

Toets Chemie van Systeem Aarde, 16 December, 2011.

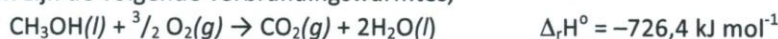
- Er zijn in totaal 8 vragen, die samen 100 punten kunnen opleveren. Het aantal punten per vraag (de weging) is ook gegeven.
- Denk aan de units. Onjuiste of ontbrekende units kost 20 % van de score, onjuiste antwoorden door reken of tekenfouten (+, -) leiden tot 30 % vermindering.
- De benodigde thermodynamische 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).

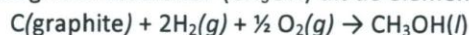
Zeldzame aard metalen (Rare Earth Elements; REE) zijn essentieel voor elektronica, windmolens en hybride auto's en er zijn mondiaal tekorten. Men overweegt om diepzee modder te winnen. Hoeveel km^2 moet men afgraven om aan de jaarproductie van 135 miljoen kg REE te komen gegeven (1) een REE concentratie in de modder van 640 ppm, (2) een modderdichtheid van $0,5 \text{ g cm}^{-3}$ en een (3) 80 meter dikke REE rijke modderlaag. (Gebaseerd op recentelijk Nature Geoscience artikel)

Vraag 2 (10 punten).

Gegeven zijn de volgende verbrandingswarmtes,



Bereken de enthalpie van vorming voor methanol (CH_3OH) uit de elementen:



Vraag 3 (12 punten)

De gassen waterstof en zuurstof kunnen reageren tot waterdamp. Een 0,5 mol H_2 reageert met 0,25 mol O_2 met als resultaat dat het volume afneemt met 5.6 liter bij 1 atmosfeer druk.

- a) Bereken de verandering in de standaard enthalpie van de reactie.
- b) Hoeveel PV arbeid is verricht
- c) Wat is de verandering in Interne Energie.

Vraag 4. (12 punten)

Een 0,5 mol van een ideaal gas initieel op $18,0^\circ\text{C}$ expandeert van 1,4 L naar 7,3 L. Bereken arbeid (w), warmte (q), verandering in interne energie (ΔE) en in entropie (ΔS) als dit isothermaal plaats vindt tegen een externe druk van 1,0 atm.

Vraag 5. (10 punten)

Kalk (CaO) wordt geproduceerd uit kalksteen (CaCO_3) en hierbij komt kooldioxide gas vrij. Je mag aannemen dat ΔH° en ΔS° onafhankelijk van de temperatuur zijn.

- (a) Waarom vindt deze reactie niet spontaan plaats bij 25°C ?
- (b) Boven welke temperatuur is deze reactie spontaan?

Vraag 6. (15 punten)

De oplosbaarheid van bariet (BaSO_4) vindt plaats volgens: $\text{BaSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$. Bereken het oplosbaarheidsproduct bij 25°C en bij 2°C .

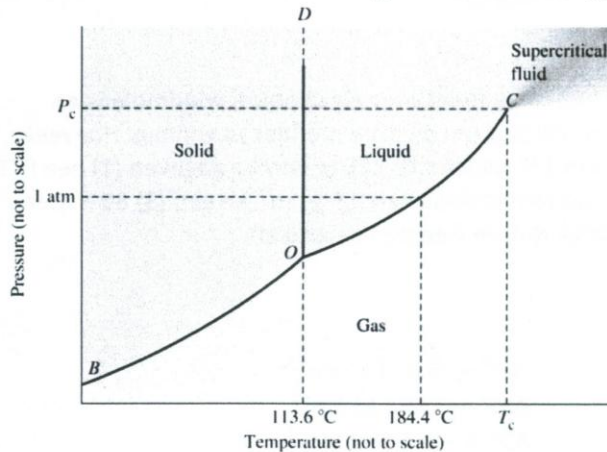
Vraag 7. (15 punten)

Bereken de pH van de volgende oplossingen:

- 0,01 M van salpeterzuur (HNO_3 met een pK_a van 0)
- 0,001 M van fluorzuur (HF met een pK_a van 3,46)
- 0,1 M van azijnzuur (CH_3COOH met een pK_a van 4,76)

Vraag 8 (16 punten).

Een druk-temperatuur fase-diagram geeft de fasen van een stof weer als functie van temperatuur en druk. Hieronder staat het fase-diagram van een stof (I, jood).



- Komt deze stof voor als vaste fase, vloeistof of gas bij kamertemperatuur en atmosferische druk van 1 atm?
- Wat is het kookpunt van deze stof?
- Hoeveel vrijheidsgraden heeft deze stof op de lijn BO?
- Waarom is de helling van lijn OC minder stijf dan die van lijn OD?

Gegevens die mogelijk nodig zijn:

Species of stof	ΔG_f° kJ mol ⁻¹	ΔH_f° kJ mol ⁻¹	S° J mol ⁻¹ K ⁻¹
SO_4^{2-} (aq)	-744,6	-909,3	20
BaSO_4 (s)	-1362,2	-1473,2	132,2
Ba^{2+} (aq)	-560,8	-537,6	9,6
CaCO_3 (s)	-1129,1	-1207,6	91,7
CaO (s)	-603,3	-634,9	38,1
CO_2 (g)	-394,4	-393,5	213,6
H_2 (g)	0	0	130,6
O_2 (g)	0	0	205,0
H_2O (g)	-228,6	-241,8	188,7

Atoomgewichten: H = 1; C = 12; O = 16; S = 32,1; Ca = 40; Ba = 137,3 gr mol⁻¹.

Geheugensteuntjes: 1 atm = 1,01325 * 10⁵ Pa (N m⁻²); 1 mol ideaal gas = 22,4 liter; R = 8,31 J mol⁻¹ K⁻¹.

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

$$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T} \quad \Delta E = q + w$$

$$\Delta G_{reaction} = \sum \Delta G_{prod} - \sum \Delta G_{reactants} \quad w = -P_{ext}\Delta V$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{T\Delta V}$$

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

$$\ln K_T = \ln K_{298} + \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_{298}} - \frac{1}{T} \right)$$

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

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