethen		C_2H_4
Schwefel-diwasserstoff		H_2S	Methanol		CH_3O
Phosphor-triwasserstoff		PH_3	Methanal (Formaldehyd)		CH_2O

Aufgabe 5: Mehrfachbindungen

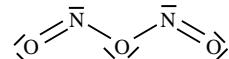
- Edelgase haben vollständig besetzte s- und p-Orbitale und bilden daher überhaupt keine Moleküle
- Die Atome der 4. Hauptgruppe benötigen 4 Bindungspartner, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen. Die tetraedrisch ausgerichteten sp^3 -Hybridorbitale können sich aber nicht alle zu einem gemeinsamen Partner hinwenden.
- Aufgrund ihres Umfangs stehen die sp^3 -Hybridorbitale so weit auseinander, dass sie sich nicht mehr einem gemeinsamen Partner zuwenden können.

Aufgabe 6: Reaktionsgleichungen

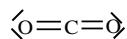
- $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{HF}$ Fluorwasserstoff
- $\text{S}_8 + 8 \text{H}_2 \rightarrow 8 \text{H}_2\text{S}$ Schweefeldiwasserstoff
- $\text{P}_4 + 6 \text{H}_2 \rightarrow 4 \text{PH}_3$ Phosphortriwasserstoff
- $\text{Si} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{SiH}_4$ Siliziumtetrawasserstoff
- $\text{Cl}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{ClF}$ Chlorfluor
- $\text{O}_2 + 2 \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{OF}_2$ Sauerstoffdifluor
- $\text{N}_2 + 3 \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{NF}_3$ Stickstofftrifluor
- $\text{C} + 2 \text{F}_2 \rightarrow \text{CF}_4$ Kohlenstofftetrafluor
- $2 \text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{OF}_2$ Sauerstoffdifluor
- $2 \text{N}_2 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O}_3$ Distickstofftrisauerstoff
- $\text{P}_4 + 3 \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_6$ Tetraphosphorhexasauerstoff
- $\text{C} + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ Kohlenstoffdisauerstoff



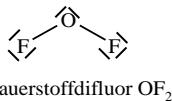
Kohlensdottetrafluor CF_4



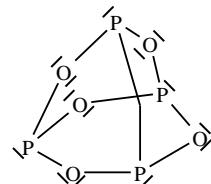
Distickstofftrisauerstoff N_2O_3



Kohlensdottdisauerstoff CO_2

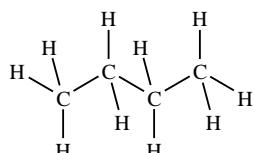


Sauerstoffdifluor OF_2

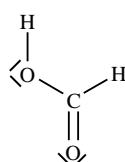


Tetraphosphorhexasauerstoff P_4O_6

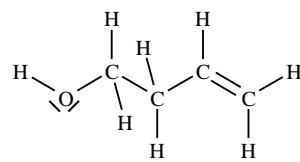
Aufgabe 7: Struktur- und Summenformeln



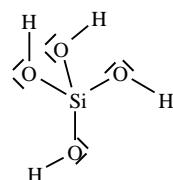
a) C_4H_{10}



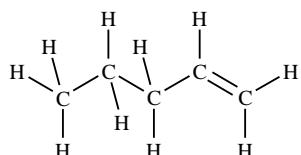
c) H_2CO_2



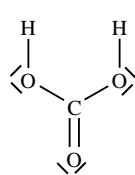
e) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$



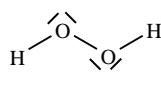
g) SiO_4H_4



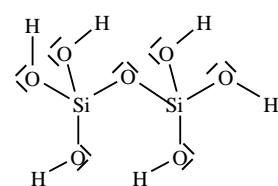
b) C_5H_{10}



d) H_2CO_3



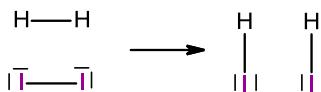
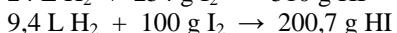
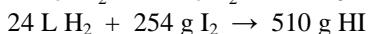
f) H_2O_2



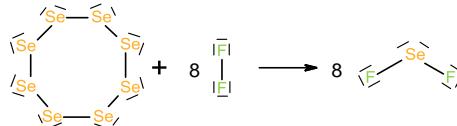
h) $\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_6$

Aufgabe 8: Strukturformeln und Stöchiometrie

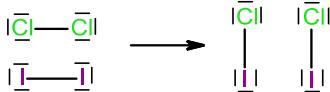
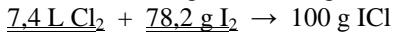
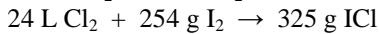
Teil a) Iodwasserstoff



