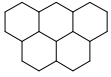




Evenwicht

- 1 Fosforpentachloride(g) ontleedt in een afgesloten vat in fosfortrichloride(g) en chloor(g) volgens $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
Als het evenwicht zich heeft ingesteld voegt men bij constante druk en temperatuur een kleine hoeveelheid heliumgas toe. Een nieuw evenwicht stelt zich in. Welke van de volgende beweringen omtrent de ligging van het tweede evenwicht t.o.v. het eerste is volledig juist?
- A De evenwichtsligging blijft hetzelfde, omdat helium veel lichter is dan de andere moleculen in het vat en dus een verwaarloosbaar effect heeft op de reactie.
 - B De evenwichtsligging blijft hetzelfde, omdat helium niet reageert met een van de andere moleculen in het vat.
 - C Bij het tweede evenwicht is er meer PCl_3 dan bij het eerste, doordat het evenwicht verschuift naar de kant met de meeste gasdeeltjes.
 - D Bij het tweede evenwicht is er meer PCl_5 dan bij het eerste, doordat het evenwicht verschuift naar de kant met de minste gasdeeltjes.
 - E Je kunt er niets van zeggen zonder dat je de evenwichtsconstante kent voor deze reactie.
- 2 Het volgende evenwicht heeft zich ingesteld bij een bepaalde temperatuur:
 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta E = -21,3 \text{ kJ/mol}$
Men wil de ligging van dit evenwicht naar rechts verplaatsen. Dat kan door:
- A de temperatuur te verhogen
 - B het volume te vergroten
 - C het mengsel samen te drukken bij constante temperatuur
 - D een katalysator toe te voegen
- 3 Vast $\text{Cu}(\text{OH})_2$ in water is in evenwicht met zijn ionen.
De Cu^{2+} -ionenconcentratie in water neemt (bij constante temperatuur) toe door:
- A toevoegen van vast $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 - B toevoegen van vast NaOH
 - C langzaam indampen van water
 - D toevoeging van HNO_3 -oplossing



Structuur

- 1 Een vast element **X** reageert met een gasvormig element **Z**. Hierbij ontstaat een verbinding met tweemaal zoveel atomen van het element **X** als van **Z**.
Welke van de volgende beweringen over de elektronenconfiguratie (grondtoestand) van deze atomen is juist?
- A atomen van element **X** en van element **Z** hebben één valentie-elektron
 - B atomen van element **X** hebben één valentie-elektron en die van **Z** hebben er zes
 - C atomen van element **X** hebben twee valentie-elektronen en die van **Z** hebben er één
 - D atomen van element **X** hebben twee valentie-elektronen en die van **Z** hebben er vier
 - E atomen van element **X** hebben één valentie-elektron en die van **Z** hebben er twee
- 2 Een verbinding van thallium bestaat uit 89,5 massa-% Tl en 10,5 massa-% O. Hoe groot is de lading van thallium in deze verbinding?
- A 0
 - B 1
 - C 2
 - D 3
 - E 4
- 3 Bij de analyse van een organische verbinding heeft men gevonden dat de molecuulformule $C_{10}H_{20}O_2$ is. Op basis van deze molecuulformule kan men uitsluiten dat een bepaald structuurkenmerk in de moleculen voorkomt. Welke van de volgende structuurkenmerken kan zeker niet in een molecuul $C_{10}H_{20}O_2$ voorkomen?
- A $-C\equiv C-$
 - B $-C=C-$
 - C $-C-OH$
 - D $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-O- \end{array}$
 - E $-C-O-C$
- 4 Welke van de volgende stoffen heeft in de vloeistoffase de sterkste binding tussen de moleculen?
NB Alle moleculen hebben nagenoeg dezelfde molecuulmassa.
- A 1-propaanamine
 - B 2-propaanamine
 - C 1-methoxyethaan
 - D butaan
 - E 2-fluorpropaan



Insecticide

Een bepaald insectenbestrijdingsmiddel bevat als werkzame stof de stof gammexaan, een gechlloreerde koolwaterstof. Om de molecuulformule en de structuurformule van gammexaan te bepalen gaat men als volgt te werk.

Eerst plaatst men een erlenmeyer met gammexaan in het donker en voegt dan een kleine hoeveelheid broom toe. Men gaat na of het bruin gekleurde mengsel ontkleurt. Ook na langere tijd blijkt geen merkbare ontkleuring op te treden.

