

1-5 13.02.2012
 5-6 20.02.2012
 7 (6?) 27.02

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: GEF 4310 Skyfysikk
 Eksamensdag: 21.mars 2006
 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 8 oppgavene har 5 svarmuligheter. Kryss av på det svaret du mener er riktig. Det er kun et riktig svar pr. oppgave. Den 9. oppgaven er en regneoppgave. Den teller dobbelt så mye som de andre oppgavene.

Oppgave 1

Elementær luftpakketeori:

- nei ___ a) Gir for små vertikalthastigheter.
- nei ___ b) Gir eksakt riktige resultater.
- NET ___ c) Tar hensyn til innblanding av luft utenfor skyen ('entrainment').
- X ___ d) Tar ikke hensyn til adiabatisk oppvarming av lufta i omgivelsene.
- nei ___ e) Må korrigeres for vekten av det kondenserte vannet i omgivelsene.

Ignorert i elementær luftpakketeori:

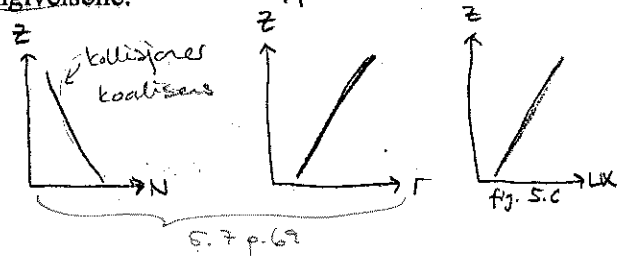
- 1) Vekten av det kondenserte vannet → demper oppdriften
- 2) Komprimerende vertikalløsbegjæring → omgivelsene varmes opp, så demper oppdriften
- 3) Blanding med omgivelsene → varmetap så mister oppdrift
- 4) Luftmotstand → demper oppdriften

Heller for store!

Oppgave 2

Observasjoner av konvektive skyer viser typisk at:

- X ___ a) Dråpestørrelse og vanninnhold øker med høyden. LWC
- nei ___ b) Dråpeantall og vanninnhold øker med høyden. Status: $\frac{dN}{dz} \sim 0$ men $\frac{dL}{dz} > 0$
- nei ___ c) Det adiabatisk vanninnholdet øker med høyden, mens det faktiske vanninnholdet endres lite med høyden. Nei! Men det faktiske vanninh. er alltid \leq det adiabatisk, og differansen mellom de to er størst nær skytoppen pga. entrainment
- nei ___ d) Turbulensen avtar med høyden. Ser øker, fig. 5.5
- nei ___ e) Vertikalthastigheten er positiv i hele skyen. fig. 5.4



startes s. 65

fig. 5.7
s. 69

(6.20)
p. 95

$$N_c = C \cdot S^k$$

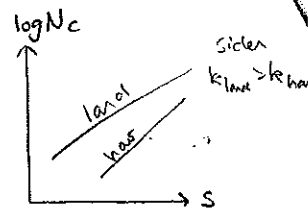
C, k: parameter avh. av lufttype
S: overmetn.

Oppgave 3

Et **aktivitetsspektrum**: Antall partikler per enhet volum som blir aktivert til å bli skydråper, som funksjon av overmetningen.

- nei a) Uttrykker sammenhengen mellom ioneaktivitet og dråpestørrelse.
- nei b) Uttrykker sammenhengen mellom ioneaktivitet og bølgelengde.
- X c) Uttrykker sammenhengen mellom antall aktiviserte CCN og overmetningen.
- nei d) Uttrykker sammenhengen mellom antall aktiviserte CCN og aerosolantall.
- nei e) Uttrykker sammenhengen mellom ioneaktivitet og antall aktiviserte CCN.

Empirisk sammenheng



Fines også er variant av N hvor vert. hastigheter inngår.

