oppg 2 Her kan vi diskutere (→ 6 27.02 (3 litt tricky)

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: GEF 4310 Skyfysikk
Eksamensdag: 1.april 2008
Tid for eksamen: 09:00-12:00
Oppgavesettet er på 4 sider
Vedlegg: Ingen
Tillatte hjelpemidler: Ingen

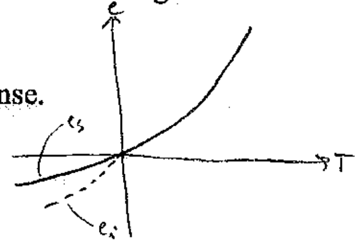
Kontroller at oppgavesettet er komplett
før du begynner å besvare spørsmålene.

Hver av de første 7 oppgavene har 5 svarmuligheter. Kryss av på det svaret du mener er riktig. Det er kun ett riktig svar pr. oppgave. I oppgaver 8-9 er det bedt om svar med forklaringer. Hver av oppgavene 1-7 teller 10%, mens hver av oppgavene 8-9 teller 15% av karakteren.

Oppgave 1

En sammenligning av diffusjonsvekst av skydråper og diffusjonsvekst av iskrystaller viser følgende (under typiske atmosfæriske forhold):

→ $e_s < e_i$
og $N_{CCN} > N_{ICN}$



X a) Iskrystallene vokser raskere p.g.a. større overmetning og mindre konkurranse.
nei b) Skydråpene og iskrystallene vokser tilnærmet like raskt.
nei c) Skydråpene vokser raskere enn iskrystallene p.g.a. kule-symmetri.
nei d) Iskrystallene vokser raskere enn skydråpene p.g.a. kinetiske effekter.
nei e) Skydråpene vokser raskere enn iskrystallene p.g.a. ventilasjonseffekter.

Oppgave 2

$n_t(D) = cD^{-\beta}$

→ $n_d(D) = \frac{c}{(\ln 10)} D^{-(\beta+1)}$

Dersom størrelsesfordelingen av partikler i en aerosol kan sies å være Junge-fordelt med β = 3, så vil følgende utsagn være riktig: se s. 93!

Typisk for 0.1 - 10μm

___ a) Partikkelantallet $n_d(D)$ øker jevnt og trutt med høyden.
___ b) Partikkelantallet $n_d(D)$ avtar med høyden.
___ c) Antallsfordelingen dN/d(log D) er "flat".
? ___ d) Arealfordelingen dS/d(log D) er "flat".
X e) Volumfordelingen dV/d(log D) er "flat".

$\frac{dV(D)}{d(\log D)} = \frac{\pi}{6} D^3 c D^{-\beta}$ om β=3

$= \frac{\pi}{6} D^3 c D^{-3} = \frac{\pi}{6} c$

flat

MID-TERM 2008

OBS! Opererer her med en oppsamlerdråpe med radius R og en masse smådråper med radius r. Antar at de mener de små..

Oppgave 3

Oppsamlingseffektivitet (E_c) er definert som produktet av kollisjonseffektivitet (E) og koalesenseffektivitet (E'): $E_c = E \cdot E'$

Riktig at $E \ll 1$ pga. aerodynamiske effekter når små r, men det betyr ikke nødvendigvis at $E' \ll 1$ hvis de først kolliderer..

___ a) For små dråper (r < 10 μm) er $E \approx 1$ slik at $E_c \approx E'$

___ b) For små dråper (r < 10 μm) er $E \approx 1$ og $E' \approx 1$.

___ c) For små dråper (r < 10 μm) er $E << 1$ og $E' << 1$.

_X_ d) For store dråper (r > 100 μm) er $E \approx 1$ slik at $E_c \approx E'$.

___ e) For store dråper (r > 100 μm) er $E \approx 1$ og $E' \approx 1$.

Se på fig. 8.3 s. 130, jo lengre til høyre (større r), uansett verdien av R, jo nærmere kommer vi E=1..

Oppgave 4

Innblanding ('entrainment') av luft fra omgivelsene påvirker stigende luftpakker i konvektive skyer på hovedsakelig følgende måte:

nei a) Innblanding i skytoppen øker luftpakkens oppdrift, mens innblanding fra sidene svekker den.
nei b) Innblanding i skytoppen svekker luftpakkens oppdrift, mens innblanding fra sidene øker den.
_X_ c) Innblanding enten den er fra skytoppen eller fra sidene svekker luftpakkens oppdrift.
nei d) Innblanding enten den er fra skytoppen eller fra sidene øker luftpakkens oppdrift.
nei e) Innblanding enten den er fra skytoppen eller fra sidene har vanligvis liten betydning for luftpakkens oppdrift.

