



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# **Mixing and Evaporation at the Cloud Edge and Angular Dynamics of Small Crystals in Viscous Flow**

Johan Fries

Institutionen för fysik

Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorexamen i fysik, som med tillstånd från Naturvetenskapliga fakulteten kommer att offentligt försvaras onsdagen den 9 februari 2022 kl. 14.00 i PJ-salen, Institutionen för fysik, Origovägen 6, Göteborg.

ISBN: 978-91-8009-628-7



GÖTEBORGS UNIVERSITET

## Svensk sammanfattning

Hur flytande vatten i atmosfäriska moln fördelar sig över droppar av olika storlek har avgörande betydelse för regnbildning och för atmosfärens optiska egenskaper. Antalstätheter och storleksfördelningar ändras snabbt vid turbulenta molnkanter, där blandning av molnig och torr luft orsakar molnutspädning och avdunstning. De resulterande droppkonfigurationerna bestäms av hur enskilda mikrometerstora droppar utsätts för torr luft, av ett turbulent flöde vars längdskalor sträcker sig från millimetrar till hundratals metrar.

En första del av denna avhandling behandlar om blandning och avdunstning vid turbulenta molnkanter. Det förklaras hur ett flertal resultat från numeriska simuleringar kan förstås på ett enkelt sätt genom att förenkla och avdimensionalisera en mycket använd modell. Den enkla förståelsen möjliggör tolkning av empiriska data och analys av hur blandning och avdunstning manifesterar sig på vitt skilda skalor. Två statistiska modeller för blandning och avdunstning presenteras. Den första reproducerar den breddning av vattendropparnas storleksfördelning som observeras i direkta numeriska simuleringar (DNS), men har en överförenklad supersaturationsdynamik. Detta problem är delvis åtgärdat i den andra modellen som, under vissa förhållanden, reproducerar droppars supersaturationer i DNS kvantitativt.

En andra del av avhandlingen behandlar vinkeldynamiken hos små partiklar i flöde. Partiklars vinkeldynamik är av betydelse för vitt skilda fenomen, så som den inre viskositeten hos partikulära lösningar, sedimentering av iskristaller i moln och planktons rörelser. Det förutsägs att partiklar som har en rotationssymmetri och en reflektionssymmetri i ett plan som innehåller rotationssymmetriaxeln har samma vinklelrörelse som en sfäroid i Stokes-flöde. Denna förutsägelse verifieras i ett experiment där vinkeldynamiken hos triangulära partiklar i ett enkelt skjuvflöde observeras. Vinkeldynamiken hos rotationssymmetriska partiklar utan ovan nämnda reflektionssymmetri analyseras.

**Nyckelord (engelska):** cloud microphysics, droplet evaporation, turbulent mixing, reactive flows, Jeffery orbits, shear flow