

## 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  $H_2$ -Moleküle aber keine  $H_3$ -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?

I	IV	V	VI	VII
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>				
	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>
		<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>
			<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div>

### 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)		
Schwefeldiwasserstoff			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) $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$ | e) $\text{Cl}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$ | i) $\text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$                      |
| b) $\text{S}_8 + \text{H}_2 \rightarrow$ | f) $\text{O}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$  | j) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$ |
| c) $\text{P}_4 + \text{H}_2 \rightarrow$ | g) $\text{N}_2 + \text{F}_2 \rightarrow$  | k) $\text{P}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_6$ |
| d) $\text{Si} + \text{H}_2 \rightarrow$  | h) $\text{C} + \text{F}_2 \rightarrow$    | l) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow$                        |

### Aufgabe 7: Struktur- und Summenformeln

Gib jeweils eine mögliche Strukturformel an

- |                              |                            |                                   |                                      |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| a) $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | c) $\text{H}_2\text{CO}_2$ | e) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ | g) $\text{SiO}_4\text{H}_4$          |
| b) $\text{C}_5\text{H}_{10}$ | d) $\text{H}_2\text{CO}_3$ | f) $\text{H}_2\text{O}_2$         | h) $\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_6$ |

### 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.
- Wievell Liter Wasserstoffgas  $\text{H}_2$  benötigt man unter Normalbedingungen für die Reaktion mit 100 g Iod  $\text{I}_2$  und wieviel g Produkt entstehen dabei?
  - Wievell Liter Fluorgas  $\text{F}_2$  benötigt man zur Umsetzung von 80 g Selen  $\text{Se}_8$  und wieviel g  $\text{SeF}_2$  entstehen dabei?
  - Wievell Liter Chlorgas  $\text{Cl}_2$  und wieviel g Iod  $\text{I}_2$  benötigt man unter Normalbedingungen für die Herstellung von 100 g des eindeutigen Produktes?
  - Wievell Liter Stickstoff  $\text{N}_2$  benötigt man zur Herstellung von 50 g  $\text{N}_2\text{O}_3$  und wieviel Liter Sauerstoff  $\text{O}_2$  werden dabei unter Normalbedingungen verbraucht?
  - Wievell Liter Wasserstoffgas unter Normalbedingungen benötigt man für die Umsetzung von 30 g Phosphor  $\text{P}_4$  zu  $\text{P}_4\text{H}_4$  und wieviel g Produkt entstehen dabei?
  - Wievell Liter Methangas  $\text{CH}_4$  und wieviel Liter Ammoniakgas  $\text{NH}_3$  benötigt man für die Herstellung von 10 g Blausäure  $\text{HCN}$  und wieviel Liter Wasserstoffgas entstehen dabei unter Normalbedingungen?
  - Wievell Liter gasförmiges  $\text{CO}_2$  und wieviel g  $\text{H}_2\text{O}$  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.
- Wievell Liter Chlorgas  $\text{Cl}_2$  unter Normalbedingungen und wieviel g Phosphor  $\text{P}_4$  benötigt man für die Herstellung von 100 ml  $\text{PCl}_3$  mit einer Dichte von 1,7 g/ml?
  - Wievell Liter gasförmiges Ethen  $\text{C}_2\text{H}_4$  und wieviel g  $\text{H}_2\text{O}$  benötigt man für die Herstellung von 20 ml Ethanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  mit einer Dichte von  $\rho = 0,8$  g/ml unter Normalbedingungen?
  - Wievell g Schwefel  $\text{S}_8$  und wieviel Liter Chlorgas  $\text{Cl}_2$  benötigt man unter Normalbedingungen für die Herstellung von 20 ml  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  mit einer Dichte von  $\rho = 1,7$  g/ml?
  - Wievell Liter Sauerstoffgas  $\text{O}_2$  und Wasserstoffgas  $\text{H}_2$  benötigt unter Normalbedingungen man für die Herstellung von 20 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  mit einer Dichte von  $\rho = 1,45$  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) $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{Cl}_2\text{O}$ , $\text{F}_2\text{O}$ | b) $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{Se}$ , $\text{SF}_2$ | c) $\text{CH}_4$ , $\text{CCl}_4$ , $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ | d) $\text{PH}_3$ , $\text{NH}_3$ , $\text{NF}_3$ |
|--|---|--|--|