- 1 ○ Welke conclusie over de structuurformule van gammexaan valt hieruit te trekken? Geef een verklaring voor je antwoord.

Vervolgens bepaalt men hoeveel chlooratomen per molecuul gammexaan zijn gebonden.

Men verwarmt hiertoe 145 mg gammexaan met overmaat natrium. Hierbij worden, onder vorming van natriumchloride, alle chlooratomen uit de moleculen gammexaan verwijderd. Na afloop van de reactie wordt het gevormde natriumchloride afgescheiden en opgelost in water. Bij de aldus verkregen oplossing voegt men overmaat zilvernitraatoplossing. Er ontstaat een neerslag met een massa van 430 mg.

Uit bovenstaande gegevens en het gegeven dat de molecuulmassa van gammexaan 291 u bedraagt, is te berekenen dat in één molecuul gammexaan zes chlooratomen zijn gebonden.

- 2 ○ Geef deze berekening.

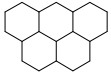
Uit het aantal chlooratomen per molecuul gammexaan en de molecuulmassa is af te leiden dat in één molecuul gammexaan maximaal zes koolstofatomen zijn gebonden.

- 3 ○ Geef deze afleiding.

Mede op grond van bovenstaande onderzoeken komt men tot de conclusie dat een molecuul gammexaan ($C_6H_6Cl_6$) een ring van zes koolstofatomen heeft.

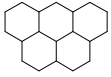
Als per molecuul gammexaan één waterstofatoom wordt vervangen door een chlooratoom, blijkt dat slechts één soort moleculen $C_6H_5Cl_7$ wordt gevormd.

- 4 ○ Teken twee stereo-isomeren van $C_6H_6Cl_6$ die in overeenstemming zijn met de bovenstaande gegevens.



Analyse

- 1 Uit een monster van 0,500 g magnetieterts (onzuiver Fe_3O_4) laat men het ijzer daarin neerslaan als ijzer(III)hydroxide. Door verhitting wordt dit vervolgens omgezet in 0,498 g Fe_2O_3 . Het massapercentage magnetiet m in het erts is:
- A $20\% < m \leq 45\%$
 - B $45\% < m \leq 65\%$
 - C $65\% < m \leq 85\%$
 - D $85\% < m \leq 95\%$
 - E $95\% < m \leq 98\%$
 - F $> 98\%$
- 2 Een vat van 250 mL bevat 0,374 g van een gasvormige zuivere stof bij een temperatuur van 22,5 °C en een druk van 1,00 atm. Het gas kan zijn:
- A H_2
 - B He
 - C CH_4
 - D H_2S
 - E HCl
- 3 Begin negentiende eeuw publiceerde John Dalton een lijst met atoommassa's. Deze lijst was gebaseerd op experimenteel onderzoek. In één experiment werd de samenstelling in massa-% bepaald van de atomen in ammoniak. Hij kende daarbij waterstof één massaeenheid toe en ging ervan uit dat de massa van een ander atoom altijd een veelvoud is van die van waterstof (=1). Door gebruikmaking van de (onjuiste) formule NH van ammoniak vond hij de volgende massa voor stikstof:
- A 2
 - B 5
 - C 14
 - D 16
 - E 42
- 4 Bob lost 4,021 g zuiver NaOH op in water en lengt de oplossing met water aan tot 1,000 liter. 10,00 mL van deze oplossing pipetteert hij in een erlenmeyer. Er is voor een titratie met een buret 20,32 mL 0,05000 M HCl-oplossing nodig om een eindpunt te bereiken. Bob's leraar concludeert dat:
- A de analyse zo nauwkeurig is als je mag verwachten met deze hulpmiddelen
 - B NaOH na meting van de massa H_2O geabsorbeerd heeft uit de lucht
 - C de buret met water werd gespoeld in plaats van met HCl-oplossing
 - D de erlenmeyer met HCl werd gespoeld in plaats van met water
 - E de pipet werd gespoeld met water in plaats van met NaOH



Melkzuur

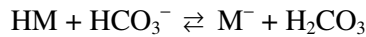
Bij grote fysieke inspanning wordt in de spieren (onder zuurstofarme omstandigheden) melkzuur gevormd. Melkzuur $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ is een éénwaardig zuur dat in deze opgave weergegeven wordt met HM. De zuurconstante $K_z(\text{HM}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$.