Oppgave 4

0.1 - 1 μm

Akkumulasjonsmode-partikler er de viktigste partiklene for CCN. Dette er fordi:

- nei a) Større partikler enn dette trenger større overmetning, mens mindre partikler raskt koagulerer til større partikler. — trenger mindre!
- nei b) De er flere enn nukleasjonsmode-partiklene. — b ~ 0.1 μm — Flest av de minste partiklene..
- nei c) De er mest hygroskopiske av alle partikkeltypene. — Nei, akkum. mode-partikler er def. store størrelse, ikke egenstøp.
- X d) Større partikler er det få av, mens mindre partikler trenger store overmetninger.
- nei e) Det fins få av både mindre og større partikler. — Fines aller flest av Aitken-partiklene

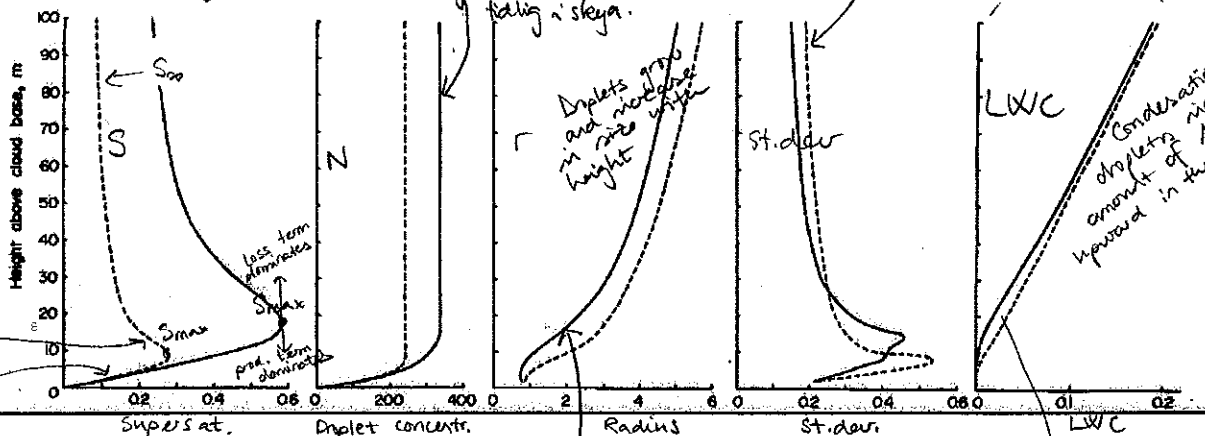
Oppgave 5

Høyst overmetn. når for høytt oppdrift.

Høytt dråpeantall fordi høy overmetn. gjør at flere dråper aktiviseres. N_max sammenfaller med S_max og bestemmes altså tidlig i skyen.

Dråpespekteret smalner oppover i skyen siden små dråper vokser forst.

— 2 m/s
--- 0.5 m/s



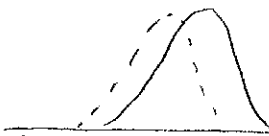
Figuren uttrykker:

- nei a) Betydningen av kinetiske effekter for skydråpedannelse. — inkluderer vi kinetiske effekter får vi et bredere dråpespektrum
- nei b) Betydningen av stokastiske effekter for skydråpedannelse.
- X c) Betydningen av vertikalhastigheten for skydråpedannelse.
- nei d) Betydningen av kollisjonseffektivitet for skydråpedannelse.
- nei e) Betydningen av vertikalhastigheten i Bowen-modellen. — nei, se s. 133 for dette

Oppgave 6

No. of activated droplets: $N_c = C \cdot S^k$

or (Twomey): $N = 0.88 C \frac{2}{k+2} (7 \times 10^{-2} \cdot u^{3/2})^{\frac{k}{k+2}}$, u = vert. speed



Like mange men mindre dråper.
 Lynvask innblanding så alle dråper i skyen fordampet like mye.

Oppgave 6

Homogen blanding:

- nei a) Er viktigere enn inhomogen blanding.
- nei b) Er viktig ved dråpevekst.
- x c) Kan ikke forklare hvordan dråper kan vokse fra 10 μm til 20 μm men det kan inhomogen
- nei d) Gjør at dråpespekteret blir bredere. Nei, forblir ~~uendret~~ men forstørret mot venstre.
- nei e) Er viktig for dråpedannelse.

alle dråper fordampet like mye

blanding..