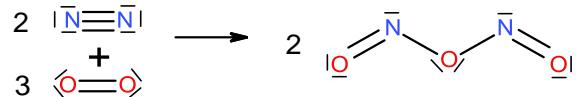
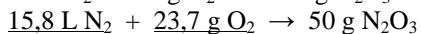
Teil b) Selendifluor



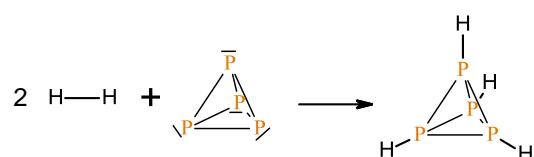
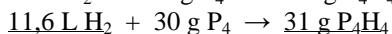
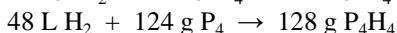
Teil c) Iodchlor



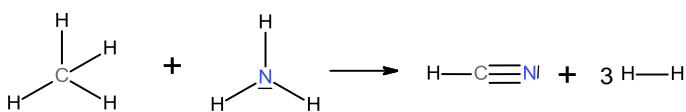
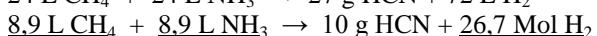
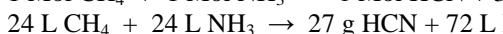
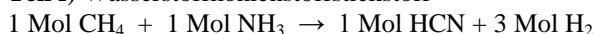
Teil d) Distickstofftrisauerstoff



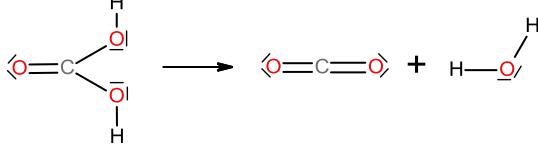
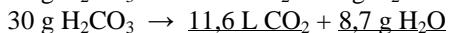
Teil e) Tetraphosphortetrawasserstoff



Teil f) Wasserstoffkohlenstoffstickstoff

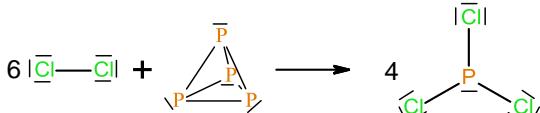
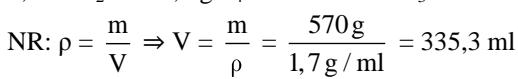
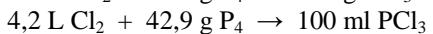
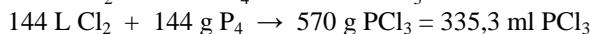


Teil g) Diwasserstoffkohlenstofftrisauerstoff

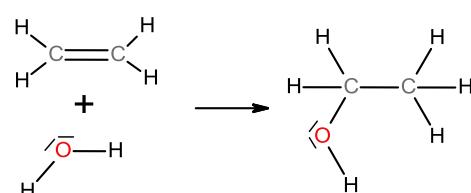
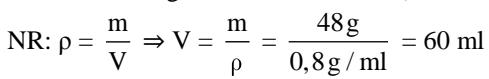
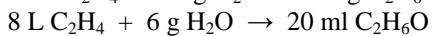
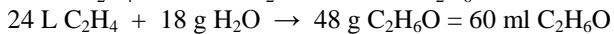


Aufgabe 9: Strukturformeln und Stöchiometrie

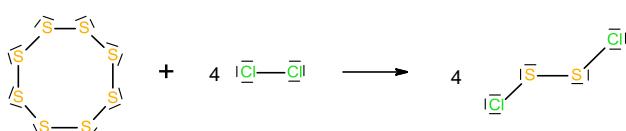
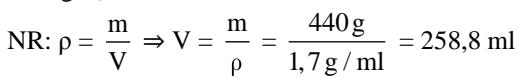
Teil a) Phosphortrichlor



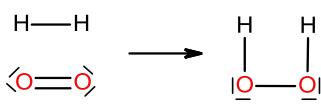
Teil b) Dikohlenstoffhexawasserstoffsauerstoff



Teil c) Dischwefeldichlor

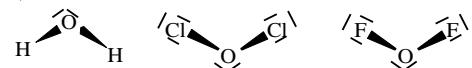


Teil d) Disauerstoffdiwasserstoff



Aufgabe 10: polare Elektronenpaarbindungen

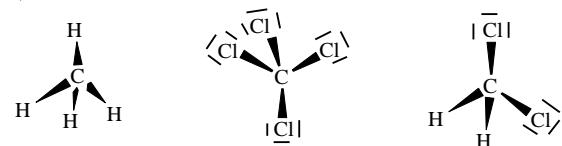
a)



b)



c)



d)