$r < 30\,\mu m$: Stokes lov, $u(r) = k_1 r^2$
$30\,\mu m < r < 0.6\,mm$: Lineær, $u(r) = k_3 r$
$0.6\,mm < r < 2\,mm$, $u(r) = k_2 \sqrt{r}$

Oppgave 5

Hvilket av følgende utsagn om dråpers (radius r) og iskrystallers fallhastigheter er korrekt:

_X_ a) Skydråpers fallhastighet (v) går som $v \sim r^2$ for r < 30 μm, $v \sim r^{1/2}$ for r > 600 μm og v ~ r for dråperadier mellom 30 μm og 600 μm.
___ b) Fallhastighetene er i alle tilfeller omtrent 1 m/s.
___ c) Fallhastighetene er i alle tilfeller omtrent 10 m/s.
___ d) Iskrystallene faller som regel raskere enn regndråper.
___ e) Skydråpers fallhastighet (v) går som $v \sim r^2$ for r < 30 μm, $v \sim r$ for r > 600 μm og v ~ $r^{1/2}$ for dråperadier mellom 30 μm og 600 μm.

Oppgave 6

Isobarisk blanding:

Bortoverblanding vs. oppoverblanding

___ a) Er viktigere for skydannelse enn adiabatisk blanding.
X b) Er mindre viktig for skydannelse enn adiabatisk blanding.
___ c) Kan ikke forklare hvordan dråper kan vokse fra 10 μm til 20 μm.
___ d) Gjør at dråpespekteret blir bredere.
___ e) Er viktig for dråpedannelse.

Kan forsåvidt gjøre det om den er inhomogen.

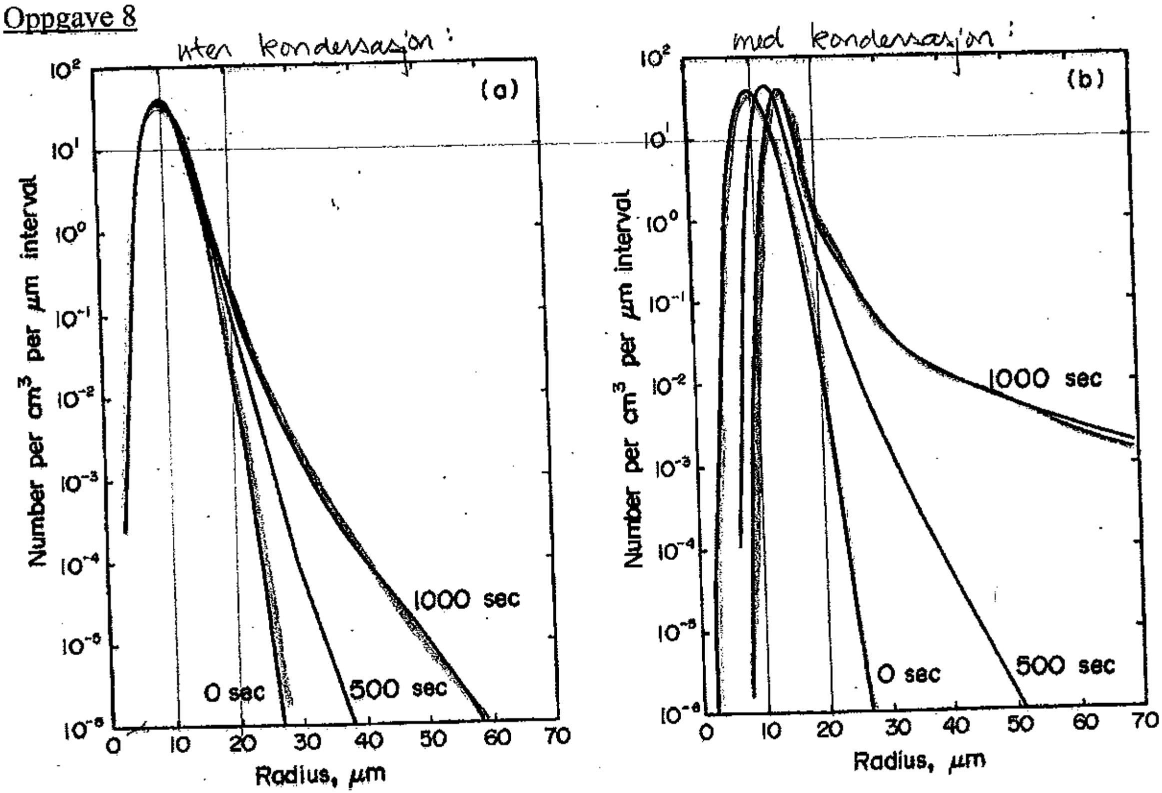
Dette har med heterogen blanding å gjøre.

