

Naam

Studentnummer

Toets 3 voor St7042TA

11 October 2012

Over H1 t/m 4, 6, 13 t/m 16, 18 van "Principles of Chemistry", Nivaldo Tro

- Deze toets telt 3 opgaven.
- Je hebt 60 minuten voor het maken van deze toets.
- Je mag de zaal niet tussentijds verlaten en moet op je plaats blijven tot na afloop van de toets.
- Bij de opgaven is aangegeven hoeveel punten een volledig juist antwoord oplevert. Er zijn in totaal 90 punten te behalen. Het cijfer van de toets wordt als volgt berekend:
- $\text{cijfer} = (\text{totaal behaalde punten} + 10) / 10$
- Lees eerst goed de vraag, en bereid je antwoord voor op kladpapier.
- Vul vervolgens je antwoord in in de open ruimte direct volgend op de vraag.
- De vragen mogen in beschaafd Nederlands of Engels worden beantwoord, mits duidelijk geformuleerd en in leesbaar handschrift opgeschreven.
- Na 60 minuten worden de toetsopgaven met de daarop ingevulde antwoorden ingenomen. Je mag deze niet mee naar huis nemen.
- De toetsopgaven met de juiste antwoorden worden daags na afloop van de toets op BB gepubliceerd.

Opgave 1 (24 punten)

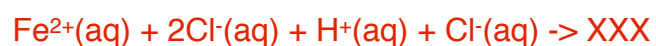
Geef voor elk van de volgende mengsels (a)-(d) aan of er wel of geen reactie plaats vindt, en zo ja, geef dan de reactievergelijkingen met reactieproducten, en welk type reactie het betreft. Licht voor elk van de mengsels (a)-(d) je antwoord toe met, indien van toepassing, de relevante evenwichtsvergelijkingen, redoxpotentialen, zuurdissociatieconstanten, of oplosbaarheidsproducten.

(a) 1M Na₂CO₃(aq) met 1M MgCl₂(aq)



$$K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3) = [\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 6.82 \cdot 10^{-6} \ll 1 \times 1$$

(b) 1M FeCl₂(aq) met 1M HCl(aq)



FeCl₂ is goed oplosbaar

Eventueel redox reactie:

oxidatie=anode $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$

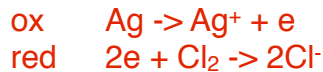
reductie=cathode $2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$

conc 1M > standaard omstandigheden

$E_{\text{cell}} = E_{\text{cat}} - E_{\text{an}} = 0 - 0.77 < 0 \Rightarrow$ geen spontane reactie!

(c) Waterige dispersie van fijn verdeeld Ag(s) wordt doorgebubbeld met Cl₂(g)

1) redox reactie:



$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cat}} - E_{\text{an}} = 1.36 - 0.8 = 0.56 > 0 \Rightarrow \text{spontane reactie}$$



$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.77 \cdot 10^{-10}, \text{ heel klein, dus zeer slecht oplosbaar}$$

reacties die optreden:



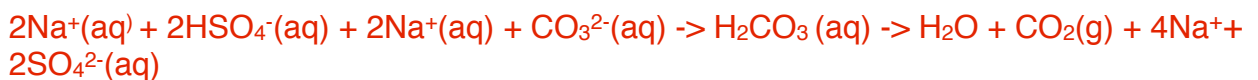
(d) 1M NaHSO₄(aq) met 1M Na₂CO₃(aq)



Omdat gelijke hoeveelheden NaHSO₄ en Na₂CO₃ zijn samengevoegd, zal de reactie hier grotendeels stoppen. De vervolgreactie hieronder treden in beperkte mate op:



reacties:

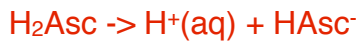


Opgave 2 (36 punten)

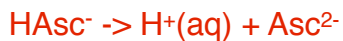
Ascorbinezuur (ascorbic acid, hier afgekort H_2Asc) oftewel vitamine C is een in water oplosbare stof die vooral voorkomt in citrusvruchten en andere soorten fruit. De naam ascorbinezuur is afgeleid van "A" (niet) en "Scorbus", een woord dat verbasterd is tot "scheurbuik".

Ascorbinezuur is dus een zuur dat scheurbuik voorkomt. Ascorbinezuur is een diprotisch zuur met zuurdissociatie constanten K_{a1} en K_{a2} .

a) Geef de zuurdissociatie-evenwichten en evenwichtsvergelijkingen voor K_{a1} en K_{a2} .

