

1.9. Fragen zu zwischenmolekularen Kräften

Zwischenmolekulare Kräfte und Siedepunkte (4)

Vergleiche Ammoniak NH_3 und Phosphan PH_3 im Hinblick auf die zwischenmolekularen Kräfte. Welche Verbindung hat den höheren Siedepunkt?

Die Elektronegativitäten sind N: 3,0; P: 2,1 und H: 2,1

Lösung:

| | NH_3 | PH_3 |
|---|---------------|---------------|
| $\Delta\text{EN} \Rightarrow \text{DD}$ | 0,9 | 0 |
| $M \Rightarrow \text{VdW}$ | 17 | 34 |

PH_3 ist zwar doppelt so schwer bzw. groß wie NH_3 , aber völlig unpolar im Gegensatz zum deutlich polaren NH_3 . (2)

Der Gegensatz bzw. das Verhältnis ist bei den DD-Kräften viel stärker ausgeprägt als bei den VdW-Kräften. (1)

Daher geben die DD-Kräfte den Ausschlag und der Sp ist bei NH_3 höher. (1)

Zwischenmolekulare Kräfte und Siedepunkte

Vergleiche Fluorwasserstoff HF und Chlorwasserstoff HCl im Hinblick auf die zwischenmolekularen Kräfte. Welche Verbindung hat den höheren Siedepunkt?

Die Elektronegativitäten sind F: 4,0; Cl: 3,0 und H: 2,1

Lösung:

| | HF | HCl |
|---|-----|------|
| $\Delta\text{EN} \Rightarrow \text{DD}$ | 1,9 | 0,9 |
| $M \Rightarrow \text{VdW}$ | 20 | 35,5 |

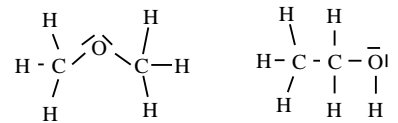
HCl ist weniger als doppelt so schwer bzw. groß wie HF, aber dieses ist mehr als doppelt so polar wie HCl. (2)

Der Gegensatz bzw. das Verhältnis ist bei den DD-Kräften viel stärker ausgeprägt als bei den VdW-Kräften. (1)

Daher geben die DD-Kräfte den Ausschlag und der Sp ist bei HF höher. (1)

Siedepunkte und Löslichkeit (6)

Welche der beiden nebenstehenden Verbindungen hat den höheren Siedepunkt? Welche löst sich besser in Wasser? Begründe anhand der zwischenmolekularen Kräfte



Diethylether

Ethanol

Lösung:

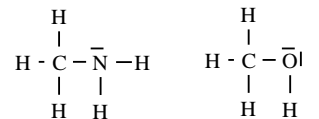
Ethanol besitzt im Gegensatz zu Diethylether eine **stark polare OH-Bindung** mit $\Delta\text{EN} = 1,4$. (2)

Es hat daher bei **gleicher Größe** einen deutlich **stärker polaren Charakter** und somit einen **höheren Sp** und die **bessere**

Löslichkeit in Wasser. (4)

Siedepunkte und Löslichkeit (6)

Welche der beiden nebenstehenden Verbindungen hat den höheren Siedepunkt? Welche löst sich besser in Wasser? Begründe anhand der zwischenmolekularen Kräfte.



Methylamin

Methanol

Lösung:

Die OH-Bindung in Methanol ist mit $\Delta\text{EN} = 1,4$ stärker polar als die NH-Bindungen mit $\Delta\text{EN} = 0,9$. (2)

Es hat daher bei **nahezu gleicher Größe** ($M = 31 \text{ g/Mol}$ für Methylamin gegenüber 32 g/Mol bei Methanol) einen deutlich

stärker polaren Charakter und somit einen **höheren Sp** und die **bessere Löslichkeit** in Wasser. (4)

Bindungsarten und zwischenmolekulare Kräfte (30)

Chlorgas reagiert

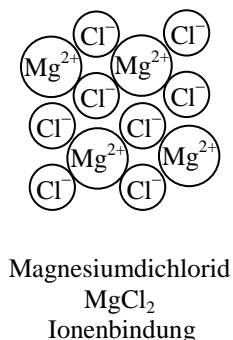
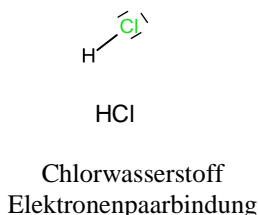
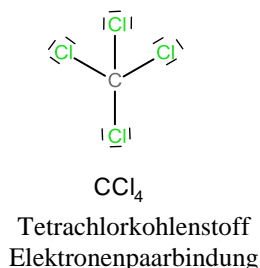
- mit Magnesium
- mit Wasserstoff
- mit Kohlenstoff