Oppgave 7

Hvilket av følgende utsagn om iskjerner er riktig?

nei a) Iskjerner er vanligvis også gode kondensasjonskjerner (CCN).
nei b) Iskjerner er betydelig flere i antall enn iskrystallene.
nei c) Iskjerner er mest effektive ved temperaturer like under 0°C.
X d) Iskjerner kan sies å være overflødige ved temperaturer lavere enn -40°C.
nei e) Iskjerner kan kun danne iskrystaller fra vannfase, ikke fra dampfase.

Oppgave 8



Figuren viser betydningen av kondensasjon som et supplement til vekst ved kollisjoner og koalesens. Forklar hvordan det kan ha seg at kondensasjon kan spille en slik rolle.

Under vekst ved kondensasjon vokser de små dråpene fortere enn de store. Se fig. 8.3 på s. 130. Siden vi her beveger oss fortere på x-aksen (r) enn y-aksen (R) får vi en kraftig økning i kollisjonseffektiviteten, noe som igjen sparker fart i koalesensen. Altså øker $\bar{E}$ i likn. (8.13) s. 131. MEN i likn. inngår også $u(R)-u(r)$, og hvis denne blir mindre vil ikke koalesensen øke..

Men $|u(R)-u(r)| = k_1(R^2-r^2) = k_1(R_0^2+2\xi t - r_0^2 - 2\xi t) = k_1(R_0^2-r_0^2) =$ konstant

⇒ kondensasjon fører til økt koalesens!

3

Oppg 8:

Kondensasjonen snevrer inn dråpespekteret og reduserer forholdet mellom de store og de små dråpene. Dette gjør at kollisjonseffektiviteten $E(R,r)$ øker og dermed at betydningen av koalesensraten øker.

Viser innsnevringen i dråpespekteret s.f.a. kondensasjon

$R(t) = \sqrt{R_0^2 + 2\xi t}$ $\quad R_0 > r_0$

$r(t) = \sqrt{r_0^2 + 2\xi t}$

$R^2(t) - r^2(t) = R_0^2 + 2\xi t - r_0^2 - 2\xi t = R_0^2 - r_0^2 = \text{konstant}$

Også

$R^2(t) - r^2(t) = [R(t) - r(t)][R(t) + r(t)]$

Sammen:

$[R(t) - r(t)][R(t) + r(t)] = \text{konstant}$

$R(t) - r(t) = \dfrac{\text{konstant}}{R(t) + r(t)}$ $\qquad \dfrac{\partial}{\partial t}\left(R(t) - r(t)\right) > 0$

$\dfrac{\partial}{\partial t}\left(R(t) - r(t)\right) < 0$ Kond.vekst minker ~~forholdet~~ forskjellen mellom $R(t)$ og $r(t)$

Koalesens også påvirket av relativ fallhastighet. Undersøker om denne påvirkes av kondensasjon:

Antar $r \leq 30\mu m$ $\quad u(r) \propto r^2$

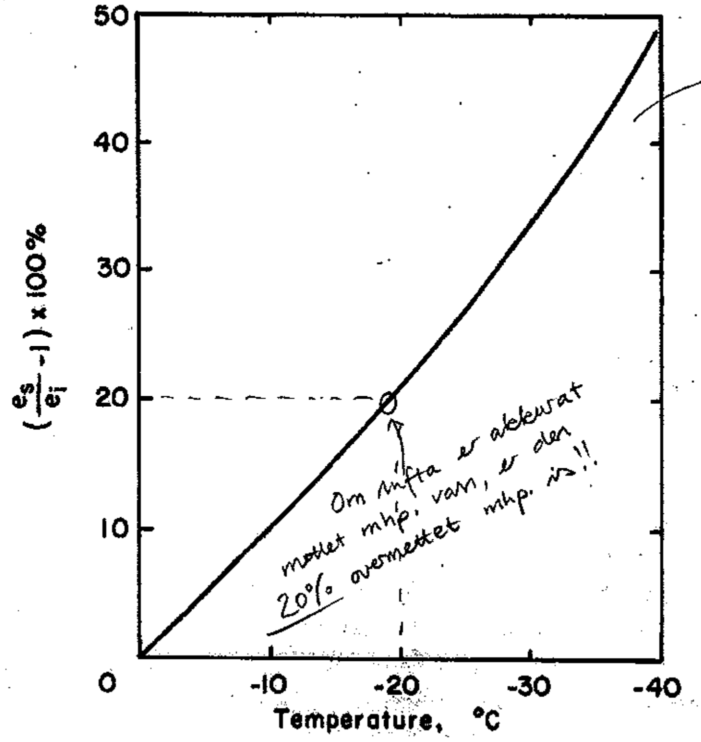
Relativ fallhastighet:

$u(R) - u(r) \propto R^2(t) - r^2(t) = \text{konstant}$ som vist over

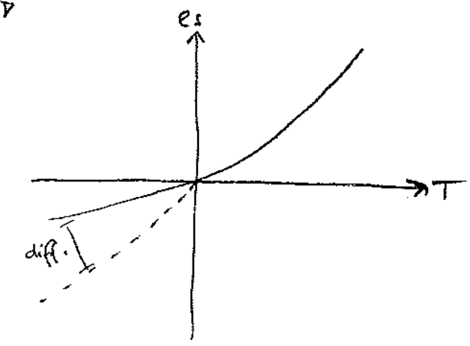
Kondensasjonen påvirker ikke relativ fallhastighet.

Effekten av økt $E(R,r)$ dominerer og koalesensen blir mer effektiv.

Oppgave 9   s. 161



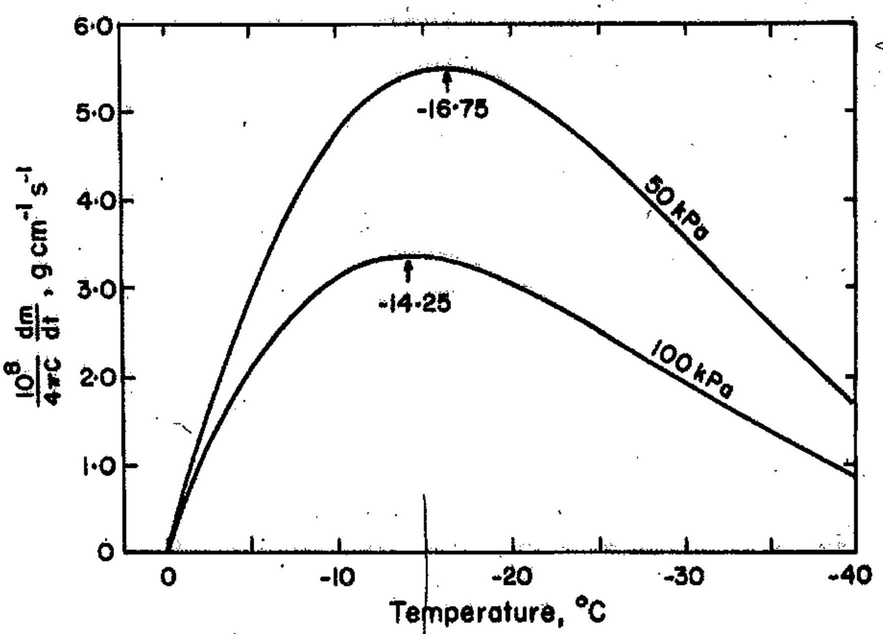
Viser forskjellen mellom e_s og e_i, som øker med økende temp.



Kun avhengig av temp.

Figuren over viser overmetning med hensyn på is (i %) i en atmosfære som er mettet med hensyn på vann. Figuren nedenfor viser vekstrate ved diffusjonsvekst for en iskrystall ved forskjellige temperaturer og trykk. Hvorfor faller ikke temperaturen for maksimal vekst sammen med de høyeste overmetningene i figuren over?

→ økning i iskrystallens masse



Antatt at veksten skjer i et miljø som er mettet mhp. vann

Max krystallvekst inntreffer ved -15 °C – etter det oppveies økende overmetning mhp. is (øverste figur) med stadig mindre vanndampinnhold (de underkjølte regndråpene fordamper og "brukes opp" etter hvert)