- 1 Bereken de pH in een $3,0 \cdot 10^{-3}$ M melkzuuroplossing.

Melkzuur wordt in bloed geneutraliseerd door een reactie met waterstofcarbonaationen.

Het gevormde koolzuur is volledig oplosbaar in de vloeistof. $K_z(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$

- 2 Bereken met behulp van de gegeven K_z -waarden de evenwichtsconstante voor het evenwicht



- 3 Bereken $[\text{HCO}_3^-] / [\text{H}_2\text{CO}_3]$ in een oplossing van natriumwaterstofcarbonaat met een pH van 7,40.

In de volgende twee deelvragen mag je aannemen dat bloed een waterige oplossing is met een pH van 7,40 en $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ mol L}^{-1}$.

Bij een bepaald persoon verandert de pH van bloed door vorming van melkzuur bij fysieke inspanning van 7,40 tot 7,35.

- 4 Bereken hoeveel mol melkzuur in 1,00 L bloed is gekomen om een pH-waarde van 7,35 te bereiken.

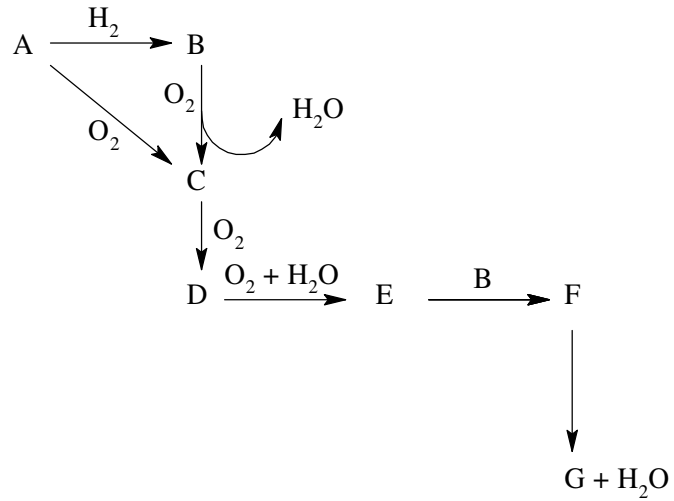
Bloed bevat ook opgelost calcium. De calciumionconcentratie wordt beperkt door het oplosbaarheidsproduct van calciumcarbonaat $K_s(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$ en $K_z(\text{HCO}_3^-) = 4,8 \cdot 10^{-11}$ (onder deze omstandigheden).

- 5 Bereken de maximale hoeveelheid vrije calciumionen in bloed in mol L^{-1} bij pH = 7,40.

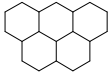


Explosief kunstmest

Stof **A** is een kleurloos gasvormig element. Stoffen **B**, **C**, **D** en **G** zijn ook gassen, terwijl **F** een vaste stof is die toepassing vindt in kunstmest en springstoffen. De stoffen kunnen volgens onderstaand schema in elkaar overgaan.



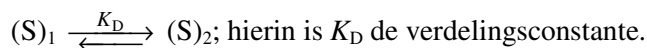
- 1 Geef de formule van elk van de stoffen **A** - **G**.
- 2 Geef de vergelijkingen van alle reacties in het schema.



Extractie beter met kleine beetjes

Extractie is een van de meest gebruikte scheidingsmethoden. Extractie is gebaseerd op de verdelingsevenwichten van een stof tussen twee niet-mengbare vloeistoffen met een groot dichtheidsverschil zodat ze gemakkelijk ontmengden na schudden.

Veel voorkomend is de extractie van een oplossing in water met een organische oplosmiddel. Hierna zitten de eventueel aanwezige organische en anorganische ionen en de polaire organische verbindingen voornamelijk in de waterfase en de apolaire organische verbindingen komen terecht in de organische fase. Als een stof S (solute, opgeloste stof) verdeeld wordt over oplosmiddelen 1 en 2, stelt er zich een evenwicht in:



Voor een gegeven systeem van oplosmiddelen en opgeloste stoffen S hangt K_D vrijwel alleen af van de temperatuur. Extracties voert men gewoonlijk uit met een scheitrechter (zie fig.). Als er dissociatie, dimerisatie, complexering van de opgeloste stof plaatsvindt, dan wordt de verdelingsverhouding D gebruikt, gegeven door:

$$D = \frac{(C_s)_2}{(C_s)_1} \quad \text{Vergelijking 1}$$

Hierin zijn $(C_s)_1$ en $(C_s)_2$ de analytische concentraties van S (in g L^{-1}) in de oplosmiddelen 1 en 2 (i.p.v. evenwichtsconcentraties van de gegeven deeltjes).

