

Opgave 1

- 1 Ga na of de volgende zuren en basen met elkaar kunnen reageren. Zo ja, geef de reactievergelijking. Zo nee, leg duidelijk uit waarom niet.
 - a. een oplossing van waterstoffluoride met natriumwaterstofoxalaat-oplossing.
 - b. Een oplossing van ammoniumchloride met een oplossing van natriumacetaat.
- 2 50 mL natronloog (natriumhydroxide-oplossing) met $\text{pH} = 11$ wordt gevoegd bij 15 mL zoutzuur met $\text{pH} = 2,0$. Bereken de pH van de aldus ontstane oplossing.
- 3 Aan 100,0 mL van een sterk zuur met $\text{pH} = 1,0$ wordt precies 0,84 g watervrij NaHCO_3 toegevoegd. Bereken de pH van de aldus ontstane oplossing en na aanvullen tot 1,00 L. Neem aan dat het volume niet verandert.
- 4 Een oplossing van 0,10 M azijnzuur (ethaanzuur) is voor 1,36% geprotolyseerd. Bereken:
 - a. de pH van de oplossing;
 - b. $\text{p}K_{\text{z}}$ en K_{z} .
- 5 Leg uit hoe K_{z} en $\text{p}K_{\text{z}}$ zullen veranderen bij temperatuurverhoging, als bekend is dat de protolyse reactie van azijnzuur met water endotherm verloopt.
- 6 Van een zuur wordt 0,48 g in 200 mL water opgelost. $M_{\text{HZ}} = 96,0 \text{ g mol}^{-1}$ en $K_{\text{z}} = 1,6 \cdot 10^{-4}$. Bereken hoeveel mol H_3O^+ en OH^- in de oplossing aanwezig zijn.
- 7 Een zwak zuur waarvan 0,0200 mol is opgelost in 1,00 L water heeft $\text{pH} = 4,0$.
 - a. Bereken de pH als het volume door toevoeging van 9,00 L water op 10,0 L wordt gebracht.
 - b. Bereken in beide gevallen de protolysegraad α .
- 8 Bereken hoeveel gram zuiver azijnzuur men aan 2,0 L water moet toevoegen om een oplossing met $\text{pH} = 5,0$ te krijgen.
- 9 Van een zwak zuur lost men 0,50 mol op in 1,0 L water. de pH van de oplossing blijkt 3,6 te zijn. Bereken $\text{p}K_{\text{z}}$ en α .
- 10 Men lost 0,20 mol ammoniak op in 1,0 L water. Bereken de pH .
- 11 Bereken met de waarden van $\text{p}K_{\text{z}}$ of $\text{p}K_{\text{b}}$, of beredeneer, of in oplossing met elkaar reageren:
 - a. H_3O^+ en NO_2^-
 - b. HCO_3^- en F^-
 - c. HCl en NH_3

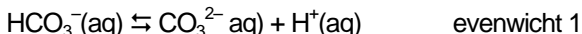
Opgave 2

In water splitst NaHCO_3 in Na^+ - en HCO_3^- -ionen.

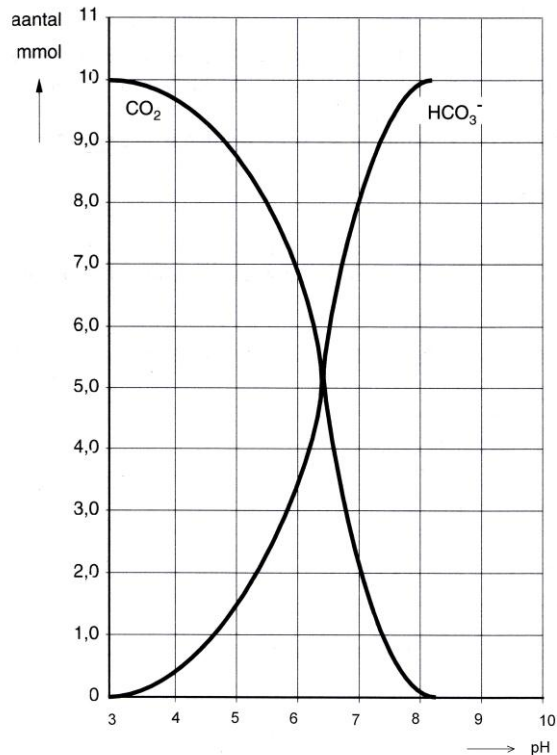
- 1 Geef de naam van het HCO_3^- -ion.