Die Elektronegativitäten der beteiligten Atome sind Cl: 3,5; Mg: 1,2; H: 2,1 und C: 2,5

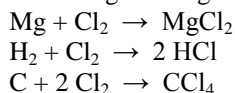
- Gib jeweils die Bindungsart aller drei Produkte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (3 + 6)
- Gib jeweils die Summenformel und den Namen des Reaktionsproduktes an. (3 + 3)
- Formuliere die Reaktionsgleichungen. (6)
- Berechne die für 50 g Magnesiumdichlorid benötigten Eduktmengen in g und Liter (Gase H₂, F₂, Cl₂, O₂, N₂ bei 25°C und 1 bar) (3)
- Ordne die drei Produkte nach Siedepunkten und begründe. (6)

Lösungen

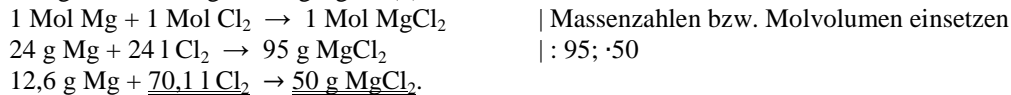
- Strukturen und Bindungsarten der drei Produkte (6 + 3)
- Namen und Summenformeln (3 + 3)



- Reaktionsgleichungen (6)



- Mengenberechnung für 50 g MgCl₂ (3)



- Vergleich der Siedepunkte (6)

Da die elektrostatischen Kräfte zwischen positiv geladenen Mg²⁺-Kationen und negativ geladenen Cl⁻-Anionen viel stärker sind als die Kräfte, die zwischen elektrisch neutralen (polaren oder unpolaren) Molekülen wirken, ist der **Siedepunkt** des Salzes MgCl₂ **am höchsten**. (1)

Zwischen den HCl-Molekülen wirken wegen $\Delta EN = 3,5 - 2,1 = 1,4$ starke **Dipol-Dipol-Kräfte** (Wasserstoffbrücken) und sehr schwache **van-der-Waals-Kräfte**, da die Moleküle mit $M = 36,5 \text{ g/Mol}$ ziemlich klein sind. (2)

Die CCl₄-Moleküle sind trotz der polaren Bindung **nach außen hin unpolar**, da die negativ teilgeladenen Cl-Atome **symmetrisch** (Tetraeder) um das positiv teilgeladenen C-Atom angeordnet sind. Zwischen den CCl₄-Molekülen wirken daher ausschließlich **van-der-Waals-Kräfte**, die wegen $M = 156 \text{ g/Mol}$ **deutlich stärker** sind als bei HCl. (2)

Der **Unterschied** ist bei der Polarität aber noch wesentlich stärker ausgeprägt, so dass diese den Ausschlag gibt. CCl₄ hat daher den **niedrigsten Siedepunkt**. (1)

Bindungsarten und zwischenmolekulare Kräfte (30)

Schwefel S₈ reagiert

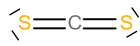
- mit Magnesium Mg
- mit Wasserstoff H₂
- mit Kohlenstoff C

Die Elektronegativitäten der beteiligten Atome sind S: 2,5; Mg: 1,2; H: 2,1 und C: 2,5

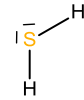
- Gib jeweils die Bindungsart aller drei Produkte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (3 + 6)
- Gib jeweils die Summenformel und den Namen des Reaktionsproduktes an. (3 + 3)
- Formuliere die Reaktionsgleichungen. (6)
- Berechne die für 100 g Schwefeldiwasserstoff benötigten Eduktmengen in g und Liter (Gase H₂, F₂, Cl₂, O₂, N₂ bei 25°C und 1 bar) (3)
- Ordne die drei Produkte nach Siedepunkten und begründe. (6)

Lösungen

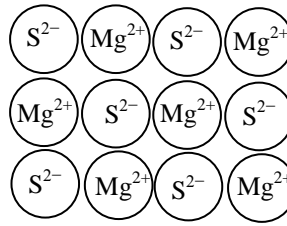
- a) Strukturen und Bindungsarten der drei Produkte (6 + 3)
 b) Namen und Summenformeln (3 + 3)



