

2 Bindingstypen

Touchscreens van smartphones

Praktijk

- 1
 - a Het is een sterk en hard materiaal.
 - b bij het oververhitten van glas

- 2
 - a een composiet
 - b Een amorf materiaal heeft een willekeurige rangschikking van de deeltjes, een kristallijn materiaal heeft een regelmatige rangschikking.

- 3
 - a Bij een atoombinding zijn er gemeenschappelijke elektronenparen die twee positieve atoomresten met elkaar verbinden. Bij een ionbinding is er overdracht van elektronen geweest, waardoor positieve en negatieve ionen zijn ontstaan die elkaar binden.
 - b In keramiek zijn er in de lagen positieve en negatieve ionen die elkaar sterk aantrekken. Als die lagen langs elkaar schuiven, dan stoten ze elkaar af. Het gevolg is dat het keramiek breekt.

- 4
 - a Het glaskeramiek wordt op macroniveau bij 350 °C ondergedompeld in een bad van een gesmolten kaliumzout. Hierdoor worden op microniveau de positieve natriumionen in het glas vervangen door grotere kaliumionen.
 - b De grotere kaliumionen zorgen voor een toenemende spanning van het materiaal aan het oppervlak, waardoor een breukvast materiaal ontstaat.

- 5 Drukgevoelige touchscreens bestaan uit twee geleidende lagen. Bij een druk op het scherm raken die twee lagen elkaar. Dat levert een elektrisch signaal op, waardoor de smartphone een actie uitvoert. Aanraakgevoelige touchscreens bevatten een geleidende laag die lading bevat. Bij aanraken stroomt er een minimale hoeveelheid lading naar het contactpunt. Via de software van de smartphone leidt dit tot een actie.

1 Metaalbinding

Opdrachten

- 1
 - a Ze geleiden elektriciteit; ze geleiden warmte; ze hebben een glanzend oppervlak als ze zijn gepolijst; ze hebben meestal een hoog smeltpunt; ze zijn vervormbaar.
 - b legeringen of alliages
 - c soldeer

- 2
 - a De metaalbinding is een sterke aantrekkingskracht tussen de negatieve vrij bewegende elektronen en de positieve atoomresten.
 - b In het metaalrooster zijn vrij bewegende elektronen aanwezig die de elektrische stroom kunnen geleiden (voor ladingstransport zorgen).

- 3
 - a ijzer
 - b In Binas staan twee soorten staal. Koolstofstaal is de normale staalsoort en bevat ijzer en koolstof. Roestvrij staal bevat daarnaast ook chroom, dus dat element zorgt ervoor dat het staal minder gevoelig is voor corrosie.