Oppgave 7

Ligningen: $\frac{ds}{dt} = \omega - \eta s$

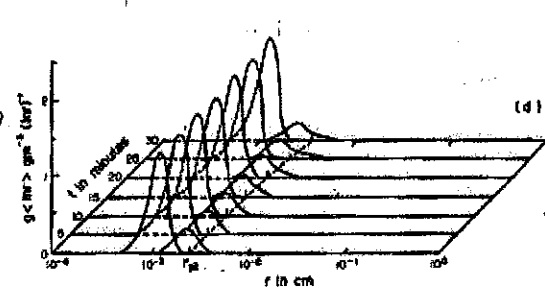
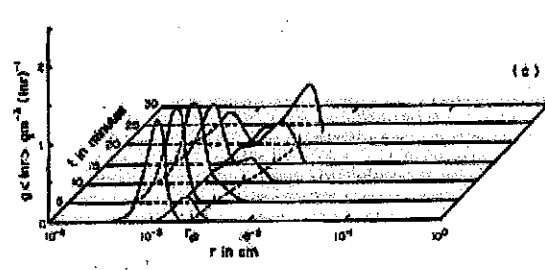
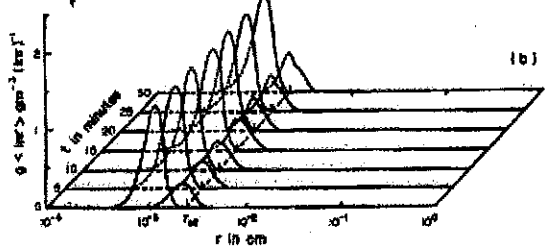
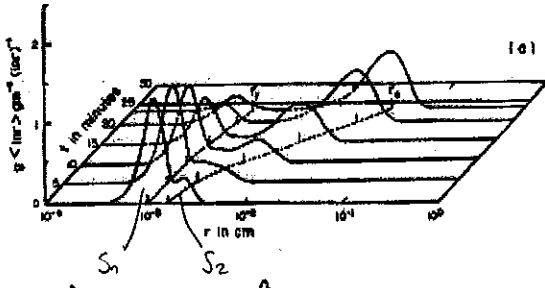
allo $\omega = 700 \frac{Q_1}{A} \uparrow$ $\eta = \frac{4\pi r^2 v_0 r Q_2}{F_k + F_d}$
 $\omega = 100 \frac{Q_1}{A}$

Assume droplets large enough that solution and curvature terms can be ignored. All droplets equal size

- nei a) Er en god tilnærming de første 1000 m over skybasen. her er akkumulering og viktig
- nei b) Gjelder kun for maritime skyer.
- nei c) Gjelder kun for kontinentale skyer.
- nei d) Gjelder kun ved svake vertikalthastigheter.
- x e) Er nær beslektet med ligningen $\frac{dS}{dt} = P - C$

$$(7.22) \quad \frac{dS}{dt} = \underbrace{Q_1}_{P} - \underbrace{Q_2}_{C}$$

Oppgave 8



alle + alle

Auto-konversjon
 $S_1 + S_1$

Akkresjon
 $S_1 + S_2$

Selv-oppsamling
 $S_2 + S_2$

forsårikt, men det er ikke det figuren viser..

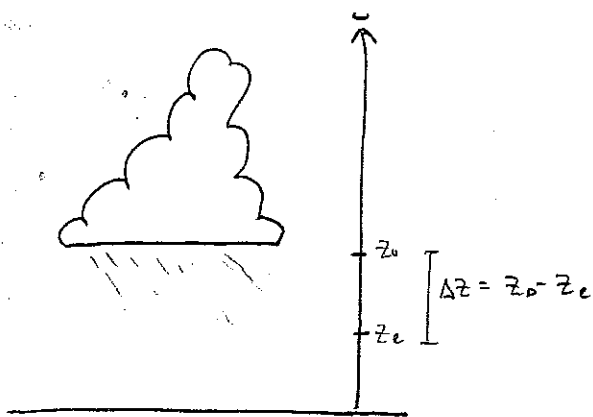
Figuren er hentet fra beregninger med "den stokastiske koalesens-modellen". Den viser at:

- a) Stokastiske effekter er nødvendige for å forklare dannelsen av nedbør i naturen.
- b) Det er nødvendig å starte med en bimodal fordeling for å få dannet en bimodal fordeling.
- c) Bowen-modellen er utilstrekkelig for å forklare det observerte.
- d) Auto-konversjon, akkresjon og oppsamling er alle viktige prosesser for å få dannet store dråper.
- e) En kvasi-stokastisk modell forklarer det observerte godt nok. Njo, men antar at man starter med en stor oppsamlerdråpe og antar at her er masse små dråper med like og konstant størrelse..

Faktisk ikke, se fig. 8.10 s. 14

Oppgave 9

Avstanden som en dråpe faller før den fordamper går som 4. potens av dråperadien. Utled denne sammenhengen.



