

# Kem-31.113 FYSIKAALINEN KEMIA - TERMODYNAMIIKKA

Osatentti 1                      23.10.2000 (Atkinsin mukaan)

Tenttipaperiin on merkittävä:

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!

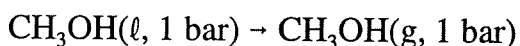
1.

Reaalikaasun tilanyhtälö on muotoa  $p(V-nb)=nRT$ , jossa  $b$  on vakio. Kun kyseinen kaasu on tietyssä lämpötilassa ja paineessa, on kaasun moolitilavuus  $V_m = 10 b$ .

Laske kaasun kompressibiliteettikerroin  $Z$  edellä mainitussa tilassa.

2.

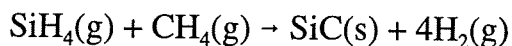
Metanolin höyrystymisentalpia on  $35,27 \text{ kJ mol}^{-1}$  sen standardisessa (1 bar) kiehumispisteessä  $64,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Laske tilanmuutokselle



moolia kohti metanolia  $\Delta U_m$ ,  $\Delta H_m$ ,  $\Delta S_m$ ,  $\Delta A_m$  ja  $\Delta G_m$ . Tee tarvittavat olettamukset.

3.

Laske reaktiolle



lämpötilassa  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$

- a) standardinen entalpia  $\Delta H^\ominus$
- b) standardinen entropia  $\Delta S^\ominus$

4.

Typrikaasun tilanyhtälö voidaan esittää muodossa

$$Z \equiv pV_m/RT = 1 + Bp + Cp^2 + Dp^3,$$

a) Johda yhtälö

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

josta reaalikaasun fugasiteettikerroin  $\phi$  voidaan laskea.

b) Laske typpikaasun fugasiteetti ja fugasiteettikerroin 273 K lämpötilassa ja 100 bar paineessa.

5.

Adiabaattisessa pommikalorimetrissa poltettiin 0,6018 g naftaleenia ( $C_{10}H_8$ ;  $128,21 \text{ g mol}^{-1}$ ) ylimäärässä happikaasua. Tällöin havaittiin, että kalorimetrin aktiivisen osan lämpötila nousi 2,035 K alkulämpötilasta 24,015 K. Mitattuun lämpötilan nousuun vaikutti myös se, että naftaleenista tehtyyn näytepalaan puristettua sytytyslankaa hapettui 0,0142 g.

Samassa kalorimetrissa suoritettiin kalibrointikoe. Tällöin 0,5742 g bentsoehappoa ( $C_6H_5OOH, s$ ) paloi ylimäärässä happea ja samanaikaisesti sytytyslankaa hapettui 0,0121 g. Kalibrointi-kokeessa lämpötila nousi 1,270 K alkulämpötilasta 24,525 K.

- a) Laske kalibrointikokeen tulosten perusteella kalorimetrin aktiivisen osan lämpökapasiteetti, kun bentsoehapon palamiselle on  $\Delta_c u = -26,434 \text{ kJ g}^{-1}$  ja sytytyslangan palamiselle  $\Delta_c u = -6,28 \text{ kJ g}^{-1}$ .
- b) Laske naftaleenin palamisreaktion  $\Delta_c H$  ( $\approx \Delta_c H^\ominus$ ) kokeen keskimääräisessä lämpötilassa 25 °C a) kohdassa määritettyä kalorimetrin lämpökapasiteettia käyttäen.

6.

Laske derivaatan  $(\partial U/\partial V)_T$  arvo van der Waalsin tilanyhtälö

$$p = R T/(V_m - b) - a/V_m^2$$

soveltaen.