- c Koolstof wordt toegevoegd aan ijzer om het materiaal harder en minder vervormbaar te maken.
- d In het metaalrooster van staal zullen de metaallagen niet meer zo gemakkelijk langs elkaar schuiven doordat er in het rooster kleinere atomen zijn ingebouwd.
- 4 a Goud is een metaal dat stroom kan geleiden.
b Goud is een edelmetaal dat niet wordt aangetast.
- 5 a $\text{Mg(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{MgH}_2\text{(s)}$
b Het is een mengsel van metalen, dus een lanthaannikkellegering.
c Het vrijmaken van waterstof kost energie, dus zal het binden van waterstof juist energie opleveren. Het is dus een exotherm proces.
- 6 a $2 \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3 \text{C(s)} \rightarrow 4 \text{Fe(s)} + 3 \text{CO}_2\text{(g)}$
b Het ijzer zal dan vast zijn, want het smeltpunt van ijzer is 1811 K = 1538 °C (Binas tabel 40A).
c Koolstof dient als brandstof om de oven warm te stoken. Verder reageert het met ijzeroxide tot ijzer en koolstofdioxide.
d Als er veel koolstof aanwezig is, spreek je van ruwijzer dat bros en dus niet te bewerken is.
e Het ijzer is dan allang weggeroest.
- *7 a Als de soortelijke weerstand afneemt, neemt de warmtegeleidingscoëfficiënt juist toe.
b Stroom- en warmtegeleiding bij metalen worden veroorzaakt door de vrij bewegende elektronen in het metaalrooster. Als de elektronen gemakkelijker door het metaalrooster kunnen bewegen, neemt (op macroniveau) de stroomgeleiding toe en kan de warmte ook makkelijker worden verspreid.
c Zilver, want dat metaal heeft de laagste soortelijke weerstand.
d Koper is veel goedkoper dan zilver, terwijl de soortelijke weerstand slechts een fractie hoger is.
e Goud is een edelmetaal, dus het corrodeert niet. De levensduur van je smartphone wordt hierdoor sterk vergroot.
- 8 a Je spreekt van een erts als het een economisch winbaar gehalte van een metaal bevat.
b 1 ton = 1000 kg = 1 000 000 g.
Dus printplaten bevatten $\frac{200}{1\ 000\ 000} \times 100\ \% = 0,02\ \text{massa}\% \text{ goud}$.
In gouderts is dat veertig keer zo laag, dus 0,0005 massa%.
c Er treedt een langzame verbrandingsreactie (oxidatie) op, want de metalen reageren met zuurstof.
d Goud, want dat is een edelmetaal.
e Er wordt een vloeistof gebruikt om een mengsel te scheiden waarbij je gebruikmaakt van een verschil in oplosbaarheid.

2 Molecuul- en atoombinding

Opdrachten

- 9 a Bij verdampen gaat de stof over van de vloeibare fase naar de gasvormige fase, dus worden de vanderwaalsbindingen verbroken.
b Bij het ontleden van koolstofdissulfide worden de koolstofdissulfidemoleculen afgebroken. Dus de vanderwaalsbindingen tussen koolstofdissulfidemoleculen en de atoombindingen tussen de koolstof- en zwavelatomen worden verbroken.

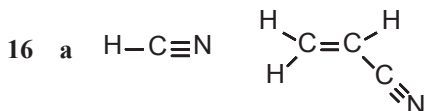
H2 Bindingstypen

- c Bij het oplossen zullen de vanderwaalsbindingen tussen de joodmoleculen verdwijnen. Er worden nieuwe vanderwaalsbindingen met alcohol gevormd.
- d Bij a: $N_2(l) \rightarrow N_2(g)$; bij b: $CS_2(l) \rightarrow C(s) + 2 S(s)$; bij c: $I_2(s) \xrightarrow{\text{alcohol}} I_2(\text{alcohol})$
- 10 a De halogenen moeten elk nog één elektron opnemen voor een edelgasconfiguratie, dus ze hebben covalentie 1.
 b Zuurstof moet nog twee elektronen opnemen voor een edelgasconfiguratie, dus covalentie 2, stikstof moet nog drie elektronen opnemen, dus covalentie 3 en koolstof moet nog vier elektronen opnemen, dus covalentie 4.
 c HF, H₂O, NH₃, CH₄
 d F: 1; O: 2; N: 3; C: 4
- 11 a H: covalentie 1; C: covalentie 4; N: covalentie 3. Structuurformule: $H-C \equiv N$
 b C: covalentie 4; S: covalentie 2. Structuurformule: $S=C=S$
 c H: covalentie 1; C: covalentie 4; O: covalentie 2. Structuurformule: $H-\overset{H}{\underset{|}{C}}=O$
 d C: covalentie 4; H: covalentie 1. Structuurformule: $H-C \equiv C-H$
- 12 a De covalentie H is 1. De beide H-atomen vormen één gemeenschappelijk elektronenpaar, dus delen ze twee elektronen: $H-H$.
 b De structuurformule is $\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$.
 Twee C-atomen vormen twee gemeenschappelijke elektronenparen (dubbele binding) en dus delen ze vier elektronen.
 c De covalentie van O is 2. beide O-atomen vormen twee gemeenschappelijke elektronenparen en dus delen ze vier elektronen: $O=O$.
- 13 a difosfortrioxide
 b diwaterstofdioxide
 c (mono)stikstofdioxide
- 14 a SO₃
 b N₂O
 c PCl₃

