

OEFENOPGAVEN VWO

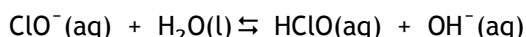
ZUREN EN BASEN + pH-berekeningen

OPGAVE 1

- 01 Bereken hoeveel mmol HCOOH is opgelost in 40 mL HCOOH-oplossing met pH = 3,60.
- 02 Bereken pH van 0,300 M NaF-oplossing.
- 03 Bereken hoeveel mg Na₂CO₃ je moet oplossen in 500 mL water om een oplossing te krijgen met pH = 11,00. Neem aan dat het gaat om een eenwaardige zwakke base.

OPGAVE 2

Aan zwembadwater wordt vaak een desinfecterend middel toegevoegd. Dit is een middel dat ziektekiemen en organische afvalstoffen afbreekt. Het meest gebruikte desinfecterende middel voor zwembadwater is chloorbleekloog. Dit is een oplossing die onder andere opgelost NaClO bevat. Na het toevoegen van chloorbleekloog stelt zich in het zwembadwater het volgende evenwicht in:



Als men het zout NaClO oplost in water, krijgt men hetzelfde evenwicht. Iemand lost 469 mg NaClO op in water tot een volume van 200 mL oplossing.

- 04 Bereken, met behulp van gegevens uit tabel 49 van BINAS, de pH van deze oplossing.

De desinfecterende werking van chloorbleekloog wordt toegeschreven aan zowel HClO als ClO⁻. Omdat de hoeveelheid HClO in een oplossing van NaClO in water erg klein is in vergelijking met de hoeveelheid ClO⁻, wordt aan zwembadwater met chloorbleekloog een oplossing van een sterk zuur toegevoegd.

- 05 Leg met behulp van een reactievergelijking uit dat hierdoor de hoeveelheid HClO toeneemt.
Aan zwembadwater voegt men zoveel zuur toe dat de pH wordt teruggebracht op 7,5.
- 06 Bereken de molverhouding tussen HClO en ClO⁻ in zwembadwater met pH = 7,5.

OPGAVE 3

Als je ijzer(III)chloride oplost in water en je meet vervolgens de pH, dan blijkt de oplossing zuur te zijn. De verklaring hiervoor vind je in tabel 49 van BINAS. Hierin staat het deeltje Fe(H₂O)₆³⁺ genoemd als zwak zuur. Dit ion ontstaat doordat zes watermoleculen gebonden worden door één ijzer(III)-ion.

- 07 Geef de vergelijking van de ionisatie van Fe(H₂O)₆³⁺ in water.
- 08 Geef de evenwichtsvoorwaarde (de K_z-formule).
- 09 Bereken de pH van een 0,0500 M ijzer(III)chloride-oplossing.

Aan een oplossing van ijzer(III)chloride wordt een beetje zilvernitraatoplossing toegevoegd. Er ontstaat een neerslag.

- 10 Leg uit of de pH van de oplossing gestegen, gedaald of gelijk gebleven is.

OPGAVE 4

HF is een zwak zuur met K_z = 6,3·10⁻⁴.

- 11 Bereken hoeveel procent van de HF-moleculen is geïoniseerd in een oplossing van 1,0 M HF.
- 12 Idem voor een oplossing van 0,010 M HF.

In 1,0 liter van een zure oplossing met pH = 3,7 wordt 0,010 mol HF opgelost. De pH zal hierdoor veranderen.

- 13 Bereken hoeveel procent van de HF-moleculen is geïoniseerd.
HF wordt opgelost in een zure oplossing waarna geldt: pH = 3,7.
- 14 Bereken hoeveel procent van de HF-moleculen is geïoniseerd.

OPGAVE 5

Onderstaande onderdelen gaan allemaal over buffers.

