

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Patrick Espy
 Tlf: 41 38 65 78 (mob)

Samme oppg.
 gjelder også
 FY80102

EKSAMEN I FY3201 Atmosfærefysikk og klimaendringer

Fakultet for naturvitenskap og teknologi

27. Mai 2009

Tid: 09:00-13:00

Antall Sider: 3

Tillatte hjelpemidler: 1 A5 ark med trykte eller håndskrevne formeler tillatt
 Engelsk ordbok tillatt
 Bestemt kalkulator tillatt

Oppgitte størrelser:

Molarmassen til vanndamp ~ 18 kg/kmol

Molarmassen til tørr luft ~ 29 kg/kmol

1 hPa = 10^2 Pa = 10^2 N m⁻²

Skalahøyde, $H=R \cdot T/g$

$g=9.8$ m s⁻² (konstant i z retning)

$R_d=287$ J K⁻¹ kg⁻¹

273 K = 0 °C

Svar på 5 av de 6 spørsmålene (og lykke til!):

1) **Atmosfærisk struktur (20 %):**

a) En orkan på havet har et sentralt havflatetrykk på 940 hPa og blir omringet av luft med et havflatetrykk på 1014 hPa. På 200 hPa forsvinner "gropen" i trykkfeltet (det vil si at flaten på 200 hPa er helt horisontal når man beveger seg fra uværets senter til det åpne havet). I området utenfor orkanen er gjennomsnittstemperaturen til laget mellom 1014 and 200 hPa på -3°C. Dersom man antar tørr luft både innenfor og utenfor orkanen, hva er gjennomsnittstemperaturen til laget mellom 940 and 200 hPa i orkanens senter? (15 %)

b) Beskriv kort luftstrømmen og vindene i nærheten av orkanen. (5 %)

2) **Stråling og atmosfærisk struktur (20 %)**

En planet har en atmosfære som består av en gass med en konstant absorpsjon koeffisient, $k_v = 0.01 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$. Det atmosfæriske trykket på overflaten er 1000 hPa, temperaturendringen er isotermisk, skalahøyden er 10 km og tyngdeakselerasjonen er 10 m s^{-2} . Ut ifra definisjonen av optisk dybde og de fundamentale atmosfæriske strukturligninger, bestem høyden og trykket der den optiske dybden er lik 1.

3) **Stålingsoverføring (20 %)**

Schwarzschild's ligning for strålingstransport kan integreres for å gi den spektrale radiansen ved en gitt høyde, z , som følgende:

$$L_v^\uparrow(z) = L_{v,\infty}^\uparrow \cdot e^{-(\tau_v - \tau_v^*)/\mu} - \int_{\tau_v^*}^{\tau_v} J_v(\tau') e^{-(\tau' - \tau_v^*)/\mu} \cdot \frac{d\tau'}{\mu}$$

$$L_v^\downarrow(z) = L_{v,\infty}^\downarrow \cdot e^{\tau_v/\mu} - \int_{\tau_v}^{\tau_v^*} J_v(\tau') e^{-(\tau' - \tau_v^*)/\mu} \cdot \frac{d\tau'}{\mu}$$

Forklar termene i ligningene. Om man ignorerer spredning, hvilke termer dominerer for korte bølgelengder og hvilke er viktige for infrarøde bølgelengder?

4) **Klima (20 %)**

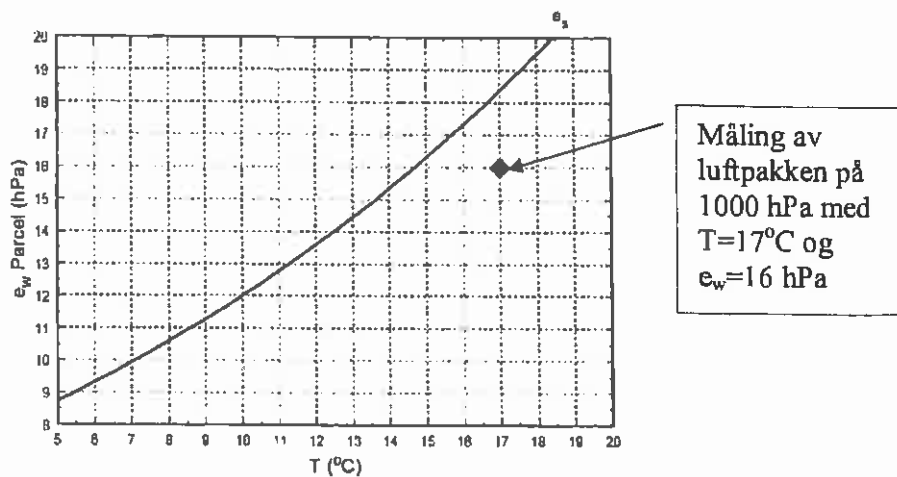
- Hva er de viktigste optiske egenskapene til en gass som gjør at den skaper en drivhuseffekt (5 %)
- Beskriv kort prosessen som varmer den lavere atmosfære dersom en drivhusgass blir tilført atmosfæren (5 %)
- Hva mener man når man snakker om strålingsbalansetemperatur? (5 %)
- Hvorfor har en drivhusgass som CO_2 i en reell atmosfære, der konveksjon i stedet for stråling driver temperaturløsningen i den lavere atmosfæren, en strålingsavkjølede effekt på $\sim 2 \text{ K/dag}$? (5 %)

5) **Atmosfærisk struktur og termodynamikk (20 %)**

$T^{\kappa_p} \cdot p^{-\kappa} = \text{konstant}$ for en adiabatisk (isentropisk) prosess ($\delta q = 0$). Bruk dette til å vise at den potensielle temperaturen av en luftpakke når den blir ført adiabatisk fra en sted til et annet er: $\theta = T(p_0/p)^\kappa$, der $\kappa = R/C_p$.

Hvordan vil den potensielle temperaturen forandre seg når luftpakken gjennomgår adiabatisk utvidelse eller kompresjon? Bruk dette til å skissere luftstrømmen over en fjellkjede og sammenlign med den potensielle temperaturens struktur i atmosfæren. Hva ville skje med den potensielle temperaturen av en luftpakke i denne luftstrømmen om en del av luftpakkens vanddamp kondenserte mens den ble ført over fjelltoppen?

6) Fuktighet i atmosfæren (20 %)



Et vanndamptrykk, e_w , på 16 hPa blir målt i en luftpakke som har et totalt trykk på 1000 hPa og en temperatur på 17 °C. Verdiene er vist ved datapunktet på diagrammet, mens kurven viser metningstrykket til vanndamp.

Bruk diagrammet over til å bestemme:

- Duggpunkttemperaturen (T_d) av luftpakken
- Metningstrykket til vanndampen i luftpakken.

Fra disse, regn ut:

- Den relative fuktigheten av luftpakken
- Blandingsforholdet ved metning, μ_s , av luftpakken, uttrykt som g/kg