

Kandidatnummer: _____

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	GEF 1000 Klimasystemet
Eksamensdag:	Tirsdag 19. oktober 2004
Tid for eksamen:	14:30 – 17:30
Oppgavesettet er på 5 sider	
Tillatte hjelpemidler:	Kalkulator

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

1) Overgangen mellom troposfæren og stratosfæren kalles tropopausen. Hvor høyt ligger den?

- a) I ca. 10 km høyde på høye bredder, men ca. 17 km i tropene.
- b) I ca. 10 km høyde.
- c) I ca. 5 km høyde på høye bredder, men ca. 10 km i tropene.
- d) I ca. 15 km høyde, lavest i tropene.

2) Det kaldeste stedet i jordas atmosfære er:

- a) Mesopausen.
- b) Tropopausen.
- c) I ca. 100 km høyde.
- d) I ca. 50 km høyde.

3) Sola stråler ut med en intensitet som er lik $3.9 \cdot 10^{26}$ W. Avstanden mellom sola og jorda (atmosfærens yttergrense) er ca. 150 000 000 km, og jordas radius er 6370 km. Jordas albedo er 0.30 og den effektive strålingstemperaturen er 255 K. Solarkonstanten er definert som flukstettheten av solstråling som treffer en vinkelrett flate ved atmosfærens yttergrense. Dermed blir solarkonstanten lik:

- a) $6.4 \cdot 10^7$ W m⁻².
- b) 342 W m⁻².
- c) 240 W m⁻².
- d) 1367 W m⁻².

4) Hvilken (kun én) av følgende påstander er riktig?

- a) Globalt midlet er innfallende solstråling og utgående varmestråling i balanse ved jordoverflaten.
- b) I klimasystemet transporteres energi i form av stråling, varmeledning og konveksjon.
- c) Følbare og latent varme er omtrent like store, globalt midlet.
- d) Vanndamp er den viktigste drivhusgassen, men skyene har ingen drivhuseffekt.

5) Mange av strålingslovene (Stefan-Boltzmanns lov, Plancks lov) gjelder strengt tatt bare for svarte legemer. Det betyr at disse lovene:

- a) Ikke kan brukes i klimasystemet.
- b) Gjelder med god tilnærming for langbølget stråling og gasser i atmosfæren.
- c) Gjelder med god tilnærming for langbølget stråling og skyer i atmosfæren.
- d) Gjelder med god tilnærming for alle beregninger i klimasystemet.

6) Vi tenker oss at det blir satt i gang globale tiltak for å motvirke global oppvarming. Hvilket av de følgende fire tiltakene vil ikke ha den forventede virkning?

- a) Reduksjon av mengden skyer i atmosfæren.
- b) Større ørkenområder.
- c) Reduksjon i mengden metan (CH₄) i atmosfæren.
- d) Økt mengde partikler i atmosfæren.

7) Grensen mellom kortbølget og langbølget stråling går ved:

- a) 0,3 μm
- b) 1,0 μm
- c) 4,0 μm
- d) 15,0 μm

8) Jo høyere en sky befinner seg,

- a) Desto mer ligner den et svart legeme.
- b) Desto mer vann vil den inneholde
- c) Desto større avkjølingseffekt vil den ha.
- d) Desto større oppvarmingseffekt vil den ha.

9) Det er en god tilnærming å anta at bakken:

- a) Oppfører seg som et svart legeme i det langbølgete.
- b) Har en albedo som er uavhengig av solhøyden.
- c) Har en albedo og en emissivitet som er omtrent like store.
- d) Har en albedo som er uavhengig av bølgelengde.

10) Ifølge den strålingskonvektive modellen (Manabe og Strickler, 1965) er det i troposfæren:

- a) Tilnærmet balanse mellom absorpsjon av solstråling i H_2O og utstråling fra H_2O .
- b) Tilnærmet balanse mellom flukser av følbare og latent varme.
- c) Tilnærmet balanse mellom absorpsjon av solstråling i O_3 og utstråling i CO_2 .
- d) Energibalanse, men ikke strålingsbalanse.