## 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

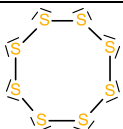
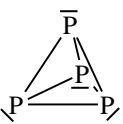
- Die negativ geladenen Bindungselektronen halten die positiv geladenen Kerne durch elektrische Anziehung zusammen.
- Ein H-Atom mit einem Außenelektron benötigt genau **ein** weiteres Elektron, um sein halb besetztes 1s-Orbital zu vervollständigen und die Konfiguration des Heliums zu erreichen. Dementsprechend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

### Aufgabe 4: Strukturformeln

Name	Strukturformel	Summenformel	Name	Strukturformel	Summenformel
Wasserstoff	$H-H$	$H_2$	Distickstoffdifluor	$\begin{array}{c} \text{N}=\text{N} \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	$N_2F_2$
Sauerstoff	$\text{O}=\text{O}$	$O_2$	Distickstofftrisauerstoff	$\begin{array}{c} \text{N}=\text{O} \\   \quad   \\ \text{O}=\text{N}=\text{O} \end{array}$	$N_2O_3$
Stickstoff	$ \text{N}\equiv\text{N} $	$N_2$	Wasserstoffkohlenstoff-Stickstoff (Blausäure)	$H-C\equiv N$	$HCN$
Chlor	$ \text{Cl}-\text{Cl} $	$Cl_2$	Siliziumtetrawasserstoff	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{Si}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$SiH_4$
Iod	$ \text{I}-\text{I} $	$I_2$	Kohlenstoffdisauerstoff (Kohlenstoffdioxid)	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$CO_2$
Oktaschwefel		$S_8$	Sauerstoffdifluor	$\begin{array}{c} \text{O} \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	$OF_2$
Tetraphosphor		$P_4$	Dikohlenstoff hexawasserstoff Ethan	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$C_2H_6$

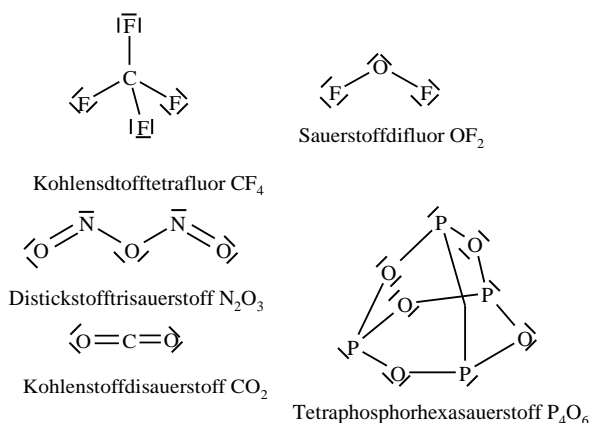
Chlorwasserstoff		HCl	Dikohlenstoff-tetrawasserstoff Ethen		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Schwefel-diwasserstoff		H <sub>2</sub> S	Methanol		CH <sub>4</sub> O
Phosphor-triwasserstoff		PH <sub>3</sub>	Methanal (Formaldehyd)		CH <sub>2</sub> O

