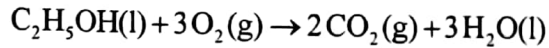


**CHEM-C2200 Kemiallinen termodynamiikka**  
**1. välikoe 22.10.2018**

HUOM! Ratkaisut on perusteltava ja kaikki tehtävissä esille tulevat suureet määriteltävä.

1.

Kun 3,05 g nestemäisessä olomuodossa olevaa etanolia,  $C_2H_5OH$ , poltettiin ylimäärässä happea pommikalorimetrissa, mitattiin kehittyneeksi lämmöksi 90,447 kJ lämpötilassa 25 °C vakio-tilavuudessa.



- a) Laske etanolin palamisreaktion reaktioentalpia  $\Delta_r H_m^\circ$  (298 K).  
b) Laske a)-kohdan tuloksesta sekä sopivista taulukkoarvoista, etanolin standardinen muodostumisentalpia  $\Delta_f H_m^\circ$  ( $C_2H_5OH$ , l, 298 K).

2.

1 mol lyijyä,  $Pb(s)$ , lämmitetään 101 kPa paineessa 298 K lämpötilasta 773 K lämpötilaan, jossa lyijy on sulana.

- a) Laske lyijyn moolientropian standardikasvu  $\Delta S_m^\circ$  ko. tilanmuutoksessa.  
b) Mikä on lyijyn moolientropian standardiarvo lopputilassa?

$$C_{p,m}^\circ(Pb, s) = \left(23,6 + 10,0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{T}{K}\right) JK^{-1}mol^{-1}$$

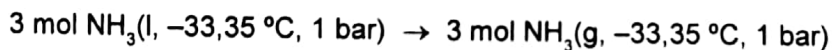
$$C_{p,m}^\circ(Pb, l) = 32,4 JK^{-1}mol^{-1}$$

$$\Delta_{fus} H_m^\circ(Pb, 600 K) = 4,81 kJmol^{-1}$$

$$S_m^\circ(Pb, s, 298 K) = 64,9 JK^{-1}mol^{-1}$$

3.

Ammoniakin,  $NH_3(l)$ , kiehumispiste on 1 bar paineessa  $-33,35$  °C ja sen höyrystymisentalpia kiehumispisteessä on  $23370 J mol^{-1}$ . Laske tilanmuutokselle

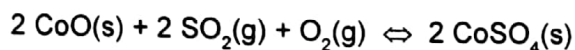


suureet  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta A$  ja  $\Delta G$ .

Oleta nestemäisessä olomuodossa olevan ammoniakin moolitilavuus merkityksettömäksi kaasumaisen olomuodon moolitilavuuteen verrattuna.

4.

Tarkastellaan reaktiota



- a) Laske reaktion standardinen reaktioentalpia  $\Delta_r H_m^\circ$  ja standardinen reaktioentropia  $\Delta_r S_m^\circ$  lämpötilassa 675 °C käyttäen tarvittavia termodynaamisten suureiden taulukkoarvoja. Oleta reaktioon osallistuvien aineiden  $C_p$ :t lämpötilasta riippumattomiksi vakioiksi.  
b) Laske a)-kohdan tuloksista reaktion standardinen Gibbsin energia  $\Delta_r G_m^\circ$  ja tasapainovakio  $K_p$  lämpötilassa 675 °C.

5.

Kiinteän hiilidioksidin (ns. hiilihappojään) höyrönpaine 194,65 K lämpötilassa on 101,325 kPa. Sen kolmoispiste on 216,55 K lämpötilassa ja 517,973 kPa paineessa.

- a) Laske hiilidioksidin sublimoitumisentalpian keskimääräinen arvo yo. lämpötilavälillä.  
b) Mikä faasimuoto (s, l, g) voi esiintyä hiilidioksidin (g) kanssa tasapainossa 101,325 kPa paineessa? **Perustele vastauksesi!**