11) Figuren viser leddet ΔF_{eo} i ligningen for bakkens energibalanse;

$\partial E_s / \partial t = R_s - LE - SH - \Delta F_{\text{eo}}$. Dette leddet er stort positivt i tropene fordi:

- a) Den fuktige lufta gjør at LE-leddet er stort. Dette balanseres av ΔF_{eo} -leddet.
- b) I tropene er det et stort overskudd av energi gjennom strålingsleddet, mens lite vind gjør at fluksleddene ikke er veldig store.
- c) Følbare varmeflukt er stor p.g.a. den høye temperaturen. Dette balanseres av det store ΔF_{eo} -leddet.
- d) Det er mye skyer i tropene. De har både en avkjølings- og oppvarmingseffekt.

12) Ligningen for bakkens energibalanse er gitt i oppgave 11. Ligningen for bakkens vannbalanse kan skrives på lignende måte som: $g_w = P + D - E - \Delta f$. Tørriheten av et kontinent kan estimeres ved å betrakte:

- a) P alene.
- b) LE alene.
- c) Differansen $P - E$.
- d) Forholdene SH / LE og $\Delta f / P$.

13) Forholdet mellom nedbør og fordampning er i hovedsak slik (pr. flateenhet):

- a) Over land er det mer nedbør, men mindre fordampning enn over hav.
- b) Over land er det mer nedbør og mer fordampning enn over hav.
- c) Over land er det mindre nedbør og mindre fordampning enn over hav.
- d) Over land er det mindre nedbør, men mer fordampning enn over hav.

14) De "fiktive" kreftene Coriolis-kraft og sentrifugalkraft dukker opp i utledningen av bevegelsesligningen p.g.a.:

- a) At jordas atmosfære blir hengende igjen når jorda roterer rundt seg selv.
- b) Jordas rotasjon rundt sola.
- c) Jordas rotasjon rundt sin egen rotasjonsakse.
- d) At klimasystemet er kaotisk.

15) Geostrofisk vind skyldes en balanse mellom:

- a) Coriolis-kraft, trykk-kraft, friksjonskraft og sentrifugalkraft.
- b) Coriolis-kraft, trykk-kraft og friksjonskraft.
- c) Trykk-kraft, Coriolis-kraft og sentripetalakselerasjonen.
- d) Trykk-kraft og Coriolis-kraft.

16) Termal vind kan matematisk skrives som: $\mathbf{V}_t = R/f \ln(p_1/p_2) \mathbf{k} \times \text{grad } \bar{T}$. Den forklarer:

- a) Hvordan den geostrofiske vinden varierer med breddegrad.
- b) Geostrofisk vind.
- c) Vestavindsbeltet på midlere bredder.
- d) Passatvinden i tropene.

17) I Stillehavet og Atlanterhavet finner vi at strømsystemene nord og sør for ekvator har karakteren av virvler på stor skala. De største hastighetene finner vi der strømmene går fra

- a) ekvator mot polen
- b) fra vest mot øst
- c) fra polen mot ekvator
- d) fra øst mot vest

18) El Niño er betegnelsen på et klimafenomen som skyldes en anomali i det østlige Stillehavs overflatetemperatur nær kysten av Sør-Amerika. Fenomenet er karakterisert ved

- a) lavere overflatetemperatur i sjøen og redusert nedbør på land
- b) lavere overflatetemperatur i sjøen og økt nedbør på land
- c) høyere overflatetemperatur i sjøen og redusert nedbør på land
- d) høyere overflatetemperatur i sjøen og økt nedbør på land

19) Dyp- og bunnvannet i verdenshavene dannes på følgende steder:

- a) I nordligste del av Atlanterhavet og sørligste del av Stillehavet
- b) I nordligste del av Stillehavet og sørligste del av Atlanterhavet
- c) I nordligste og sørligste del av Atlanterhavet
- d) I nordligste og sørligste del av Stillehavet

20) Atmosfærens varmekapasitet, integrert fra topp til bunn for en vertikalkolonne med grunnflate 1 m^2 , er anslagsvis $1.0 \cdot 10^7 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Havet, fordelt jevnt over en glatt jordklode der alt fastland var jevnet ut, ville få en dybde på 2650 m. Varmekapasiteten for en vertikalkolonne i havet med grunnflate 1 m^2 og dybde 2650 m er ca.

- a) $4.1 \cdot 10^7 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-2}$
- b) $3.1 \cdot 10^8 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-2}$
- c) $2.1 \cdot 10^9 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-2}$
- d) $1.1 \cdot 10^{10} \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-2}$