- 15 $M(C_2H_6)$ (a) = $2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 = 30,07$ u
 $M(C_6H_{14})$ (b) = $6 \cdot 12,01 + 14 \cdot 1,008 = 86,17$ u
 $M(CO_2)$ (c) = $12,01 + 2 \cdot 16,00 = 44,01$ u
 $M(C_6H_{14})$ (d) = $6 \cdot 12,01 + 14 \cdot 1,008 = 86,17$ u

De hoogte van het kookpunt (macroniveau) van een moleculaire stof is afhankelijk van de sterkte van de vanderwaalsbinding (microniveau). Deze neemt toe wanneer de massa van het molecuul groter wordt. Het deeltje met de kleinste massa is C₂H₆ (a). Deze stof heeft het laagste kookpunt. Dan volgt CO₂ (c). Deeltjes (b) en (d) hebben een gelijke molecuulmassa. Doordat (b) een onvertakte en (d) een vertakte structuur heeft, is het contactoppervlak tussen de moleculen van (b) groter en dus heeft (b) een sterkere vanderwaalsbinding. De stof (b) heeft daarom een hoger kookpunt dan (d).

H2 Bindingstypen



links: waterstofcyanide, rechts: acrylnitril

Het is slimmer om eerst de structuurformule van waterstofcyanide te tekenen, omdat er bij HCN maar één structuur mogelijk is. Daarna kun je gemakkelijker de structuurformule van acrylnitril tekenen.

- b De vanderwaalsbinding zal bij acrylnitril veel sterker zijn dan bij waterstofcyanide. Dit zal zijn oorzaak vinden in de veel hogere molecuulmassa van acrylnitril:
 $M = 3 \times 12,01 + 3 \times 1,008 + 14,01 = 53,06 \text{ u}$.
 Waterstofcyanide $M = 1,008 + 12,01 + 14,01 = 27,03 \text{ u}$.
- c Een systematische naam is alleen mogelijk als het molecuul is opgebouwd uit twee atoomsoorten.
- d $8 \text{ C}_3\text{H}_3\text{N(l)} + 17 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{ HCN(g)} + 4 \text{ NO(g)} + 20 \text{ CO(g)} + 10 \text{ H}_2\text{O(l)}$

17 a PBr_3 : (mono)fosfortribromide; PBr_5 : (mono)fosforpentabromide

b De covalentie van broom is 1, van fosfor is 3. Dus dan zou je niet de formule PBr_5 verwachten.

*18 Door de bijzondere huidstructuur tussen de tenen kan de gekko een heel groot contactoppervlak creëren. De zwakke vanderwaalsbinding wordt door het grote contactoppervlak toch sterk genoeg om het gewicht van de gekko te dragen. Een kat heeft door zijn kussenpootjes met veel open ruimtes juist een heel klein contactoppervlak.

*19 a koolstof in de vorm van diamant, grafiet, bucky ball, nanotube en grafeen

b Elk koolstofatoom heeft slechts drie atoombindingen, terwijl de covalentie van koolstof 4 is.

c Om en om een enkele C-C-binding en een C=C-binding aanbrengen.

d De atoomroosters van grafiet en grafeen lijken qua structuur het meest op elkaar.

20 a siliciumdioxide

b $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$: kookpunt 878 K; $\text{SiO}_2(\text{s})$: kookpunt 3223 K.

c Kristallijn siliciumdioxide heeft de bouw van een atoomrooster dat lijkt op die van grafeen. Difosforpentaoxide heeft de bouw van een molecuulrooster. In een atoomrooster is sprake van atoombindingen. In een molecuulrooster is sprake van vanderwaalsbinding. Omdat een atoombinding veel sterker is dan een vanderwaalsbinding, zal het kookpunt van siliciumdioxide veel hoger zijn dan dat van difosforpentaoxide.