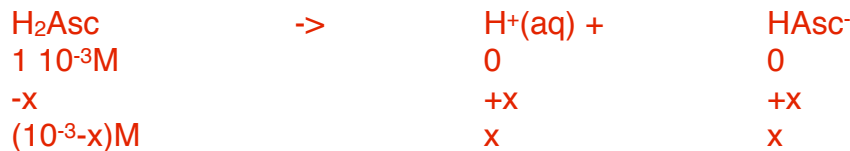


$$K_{a1} = \frac{[H^+][HAsc^-]}{[H_2Asc]}$$



$$K_{a2} = \frac{[H^+][Asc^{2-}]}{[HAsc^-]}$$

b) Bereken de pH van een 1 mM oplossing van ascorbinezuur (H_2Asc) in water. Licht je antwoord toe met behulp van de relevante evenwichtsvergelijkingen en een berekening.



$$K = \frac{[H^+][HAsc^-]}{[H_2Asc]} = \frac{x^2}{(10^{-3}-x)} = 8.0 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{stel } x \ll 10^{-3}, \text{ dan } K = \frac{x^2}{10^{-3}} = 8.0 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x = \sqrt{8.0 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-3}} = 0.00028$$

helaas: $x=0.00028 \sim 28\%$ van 10^{-3} , dus $x^2 / (10^{-3}-x) = 8.0 \cdot 10^{-5}$ oplossen voor x :

$$x^2 = 8.0 \cdot 10^{-5} (10^{-3}-x) \Leftrightarrow x^2 = 8.0 \cdot 10^{-8} - 8.0 \cdot 10^{-5} x \Leftrightarrow x^2 + 8.0 \cdot 10^{-5} x - 8.0 \cdot 10^{-8} = 0$$

$$\text{nu a,b,c formule toepassen } \Rightarrow x = 0.00025 = [H^+]$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log[0.00025] = 3.60$$

c) Geef de pH van de volgende waterige oplossingen:

(i) 100 mL van een 1 mM ascorbinezuur (H_2Asc) oplossing met 50 mL van een 1 mM NaOH oplossing.

(ii) 100 mL van een 1 mM ascorbinezuur (H_2Asc) oplossing met 150 mL van een 1 mM NaOH oplossing.

Licht je antwoord toe met behulp van de relevante reactie- en/of evenwichtsvergelijkingen en een berekening.

(i)

100 mL 1 mM H_2Asc bevat 0.2 mmol eq H^+ (van H_2Asc)

50 ml 1mM NaOH bevat 0.05 mmol OH^-

=> precies 0.05 mmol sterke base toegevoegd, reageert volledig met 0.1 mmol H_2Asc :



nu is dus: = , oftewel precies halverwege het eerste equivalentiepunt!

in Henderson Hasselbach vergelijking

$$pH = pKa_1 + \log \frac{[HAsc^-]}{[H_2Asc]} = pKa_1 + \log \frac{[0.05 \cdot 10^{-3}]}{[0.05 \cdot 10^{-3}]}$$

Ka_1 voor ascorbine zuur staat in tabel:

$$pKa_1 = -\log(Ka_1) = -\log(8.0 \cdot 10^{-5}) = 4.09$$

$$\Rightarrow pH = 4.09 + 0 = 4.09$$

(ii)

idem (i), nu 1.5 eq base toegevoegd => $[HAsc^-] = [Asc^{2-}]$

in HH vergelijking

$$pH = pKa + \log \frac{[Asc^{2-}]}{[HAsc^-]}$$

Ka_2 voor ascorbine zuur staat in tabel:

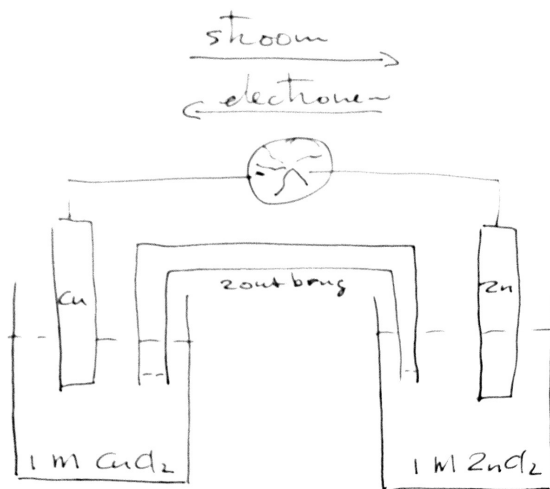
$$pKa_2 = -\log(Ka_2) = -\log(1.6 \cdot 10^{-12}) = 4.09$$

$$\Rightarrow pH = 11.8 + 0 = 11.8$$

Opgave 3 (30 punten)

Wanneer twee verschillende metalen strips als elektroden in een zoutoplossing worden gebracht en middels een draad met een lamp worden verbonden, gaat de lamp branden.

