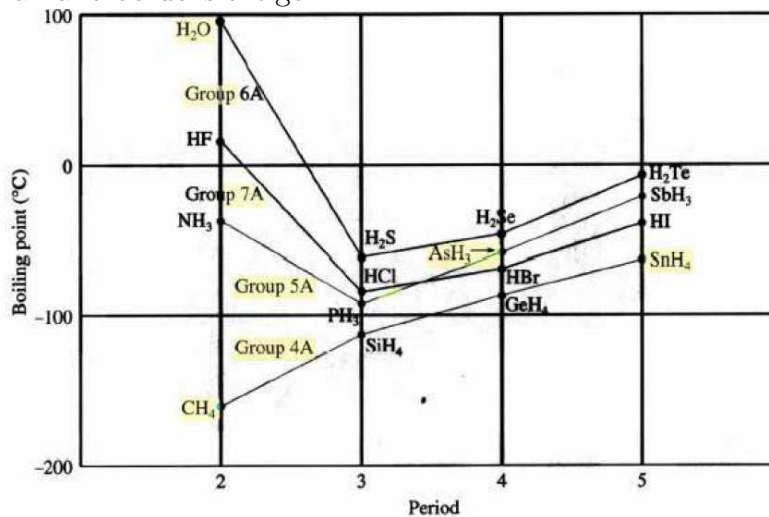


1. Ordnen Sie die folgenden Stoffe nach steigenden Siedepunkten: Br_2 , Cl_2 , H_2 , I_2 , N_2 , Ne . Anleitung: Fragen Sie sich zuerst, welche zwischenmolekularen Kräfte überhaupt existieren können. Suchen Sie nicht einfach im PSE die Siedepunkte heraus, das können Sie später zur Kontrolle machen. Schauen Sie nach offensichtlichen Regelmässigkeiten und gruppieren Sie die anderen Elemente dann logisch darum herum. Begründen Sie Ihre Wahl.
2. Hat Wasserstoff oder Helium den höheren Siedepunkt?
3. Hat Wasser oder Sauerstoff den höheren Siedepunkt? Begründen Sie.
4. Die folgende Grafik zeigt eine Reihe von Verbindungen mit Wasserstoff (Wasserstoffverbindungen). Da der Verlauf der Siedepunkte sich nicht nur durch eine zwischenmolekulare Kraft allein erklären lässt, muss man alle berücksichtigen.



- a) Erklären Sie den Sturz der Siedetemperatur von H_2O nach H_2S und den nachfolgenden leichten Anstieg über H_2Se nach H_2Te (Wasserstoffverbindungen der 6. Hauptgruppe).
- b) Warum fällt bei den Wasserstoffverbindungen der 4. Hauptgruppe von CH_4 nach SnH_4 das CH_4 so aus dem Rahmen? Fällt es überhaupt aus dem Rahmen?
- c) Wie ist das sehr unregelmässige Sinken der Siedetemperaturen $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_4$ zu erklären? Welche Regelmässigkeit würden Sie erwarten, wenn bei allen Molekülen die gleichen zwischenmolekularen Kräfte wirksam wären?
- d) Wie schätzen Sie jetzt den Lebensstoff Wasser ein?

Lösungen

1. Zu erklären ausschliesslich über van-der-Waals-Kräfte: sie sind abhängig von Anzahl der Elektronen und der Oberfläche des Teilchens (je mehr und je grösser, umso stärker die Kräfte). In der Reihe Cl_2 , Br_2 , I_2 nehmen Elektronenzahl und Grösse zu. Der nächste Kandidat in der Anzahl der Elektronen ist N_2 , dann folgen Ne und H_2 . Bei der Beurteilung von Ne und H_2 könnte es zu einem Konflikt zwischen Anzahl der Elektronen und Grösse der Oberfläche kommen.

H_2	Ne	N_2	Cl_2	Br_2	I_2	
20.3	27.1	77.4	239.1	332.3	458.4	K
-253.9	-246.1	-195.8	-34.1	59.2	185.3	°C

2. Beide (He , H_2) haben die gleiche Anzahl Elektronen aber Wasserstoff hat die grössere Oberfläche, damit auch die erhöhte Fähigkeit Elektronen zu verschieben. Wasserstoff hat den höheren Siedepunkt. (He 4.2 K, -269 °C)
3. Wasser hat einen permanenten Dipol, Sauerstoff nicht. Daher muss Wasser einen höheren Siedepunkt haben als Sauerstoff. Wasser besitzt die Fähigkeit Wasserstoffbrücken zu bilden, daher muss der Siedepunkt weit oberhalb dem des Sauerstoffs liegen. Siedepunkte H_2O 373.15 K, 100 °C, O_2 90.2 K, -183 °C.
4. a) Die Fähigkeit zur Bildung von Wasserstoffbrücken hängt vom Unterschied der Elektronegativitäten ab (hohe Polarität der Bindung). H_2S bildet somit keine Wasserstoffbrücken mehr aus. Der Anstieg von H_2S zu H_2Te ist durch die stärkeren van-der-Waals-Kräfte zu erklären.

	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te
Dipol-Kraft (Δ)EN	1.24	0.38	0.35	0.1
Wasserstoffbrücken	ja	nein	nein	nein
van-der-Waals-Kräfte (e-Zahl)	10	18	36	54

b) Die Moleküle sind (fast) unpolar, es können nur van-der-Waals-Kräfte wirken. Aufgrund der tetraedrischen Molekülgeometrie ist es nicht möglich einen Dipol zu induzieren. Die Reihe von CH_4 zu SnH_4 ist eine gleichmässige Reihe der van-der-Waals-Kräfte. Es kommt keine neue zwischenmolekulare Kraft hinzu (Wasserstoffbrückenbindung). Daher fällt eigentlich nicht das CH_4 , sondern das H_2O aus dem Rahmen. (Anmerkung: Vielleicht haben Sie erkannt, dass die Reihen in i Aufgabe 4a) und 4b) isoelektronisch sind, dass heisst sie besitzen die gleiche Anzahl Elektronen z.B. H_2S und SiH_4 . Trotzdem ist der Siedepunkt von H_2S wesentlich höher als der von SiH_4 . Dies liegt an der Fähigkeit des H_2S einen leichten permanenten Dipol auszubilden (aber keine Wasserstoffbrücken).

	CH_4	SiH_4	GeH_4	SnH_4
van-der-Waals-Kräfte (e-Zahl)	10	18	36	54

c) Man könnte aufgrund von Δ EN eine Reihe $\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_4$ für möglich halten. Wasser kann jedoch 2, HF nur eine Wasserstoffbrücke ausbilden. Daher ist der Siedepunkt von Wasser höher. NH_3 kann auch nur eine Wasserstoffbrücke ausbilden, die Polarität der Bindung ist aber niedriger, als die vom HF. Das CH_4 liegt in dieser Reihe erstaunlich tief (Erklärung Antwort b).

⁰Aufgaben von A. Dinter