3 Polaire atoombinding

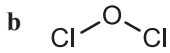
Opdrachten

- 21 a Twee niet-metaal-atomen vormen door het leveren van elk een elektron een gemeenschappelijk elektronenpaar dat de twee positieve atoomresten bijeenhoudt.
- b Elektronegativiteit geeft aan hoe hard een atoom aan het gemeenschappelijk elektronenpaar trekt.
- c In een waterstofmolecuul, H_2 , vormen de twee H-atomen een niet-polaire atoombinding waarbij beide atomen even hard aan het gemeenschappelijk elektronenpaar trekken. In een waterstofchloridemolecuul, HCl , vormt het chlooratoom een atoombinding met het waterstofatoom, waarbij het chlooratoom harder aan het gemeenschappelijk elektronenpaar trekt en er dus een ladingverschuiving optreedt: polaire atoombinding.

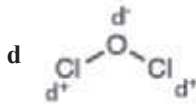
H2 Bindingstypen

- 22 a Daarvoor heb je de elektronegativiteiten van fosfor en waterstof nodig.
 b De elektronegativiteit van fosfor is 2,2 en van waterstof 2,1. Er is dus maar een heel klein verschil en dus zal de ladingverschuiving heel klein zijn, waardoor slechts een zwakke polaire atoombinding ontstaat.
 c Ja, want de covalentie van waterstof is 1 en de covalentie van fosfor is 3.

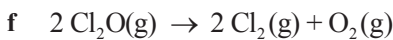
- 23 a dichloormono-oxide



- c Chloor heeft elektronegativiteit 3,2 en zuurstof 3,5. Er is dus een klein verschil in elektronegativiteit en dus bevat Cl₂O polaire atoombindingen.



- e De stof Cl₂O bestaat uit dipoolmoleculen die op microniveau een dipool-dipoolbinding vormen, waardoor het kookpunt van de stof (macroniveau) hoger zal zijn dan verwacht.



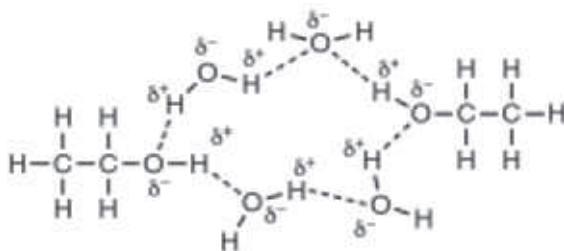
- g Het is een explosiereactie, dus komt er veel energie vrij: het is een exotherme reactie.

- 24 a De sterkte hangt af van de molecuulmassa en het contactoppervlak van het molecuul.
 b zwaveldioxide en zwaveltrioxide
 c SO₃, want dat oxide heeft de grootste molecuulmassa.
 d De structuur links is juist, want daar heb je een δ⁻- en δ⁺-kant omdat het een gebogen molecuul is.
 e Het kookpunt is een stoffeigenschap, dus spreek je van een macroniveau, bij de bindingen tussen moleculen spreek je van een microniveau.

- 25 a Een zuurstofatoom is sterker elektronegatief dan een zwavelatoom waardoor de dipool-dipoolbinding sterker is.
 b Het kookpunt van water is 373 K, het kookpunt van waterstofsulfide is 214 K. Het verschil komt doordat de watermoleculen onderling ook nog H-bruggen kunnen vormen en dat kunnen waterstofsulfidemoleculen in veel mindere mate. H-bruggen zijn verhoudingsgewijs zeer sterke bindingen.

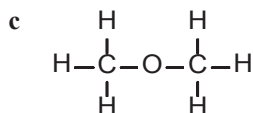
- 26 a Deze stof zal oplossen in water, want het molecuul bevat NH-groepen die met de watermoleculen H-bruggen kunnen vormen, terwijl de rest van het molecuul maar klein is.
 b Deze stof zal niet oplossen in water, want het molecuul bevat geen OH- of NH-groepen die met de watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.
 c Deze stof zal oplossen in water, want hij bevat per molecuul vier OH-groepen die met watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.
 d Deze stof zal niet oplossen in water, want per molecuul is er wel een OH-groep, maar de rest van het molecuul is apolair en dat deel is veel groter en overheerst dus.