Kohlenstoffdischwefel
 Elektronenpaarbindung

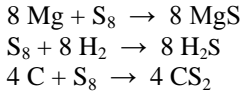


Schwefeldiwasserstoff
 Elektronenpaarbindung

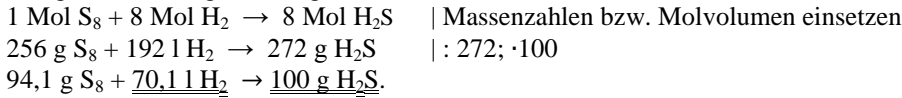


Magnesiumsulfid
 MgS
 Ionenbindung

- c) Reaktionsgleichungen (6)



- d) Mengenermittlung für 100 g H₂S (3)



- e) Den höchsten Siedepunkt hat das **Salz** MgS, da zum Verlassen der Schmelze die **sehr starken Bindungskräfte** zwischen Mg²⁺-Kationen und S²⁻-Anionen überwunden werden müssen. (1)
 Bei den beiden Molekülverbindungen müssen zum Verdampfen nur die **zwischenmolekularen Kräfte** gelöst werden. H₂S ist mit M = 34 g/Mol ein **eher kleines Molekül** mit geringen VdW-Kräften und mit ΔEN = 0,4 auch nur **schwach polar**, so dass auch die DD-Kräfte nicht besonders ausgeprägt sind. (2)
 CS₂ ist aufgrund seiner **Symmetrie** nach außen hin **unpolar**, dafür mit M = 76 g/Mol aber **mehr als doppelt so schwer** bzw. groß als H₂S mit entsprechend deutlich stärker ausgeprägten VdW-Kräften. (2)
 Der **Gegensatz** ist bei den VdW/DD-Kräften stärker ausgeprägt, so dass diese den Ausschlag geben und damit CS₂/H₂S den zweithöchsten und H₂S/CS₂ den kleinsten Siedepunkt besitzen werden. (1)
 (Die gemessenen Werte sind -60 °C bei H₂S und 46°C bei CS₂, so dass die erste Variante offenbar gerechtfertigt ist. In dieser Aufgabe geht es aber um die Argumentation auf der Grundlage der gegebenen Werte. Diese Werte erlauben aber sowohl das Verhältnis 34 : 76 als auch das Verhältnis 0,4 : 0 als stärker ausgeprägt zu betrachten!)

Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (35)

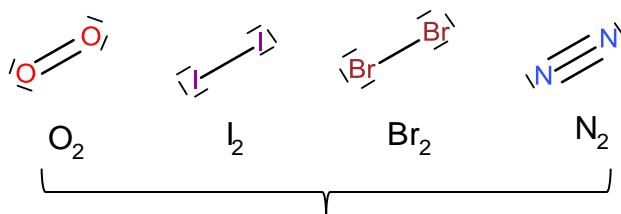
Gegeben sind die folgenden drei Reaktionen:

1. $\underline{\quad} \text{ O}_2 + \underline{\quad} \text{ I}_2 \rightarrow \underline{\quad}$
2. $\underline{\quad} \text{ Mg} + \underline{\quad} \text{ N}_2 \rightarrow \underline{\quad}$
3. $\underline{\quad} \text{ Br}_2 + \underline{\quad} \text{ N}_2 \rightarrow \underline{\quad}$

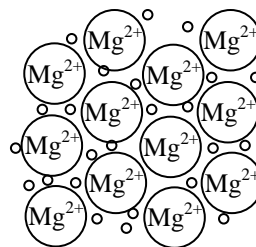
- a) Gib jeweils die Bindungsart der fünf Edukte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (10)
- b) Gib jeweils die Bindungsart der drei Produkte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (8)
- c) Gib jeweils die Summenformel und den Namen des Reaktionsproduktes an. (6)
- d) Ergänze die fehlenden Koeffizienten in den Reaktionsgleichungen: (3)
- e) Wie viel Liter Stickstoff N₂ lassen sich durch 10 g Magnesium Mg binden und wieviel g Produkt entstehen dabei? (3)
- f) Ordne die drei Produkte nach Siedepunkten und begründe. (3)
- g) Erkläre den Begriff der Isomerie am Beispiel der Verbindung C₄H₁₀. (2)

Lösungen:

- a) Strukturen und Bindungsarten der fünf Edukte: (10)



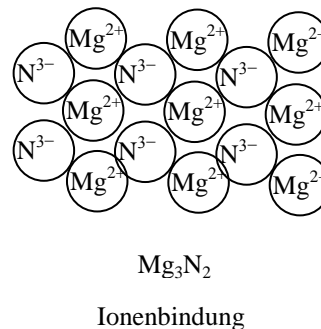
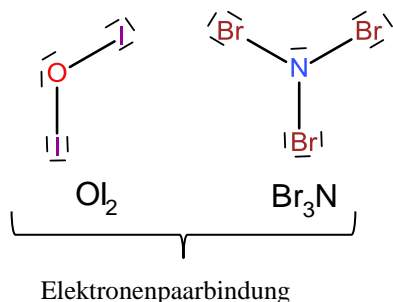
Elektronenpaarbindung



