

$W = nRT$   
 $PV = \frac{m}{M}RT$   
 $\Rightarrow \frac{m}{V}$   
 $= \rho = \frac{P \cdot M}{RT}$

**Ene-39.3004 Kemiallinen termodynamiikka**

Tentti 20.05.2011 klo 13-17. Kuhunkin vastauspaperiin nimi, osasto vsk ja opintokirjan numero.

1. Maakaasulinjassa, joka voidaan tässä käsitellä metaanikaasuna, tapahtuu venttiilissä paineen pudotus 18 barista 12 bariin. Kaasun lämpötila ennen paineenalennusventtiiliä on 15°C. Laske yleistetyin kokoonpuristuvuusdiagrammin avulla metaanikaasun lämpötilan muutos paineenalennusventtiilissä. Laske myös kaasun tiheys ennen ja jälkeen venttiiliin ja vertaa tuloksia ideaalikaasun mukaan laskettaviin arvoihin.

2. Reaktion  $N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = N_2O(g)$  tasapainovakio lämpötilassa 1900 K on mittausten mukaan  $K = 10^{-6}$  ja reaktioentalpia samassa lämpötilassa on mittausten mukaan  $\Delta H = 88 \text{ kJ/mol}$ . Laske tämän perusteella typpioksidin  $N_2O(g)$  absoluuttinen entropia lämpötilassa 1900K ja yhden barin paineessa. Typpikaasun entropia tässä lämpötilassa ja paineessa on  $s^0 = 250,2 \text{ J/molK}$  ja happikaasun entropia  $s^0 = 266,8 \text{ J/molK}$ .

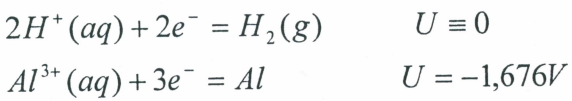
$315 \frac{J}{mol \cdot K}$

3. Kuumennettaessa metaania 1 barin paineessa sopivan katalyytin läsnäollessa se hajoaa vedyksi ja hiileksi:  $CH_4(g) = C(s) + 2H_2(g)$ . Missä lämpötilassa 2/3 metaanista on hajonnut?

typpioksidista  
 $T = 800K$

Ohje: Huomaa, että yo. reaktio on samalla metaanin muodostumisreaktio, jonka tasapainovakio löytyy myös Janafin taulukosta muodossa  $\log K_f$ .

4. Standardielektrodipotentiaalit vedylle ja alumiinille suhteessa standardivetyelektrodiin ovat:



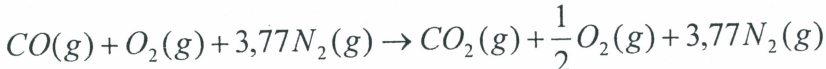
$\frac{kJ}{mol} \cdot \frac{mol}{5} = kJ$

Johda tasapainoyhtälöistä kaava, josta potentiaali  $U = -1,676V$  voidaan laskea kemiallisten potentiaalien  $\mu_{Al^{3+}}^0$ ,  $\mu_{Al}^0$  ja  $\mu_{H_2}^0$  avulla. Laske saamasi kaavan avulla  $\mu_{Al^{3+}}^0$  lämpötilassa  $T_0 = 298,15K$ , kun  $\mu_{Al}^0 = -8,4 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$  ja  $\mu_{H_2}^0 = -39 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$ .

Ohje: Sähkökemiallinen tasapainoehto kirjoitetaan sähkökemiallisten potentiaalien  $\tilde{\mu} = \mu + zF\Phi$  avulla.

5. Häkäkaasua  $CO(g)$  johdetaan lämpötilassa 600 K palokammioon, johon syötetään ilmaa ilmakertoimella kaksi eli täydellinen palaminen menee seuraavan reaktioyhtälön mukaan:

565kn



$(0,5x) - \frac{1}{2} = 0$

$\frac{1}{2}x = 1 \quad 0,5 \cdot 2 = 1$