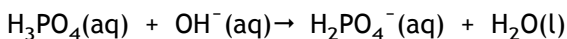
- 15 Bereken de pH van een mengsel van 0,30 mol HCN en 0,90 mol NaCN in 0,50 L water.
- 16 Bereken hoeveel mL 0,460 M zoutzuur je moet toevoegen aan 3,75 gram NaF(s) om een bufferoplossing te krijgen met pH = 3,00.
- 17 Bereken in welke volumeverhouding je 0,200 M NH₄Cl-oplossing en 0,320 M NaOH-oplossing moet mengen om een bufferoplossing met pH = 9,00 te krijgen.

OPGAVE 6

Een leerling moet een bufferoplossing maken waarin zich de volgende ionen bevinden: HPO₄²⁻ en H₂PO₄⁻. De leerling maakt een bufferoplossing waarin zich deze ionen in dezelfde molverhouding bevinden.

- 18 Bereken de pH van deze bufferoplossing.

Bij het maken van deze bufferoplossing is de leerling uitgegaan van 100 mL 1,0 M fosforzuuroplossing en 2,0 M natronloog. Als fosforzuur reageert met een ondermaat natronloog, wordt steeds één H⁺ overgedragen. Fosforzuur kan dus in drie stappen met natronloog reageren. De eerste stap is:



- 19 Geef de reactievergelijking van de daarop volgende stap.

Je ziet dat je op deze manier ook de ionen H₂PO₄⁻ en HPO₄²⁻ in je oplossing krijgt. Je kunt de hoeveelheid natronloog die je toevoegt zodanig kiezen dat H₂PO₄⁻ en HPO₄²⁻ in dezelfde molverhouding aanwezig zijn.

- 20 Bereken hoeveel mL 2,0 M natronloog je hiervoor moet toevoegen aan 100 mL 1,0 M fosforzuuroplossing.

OPGAVE 7

Kalkwater is een oplossing van calciumhydroxide in water.

- 21 Geef de vergelijking voor het oplossen van calciumhydroxide in water.

Om de concentratie van de ionen OH⁻ in deze oplossing te bepalen, kan men de pH meten. Deze bedraagt 12,1.

- 22 Bereken de concentratie van de ionen OH⁻ in mol per liter.

Het meten van een pH is vaak onnauwkeurig. Om de concentratie van de ionen OH⁻ in de oplossing preciezer te bepalen, voert men de volgende analyse uit:

Men brengt 10,00 mL kalkwater in een erlenmeyer en voegt fenolftaleïne als indicator toe. Vervolgens druppelt men langzaam 0,0160 M zoutzuur toe totdat de indicator van kleur verandert. Op dat moment hebben alle ionen OH⁻ gereageerd met de ionen H₃O⁺ van zoutzuur. Totaal is er 7,56 mL 0,0160 M zoutzuur nodig.

- 23 Geef aan welke kleurverandering men bij deze analyse waarneemt. Noteer je antwoord als volgt:

kleur voor het toevoegen van zoutzuur:

kleur na het toevoegen van zoutzuur:

- 24 Bereken de concentratie van de ionen OH⁻ in het kalkwater.

Als men een fles met kalkwater lange tijd open laat staan verandert de pH. Dit komt door de aanwezigheid van CO₂ in de lucht.

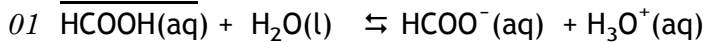
- 25 Leg uit waarom en hoe de pH hierdoor verandert.

E I N D E

UITWERKINGEN OEFENOPGAVEN VWO

ZUREN EN BASEN

OPGAVE 1

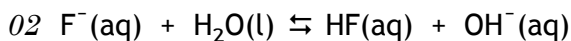


$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,60} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ M} = [\text{HCOO}^-]$$

$$K_z = \frac{[\text{HCOO}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \rightarrow 1,8 \cdot 10^{-4} = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \times 2,5 \cdot 10^{-4}}{[\text{HCOOH}]}$$

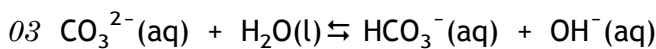
→ $[\text{HCOOH}] = 3,5 \cdot 10^{-4}$. Dit is de evenwichtsconcentratie. De beginconcentratie $[\text{HCOOH}]_0$ bedraagt $3,5 \cdot 10^{-4} + 2,5 \cdot 10^{-4} = 6,0 \cdot 10^{-4}$ M.