Mg

Metallbindung

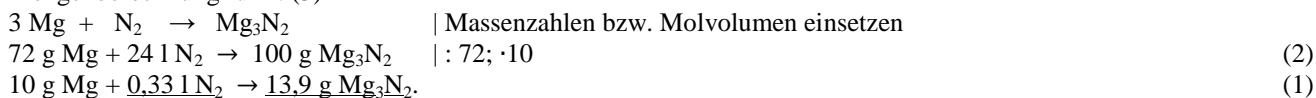
b) Strukturen und Bindungsarten der drei Produkte: (8)



c) und d) Summenformeln, Namen und Koeffizienten (9)

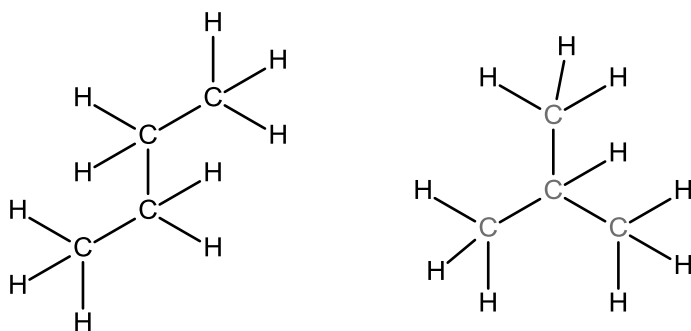
1. $O_2 + 2 I_2 \rightarrow 2 OI_2$ Sauerstoffdiiod (3)
2. $3 Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$ Trimagnesiumdinitrid (3)
3. $3 Br_2 + N_2 \rightarrow 2 Br_3N$ Tribromstickstoff (3)

f) Mengenermittlung für 2. (3)



g) Den höchsten Siedepunkt hat das Salz Mg_3N_2 , da zum Lösen des Kristallgitters die sehr starken Bindungskräfte selbst überwunden werden müssen. Bei den Molekülen müssen dagegen nicht die Bindungskräfte innerhalb des Moleküls, sondern nur die zwischenmolekularen Kräfte neutralisiert werden. OI_2 ist ein polares Molekül mit $\Delta EN = 0,8$ und hat aufgrund der DD-Kräfte einen höheren Siedepunkt als das völlig unpolare NBr_3 . (3)

h) Zwei verschiedene Strukturen mit der gleichen Summenformel, z.B. (2)



Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (35)

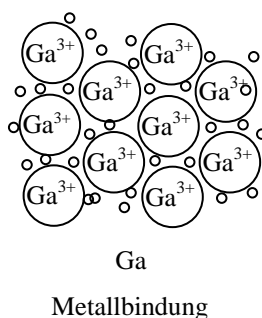
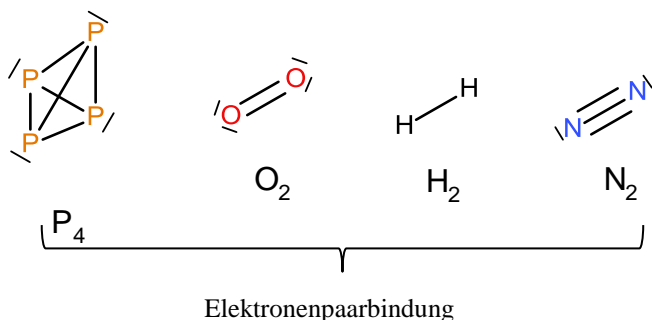
Gegeben sind die folgenden drei Reaktionen:

1. $\underline{\quad} P_4 + \underline{\quad} H_2 \rightarrow \underline{\quad}$
2. $\underline{\quad} Ga + \underline{\quad} O_2 \rightarrow \underline{\quad}$
3. $\underline{\quad} O_2 + \underline{\quad} N_2 \rightarrow \underline{\quad}$