HCO_3^- is een deeltje dat zowel H^+ kan opnemen als H^+ kan afstaan.

In een oplossing met HCO_3^- hebben zich onderstaande venwichten ingesteld:



Men heft 1,0 L vaneen oplossing die 10 mmol HCO_3^- bevat. In deze oplossing leidt men telkens kleine hoeveelheden HCl gas. Na elke toevoeging bepaalt men het aantal mmol HCO_3^- en het aantal mmol CO_2 . Tevens wordt dan de pH van de oplossingen bepaald. In onderstaand diagram zijn deze gegevens verwerkt.



- 2 Is de oplossing waar men bij deze proef mee begint zuur, neutraal of basisch. Geef met behulp van het diagram een verklaring voor je antwoord.

De evenwichtsvoorwaarde van evenwicht 2 luidt:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{OH}^-]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

Met behulp van de gegevens uit het diagram is de waarde van K te berekenen.

- 3 Laat met een berekening zien dat $\frac{[\text{CO}_2]}{[\text{HCO}_3^-]}$ bij $\text{pH} = 6,7$ gelijk is aan 0,4.
- 4 Bereken met behulp van de gegevens uit vraag 3 de waarde van K .

Opgave 3

Water dat in fabrieken gebruikt wordt voor het maken van stoom, zogenoemd ketelwater, mag geen corrosie veroorzaken. Daarom moet de opgeloste zuurstof verwijderd worden. Daartoe wordt aan het ketelwater een stof toegevoegd die snel en volledig met zuurstof kan reageren. Hydrazine (N_2H_4) is zo'n stof. Bij de reactie van hydrazine met opgeloste zuurstof ontstaan uitsluitend water en stikstof.

- 1 Bereken hoeveel liter water dat 0,75 mg opgeloste zuurstof per liter bevat, men met 1,0 kg hydrazine zuurstofvrij kan maken.

De stof die aan ketelwater wordt toegevoegd om opgeloste zuurstof te verwijderen, wordt in overmaat toegevoegd. Het ketelwater mag echter niet zuur worden: in een zure oplossing wordt ijzer ook aangetast. Ook om deze reden kan hydrazine gebruikt worden: hydrazine is een zwakke base. Het geconjugeerde zuur van N_2H_4 is N_2H_5^+ . De K_B van hydrazine bij 298 K is $8,5 \cdot 10^{-7}$.

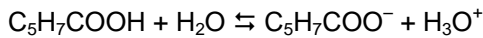
- 2 Bereken de pH van een $1,0 \cdot 10^{-3}$ M hydrazine-oplossing bij 298 K.

Een bijkomend voordeel van hydrazine is dat eventueel aanwezig roest door hydrazine wordt omgezet in een afsluitend laagje Fe_3O_4 . Roest kan worden weergegeven met de formule $\text{FeO}(\text{OH})$.

- 3 Geef de vergelijking van de reactie van hydrazine met $\text{FeO}(\text{OH})$. Neem hierbij aan dat behalve Fe_3O_4 uitsluitend stikstof en water gevormd worden.

Opgave 4

Sorbinezuur (of trans,trans-2,4-hexadieenzuur) wordt als conserveermiddel in bijvoorbeeld vruchtensappen toegevoegd. Sorbinezuur is een zwak éénwaardig zuur. In waterig milieu stelt zich het volgende evenwicht in:



De conserverende werking van sorbinezuur wordt toegeschreven aan uitsluitend de ongeïoniseerde sorbinezuurmoleculen. Hoe groter de concentratie aan ongeïoniseerd sorbinezuur is, des te sterker is de conserverende werking.

Iemand voegt de maximaal toelaatbare hoeveelheid sorbinezuur toe aan 1 liter perziksap van pH = 3,5. Hij voegt ook een even grote hoeveelheid sorbinezuur toe aan 1 liter perziksap van pH = 4,0.

