FY1005/TFY4165 Termisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Våren 2013.
Veiledning: 12. og 15. april. Innleveringsfrist: Onsdag 17. april kl 14.

Øving 11

Oppgave 1

Damptrykket for vann ved 0°C er 4.58 mm Hg. Anta at vanndampen er ideell gass med volum som er mye større enn volumet til samme mengde vann. Anta videre at fordampningsvarmen (ved 100°C), $L = 40.7$ kJ/mol, kan benyttes for alle temperaturer. Beregn ut fra dette kokepunktet til vann ved 1 atm (760 mm Hg).

Oppgave 2

Ved temperaturene $T_1 = 0$°C og $T_2 = 20$°C er damptrykket for CCl_4 (karbontetraklorid) henholdsvis 4402 Pa og 12139 Pa. Bestem fordampningsvarmen og estimer damptrykket ved $T = 30$°C.

Oppgave 3

Med 4 L vann i bilradiatoren, hva vil gi den beste beskyttelse mot vinterkulde, tilsetting av (A) 500 g etylenglykol ($C_2H_6O_2$), eller (B) 500 g etanol (C_2H_5OH)? Gir noen av alternativene *tilstrekkelig* beskyttelse mot vinterkulden her i Trondheim? Oppgitt: Smeltevarme for is: $L = 80$ cal/g (1 cal = 4.184 J).

Oppgave 4

a) Sjøvann med osmotisk trykk 23 atm (1 atm = $1.013 \cdot 10^5$ Pa) kan brukes til å produsere ferskvann ved omvendt osmose, der vannet blir presset gjennom en membran som holder igjen saltet. Bestem den teoretiske minstekostnaden pr tonn produsert ferskvann når saltinnholdet i det resterende sjøvannet blir firedoblet og kraftprisen er 0.80 kr pr kWh.

b) Anslå den tilsvarende prisen pr tonn ferskvann dersom det produseres ved vanlig destillasjon.

c) Kraftverk som kan utnytte det osmotiske trykket mellom ferskvann og saltvann ved utløpet av elver blir vurdert. Anta at det pr tidsenhet strømmer en vannmengde Q (volum pr tidsenhet) gjennom membranen som skiller ferskvann og saltvann. Denne strømmen fører til et trykktap (friksjon) $\Delta p_t = \lambda Q$ der λ er en konstant. Når strømmen er $Q = Q_0$, er trykktapet Δp_t lik det osmotiske trykket Δp_0. Men når $Q < Q_0$, vil trykkdifferansen $\Delta p = \Delta p_0 - \Delta p_t$ kunne utføre et netto arbeid (f.eks drive en turbin). Hvor stor blir effekten P når en ser bort fra tap for øvrig? Hva blir maksimal effekt dersom $\Delta p_0 = 23$ atm og $Q_0 = 125$ L/s?

Oppgave 5

a) Røde blodlegemer har en cellevegg som tåler en trykkforskjell på bare 5 mm Hg før de går i stykker. Hvilken molbrøkforskjell Δx av oppløste stoffer over cellemembranen gir hemolyse, dvs ødeleggelse av cellemembranen?

b) Frysepunktnedsettelsen av humant blodserum er 0.535°C. Hva er den maksimale prosentvise endringen av mengden (molbrøken) oppløste stoffer (som ikke kan trenge gjennom cellemembranen) som kan tåles uten at hemolyse skjer?

Svar: 1: 109 grader. 2: 33.7 kJ/mol, 19.2 kPa. 4a: 96 øre/tonn. 4b: 600 kr/tonn. 4c: 73 kW. 5a: $4.7 \cdot 10^{-6}$. 5b: ca 0.1%.