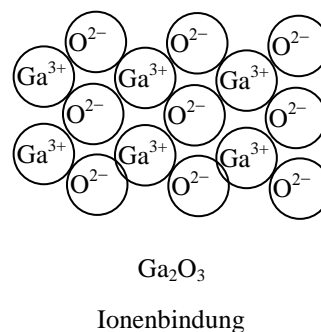
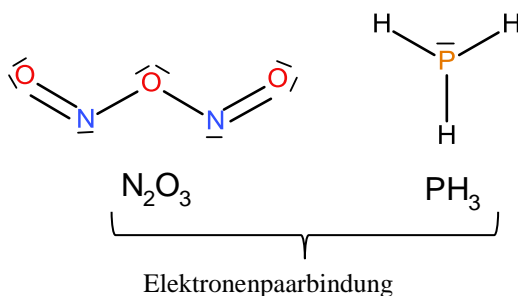
- a) Gib jeweils die Bindungsart der fünf Edukte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (10)
- b) Gib jeweils die Bindungsart der drei Produkte an und zeichne je nach Bindungsart eine Strukturformel bzw. eine Strukturskizze mit mindestens 10 Teilchen. (8)
- c) Gib jeweils die Summenformel und den Namen des Reaktionsproduktes an. (6)
- d) Ergänze die fehlenden Koeffizienten in den Reaktionsgleichungen: (3)
- e) Wie viel Liter Sauerstoff O_2 lassen sich durch 50 g Gallium Ga binden und wieviel g Produkt entstehen dabei? (3)
- f) Ordne die drei Produkte nach Siedepunkten und begründe. (3)
- g) Erkläre den Begriff der Isomerie am Beispiel der Verbindung C_4H_8 . (2)

Lösungen:

a) Strukturen und Bindungsarten der fünf Edukte: (10)



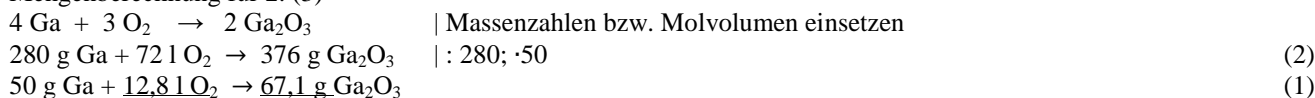
b) Strukturen und Bindungsarten der drei Produkte: (8)



c) und d) Summenformeln, Namen und Koeffizienten (9)

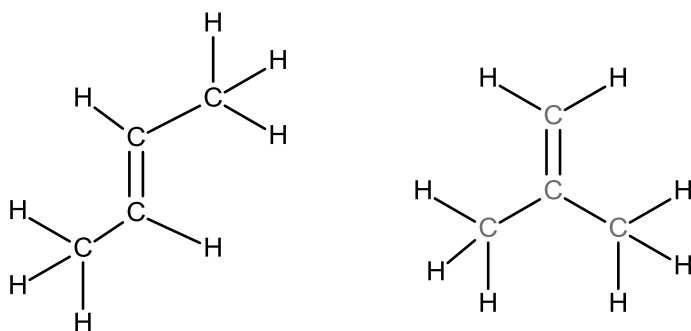
1. $P_4 + 6 H_2 \rightarrow 4 PH_3$ Phosphortriwasserstoff (3)
2. $4 Ga + 3 O_2 \rightarrow 2 Ga_2O_3$ Digalliumtrioxid (3)
3. $3 O_2 + 2 N_2 \rightarrow 2 N_2O_3$ Distickstofftrisauerstoff (3)

e) Mengenermittlung für 2. (3)



f) Den höchsten Siedepunkt hat das Salz Ga_2O_3 , da zum Lösen des Kristallgitters die sehr starken Bindungskräfte selbst überwunden werden müssen. Bei den Molekülen müssen dagegen nicht die Bindungskräfte innerhalb des Moleküls, sondern nur die zwischenmolekularen Kräfte neutralisiert werden. O_2N_3 hat zwar schwach polare Bindungen mit $\Delta EN = 0,6$, ist jedoch aufgrund seiner Symmetrie nach außen hin unipolar und hat nur aufgrund der VdW-Kräfte mit seinen 34 Elektronen einen höheren Siedepunkt als das ebenfalls nahezu unpolare PH_3 mit 18 Elektronen. (3)

g) Zwei verschiedene Strukturen mit der gleichen Summenformel, z.B. (2)

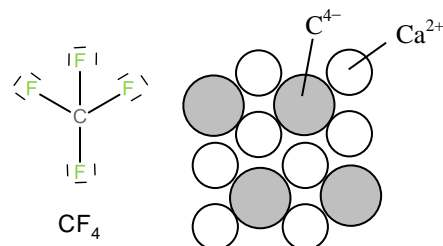


Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (18)

- a) Calcium Ca reagiert mit Kohlenstoff C im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Verhältnisformel, Namen und den Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. Beschreibe seine Struktur mit Hilfe eines Fachbegriffes und einer beschrifteten Skizze. (6)
- b) 10 Liter Fluorgas F_2 reagieren mit Kohlenstoff C im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Summenformel, Strukturformel, den Namen, den Strukturtyp und Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. (6)
- c) Berechne, wieviel g Kohlenstoff in b) verbraucht wurden und wieviel g Reaktionsprodukt entsteht. (2)
- d) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) löst sich eher in Wasser (Begründung)? (2)
- e) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) hat den höheren Siedepunkt (Begründung)? (2)