- 1 Leg uitgaande van het evenwicht van sorbinezuur in waterig milieu uit, in welk van de twee soorten perziksap de conserverende werking als gevolg van het toegevoegde sorbinezuur het sterkst zal zijn.

De K_z van sorbinezuur bedraagt $1,5 \cdot 10^{-5}$ (298 K).

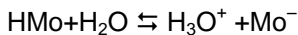
Bij toevoeging van de maximaal toelaatbare hoeveelheid sorbinezuur aan vruchtensap is de werking als conserveermiddel nog juist voldoende als nog 10% van het toegevoegde sorbinezuur in ongeïoniseerde vorm aanwezig is. De pH waarbij dat het geval is, noemt men de pH-grenswaarde.

- 2 Bereken de pH-grenswaarde van sorbinezuur (298 K).

Opgave 5

Methyloranje is een zuur-base-indicator. De zure vorm van methyloranje wordt in deze opgave weergegeven als HMo.

Als HMo wordt opgelost in water, stelt zich het volgende evenwicht in:



Van dit evenwicht is de reactie naar rechts endotherm.

Bij een pH hoger dan 4,4 heeft een oplossing van methyloranje bij kamertemperatuur een oranjegele kleur. Bij een pH lager dan 3,1 heeft een oplossing van methyloranje bij kamertemperatuur een rode kleur. De verschillende kleuren die een oplossing van methyloranje kan hebben, worden veroorzaakt door HMo moleculen en/of Mo^- ionen. Eén van deze soorten deeltjes veroorzaakt de oranjegele kleur, de andere soort veroorzaakt de rode kleur.

- 1 Leg aan de hand van bovenstaande gegevens uit welke van de kleuren oranjegeel en rood wordt veroorzaakt door Mo^- ionen.
Een methyloranje-oplossing van pH = 3,8 heeft bij kamertemperatuur een mengkleur van oranjegeel en rood. Als een methyloranje-oplossing van pH = 3,8 wordt verwarmd, verandert de kleur van de oplossing. De oorspronkelijke kleur komt echter bij afkoeling weer terug.
- 2 Leg aan de hand van gegevens in deze opgave uit welke kleur de methyloranje-oplossing van pH = 3,8 bij verwarmen zal krijgen: oranjegeel of rood.

Opgave 6

Je krijgt twee oplossingen: 2,0 L oplossing van 0,315 g salpeterzuur en 2,0 L van een oplossing van azijnzuur met dezelfde pH.

- 1 Geef de juiste notatie van beide oplossingen.
- 2 Bereken de pH van de salpeterzuur oplossing.
- 3 Leg uit of er meer, evenveel of minder mol azijnzuur moet worden opgelost om een oplossing met dezelfde pH als de salpeterzuur oplossing te maken.
Beide oplossingen worden verdund tot 10,0 L.

- 4 Beredeneer (dus niet berekenen!) welke van de twee oplossingen de laagste pH zal hebben na het verdunnen of leg uit waarom beide oplossingen dezelfde pH zullen hebben na het verdunnen.
- 5 Geef de vergelijking van de reactie van een oplossing van azijnzuur met vast calciumcarbonaat.
- 6 Leg uit of een oplossing van azijnzuur zal reageren met een oplossing van natriumjodaat (NaIO_3).

Opgave 7

Men lost bij kamertemperatuur 0,250 mol propaanzuur ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) op in water en vult dit met water aan tot 0,400 L oplossing.

Men lost bij kamertemperatuur 0,250 mol propaanzuur ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) op in water en vult dit met water aan tot 0,400 L oplossing.

- 1 Bereken hoeveel procent van de propaanzuurmoleculen zijn geïoniseerd.
- 2 Bereken de pH van de oplossing die is ontstaan.
- 3 Men wil precies genoeg natronloog toevoegen (2,0 M) om al het propaanzuur te laten reageren. Bereken hoeveel mL hiervoor nodig is.
- 4 Leg uit of de oplossing na afloop van deze reactie zuur, basisch of neutraal is.
0,25 mol van de zwakke base B^- wordt opgelost en aangevuld tot 1,00 L. Er ontstaat een oplossing met $\text{pH} = 11,60$.
- 5 Bereken de K_b en de $\text{p}K_b$ van de base B.