

Toets Chemie Aarde II, 20 December, 2012.

- Er zijn in totaal 7 vragen, die samen 100 punten kunnen opleveren. Het aantal punten per vraag (de weging) is ook gegeven.
- Denk aan de units. Onjuiste of ontbrekende units kost 20 % van de score, onjuiste antwoorden door reken of tekenfouten (+, -) leiden tot 30 % vermindering.
- De benodigde thermodynamische data, moleculaire massa etc. en enkele vergelijkingen vind je aan het einde. Je mag verder aannemen dat concentraties en activiteiten identiek zijn.
- Schrijf je naam en studentnummer op elk blad. Succes.

Vraag 1. (10 punten).

Thermodynamische data worden in diverse units gerapporteerd. De ideale gas constante R wordt meestal gerapporteerd als $R=8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Laat zien dat R ook gegeven kan worden als $62.36 \text{ L Torr mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

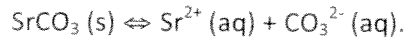
Vraag 2. (15 punten)

Een oplossing heeft een calcium $[\text{Ca}^{2+}]$ concentratie van $2.01 \cdot 10^{-8} \text{ M}$ en een fosfaat $[\text{PO}_4^{3-}]$ concentratie van $1.6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

- Wat is het oplosbaarheidsproduct van $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (K_{sp})?
- Wat is de enthalpie van de reactie (ΔH°) gegeven een entropie verandering (ΔS°) van $-836,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ bij 25°C .

Vraag 3 (15 punten)

De oplosbaarheid van het mineraal strontianiet (SrCO_3) vindt plaats volgens:



Bereken het oplosbaarheidsproduct bij 25°C en bij 2°C .

Vraag 4 (15 punten)

Bereken de pH van de volgende oplossingen:

- 0,001 M van natronloog (NaOH met een pK_b van 0,2)
- 0,1 M van azijnzuur (CH_3COOH met een pK_a van 4,76)
- 0,1 M van mierenzuur (HCOOH , pK_a van 3,75) in oplossing met 0,2 M Natriumformiaat (HCOONa). Je mag er vanuit gaan dat HCOONa goed oplost.

Vraag 5. (21 punten)

Beschouw water in uitwisseling met een atmosfeer met een kooldioxide druk ($p\text{CO}_2$) van $10^{-3.5}$ atm bij 25°C . Verder zijn gegeven de zuurconstanten $K_1=10^{-6.35}$ en $K_2=10^{-10.33}$ en de Henry constante (K_H) = $10^{-1.47}$ en $K_w=10^{-14}$. Je mag verder aannemen dat activiteiten gelijk zijn aan concentraties. Voor een pH van 7,8, bereken:

- de totale anorganisch koolstof concentratie (C_T) in mM.
- de alkaliteit ("total alkalinity") in mM.
- de concentratie van opgelost strontium $[\text{Sr}^{2+}]$ als het water in evenwicht is met strontianiet (SrCO_3).

Vraag 6. (12 punten)

In een druipsteengrot, dus een systeem geïsoleerd van de atmosfeer, heeft het water een totale anorganisch koolstof concentratie (C_T) van 1,9 mM en is in evenwicht met calciet (CaCO_3) bij 25 °C. Verder zijn gegeven de zuurconstanten $K_1=10^{-6,35}$ en $K_2=10^{-10,33}$ en de Henry constante (K_H) = $10^{-1,47}$. Je mag verder aannemen dat activiteiten gelijk zijn aan concentraties. Bereken de $p\text{CO}_2$ in de grot voor een pH van 7,5.

Vraag 7. (12 punten)

Geef 3 redenen waarom calciet (CaCO_3) oplost met toenemende diepte in de oceaan.

Gegevens die mogelijk nodig zijn:

Species of stof	ΔG_f° kJ mol ⁻¹	ΔH_f° kJ mol ⁻¹	ΔS_f° J mol ⁻¹ K ⁻¹
CaCO_3 (s)	-1129,1	-1207,6	91,7
SrCO_3 (s)	-1140,1	-1220,1	97,1
CO_3^{2-}	-527,9	-677,1	-56,9
H_2O	-237,1	-285,8	70,0
Ca^{2+}	-553,5	-542,8	-53,1
Sr^{2+}	-559,5	-545,8	-32,6

Atoomgewichten: H = 1; C = 12; O = 16; S = 32,1; Ca = 40; Sr = 87,62 gr mol⁻¹.

Geheugensteuntjes: 1 atm = $1,01325 \cdot 10^5$ Pa (N m⁻²) = 760 mm Hg = 760 torr; 1 bar = 10^5 Pa;

1 mol ideaal gas = 22,4 liter; R = 8,31 J mol⁻¹ K⁻¹; 1 J = 1 Nm

$R = 62,36 \text{ L torr mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$\ln K_{T1} = \ln K_{T2} + \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln K_{eq} = \left(\frac{-\Delta G^\circ}{RT} \right)$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$\text{HCO}_3^- = \frac{\text{H}_2\text{CO}_3 \cdot K_1}{\text{H}^+}$$

$$\Delta G_{\text{reaction}} = \sum \Delta G_{\text{prod}} - \sum \Delta G_{\text{reactants}}$$

$$\alpha = \left(1 + \frac{K_1}{[H^+]} + \frac{K_1 K_2}{[H^+]^2} \right)$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 = K_H \cdot p\text{CO}_2$$

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{C_T \cdot K_1 \cdot K_2}{\alpha \cdot (H^+)^2}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 = C_T / \alpha$$

$$\text{HCO}_3^- = \frac{C_T \cdot K_1}{\alpha \cdot H^+}$$

$$\text{CO}_3^{2-} = \frac{\text{HCO}_3^- \cdot K_2}{H^+}$$

$$pV = nRT$$

$$B_{\text{tit}} = \frac{dC}{dpH} = 2,3 \left[\frac{K_a}{H^+} + H^+ + \frac{K_2 C H^+}{(K_2 + H^+)^2} \right]$$