

GEF2200 Atmosfærefysikk

Løsningsforslag til midtveiseksamen 2007

A.49.T

Midterm 2007 – 1 (thermodynamics)

- Potensiell temperatur er temperaturen en luftpakke får når den heves (ekspanderer) eller senkes (komprimeres) til 1000hPa. På sondediagrammet følger vi tørradiabaten fra punkt A ned til 1000hPa og finner $\theta = 24^\circ\text{C}$.
- Duggpunktstemperatur er den temperaturen en luftpakke får når den ved konstant trykk avkjøles til metning. Vi følger linjen for konstant trykk (900hPa) til vi krysser linjen for konstant blandingsforhold (8g/kg), og finner $T_d = 9^\circ\text{C}$.
- Kondensasjonsnivået for heving (LCL) er det nivået en luftpakke må heves til for å oppnå metning (kondensasjon). Vi følger tørradiabaten fra 900hPa og opp til vi treffer linjen for konstant blandingsforhold (8g/kg) ved 820-825hPa. Da er luftpakken mettet og vi har LCL.
- Relativ fuktighet er gitt ved

$$RH = 100\% \frac{w}{w_s} \quad (1)$$

Metningsblandingsforholdet finner vi ved å følge linjen for konstant blandingsforhold fra punkt A (15°C and 900hPa) helt ned på diagrammet. Denne er $w_s = 12\text{g/kg}$, slik at relativ fuktighet er $RH = 100\% \cdot 8/12 = 67\%$.

- Fra definisjonen av blandingsforholdet, og ved å bruke tilstandsligningen for en ideell gass, har vi

$$\begin{aligned} w &= \frac{m_v}{m_d} = \frac{\rho_v}{\rho_d} \\ &= \frac{\frac{e}{R_v T}}{\frac{p_d}{R_d T}} = \frac{e R_d}{p_d R_v} = \frac{e}{p - e} \varepsilon \end{aligned} \quad (2)$$

hvor $\varepsilon = R_d/R_v$. Vi løser for e , og får

$$e = \frac{w}{w + \varepsilon} p \quad (3)$$

Denne kan i de fleste tilfeller tilnærmes $e = wp/\varepsilon$. Vi setter så inn verdiene i oppgaven ($w = 8\text{g/kg}$, $p = 900\text{hPa}$), og det gir $e = 11.43\text{hPa}$.

- Partiell tetthet til vanndampen er tettheten vanndampen ville hatt om den var alene i det samme volumet som luftpakken opptar. Fra tilstandsligningen

har vi

$$\begin{aligned} \rho_v &= \frac{e}{R_v T} & (4) \\ &= \frac{1143 \text{Pa}}{461 \text{Jkg}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 288 \text{K}} \\ &= 8.6 \cdot 10^{-3} \text{kgm}^{-3} \end{aligned}$$

For den nye tilstanden ($p = 700 \text{hPa}$) har vi $T_{700} \approx 0.5^\circ \text{C}$.

- g. Ved $p = 700 \text{hPa}$, $T = 0.5^\circ \text{C}$ har vi metningsblandingsforholdet $w_{700} = 5.8 \text{g/kg}$, så mengden av kondensert vanndamp er $w_c = 8 - 5.8 \text{g/kg} = 2.2 \text{g/kg}$.
- h. 700hPa -nivået kalles level of free convection (LFC).
- i. Luftpakken i punktet A er betinget stabil, siden den er stabil så lenge den ikke heves over ($p = 700 \text{hPa}$).

A.50.C

Midterm 2007 – 2 (cloud physics)

- a. Det er tre ledd på høyre side av ligning (5)

$$\frac{e'}{e_s} = 1 + \frac{a}{r} - \frac{b}{r^3} \quad (5)$$

De to siste leddene er korrigeringer som følger av at vannflaten er rund (leddet a , krumningseffekten) og at det er løst et salt i den (b , løsningsseffekten).

- b. Krumningseffekten og løsningsseffekten har ulik effekt for ulike dråpestørrelser (r vs r^3). For små r (mye mindre enn 1) vil løsningsleddet bli vesentlig større enn krumningsleddet. Dersom vi ikke har noe løst salt, vil krumningseffekten føre til at vi trenger tilnærmet uendelig høy overmetning for å danne en dråpe, noe som gir linje 1 på Köhler-diagrammet i Figur 6.3 i boka. Dersom vi løser litt salt i dråpen, vil løsningsseffekten senke overmetningen nødvendig for å danne en dråpe. Denne effekten er størst for små dråper. Løsningsseffekten er altså viktigst for små dråper, mens krumningseffekten er viktigst for større dråper.