

# Kem-31.113 FYSIKAALINEN KEMIA - TERMODYNAMIIKKA

Osatentti 1 18.12.2000 Atkinsin mukaan

Tenttipaperiin on merkittävää:

1. Sukunimi (myös entinen) sekä etunimet (puhuttelunimi allev.) joka paperiin
2. Osasto ja opiskelijanumero
3. Tentittävä aine ja tentin päivämäärä

Tehtävissä tarvittavat termodynaamisten suureiden lukuarvot etsitään monisteesta G. Fabricius, et al., Fysikaalisen kemian taulukoita, Otatieto, moniste no 548.

HUOM! Merkitse selvästi tenttipaperille sen tehtävän numero, jonka ratkaisua käsittelet!  
Fysikaalinen kemia - termodynamiiikka samalla kertaa kokonaan tenttiville valitaan osasta 1 tehtävät 2, 5, 6 ja osasta 2 tehtävät 1, 3 ja 6.

①

Veden nestemäiselle olomuodolle tunnetaan sen ominaistilavuuden  $v$  lämpötilariippuvuus muodossa

$$\ln[V_m / (\text{cm}^3 \text{mol}^{-1})] = a + b \ln(T/K) + C/T,$$

$a$ ,  $b$ ,  $c$  ovat numeerisia vakioita, joiden paineriippuvuus on merkityksetön painealueella 1 bar ... 10 bar.

Laske yo. yhtälön perusteella, mikä on nestemäisessä olomuodossa olevan veden tilavuuden lämpötilakerroin  $\alpha(T)$  vakiopaineessa ( $\alpha$  aikaisemmin käytetty nimi: lämpölaajenemiskerroin,  $\alpha \equiv 1/V_m (\partial V_m / \partial T)_p$ ),  $V_m$  on moolitilavuus.

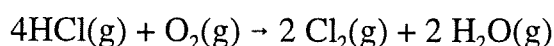
②

1 mol metaanikaasua  $\text{CH}_4(\text{g})$  laajenee adiabaattisesti ja reversiibelisti alkutilastaan 10 bar, 373,15 K lopputilaan, jossa sen lämpötila on 298,15 K.

- a) Laske lopputilan paine.
- b) Laske yo. tilanmuutokselle  $\Delta U_m$ ,  $\Delta H_m$ ,  $\Delta S_m$ ,  $\Delta A_m$  ja  $\Delta G_m$ , metaani oletetaan ideaalikaasuksi, jolle  $C_{pm} - C_{vm} = R$ .

③

Kloorikaasua valmistetaan Deacon prosessissa, jossa tapahtuu reaktio

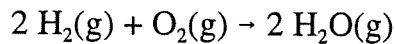


Laske 1025 °C lämpötilassa tämän reaktion

- a) standardinen entalpia  $\Delta_r H^\circ$  ja
- b) standardinen entropia  $\Delta_r S^\circ$ .

4.

Oletetaan, että reaktio



tapahuu adiabaattisesti vakioaineessa suljetussa systeemissä. Vedyn palamiseen tarvittava happi otetaan ilmasta, jonka oletetaan sisältävän 1 mol  $\text{O}_2/4$  mol  $\text{N}_2$ .

Laske  $[\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})]$ -tuoteseoksen loppulämpötila (ns. adiabaattinen liekin lämpötila), kun muut mahdolliset reaktiot jätetään huomioimatta. Reaktio lähtötilassa kaasut olivat 25 °C lämpötilassa.

5.

Vetykaasulle on voimassa 25 °C lämpötilassa painealueella 0 ... 1500 atm tilanyhtälö (0,5% tarkkuudella)

$$pV_m = RT(1 + 6,4 \cdot 10^{-4} p/\text{atm}).$$

- a) Johda reaalikaasun fugasiteetikertoimelle yhtälö

$$\ln \phi = \int_0^p \frac{z-1}{p} dp$$

- b) Laske vetykaasun fugasiteetti  $f$  ja fugasiteettikerroin  $\phi$  25 °C lämpötilassa 1200 atm paineessa.

6.

Osoita, että puhtaan yhden aineen systeemissä on voimassa yhtälö

$$\left( \frac{\partial(G/T)}{\partial(1/T)} \right)_p = H.$$

(Ns. Gibbs-Helmholtzin yhtälön modifioitu muoto).