### Aufgabe 5: Mehrfachbindungen

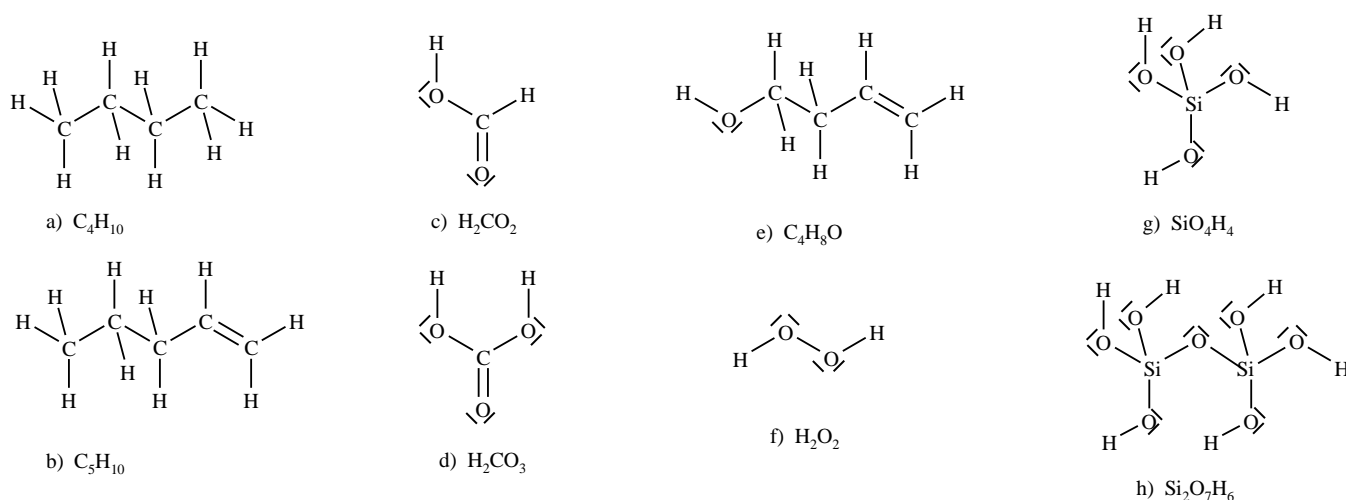
- Edelgase haben vollständig besetzt s- und p-Orbitale und bilden daher überhaupt keine Moleküle
- Die Atome der 4. Hauptgruppe benötigen 4 Bindungspartner, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen. Die tetraedrisch ausgerichteten sp<sup>3</sup>-Hybridorbitale können sich aber nicht alle zu einem gemeinsamen Partner hinwenden.
- Aufgrund ihres Umfangs stehen die sp<sup>3</sup>-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

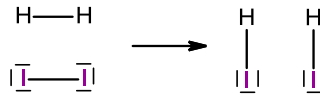
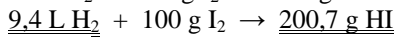
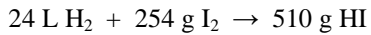


### Aufgabe 7: Struktur- und Summenformeln

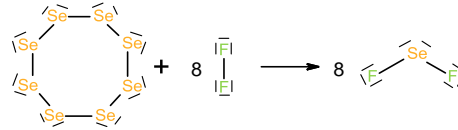


## Aufgabe 8: Strukturformeln und Stöchiometrie

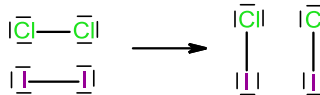
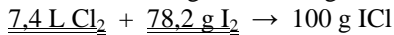
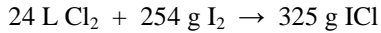
### Teil a) Iodwasserstoff



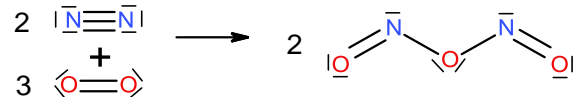
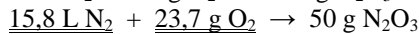
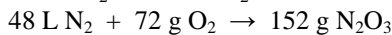
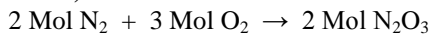
### Teil b) Selendifluor



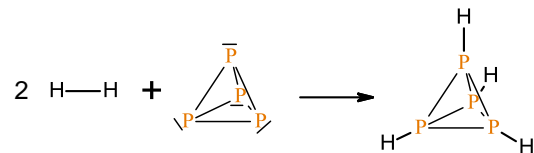
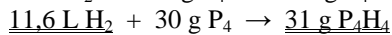
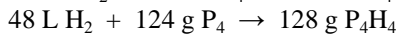
### Teil c) Iodchlor



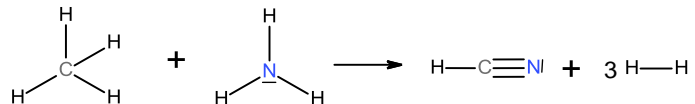
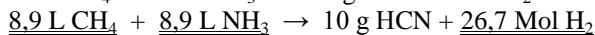
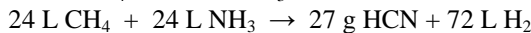
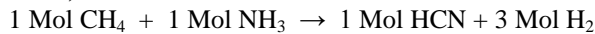
### Teil d) Distickstofftrisauerstoff