Als een van de oplosmiddelen water is, zet men volgens afspraak in vergelijking 1 de concentratie in de waterlaag in de teller en die in de organische laag in de noemer. D is een conditionele constante afhankelijk van verscheidene experimentele parameters zoals de concentratie van S en die van andere deeltjes die betrokken zijn bij de evenwichten van S in beide oplosmiddelen.

In V_1 mL oplosmiddel 1 is in het begin W_0 g S aanwezig. Deze oplossing wordt achtereenvolgens met gelijke fracties V_2 mL oplosmiddel 2 geëxtraheerd. Na n extracties blijft in oplosmiddel 1 een hoeveelheid W_n g S achter:

$$W_n = \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1} \right)^n W_0 \quad \text{Vergelijking 2}$$

1 ○ Bewijs vergelijking 2.

Vergelijking 2 kan worden omgevormd tot:

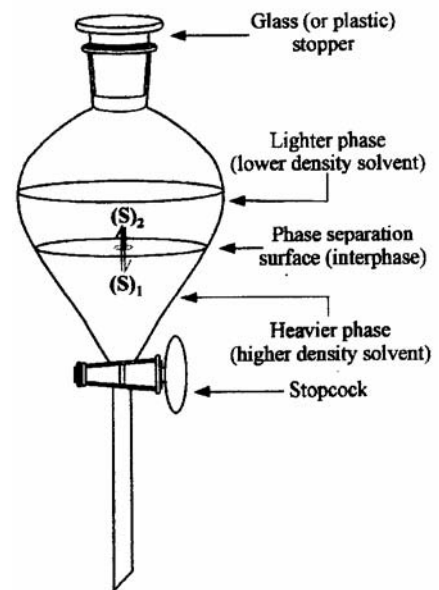
$$f_n = \frac{W_n}{W_0} = \left(\frac{V_1}{DV_2 + V_1} \right)^n \quad \text{Vergelijking 3}$$

Hierin is f_n de fractie van S die achterblijft in oplosmiddel 1 na n extracties.

Men kan uit vergelijking 2 en 3 afleiden dat het efficiënter is verschillende malen te extraheren met kleinere afzonderlijke volumes dan met het gehele volume extractiemiddel ineens.

Stof S wordt verdeeld tussen chloroform en water met een verdelingsverhouding $D = 3,2$.

- 2 ○ Bereken het percentage S dat uiteindelijk in beide gevallen geëxtraheerd is, als 50 cm^3 van een oplossing van S in water geëxtraheerd wordt met a) een 100 cm^3 portie, en b) vier 25 cm^3 porties chloroform.
- 3 ○ Bereken hoeveel extracties minimaal vereist zijn om tenminste 99% van stof X uit 100 cm^3 van een oplossing in water met $0,500 \text{ g X}$ te extraheren, als elke extractie gedaan wordt met $25,0 \text{ cm}^3$ hexaan en de verdelingsconstante $12,2$ is?

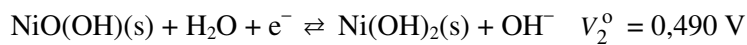
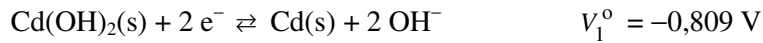




Oplaadbare batterij

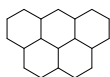
NiCad's, nikkel-cadmiumbatterijen worden heel veel gebruikt in draagbare apparaten, zoals snoerloze krachtbronnen, mobiele telefoons, camcorders, laptops, etc. NiCad's zijn economisch in het gebruik, hebben een hoge levensduur en kunnen goed tegen lage en hoge temperatuur. Ze vragen geen onderhoud en kunnen tot 2000× herladen worden.

In een bepaalde type NiCad verlopen de volgende halfreacties:



Hierin zijn V_1° en V_2° de standaardelektrodepotentialen bij 25 °C.

