

# **Herhalingstentamen Thermodynamica**

**30 augustus 2007**

**Naam:**

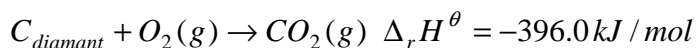
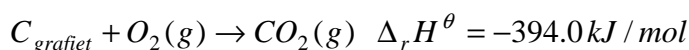
**Studentnummer:**

**Adres:**

**Plaats:**

## Vraagstuk 1

- Geef een formulering van de eerste Hoofdwet van de Thermodynamica.
- Geef een formulering van de tweede Hoofdwet van de Thermodynamica.
- Voor de verbranding van koolstof in de vorm van grafiet en in de vorm van diamant geldt bij  $T = 298K$  :



Bereken  $\Delta_r H^\theta$  voor de overgang  $C_{\text{grafiet}} \rightarrow C_{\text{diamant}}$ . Zegt dit iets over de evenwichtstoestand van koolstof bij  $T = 298K$ ? Toelichten.

- Wat is het entropieverschil tussen deze twee vormen van koolstof bij het absolute nulpunt  $T=0K$ ? Waarom?
- Wat verstaan we onder de **standaard toestand** van een substantie?
- Wat wordt bedoeld met de uitspraak dat een thermodynamische grootte (zoals entropie, energie, etc) een **toestandsfunctie** is?

- In Atkins wordt afgeleid dat algemeen geldt  $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ . Welke

bekende fysische grootte correspondeert met  $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ ? Wat is de waarde van

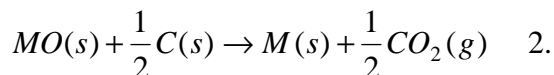
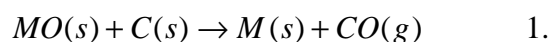
$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$  voor een ideaal gas? Waarom?

- Voor welk proces is de waarde van  $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$  van groot belang? Toelichten.
- Wat is een reversibel proces?
- Bereken de entropieverandering van een ideaal gas dat een isotherme expansie ondergaat van druk  $p_i$  naar druk  $p_f$  bij temperatuur  $T$ . Maakt het nog verschil of de expansie reversibel plaatsvindt of niet? Toelichten!

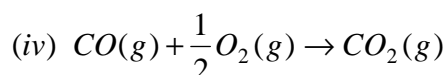
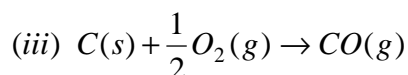
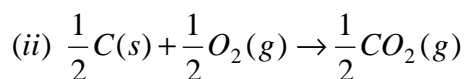
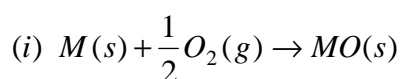
## **Ruimte voor Opgave 1**

## Vraagstuk 2

Metalen  $M$  kunnen door middel van reductie met koolstof  $C$  of koolstofmonoxide  $CO$  uit hun oxides worden verkregen. Er zijn 3 verschillende reacties mogelijk:



a. Druk elk van bovengenoemde reductiereacties 1, 2 en 3 uit als verschil van één van de reacties *ii*, *iii* of *iv* met de oxidatiereactie *i*.



b. We beschouwen nu deze reacties bij  $T = 298K$  voor het metaal  $M$  gelijk aan ijzer  $Fe(s)$ . Bereken hiervoor de standaard Gibbs vrije energie van reacties 1., 2. en 3. met behulp van onderstaande gegevens bij  $T = 298K$ .

$$\Delta_f G^\theta(FeO, s) = -255.0 kJ/mol; \Delta_f G^\theta(CO_2, g) = -394.4 kJ/mol;$$

$$\Delta_f G^\theta(CO, g) = -137.2 kJ/mol$$

Welke van de reacties 1., 2., of 3. verloopt spontaan en kan dus worden gebruikt om  $Fe(s)$  uit  $FeO(s)$  te verkrijgen bij  $T = 298K$ ?

c. Voor de temperatuurafhankelijkheid van standaard Gibbs vrije energie van reactie  $\Delta_r G^\theta$  geldt  $d\Delta_r G^\theta / dT = -\Delta_r S^\theta$ . Wat kun je kwalitatief zeggen over  $\Delta_r S^\theta$  van reacties 1., 2. en 3.? Hint: Baseer je antwoord op het al of niet vrijkomen van gas bij de reactie. Wat kun je nu zeggen over de temperatuurafhankelijkheid van de standaard Gibbs vrije energie van reactie  $\Delta_r G^\theta$  van elk der reacties 1 tot en met 3 (afnemend, toenemend, min of meer gelijkblijvend). Betekent dit dat ook de andere twee reacties bij hogere temperatuur kunnen worden gebruikt voor de productie van  $F(s)$  uit  $FeO(s)$ ?

## **Ruimte voor Opgave 2**

### Opgave 3

Een thermisch geïsoleerde gesloten cilinder bevat een warmtegeleidende wrijvingsloos beweegbare scheidingswand. Oorspronkelijk is deze wand vastgezet waardoor de cilinder bestaat uit een linker compartiment van  $2dm^3$  en een rechter compartiment van  $1dm^3$ . Het linker compartiment bevat lucht van  $T = 300K$  en  $p = 5bar$ . Het rechter compartiment bevat lucht van  $T = 300K$  en  $p = 2bar$ . De scheidingswand wordt nu ontgrendeld en bereikt evenwicht in een nieuwe positie. Beantwoord de volgende vragen onder de aanname dat lucht als een ideaal gas mag worden beschouwd.

- Bereken de druk en temperatuur van de evenwichtssituatie.
- Bereken de nieuwe volumina van beide compartimenten.
- Bereken de totale entropieverandering.
- Welk irreversibel proces is er opgetreden?

$$R = 8.314JK^{-1}mol^{-1}$$

### **Ruimte voor Opgave 3**