We have that $r(t) = \sqrt{r_0^2 + 2\zeta t}$

and $u(r) = -\frac{dz}{dt} = k_1 r(t)^2$ (Stoke's law for r)

Then, $k_1 r(t)^2 dt = -dz$

$$\int_0^{t_c} k_1 r(t)^2 dt = - \int_{z_0}^{z_c} dz = \int_{z_c}^{z_0} dz = (z_0 - z_c) = \Delta z$$

$$\Delta z = k_1 \int_0^{t_c} (r_0^2 + 2\zeta t) dt = k_1 \left[\int_0^{t_c} r_0^2 dt + \int_0^{t_c} 2\zeta t dt \right]$$

$$\Delta z = k_1 \left(r_0^2 t_c + 2\zeta \left(\frac{1}{2} t_c^2 \right) \right) = k_1 \left(r_0^2 t_c + \zeta t_c^2 \right)$$

... but what is t_c ? Know that $r(t_c) = 0$

$$\Rightarrow \sqrt{r_0^2 + 2\zeta t_c} = 0$$

$$r_0^2 + 2\zeta t_c = 0$$

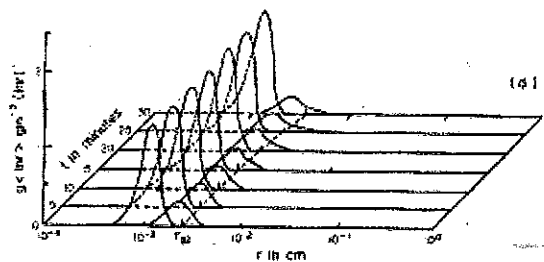
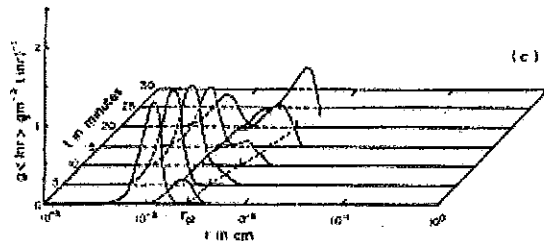
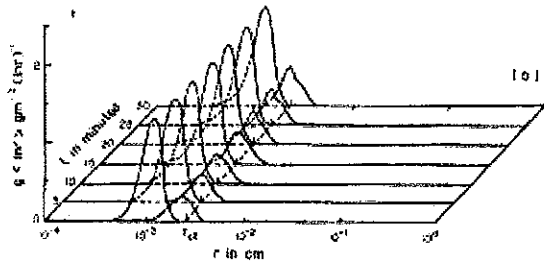
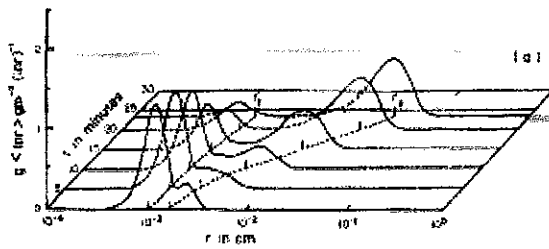
$$t_c = -\frac{r_0^2}{2\zeta}$$

Set in for t_c :

$$\Delta z = k_1 \left(r_0^2 \left(-\frac{r_0^2}{2\zeta} \right) + \zeta \left(-\frac{r_0^2}{2\zeta} \right)^2 \right) = k_1 \left(-\frac{r_0^4}{2\zeta} + \frac{r_0^4}{4\zeta} \right)$$

$$\underline{\underline{\Delta z = -\frac{k_1}{4\zeta} r_0^4}}$$

Oppgave 8



Figuren er hentet fra beregninger med "den stokastiske koalesens-modellen". Den viser at:

- a) Stokastiske effekter er nødvendige for å forklare dannelsen av nedbør i naturen.
- b) Det er nødvendig å starte med en bimodal fordeling for å få dannet en bimodal fordeling.
- c) Bowen-modellen er utilstrekkelig for å forklare det observerte.
- d) Auto-konversjon, akkresjon og oppsamling er alle viktige prosesser for å få dannet store dråper.
- e) En kvasi-stokastisk modell forklarer det observerte godt nok.

Oppgave 9

Avstanden som en dråpe faller før den fordamper går som 4. potens av dråperadien. Utleid denne sammenhengen.