- 27 a



- b Water bevat per molecuul twee OH-groepen, ethanol slechts één. Dus kunnen watermoleculen verhoudingsgewijs meer H-bruggen vormen, waardoor ze een sterkere binding hebben. Hierdoor is het kookpunt hoger.

H2 Bindingstypen



Nee, deze stof zal niet goed oplossen in water, want het molecuul bevat geen OH-groep en kan dus geen H-bruggen vormen met watermoleculen.

- d Ethanol heeft een veel hoger kookpunt dan de isomeer omdat de moleculen onderling H-bruggen kunnen vormen, dus via destillatie is het mengsel vrij eenvoudig te scheiden.

- 28 Een molecuul propaan-1-ol heeft een OH-groep die H-bruggen kan vormen met watermoleculen, maar het molecuul heeft ook CH₂- en CH₃-groepen die vanderwaalsbindingen kunnen vormen met wasbenzine-moleculen.

29

stof	molecuulformule	vanderwaalsbinding: ja/nee	dipoolmolecuul: ja/nee	H-bruggen: ja/nee
water	H ₂ O	nee	ja	ja
pentaan	C ₅ H ₁₂	ja	nee	nee
ethaanthiol	C ₂ H ₅ SH	ja	ja	nee
ethaanamine	CH ₃ CH ₂ NH ₂	ja	ja	ja
butaan-1-ol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	ja	ja	ja
glycerol	CH ₂ OHCHOHCH ₂ OH	ja	ja	ja

- 30 a Het is een binding tussen niet-metaal-atomen, dus een atoombinding.
 b Het silicagelmolecuul bevat meerdere OH-groepen die met watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.
 c Het binden van waterdamp uit de lucht: macroniveau. Netwerk van siliciumatomen en zuurstofatomen: microniveau. Adsorptie van water: macroniveau. Berust op vanderwaalsbinding: microniveau.
- *31 a Microniveau: COS is opgebouwd uit niet-metaal-atomen; macroniveau: de stof kookt al bij -50 °C en heeft dus een zeer laag kookpunt.
 b De covalentie van O en S is 2, van koolstof 4, dus: O=C=S.
 c De elektronegativiteit van C is 2,5, die van O is 3,5 en die van S 2,6. De atoombinding tussen O en C is zeker polair, die tussen C en S vrijwel niet.
 d Zuurstof trekt het hardst aan de gedeelde elektronenparen, terwijl koolstof en zwavel nauwelijks voor elkaar onderdoen. De zuurstofkant van het molecuul is dus δ⁻ en de koolstof-zwavelkant δ⁺. COS is dus een dipoolmolecuul.

4 Ionbinding

Opdrachten

- 32 Bij de atoombinding gebruiken twee niet-metaal-atomen een gemeenschappelijk elektronenpaar, bij de ionbinding zijn de elektronen helemaal overgedragen van het metaal-atoom naar het niet-metaal-atoom.
- 33 a Edelgasconfiguratie betekent dat de atoomsoort hetzelfde aantal elektronen in de buitenste schil heeft als een edelgas.
 b Een chlooratoom moet daartoe één elektron opnemen.
 c Als een chlooratoom een elektron opneemt, zal het aantal elektronen één hoger zijn dan het aantal protonen en dan is het chloordeeltje 1- geladen.