Volume is 40 mL, dus is er $40 \times 6,0 \cdot 10^{-4} = 0,024$ mmol HCOOH opgelost.



$$K_b = \frac{[\text{HF}] \times [\text{OH}^-]}{[\text{F}^-]} \rightarrow 1,6 \cdot 10^{-11} = \frac{x^2}{0,300 - x} \rightarrow x = 2,19 \cdot 10^{-6} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 + \log(2,19 \cdot 10^{-6}) \rightarrow \text{pH} = 8,34.$$



$$\text{pOH} = 14,00 - 11,00 = 3,00 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3,00} = 1,00 \cdot 10^{-3} = [\text{HCO}_3^-]$$

$$K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-] \times [\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} \rightarrow 2,1 \cdot 10^{-4} = \frac{1,00 \cdot 10^{-3} \times 1,00 \cdot 10^{-3}}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

→ $[\text{CO}_3^{2-}] = 4,76 \cdot 10^{-3}$ M. Dit is de evenwichtsconcentratie. De beginconcentratie $[\text{CO}_3^{2-}]_0$ bedraagt $4,76 \cdot 10^{-3} + 1,00 \cdot 10^{-3} = 5,76 \cdot 10^{-3}$ M.

In 500 mL is $500 \times 5,76 \cdot 10^{-3} = 2,88$ mmol Na_2CO_3 opgelost.

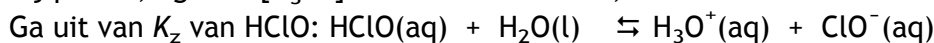
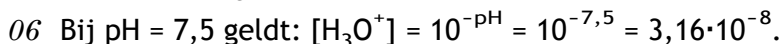
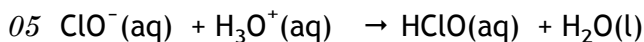
Dit komt overeen met $2,88 \times 106 = 305$ mg Na_2CO_3 .

OPGAVE 2



$$K_b = \frac{[\text{HClO}] \times [\text{OH}^-]}{[\text{ClO}^-]} \rightarrow 2,5 \cdot 10^{-7} = \frac{x^2}{0,0315 - x} \rightarrow x = 8,87 \cdot 10^{-5} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

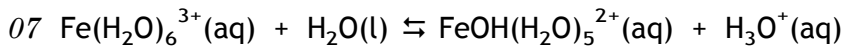
$$\text{pOH} = -\log(8,87 \cdot 10^{-5}) = 4,05 \rightarrow \text{pH} = 14,00 - 4,05 \rightarrow \text{pH} = 9,95.$$



$$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]} \rightarrow 4,0 \cdot 10^{-8} = \frac{3,16 \cdot 10^{-8} \times [\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$$

$[\text{ClO}^-] / [\text{HClO}] = 1,26$. Dus $\text{ClO}^- : \text{HClO} = 1,26 : 1,00$. (Of: $\text{HClO} : \text{ClO}^- = 0,791 : 1,00$)

OPGAVE 3



08 $K_z = \frac{[\text{FeOH}(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]}$

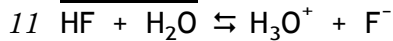
09 $[\text{FeOH}(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x$

$6,0 \cdot 10^{-3} = x^2 / 0,0500 \rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0173 \text{ M}$

$\text{pH} = -\log 0,0173 \rightarrow \text{pH} = 1,76.$

10 Er ontstaat een neerslag van AgCl. De ionen Cl^- worden weggenomen uit de oplossing. Aangezien deze niet voorkomen in het evenwicht bij 07, zal dit niet verschuiven. De pH verandert niet.