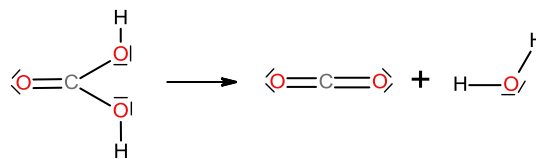
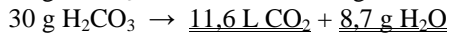
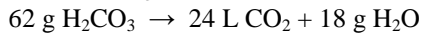
### Teil e) Tetraphosphortetrawasserstoff



### Teil f) Wasserstoffkohlenstoffstickstoff

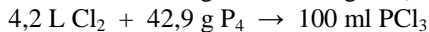
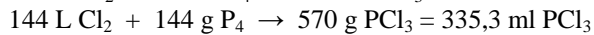
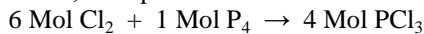


### Teil g) Diwasserstoffkohlenstofftrisauerstoff

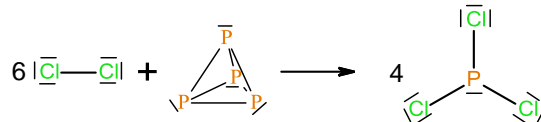


## Aufgabe 9: Strukturformeln und Stöchiometrie

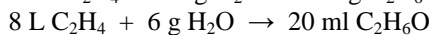
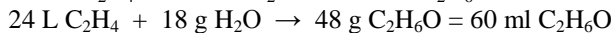
### Teil a) Phosphortrichlor



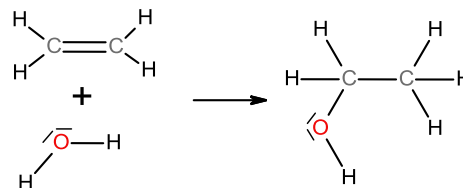
$$\text{NR: } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{570 \text{ g}}{1,7 \text{ g/ml}} = 335,3 \text{ ml}$$



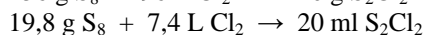
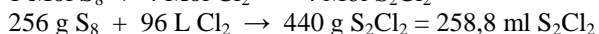
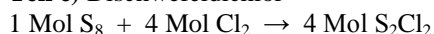
### Teil b) Dikohlenstoffhexawasserstoffsauerstoff



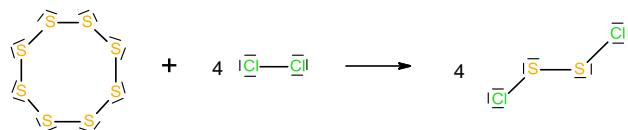
$$\text{NR: } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{48 \text{ g}}{0,8 \text{ g/ml}} = 60 \text{ ml}$$



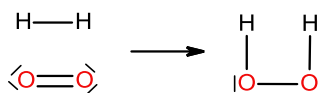
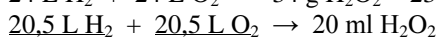
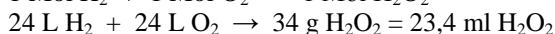
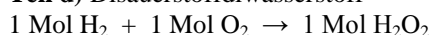
### Teil c) Dischwefeldichlor



$$\text{NR: } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{440 \text{ g}}{1,7 \text{ g/ml}} = 258,8 \text{ ml}$$

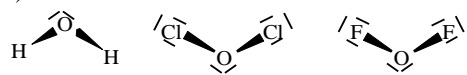


### Teil d) Disauerstoffdiwasserstoff

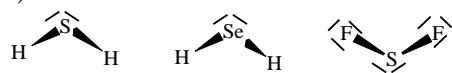


# Aufgabe 10: polare Elektronenpaarbindungen

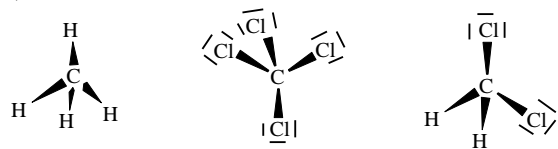
a)



b)



c)



d)

