

NORGES TEKNISK- NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET INSTITUTT FOR KJEMI

TKJ4160 FYSIKALSK KJEMI GK, KONTINUASJONSEKSAMEN 2006

August 2006 Tid: 9.00-13.00

Faglig kontakt under eksamen: Professor Signe Kjelstrup, tlf. 91897079

Hjelpemidler: Typegodkjent lommekalkulator med tomt minne

Aylward og Findlay: SI Chemical Data

Vedlagte formelsamling

Opgavene veies slik: Oppgave nr 1:2:3 =3:3:4

Oppgave 1

En elektrolytt inneholder 0.1 mol LiNO_3 og 0.2 mol NaNO_3 pr liter.

- Beregn løsningsens spesifikke ledningsevne κ .
- Beregn transporttallet t_+ for litiumionet i denne løsningen.
- Løsningen er i et rør med diameter 2 mm. Hvor langt vil et litiumion i løsningen bevege seg i middel i 100 sekunder når en strøm på 0.1 A går gjennom løsningen?

Redegjør for antakelsene du har vært nødt til å gjøre.

Oppgave 2

Vi betrakter en harmonisk oscillator med Schrödingerligning:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \Psi(x) + \frac{1}{2} m (2\pi\nu)^2 x^2 \Psi(x) = \Psi(x) E$$

Her er m partikkelens masse og ν er frekvensen.

- Gitt bølgefunksjonen

$$\Psi(x) = \left(\frac{2m\nu}{\hbar} \right)^{1/4} \exp\left(\frac{-m\pi\nu}{\hbar} x^2 \right)$$

Vis at denne funksjonen er en løsning til den ovenstående Schrödingerligningen og bestem energien E .

- Vi betrakter nå N gasmolekyler ved temperaturen T og antar at Boltzmanns fordeling gjelder, dvs

$$\frac{n_i}{N} = \frac{\exp(-\varepsilon_i/kT)}{\sum_i \exp(-\varepsilon_i/kT)}$$

Bestem et uttrykk for forholdet n_k/n_m mellom okkupasjonen (befolkningen) av disse to energinivåer, og vis at dette er uavhengig av partisjonsfunksjonen og avhengig av energiforskjellen $\Delta\varepsilon = \varepsilon_k - \varepsilon_m$.

c) Vi antar nå at det finnes bare 2 mulige tilstander for molekylet: ε_1 og ε_2 , slik at $\Delta\varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 > 0$. Finn et uttrykk for n_2/N som funksjon av $\Delta\varepsilon$ og plott denne som funksjon av kT . Diskuter de to grensene $kT = 0$ og $kT = \infty$, og beskriv systemets tilstander i disse to grensene.

Oppgave 3

a) Utled Gibbs ligning

$$dU = TdS - pdV$$

for et lukket system fra termodynamikkens 1. lov og den termodynamiske definisjonen på entropi.

b) Utvid ligningen til å gjelde et åpent system.

c) Forklar begrepet tilstandsfunksjon.

d) når en komponent (1) overføres reversibelt fra en fase (I) til en annen fase (II) gjelder følgende ligning:

$$\mu_{1,I} = \mu_{1,II}$$

Utled denne ligningen ved hjelp av Gibbs ligning for åpne system og 1. lov.

e) Bruk ligningen under d) til å utlede et uttrykk for det osmotiske trykk π for en løsning adskilt fra det rene løsningsmidlet med en membran. Membranen er gjennomtrengelig for løsningsmidlet (komponent 1), men ikke for det løste stoff (komponent 2). Anta ideell, fortynnet løsning.

f) En membran danner skillevegg mellom ferskvann og sjøvann. Sjøvann inneholder forskjellige ioner tilsvarende en total konsentrasjon på 1 mol dm^{-3} . Beregn det osmotiske trykk ved 25°C i sjøvannet når membranen bare slipper vann igjennom. Anta at sjøvannet er en ideell løsning.

g) Hva tilsvarer det osmotiske trykket beregnet i f) i meter vannsøyle?