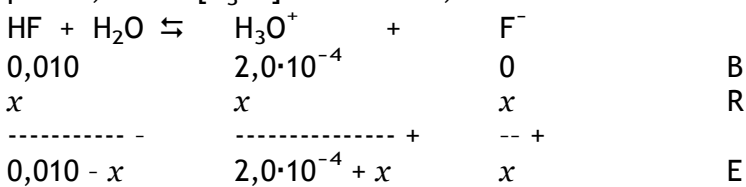
OPGAVE 4



$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{F}^-]}{[\text{HF}]} \rightarrow 6,3 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{1,0 - x} \rightarrow x = 0,025 \text{ M, dus } 2,5\%.$

12 $x^2 / (0,010 - x) = 6,3 \cdot 10^{-4} \rightarrow x = 0,0022 \text{ M, dus } 22\%$

13 $\text{pH} = 3,7 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,7} = 2,0 \cdot 10^{-4}$



$6,3 \cdot 10^{-4} = \frac{(2,0 \cdot 10^{-4} + x) \cdot x}{0,010 - x} \rightarrow x = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ M, dus } 21\%$

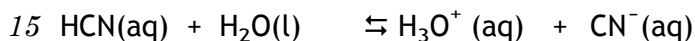
14 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,7} = 2,0 \cdot 10^{-4} \rightarrow$

$6,3 \cdot 10^{-4} = \frac{2,0 \cdot 10^{-4} \times [\text{F}^-]}{[\text{HF}]} \rightarrow \frac{[\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = 3,2$

Stel x % F^- , dan (100 - x) % HF $\rightarrow x / (100 - x) = 3,2 \rightarrow x = 76\%$

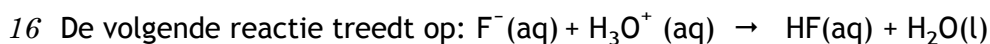
OPGAVE 5

In deze opgaven wordt bij buffers altijd uitgegaan van de K_z -formule. Ook al gaat het om een basische buffer. De K_z -formule wordt echter iets anders genoteerd, omdat bij buffers niet meer geldt $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{gec. base}]$. Tevens mag er in de verhouding $[\text{gec. base}]/[\text{zuur}]$ ook met (m)mol gerekend worden i.p.v. met concentratie. De verhouding $[\text{gec. base}]/[\text{zuur}]$ is namelijk dimensieloos.



$K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} \rightarrow 6,1 \cdot 10^{-10} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{0,90}{0,30}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,03 \cdot 10^{-10} \rightarrow \text{pH} = -\log(2,03 \cdot 10^{-10}) \rightarrow \text{pH} = 9,69$



Een deel van de hoeveelheid F^- wordt omgezet, waardoor er een buffer met samenstelling HF/ F^- ontstaat. $\text{pH} = 3,00$, dus $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3}$.

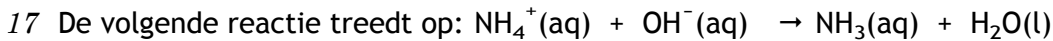
$$K_z = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{\text{F}^-}{\text{HF}} \rightarrow 6,3 \cdot 10^{-4} = 1,00 \cdot 10^{-3} \times \frac{\text{F}^-}{\text{HF}} \rightarrow \text{F}^- / \text{HF} = 0,63$$

Toegevoegd: $3,75 \div 41,99 = 8,93 \cdot 10^{-2}$ mol NaF = 89,3 mmol NaF = 89,3 mmol F⁻

Door toevoegen van 0,460 M zoutzuur neemt de hoeveelheid F⁻ af met x mmol. Tevens ontstaat er x mmol HF. Er wordt zuur toegevoegd totdat de verhouding F⁻ / HF gelijk is aan 0,63.