Lösungen:

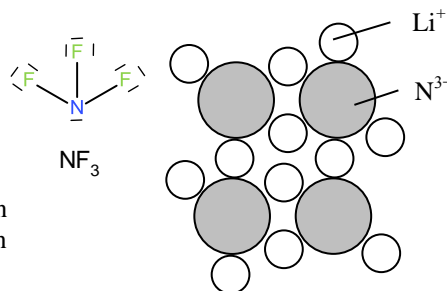
- a) $2 \text{Ca} + \text{C} \rightarrow \text{Ca}_2^{2+}\text{C}^{4-}$ (2)
 Dicalciumcarbid mit Ionenbindung und Ionengitter: (4)
- b) $2 \text{F}_2 + \text{C} \rightarrow \text{CF}_4$ (2)
 Tetrafluorkohlenstoff mit Elektronenpaarbindung und Molekül: (4)
- c) $48 \text{ l F}_2 + 12 \text{ g C} \rightarrow 88 \text{ g CF}_4$ (1)
 $10 \text{ l F}_2 + \underline{2,5 \text{ g C}} \rightarrow \underline{18,3 \text{ g CF}_4}$ (1)
- d) Das Salz Ca_2C löst sich eher in Wasser als das aufgrund seiner Symmetrie völlig unpolare Molekül CF_4 , da die Ionen durch die polaren Wassermoleküle aus ihrem Gitter gerissen werden können. (2)
- e) Das Salz Ca_2C wird durch starke elektrostatische Kräfte zusammengehalten und hat daher einen höheren Schmelzpunkt als CF_4 , dessen Moleküle nur durch schwache Van-der-Waals-Kräfte aneinander haften. (2)

**Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (18)**

- a) Lithium Li reagiert mit Stickstoff N_2 im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Verhältnisformel, Namen, Strukturtyp und Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. Beschreibe seine Struktur mit Hilfe einer beschrifteten Skizze. (6)
- b) 10 Liter Fluorgas F_2 reagieren mit Stickstoff N_2 im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Summenformel, Strukturformel und Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. (6)
- c) Berechne, wieviel Liter Stickstoff verbraucht wurden und wieviel g Reaktionsprodukt entsteht. (2)
- d) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) löst sich eher in Wasser (Begründung!)? (2)
- e) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) hat den höheren Siedepunkt (Begründung!)? (2)

Lösungen:

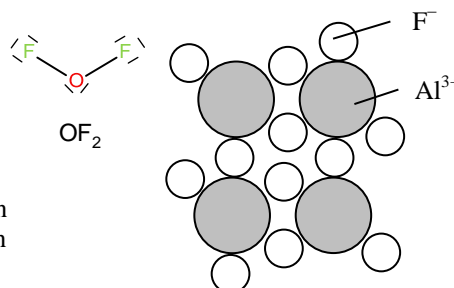
- a) $6 \text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{Li}_3^+\text{N}^{3-}$ (2)
 Trilithiumnitrid mit Ionenbindung und Ionengitter: (4)
- b) $3 \text{F}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{NF}_3$ (2)
 Trifluornitrostoff mit Elektronenpaarbindung und Molekül: (4)
- c) $72 \text{ l F}_2 + 24 \text{ l N}_2 \rightarrow 142 \text{ g NF}_3$ (1)
 $10 \text{ l F}_2 + \underline{3,3 \text{ g N}_2} \rightarrow \underline{19,7 \text{ g NF}_3}$ (1)
- d) Das Salz Li_3N löst sich eher in Wasser als das Molekül NF_3 , da zwischen den Ionen durch die polaren Wassermoleküle aus ihrem Gitter gerissen werden können. (2)
- e) Das Salz Li_3N wird durch starke elektrostatische Kräfte zusammengehalten und hat daher einen höheren Schmelzpunkt als NF_3 , dessen Moleküle durch die schwächeren zwischenmolekularen Kräfte aneinander haften. (2)

**Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (18)**

- a) Aluminium Al reagiert mit Fluorgas F_2 im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Verhältnisformel, Namen, Strukturtyp und Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. Beschreibe seine Struktur mit Hilfe einer beschrifteten Skizze. (6)
- b) 10 Liter Fluorgas F_2 reagieren mit Sauerstoffgas O_2 im Überschuss. Gib die Reaktionsgleichung sowie Summenformel, Strukturformel und Bindungstyp des Reaktionsproduktes an. (6)
- c) Berechne, wieviel Liter Sauerstoff verbraucht wurden und wieviel g Reaktionsprodukt entsteht. (2)
- d) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) löst sich eher in Wasser (Begründung!)? (2)
- e) Welche der beiden Verbindungen aus a) und b) hat den höheren Siedepunkt (Begründung!)? (2)

Lösungen:

- a) $2 \text{Al} + 3 \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{Al}^{3+}\text{F}^{-}$ (2)
 Aluminiumtrifluorid mit Ionenbindung und Ionengitter: (4)
- b) $\text{O}_2 + 2 \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{OF}_2$ (2)
 Difluorsauerstoff mit Elektronenpaarbindung und Molekül: (4)
- c) $24 \text{ l O}_2 + 48 \text{ l F}_2 \rightarrow 108 \text{ g OF}_2$ (1)
 $5 \text{ l O}_2 + \underline{10 \text{ l F}_2} \rightarrow \underline{22,5 \text{ g OF}_2}$ (1)
- d) Das Salz AlF_3 löst sich eher in Wasser als das Molekül OF_2 , da zwischen den Ionen durch die polaren Wassermoleküle aus ihrem Gitter gerissen werden können. (2)
- e) Das Salz AlF_3 wird durch starke elektrostatische Kräfte zusammengehalten und hat daher einen höheren Schmelzpunkt als OF_2 , dessen Moleküle durch die schwächeren zwischenmolekularen Kräfte aneinander haften. (2)



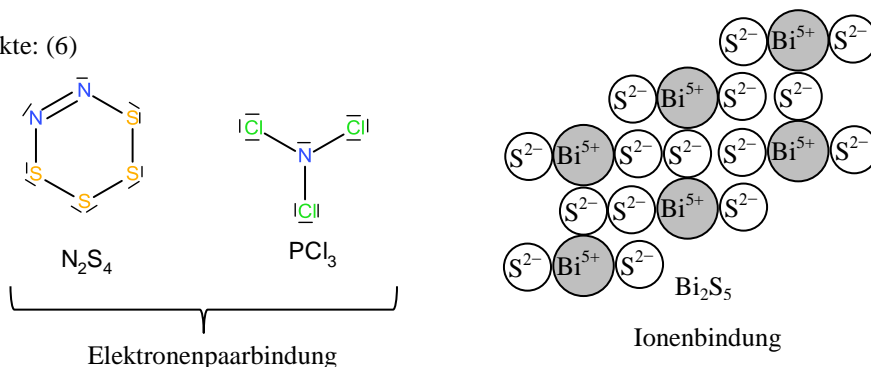
Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (24)

- a) Bestimme die Summen- bzw. Verhältnisformel, den Namen, den Strukturtyp und die Bindungsart für die Produkte der folgenden Reaktionen. (9)
- b) Beschreibe die Struktur der drei Produkte durch je eine beschriftete Skizze bzw. durch eine Strukturformel. (6)
- c) Ergänze dann die Koeffizienten in der Reaktionsgleichung. (3)
- d) Wie viel Liter Stickstoffgas N_2 und wie viel Liter Chlorgas Cl_2 benötigt man unter Normalbedingungen ($25^\circ C$ und 1 bar) für die Herstellung von 100 g Produkt nach Reaktionsgleichung 1.? (3)
- e) Welches der drei Produkte hat den kleinsten Siedepunkt? Begründe anhand der zwischenmolekularen Kräfte. (3)
- $1. \quad _ N_2 + _ Cl_2 \rightarrow ?$
 - $2. \quad _ N_2 + _ S_8 \rightarrow ?$
 - $3. \quad _ Bi + _ S_8 \rightarrow ?$
- Die EN sind N: 3,0; S: 2,5; Cl: 3,0

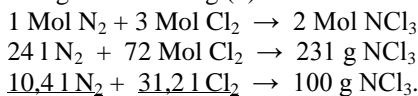
Lösungen

- a) und c): Reaktionsgleichungen, Bindungsarten, Namen und Strukturtypen (12)
- $N_2 + 3 Cl_2 \rightarrow 2 NCl_3$ Trichlorstickstoff: Elektronenpaarbindung mit Molekülen.
 - $4 N_2 + 2 S_8 \rightarrow 2 S_4N_2$ Tetraschwefeldistickstoff: Elektronenpaarbindung mit Molekülen
 - $16 Bi + 5 S_8 \rightarrow 8 Bi_2S_5$ Dibismutpentasulfid: Ionenbindung mit Ionengitter.

