

1.5 Hvorfor er vand flydende?

Flydende vand er grundlaget for alt liv på Jorden. Det er pga. vandmolekylets masse og polaritet. Vi ser nu på de to egenskaber - en ad gangen.

Demonstration af bøjet vandstråle

Gnid en akryl-lineal eller tilsvarende med et stykke uld eller fleece. Lad vand løbe fra en vandhane i en smal men sammenhængende stråle, og før så linealen tæt på vandstrålen, uden at linealen bliver våd. Hvad sker der med strålen? Hvorfor det?

Tilstandsformer

Vi bruger fire forskellige tilstandsformer i kemien: fast, flydende, gas og vandig opløsning.

Generelt er lette forbindelser gasser, og tunge forbindelser er faste stoffer, mens forbindelser midt i mellem er væsker ved stuetemperatur. Når molekyler er små og lette, bevæger de sig hurtigt, og så slipper de nemmere væk fra hinanden - det er nødvendigt for at være en gas. Det forklarer fx, at ved stuetemperatur er methan (CH_4) en gas, octan (C_8H_{18}) er en væske mens eicosan ($\text{C}_{20}\text{H}_{42}$) er fast.

Molar masse

Vi finder ud af, hvor tunge molekylerne er ved at beregne deres molare masse. De forskellige atomers gennemsnitsmasser er nævnt i periodesystemet. Enheden har navnet "unit" forkortet u. Fx vejer et hydrogenatom 1,01 u, et oxygenatom 16,00 u og et carbonatom 12,01 u i gennemsnit. Det passer med, at en proton og en neutron fra atomkernen begge vejer omtrent 1 u.

Når man tager så stort antal atomer, at hele bunken vejer lige så mange gram som ét atom vejer i unit, kalder man antallet i bunken for et *mol* (den sætning læser du lige en gang til, for det bliver ret



Figur 16. Gudenåen er Danmarks største vandløb.



Figur 17. De fire tilstandsformer. I flasken til højre ser du $\text{Br}_2(\text{g})$ øverst, $\text{Br}_2(\text{aq})$ i midten. Den mørke væske i bunden er $\text{Br}_2(\text{l})$.



Figur 18. 342 g rørsukker, 58 g salt og 18 g vand. Alle portioner er på ét mol.

vigtigt senere). På den måde er *atommasserne* i periodesystemet også tallet for, hvor mange gram et mol atomer vejer.

Du kan let finde en kemisk forbindelses masse ved at lægge de enkelte atomers masser sammen.

Fx vejer H_2O 18,02 u ($2 \cdot 1,01 \text{ u} + 16,00 \text{ u}$) og dermed vejer et mol H_2O 18,02 g. Tilsvarende vejer et CO_2 44,01 u ($12,01 \text{ u} + 2 \cdot 16,00 \text{ u}$) og et mol CO_2 vejer 44,01 g. Dette er første skridt til at forklare hvorfor H_2O er flydende. Molekyler er normalt ikke gasser, hvis deres molare masse er over ca. $75 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

Polaritet

Molar masse kan i sig selv ikke forklare, hvorfor H_2O er en væske, mens CO_2 er en gas ved stuetemperatur.

Det forklarer heller ikke, at ammoniak (NH_3) opløses meget bedre i vand end methan (CH_4) gør. Der skal vi se på polariteten, der fortæller, hvor stærkt molekylerne binder sig til hinanden. Polære molekyler binder sig bedre til hinanden end upolære molekyler gør. Det betyder, at stærkt polære molekyler vil holde bedre sammen, også selvom de er små, end

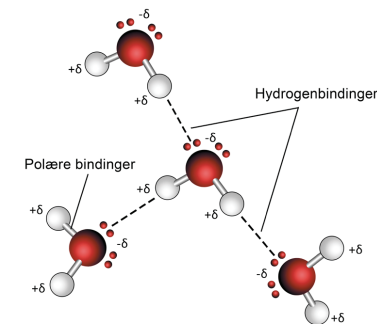
upolære molekyler vil. Altså vil det polære H_2O være bedre til at holde sammen end det upolære CO_2 . NH_3 er også polært og vil kunne opløses i vand, mens CH_4 er upolært og har svært ved at opløses i vand.

Vandmolekyler er særligt gode til at holde sammen. Når to vandmolekyler mødes, vil det negative O tiltrækkes af et positivt H på et andet vandmolekyle. Dette kaldes en hydrogenbinding. Denne tiltrækning er ikke lige så stærk som en elektronparbinding, men stærk nok til at holde sammen på vandmolekyler, så vand forbliver flydende. Se Figur 19 og 20.

Konklusion

Det er så forklaringen på, at vand er en væske, selvom den har en lavere molar masse end CO_2 . Vand er meget mere polært end CO_2 , og vandmolekylerne kan danne hydrogenbindinger, og dermed tiltrække hinanden så de holder sig sammen som en væske. Upolære molekyler kan have molare masser op til ca. $75 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ og stadig være gasser, men polære molekyler skal ligge under ca. $40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ og stærkt polære molekyler under ca. $18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, for at være gasser.

Figur 19. Når temperaturen stiger ændrer $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ til $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.



Figur 20. Polære vandmolekyler tiltrækker hinanden med hydrogenbindinger.