→ $(89,3 - x) / x = 0,63 \rightarrow x = 54,8$ mmol. Dit moet ontstaan aan HF, dus moet ook 54,8 mmol zoutzuur worden toegevoegd (zie reactievergelijking).

Aantal mL zoutzuur: $54,8 \div 0,460 = 119$ mL.



Een deel van de hoeveelheid NH₄⁺ wordt omgezet, waardoor er een buffer met samenstelling NH₄⁺/NH₃ ontstaat. pH = 9,00, dus [H₃O⁺] = $1,00 \cdot 10^{-9}$.

$$K_z = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{\text{NH}_3}{\text{NH}_4^+} \rightarrow 5,6 \cdot 10^{-10} = 1,00 \cdot 10^{-9} \times \frac{\text{NH}_3}{\text{NH}_4^+} \rightarrow \text{NH}_3 / \text{NH}_4^+ = 0,56.$$

Ga gemakshalve uit van 1,00 liter NH₄Cl oplossing. Dan heb je daarin 0,200 mmol NH₄⁺. Van de NaOH-oplossing voeg je x mL toe. Je hebt dan $0,320x$ mmol OH⁻. Je krijgt ook $0,320x$ mmol NH₃ (zie reactievergelijking). Er verwijnt ook $0,320x$ mol NH₄⁺, zodat je $0,200 - 0,320x$ mmol NH₄⁺ overhoudt.

De verhouding NH₃ / NH₄⁺ heb je berekend op 0,56.

Dus $0,320x / (0,200 - 0,320x) = 0,56$. Hieruit volgt: $x = 0,224$.

Dus volumeverhouding NH₄Cl-oplossing : NH₃-oplossing = **1,00 : 0,224**.

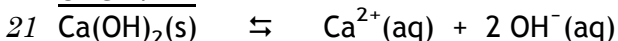
OPGAVE 6

18 Bij gelijke molverhoudingen van zuur en geconjugeerde base in een buffer geldt: pH = pK_z.
Dus **pH = 7,21**.

19 $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
(de derde stap, waarbij PO₄³⁻ ontstaat, vindt hier niet plaats, omdat je niet zoveel natronloog toevoegt)

20 Je begint met $100 \times 1,0 = 100$ mmol H₃PO₄. De eerste stap moet volledig plaatsvinden, want alle H₃PO₄ moet worden omgezet in H₂PO₄⁻. Hiervoor is 100 mmol OH⁻ nodig.
Bij de tweede stap ga je uit van de 100 mmol H₂PO₄⁻, die bij in de eerste stap gemaakt hebt. Van deze 100 mmol H₂PO₄⁻ moet er 50,0 mmol worden omgezet in HPO₄²⁻. Hiervoor is 50,0 mmol OH⁻ nodig. Je hebt nu 50,0 mmol H₂PO₄⁻ (het restant) en 50,0 mmol HPO₄²⁻. En dit is wat je wilde bereiken. Totaal heb je 150 mmol OH⁻ gebruikt → $150 \div 2,0 = 75,0$ mL natronloog.

OPGAVE 7



22 pOH = 14,0 - 12,1 = 1,9. $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-1,9} = 0,013$ M.

23 voor toevoegen: paarsrood; na toevoegen: kleurloos.

24 Nodig: $7,56 \times 0,0160 = 0,121$ mmol H₃O⁺. Dit heeft gereageerd met 0,121 mmol OH⁻. Dit bevond zich in 10,00 mL, dus [OH⁻] = **0,0121** M.

25 Als CO₂ uit de lucht in contact komt met een basische oplossing, zal er een zuurbase-reactie plaatsvinden. De combinatie van CO₂ en H₂O levert namelijk het zwakke zuur H₂CO₃ op. Omdat OH⁻ uit de oplossing reageert zal de pH dalen (de oplossing wordt minder basisch).