- b) Strukturen der drei Produkte: (6)



- d) Mengenberechnung (3)



- e) Vergleich der Siedepunkte (3)

Den höchsten Siedepunkt hat das Salz Bi_2S_5 , da zum Lösen des Kristallgitters die sehr starken Bindungskräfte selbst überwunden werden müssen. Bei den Molekülen müssen dagegen nicht die Bindungskräfte innerhalb des Moleküls, sondern nur die zwischenmolekularen Kräfte neutralisiert werden. N_2S_4 hat schwach polare Bindungen mit $\Delta EN = 0,5$ und ist außerdem wesentlich größer, als das nahezu unpolare NCl_3 . Sowohl die DD- als auch die VdW-Kräfte sind bei N_2S_4 stärker ausgeprägt und es hat daher den zweithöchsten Siedepunkt.

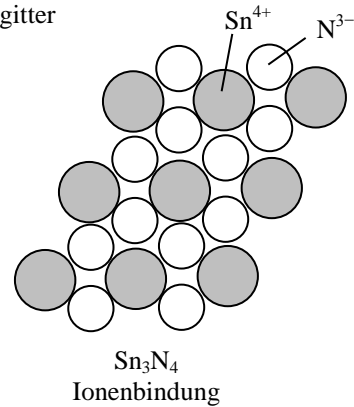
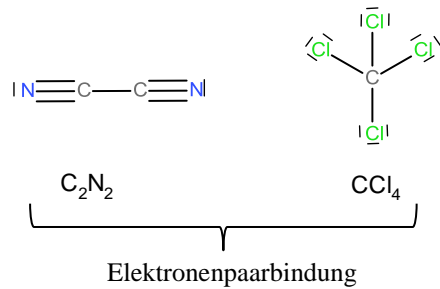
Bindungsarten, zwischenmolekulare Kräfte und Stöchiometrie (24)

- a) Bestimme die Summen- bzw. Verhältnisformel, den Namen, den Strukturtyp und die Bindungsart für die Produkte der folgenden Reaktionen. (9)
- b) Beschreibe die Struktur der drei Produkte durch je eine beschriftete Skizze bzw. durch eine Strukturformel. (6)
- c) Ergänze dann die Koeffizienten in der Reaktionsgleichung. (3)
- d) Wie viel Gramm Kohlenstoff C und wie viel Liter Chlorgas Cl_2 benötigt man unter Normalbedingungen ($25^\circ C$ und 1 bar) für die Herstellung von 100 g Produkt nach Reaktionsgleichung 1.? (3)
- e) Welches der drei Produkte hat den kleinsten Siedepunkt? Begründe anhand der zwischenmolekularen Kräfte. (3)
- $1. \quad _ C + _ Cl_2 \rightarrow ?$
 - $2. \quad _ C + _ N_2 \rightarrow ?$
 - $3. \quad _ Sn + _ N_2 \rightarrow ?$
- Die EN sind C: 2,5; N: 3,0; Cl: 3,0; H: 2,1

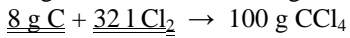
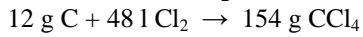
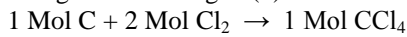
Lösungen

- a) und c): Reaktionsgleichungen, Bindungsarten, Namen und Strukturtypen (12)
- $C + 2 Cl_2 \rightarrow CCl_4$ Tetrachlorkohlenstoff: Elektronenpaarbindung mit Molekülen
- $4 C + 3 N_2 \rightarrow 2 N_2C_2$ Distickstoffdikohlenstoff: Elektronenpaarbindung mit Molekülen
- $3 Sn + 2 N_2 \rightarrow Sn_3N_4$ Trizinntetranitrid: Ionenbindung mit Ionengitter

c) Strukturen (6)



d) Mengenerrechnungen (3)



e) Vergleich der Siedepunkte (3)

Den höchsten Siedepunkt hat das Salz Sn_3N_4 , da zum Lösen des Kristallgitters die sehr starken Bindungskräfte selbst überwunden werden müssen. Bei den Molekülen müssen dagegen nicht die Bindungskräfte innerhalb des Moleküls, sondern nur die zwischenmolekularen Kräfte neutralisiert werden. Beide Moleküle sind symmetrisch und trotz der einzelnen polaren Bindungen nach außen hin unpolar, so dass nur die VdW-Kräfte bzw. die Größe den Ausschlag geben. CCl_4 mit $M = 154 \text{ g/mol}$ hat daher den zweithöchsten Siedepunkt und C_2N_2 mit $M = 52 \text{ g/mol}$ den kleinsten.