- 1 ◊ Geef de nernstvergelijking voor respectievelijk de halfreactie aan de pluspool en voor de halfreactie aan de minpool. Geef duidelijk aan welke vergelijking bij welke pool hoort.
- 2 ◊ Geef de reactievergelijking (met toestandsaanduidingen) van de reactie die optreedt tijdens het ontladen van de cel.
- 3 ◊ Leid met behulp van de nernstvergelijkingen voor beide halfreacties het verband af tussen de bronspanning en de concentraties van de betrokken deeltjes. Hoe groot is de bronspanning V_{bron} van de cel bij 25 °C?
- 4 ◊ Bereken hoeveel g Cd een batterij met een capaciteit van 700 mAh minstens bevat.



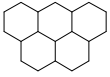
Puzzel met zoete bijsmaak

Als men een niet-vluchtige stof oplost in een oplosmiddel, heeft de verkregen oplossing een lager vriespunt dan het zuivere oplosmiddel. Men noemt dit verschijnsel vriespuntdaling (vpd). In een zeker oplosmiddel is de vpd alleen afhankelijk van het totaal aantal opgeloste deeltjes. De vpd veroorzaakt door 1 mol opgeloste deeltjes in een kg oplosmiddel noemt men de molaire vpd. De molaire vpd van het oplosmiddel water is 1,86 K.

Met behulp van vriespuntdaling kan men molecuulmassa's van stoffen bepalen.

Van een bepaalde stof **A** heeft men een oplossing in water gemaakt van 12,5 massaprocent **A**. De verkregen oplossing geleidt geen stroom. Met behulp van het vriespunt van de oplossing heeft men berekend dat de molecuulmassa van stof **A** 180 u is.

- 1 Bereken welk vriespunt, in °C, men van de oplossing heeft gemeten.
0,8640 g van verbinding **A** wordt volledig verbrand in zuurstof. Hierbij ontstaan slechts twee verbrandingsproducten. De hete damp wordt door geconcentreerd zwavelzuur geleid en vervolgens door een buis, gevuld met natriumhydroxide. De massa van zwavelzuur neemt toe met 0,5184 g en die van natriumhydroxide met 1,2672 g.
- 2 Leid de molecuulformule van verbinding **A** af.
Een oplossing van **A** in water is pH-neutraal. **A** komt in de natuur voor. Het onvertakte molecuul kan ook in (verschillende) cyclische vormen voorkomen. Het heeft in zijn niet-cyclische vorm drie asymmetrische centra (stereocentra).
- 3 Leg uit tot welke groep van natuurlijke stoffen **A** behoort.
- 4 Leid met behulp van in deze opgave verstrekte gegevens een mogelijke (niet-cyclische) structuurformule van verbinding **A** af.



Peptidehormonen

In zoogdieren treft men twee peptidehormonen, oxytocine en vasopressine, aan met overeenkomstige structuur, maar een andere biologische functie. Oxytocine regelt de weeën bij de geboorte en heeft invloed op de melkafgifte bij borstvoeding. Vasopressine regelt de resorptie van water in de nieren. Elke dag produceer je 20 L primaire urine. Daaruit wordt door de nieren water geresorbeerd zodat er slechts 1 L urine overblijft.

Maak bij deze opgave gebruik van Binastabellen 70 E en G.

Hieronder zie je een gedeelte van een DNA-matrijsstreng. Bij de transcriptie wordt dit stukje overgeschreven in een stukje mRNA dat op zijn beurt bij de translatie oxytocine levert.

3' ACAATATAAGTTTTAACGGGGGAACCC 5' (Let op de nummering!)

- 1 Geef de basevolgorde van het mRNA-molecuuldeel dat je verkrijgt door transcriptie van dit gedeelte. Geef in dit mRNA-deel het 5'-uiteinde aan.
- 2 Geef, gebruikmakend van de genetische code, de aminozuurvolgorde die je verkrijgt door translatie van deze mRNA-keten. Geef in de peptideketen het amino-uiteinde aan met $-\text{NH}_2$ en het carbonzuur-uiteinde met $-\text{COOH}$.
- 3 Leg uit hoe dit nonapeptide een ringvormige structuur kan vormen (die stabiel is). Hoe noemt men de nieuw gevormde binding?

De aminozuurvolgorde van vasopressine en oxytocine verschilt slechts op twee plaatsen. In vasopressine is aminozuur-3 (vanaf het N-uiteinde) Phe en aminozuur-8 is Arg.

- 4 Kopieer de DNA-volgorde (matrijsstreng) die in de inleiding staat en geef aan welke twee basen daarin vervangen zijn. Geef ook aan welke twee basen daarvoor in de plaats zijn gekomen.