

GEF2200 Atmosfærefysikk

Oppgavesett 7: Oppgaver til 4/4-2014

A.38.C

Exam 2004 – 1

- a. Given the equation for an ice crystal growth mechanism

$$\frac{dM}{dt} = \frac{C}{\varepsilon_0} G_i S_i \quad (1)$$

Explain the terms and which process the equation describes.

- b. An ice crystal grow by this process in water saturated air, at temperature $T = -5^\circ\text{C}$. The crystal is assumed to be a cylindrical disk, with constant thickness $d = 10\mu\text{m}$. The capacity of a disk with radius r is given by $C = 8r\varepsilon_0$. The $G_i S_i$ term is given in Figure 1.

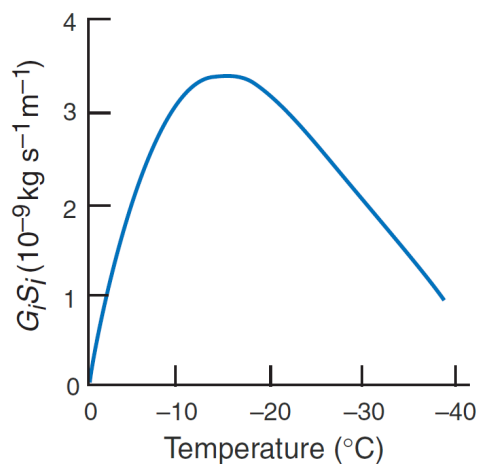


Figure 1: Variation of $G_i S_i$ with temperature for an ice crystal growing in an environment at water saturation and total pressure of 1000hPa. (WH06 Figure 6.39)

How large will the radius of the crystal be after 30 minutes, given an initial radius of $r_0 = 100\mu\text{m}$?

The density of ice is $\rho_i = 0.917 \cdot 10^3 \text{kgm}^{-3}$.

How much larger will the radius be at $T = -14^\circ\text{C}$?

A.47.C

Exam 2006 – 2

- Which mechanisms do we have for ice particle growth in cold clouds?
- For droplet growth by collision in warm clouds we may use the equation

$$\frac{dr}{dt} = \frac{v_s w_l E_c}{4\rho_l} \quad (2)$$

For which of the mechanisms for ice particles in a. may an analogy to this equation be used? Why?

- A spherical ice crystal of radius $r_0 = 100\mu\text{m}$ falls through a cloud with liquid water content 0.5g/m^3 of stationary supercooled droplets. The fall velocity of the particle is

$$v_s = \frac{r^2 \rho_i g_0}{72\eta} \quad (3)$$

where $\eta = 1.7 \cdot 10^{-5}$ and $g_0 = 9.81\text{ms}^{-1}$, and the particle collects with an efficiency of 0.6.

What is the radius of the particle after 15 minutes? Assume density as for ice ($\rho_i = 917\text{kg/m}^3$).

What kind of particle is this?

- The saturation pressure of water vapor over a droplet relative to a plane surface of water is given by

$$\frac{e'}{e_s} = 1 + \frac{a}{r} - \frac{b}{r^3} \quad (4)$$

where $a = \frac{2\sigma}{nkT}$ and $b = \frac{3imM_w}{4M_s\pi\rho}$.

Explain the terms in Equation (4) and their significance for droplet growth. Which term is the most important for activating a droplet?

A.65.C

Eksamen GF224 94-3

I denne oppgaven skal vi betrakte mikrofysikk i skyer.

- Hva menes med henholdsvis “en varm sky” og “en kald sky”?
- Er “homogen frysing” eller “heterogen frysing” det mest vanlige i naturen? Begrunn svaret.
- Beskriv de tre forskjellige prosesser for vekst av iskrystaller i skyer. Hvilken av de tre er ansvarlig for dannelse av kornsnø (“graupel”)? Begrunn svaret.
- Under visse forutsetninger kan veksten av iskrystaller uttrykkes ved ligningen

$$\frac{dM}{dt} = \frac{DC}{\varepsilon_0} [\rho_v(\infty) - \rho_{vc}] \quad (5)$$

Forklar symbolene i ligningen.

Hvordan varierer høyresiden med temperaturen?

- Vi tenker oss en sky bestående utelukkende av underkjølte vandrdåper. Temperaturen er -10°C . Hva vil sannsynligvis skje hvis vi slipper noen iskjerner inn i skyen? Grunngi svaret.

A.70.C

Eksamen GF224 98-5

- Tegn opp to kurver som viser metningstrykket for vandrdamp over henholdsvis en ren vannflate og en ren isflate, som funksjoner av temperatur. Forklar hvilken betydning det har at de to kurvene ikke er sammenfallende.
- Beskriv, uten å gå i detaljer, tre forskjellige prosesser for vekst av iskrystaller i skyer.
- Beskriv dannelse av hagl i naturen. Under hvilke værforhold dannes hagl? Begrunn svaret kort. Er noen av prosessene i b. viktige for dannelse av hagl? Begrunn svaret.
- Hva menes med begrepet “iskjerner”? Sett opp en ligning som uttrykker forekomsten av iskjerner som funksjon av temperatur. Hvor mange iskjerner per volumenhet vil man typisk finne ved

$$T = -20^{\circ}\text{C?}$$

Hvor mange ispartikler per volumenhet vil man typisk finne ved $T = -20^{\circ}\text{C}$? Forklar dette.

- e. Nøyaktige målinger med fly tatt ved de Britiske Øyer viser tilnærmet ingen forekomst av underkjølt skyvann ved temperaturer lavere enn -11°C . Tilsvarende målinger i Arktis viser hyppig forekomst av kornsnøpartikler (graupel på engelsk) ved $T = -20^{\circ}\text{C}$. Hva kan dette tyde på?

Vi betrakter nå en sky ved $T = -20^{\circ}\text{C}$ ved de Britiske Øyer og en annen sky ved samme temperatur i Arktis. Hvilken betydning kan vekstmekanismene i b. ventes å ha i de to tilfellene?

A.75.C

Eksamen GEF2200 08-2

Iskrystaller kan vokse ved kondensasjon av vanndamp, gitt ved ligningen

$$\frac{dM}{dt} = \frac{C}{\varepsilon_0} G_i S_i \quad (6)$$

- a. Størrelsen $G_i S_i$ er gitt som funksjon av temperaturen i figur 1. Hva beskriver produktet $G_i S_i$ og hvorfor er $G_i S_i$ størst ved -14°C ?
- b. Ispartikler kan også vokse videre ved hjelp vann eller is. Beskriv prosessene.
- c. En iskrystall med masse $M_0 = 1\mu\text{g}$ vokser ved prosessen gitt i ligning (6). Hvor mye veier iskrystallen etter 1 time når $C/\varepsilon_0 = 10^{-3}\text{m}$ og temperaturen er konstant $T = -10^{\circ}\text{C}$?