- a) Maak een tekening van een dergelijke eenvoudige galvanische cel, bestaande uit een koper-elektrode in 100 mL waterige oplossing van 1M CuCl_2 en een zink-elektrode in 100 mL van een 1M ZnCl_2 oplossing. De oplossingen zijn verbonden met een zoutbrug, en de elektroden kunnen worden verbonden met een koperdraad. Geef in je tekening duidelijk aan wat de kathode en anode zijn, welke half-reacties hier optreden, en in welke richting de stroom gaat lopen als kathode en anode worden verbonden.



half reacties

Cu-elektrode \rightarrow reductie \rightarrow kathode = positief



Zn-elektrode \rightarrow oxidatie \rightarrow anode = negatief



- electronen gaan van Zn-anode naar Cu-kathode

- b) Wat is de potentiaal van de eenvoudige galvanische cel van vraag 3a? Licht je antwoord toe met een eenvoudige berekening.

$$E(\text{cell}) = E(\text{kathode}) - E(\text{anode})$$

Concentraties zijn 1 M, dus

$$E(\text{kathode}) = E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V}$$

$$E(\text{anode}) = E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76\text{V}$$

$$E(\text{cell}) = +0.34 - (-0.76) = 1.10\text{ V}$$

c) Als kathode en anode worden verbonden met een lampje gaat dit branden omdat de cel stroom gaat leveren. Geef aan wat er in de galvanische cel gebeurt is met de concentratie van de koper-ionen, de zink-ionen, en de cel potentiaal nadat de cel enige tijd stroom heeft geleverd. Bij welke koper en zink concentratie zal de cel uit opgave 3a ophouden stroom te leveren?

Als de cel stroom levert, wordt de zink electrode geoxideert en de koper(II) oplossing gereduceerd. Hierdoor zal de $[Zn^{2+}]$ toenemen en $[Cu^{2+}]$ afnemen. De cel zal ophouden stroom te leveren als op het moment dat $E(\text{cel})=0$

De concentraties bij $E(\text{cel})=0$ kunnen worden berekend met behulp van de wet van Nernst, als volgt:

De redox reactie is

	$Cu^{2+} + Zn \rightleftharpoons Cu + Zn^{2+}$	
start reactie	1M	1M
verbruik	-x	+x
concentraties na enige tijd	(1-x)	(1+x)

Wet van Nernst: $E(\text{cel}) = E^0 + 0.0592/2 \log([Zn^{2+}]/[Cu^{2+}])$, oplossen voor $E(\text{cel})=0$

$$1.10 - 0.0592/2 \log((1+x)/(1-x)) = 0 \Leftrightarrow \log((1+x)/(1-x)) = +1.10 \cdot 2 / 0.0592 = 37.162$$

$$(1+x)/(1-x) = 10^{+37.162} = 1.45 \cdot 10^{37}$$

$$\Leftrightarrow (1+x) = 1.45 \cdot 10^{37} - 1.45 \cdot 10^{37} x \Leftrightarrow x + 1.45 \cdot 10^{37} = 1.45 \cdot 10^{37} - 1$$

$$\Leftrightarrow x (1 + 1.45 \cdot 10^{37}) = 1.45 \cdot 10^{37} - 1$$

$$\Leftrightarrow x = (1.45 \cdot 10^{37} - 1) / (1 + 1.45 \cdot 10^{37}) \sim 1$$

dus reactie stopt als $[Cu^{2+}] = 1-x \sim 0$; loopt dus door tot alle Cu^{2+} is verbruikt. Op dat moment is $[Cu^{2+}] \sim 0M$ en $[Zn^{2+}] \sim 2M$

Omdat er niet expliciet naar de berekening is gevraagd, is alleen een goede uitkomst als antwoord (dus zonder berekening) ook goed gerekend.