H2 Bindingstypen

- d Een zuurstofatoom komt nog twee elektronen tekort en zal dus twee elektronen opnemen en dan 2- zijn geladen.
- e Een element dat door afstaan van elektronen een edelgasconfiguratie bereikt, dus een metaal.
- *34 a** De lading van het positieve ion neemt in die volgorde toe, waardoor ook de ionbinding in die volgorde sterker wordt.
- b** Het kan zijn dat de drie sulfidezouten al ontleden voordat het kookpunt is bereikt.
- c** De afstand tussen de scandium- en sulfide-ionen zal veel groter zijn dan de afstand tussen de calcium- en sulfide-ionen waardoor toch, ondanks de hogere lading van het scandiumion, de aantrekkingskracht in calciumsulfide sterker zal zijn.
- *35 a** Het is een verbinding van een metaal en een niet-metaal.
- b** Het oxide-ion is 2- geladen, dus vijf oxide-ionen zijn samen 10-. Dan zijn de twee vanadiumionen samen 10+, dus het is V⁵⁺.
- c** De aanduiding pent(a) mag alleen gebruikt worden bij moleculaire stoffen.
- d** Een katalysator versnelt een reactie zonder daarbij te worden verbruikt.
- e** $\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{HBrO}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- f** Toxisch wil zeggen giftig, dus de micro-organismen zullen hierdoor worden gedood.
- 36** Als eerste bepaal je welke stof de elektrische stroom geleidt en welke niet: grafiet en zink geleiden de stroom, calciumchloride en difosforpentaoxide niet. Als tweede probeer je de stoffen die de stroom geleiden te smelten: dat lukt met zink met een smeltpunt van 693 K wel, maar bij grafiet met een smeltpunt van 3823 K niet (Binas tabel 40A). De andere twee stoffen probeer je te smelten: calciumchloride smelt bij 1048 K, difosforpentaoxide bij 835 K (Binas tabel 42A). Dat zal bij beide lukken, alleen geleidt het vloeibaar gemaakte zout wel de stroom, maar de vloeibaar gemaakte moleculaire stof niet.
- 37 a** $2 \text{C}_{14}\text{H}_{30}(\text{l}) + 43 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 28 \text{CO}_2(\text{g}) + 30 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b** Het kookpunt van waterstof is 20,4 K (Binas tabel 40A). Dit komt overeen met $20,4 - 273 = -253 \text{ }^\circ\text{C}$. Waterstof is dan pas vloeibaar.
- c** Het kost heel veel moeite en dus veel energie om waterstof zo sterk af te koelen.
- d** Bij hoge druk pers je het gas zo ver samen dat het vloeibaar wordt en zodoende veel minder ruimte inneemt.
- e** Een hydride-ion bestaat uit een kern met één proton met daaromheen een volle K-schil met twee elektronen.
- f** Het is een verbinding van een metaal en een niet-metaal.
- g** Het is een mengsel van samengesmolten metalen en dat heet een legering of alliage.
- h** Een opslagfaciliteit moet herbruikbaar zijn. Dat is alleen het geval als het opslaan en afstaan van waterstof een omkeerbaar (reversibel) proces is. Om de opslag rendabel te laten zijn, mag er niet te veel energie verloren gaan bij het opslaan.
- 38 a** natriumoxide en calciumoxide
- b** $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Eindopdracht Glas

- 39
- a Glas geleidt uitsluitend in weke (gesmolten) toestand en behoort dus tot de zouten.
 - b Glas is een mengsel en heeft dus een smelttraject.
 - c Gorilla Glass is zeer sterk en breekt dus niet makkelijk. Het is ook zeer krasbestendig.
 - d Saffierglas is een zout en als in een zout de lagen verschuiven, komen dezelfde ladingen tegenover elkaar te liggen en ze stoten elkaar dan af.
 - e De toevoeging 'di' gebruik je alleen voor verbindingen van niet-metaalatomen, nooit bij zouten.
 - f siliciumdioxide: $\text{SiO}_2(\text{s})$; natriumoxide: $\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$; calciumoxide: $\text{CaO}(\text{s})$; aluminiumoxide: $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
 - g Een mengsel zal een smelttraject hebben: gewoon glas en ion-X glas; een zuivere stof heeft een smeltpunt: saffierglas.