

# Anorganische Experimentalchemie

## 10. Übung: Sauerstoff, Wasser, Metalle

### 1. Vergleichen Sie die H-X-H Winkel in Wasser, Schwefelwasserstoff, Selenwasserstoff und Tellurwasserstoff.

Lösung:

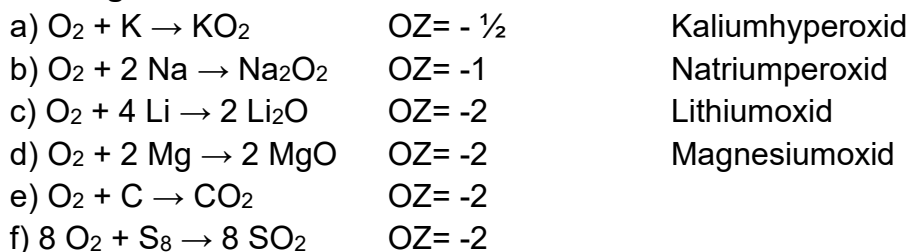
Innerhalb der Gruppe nimmt der Bindungswinkel von oben nach unten deutlich ab:  
Wasser  $104,5^\circ$ ,  $\text{TeH}_2$   $90^\circ$

In Wasser sind die 2s- und 2p-Orbitale energetisch so nah beieinander, dass sie effizient zu  $\text{sp}^3$  Hybridorbitalen verschmelzen. Der ideale Tetraederwinkel von  $109,5^\circ$  wird nur durch die freien Elektronenpaare auf  $104,5^\circ$  verringert.

Bei den schwereren Homologen (S, Se, Te) nimmt die Tendenz zur Hybridisierung ab. Die Bindungen werden hier fast ausschließlich über die reinen p-Orbitale gebildet. Da die drei p-Orbitale ( $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$ ) im rechten Winkel ( $90^\circ$ ) zueinander stehen, nähert sich der Bindungswinkel bei  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  und  $\text{H}_2\text{Te}$  immer mehr diesem Wert an.

### 2. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die Reaktionen von Sauerstoff mit:

Lösung:



Geben Sie die Oxidationszahlen des Sauerstoffs in den Produkten an.

### 3. Welche verschiedenen Arten von Bindungen treten in gefrorenem Wasser auf?

Lösung:

- kovalente Bindungen (polare Atombindung)
- Wasserstoffbrückenbindungen
- Van-der-Waals-Kräfte

#### **4. Wie nennen sich chemische Reaktionen bei welchen**

**a) Wasser an der Reaktion teilnimmt?** Hydrolyse

**b) Wasser entsteht?** Kondensation

#### **5. Was versteht man unter dem Begriff Dichteanomalie des Wassers? Bei welcher Temperatur erreicht Wasser seine höchste Dichte?**

##### **Lösung:**

Unter der Dichteanomalie des Wassers versteht man, dass Wasser sich im Bereich nahe dem Gefrierpunkt „ungewöhnlich“ verhält:

- Beim Abkühlen von z. B. 20 °C bis etwa 4 °C nimmt die Dichte zu (wie bei den meisten Flüssigkeiten).
- Beim weiteren Abkühlen unterhalb von ca. 4 °C nimmt die Dichte wieder ab (Wasser dehnt sich also wieder aus). Ca ca. 0,9167 g/cm<sup>3</sup> bei 0°C
- Beim Gefrieren kommt es zu einer deutlichen Volumenzunahme; Eis ist weniger dicht als flüssiges Wasser.

Ursache ist die Ausbildung eines zunehmend wasserstoffbrücken-stabilisierten, offenen Netzwerkes (tetraedrische Struktur), das bei tieferen Temperaturen mehr „Hohlraumstruktur“ erzeugt.

Die höchste Dichte erreicht Wasser bei ca. 3,98 °C ( $\approx 4$  °C) (bei Normaldruck)

#### **6. Nennen Sie 4 typische Eigenschaften von Metallen?**

##### **Lösung:**

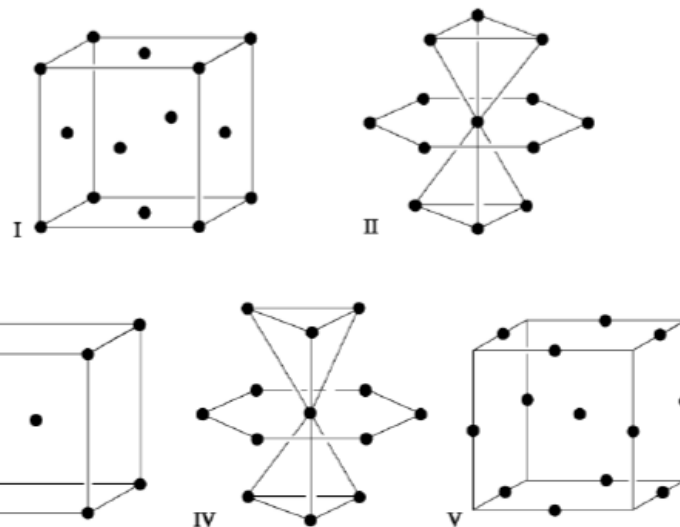
- Glanz
- elektr. Leitfähigkeit
- Wärmeleitfähigkeit
- Verformbarkeit

#### **7. Etwa 80% der Metalle kristallisieren in einer der folgenden drei Gitterstrukturen: A) kubisch-dichteste Packung, B) kubisch-raumzentriertes Gitter und C) hexagonal-dichteste Packung.**

**a) Ordnen Sie die fünf dargestellten Atomanordnungen den drei Strukturen zu**

**b) geben Sie die jeweiligen Koordinationszahlen an**

**c) Nennen Sie für jeden Strukturtyp 2 Beispiele**



### Lösung:

I, II, V: kdp, ccp, fcc (**Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Al**)

IV: hdp, hcp (**Be, Mg, Sc, Co, Zn, Cd**)

III: kubisch innenzentriert, bcc, krz (**Li, Na, K, V, Nb, Fe**)

**8. Wie ist die Schichtabfolge bei der a) kubisch-dichtesten und bei der b) hexagonal-dichtesten Packung?**

### Lösung

kdp: ABCABC

hdp: ABABAB

**9. Zeichnen Sie die Elementarzelle der kubisch-dichtesten Packung. Wie viele Atome enthält diese Elementarzelle? Wie viele Tetraederlücken und wie viele Oktaederlücken sind in der Elementarzelle vorhanden?**

### Lösung:

8 TL, 4 OL

