

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: GEF1100
Eksamensdag: 13. oktober 2016
Tid for eksamen: 09:00-12:00
Oppgavesettet er på 7 sider
Vedlegg: Ingen
Tillatte hjelpemidler: Kalkulator

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

Oppgavesettet består av 13 oppgaver med gitte svaralternativer (multiple choice) og 3 oppgaver der svaralternativer ikke er gitt. De to gruppene vil samlet bli like mye vektlagt.

Fysiske konstanter som du kan få bruk for i oppgavene under:

Tyngdens akselerasjon: $g=9.81 \text{ m/s}^2$

Gasskonstanten for tørr luft: $R=287 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$.

Oppgaver med svaralternativer (multiple choice)

I hver oppgave er det et svaralternativ som er riktig. Sett ring rundt bokstaven som angir riktig svar. Oppgavearkene skal derfor leveres.

Korrekt svar gir 5 poeng, feil svar gir minus 1 poeng.

1. *Atmosfæren utveksler energi med Jordas overflate på flere måter. I denne oppgaven definerer vi positive energiflukser oppover fra overflaten til atmosfæren. Ranger etter størrelse (fra store positive, små, til store negative) disse energifluksene (som globalt årlig middel).*

- Innkommende kortbølget stråling, Latent varme, Følbar varme, Reflektert kortbølget stråling, Innkommende langbølget stråling, Emittert langbølget stråling
- Emittert langbølget stråling, Latent varme, Reflektert kortbølget stråling, Følbar varme, Innkommende kortbølget stråling, Innkommende langbølget stråling
- Innkommende kortbølget stråling, Innkommende langbølget stråling, Følbar varme, Reflektert kortbølget stråling, Emittert langbølget stråling, Latent varme
- Følbar varme, Reflektert kortbølget stråling, Emittert langbølget stråling, Latent varme, Innkommende langbølget stråling, Innkommende kortbølget stråling
- Emittert langbølget stråling, Følbar varme, Latent varme, Innkommende langbølget stråling, Innkommende kortbølget stråling, Reflektert kortbølget stråling

2. *En luftpakke som inneholder vanndamp stiger opp og avkjøles slik at det dannes en sky. Vil denne luftpakken bli varmere eller kaldere enn en tilsvarende tørr luftpakke som gjennomgår den samme oppstigningen? Hvorfor?*

- a. Varmere, fordi mer solstråling absorberes av skyen
- b. Varmere, fordi kondensasjonen av skyvann frigjør latent varme
- c. Kaldere, fordi skyet luft blir kald
- d. Kaldere, fordi mer solstråling blir reflektert
- e. Kaldere, fordi fordampning av skyvann gir en avkjøling

3. *Hva betyr det at en prosess i en luftpakke er adiabatisk*

- a. Det er ingen energiutveksling med omgivelsene
- b. Temperaturen er konstant
- c. Det er bare kortbølget stråling som endres, langbølget stråling påvirkes ikke
- d. Entropien i luftpakken er konstant
- e. Det er ingen faseoverganger i luftpakken

4. *I troposfæren avtar temperaturen med høyden. Hvorfor er det slik?*

- a. Varmetapet på grunn av utstrålingen av langbølget stråling er mest effekt høyt oppe
- b. Skyene reflekterer strålingen på toppen av troposfæren, mens de isolerer lavere luftlag.
- c. Varme fra Jordas indre når først de lavere lagene i atmosfæren, derfor er disse varmest
- d. Lufta i troposfæren blandes hele tiden raskt vertikalt. I oppstigende luft synker temperaturen fordi luften utvider seg adiabatisk
- e. Fordi lettere gassmolekyler legger seg høyere oppe enn tyngre gassmolekyler, og den lettere gassen har lavere varmekapasitet.

5. Jordas effektive strålingstemperatur (T_e) defineres slik:

- Temperaturen til et svart legeme i likevekt med globalt midlet absorbert solstråling.
- Den globalt midlede temperaturen ved toppen av atmosfæren
- Den globalt midlede temperaturen ved Jordas overflate når vi tar hensyn til drivhuseffekten og mengden partikler i atmosfæren.
- Den globalt midlede temperaturen ved Jordas landoverflate (ser bort fra havet)
- Temperaturen til et svart legeme i likevekt med innkommende solstråling gitt ved solarkonstanten.

6. Lufttrykket i atmosfæren avtar tilnærmet eksponentielt med høyden (z gitt i meter) i atmosfæren etter formelen

$p(z) = p_0 \cdot e^{-z/H}$, der skalahøyden H her settes til 7000m. Bakkestrykket p_0 settes til 1013 hPa.

Ut fra dette, hvilken kombinasjon av verdier for høyden (z), tetthet (ρ) og temperatur (T) er korrekt når vi antar at luft er en ideell gass.

- $z=5.0$ km, $\rho=0.44$ kg/m³, $T=-20$ °C
- $z=2.0$ km, $\rho=0.97$ kg/m³, $T=0$ °C
- $z=3.0$ km, $\rho=0.80$ kg/m³, $T=-5.0$ °C
- $z=8.0$ km, $\rho=0.30$ kg/m³, $T=-40$ °C
- $z=0$ km, $\rho=1.06$ kg/m³, $T=20$ °C

7. Hvilken av følgende prosesser vil være en negativ tilbakekobling i klimasystemet

- Økt overflatetemperatur → Mer bruk av air condition drevet av elektrisitet og dermed høyere utslipp av CO₂
- Økt overflatetemperatur → mindre snø og is og dermed lavere albedo
- Økt overflatetemperatur → høyere innhold av vanndamp i atmosfæren
- Redusert overflatetemperatur → mindre høye skyer og dermed svakere drivhuseffekt
- Økt overflatetemperatur → mer lave skyer og dermed høyere albedo

8. Gradientvind er balansert av

- a. friksjonskraft og sentrifugalkraft.
- b. gravitasjonskraft, friksjonskraft og sentrifugalkraft.
- c. trykkgradientkraft, friksjonskraft og sentrifugalkraft.
- d. gravitasjonskraft og friksjonskraft.

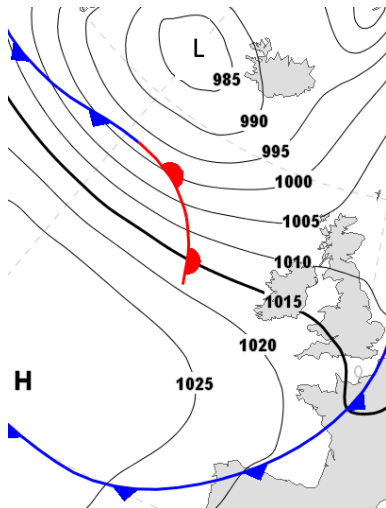
9. Gradientvind:

- a. Representerer overflatevinden godt.
- b. Har subgeostrofiske og supergeostrofiske løsninger.
- c. Eksisterer bare for syklonisk sirkulasjon.
- d. Eksisterer i virvler på mesoskala.

10. Hvor finner vi ofte subgeostrofisk vind?

- a. Globalt, over grenselaget
- b. Kun over polene
- c. Globalt, i Ekmanlaget
- d. Kun i stratosfæren

11. Ta utgangspunkt i Figuren under, hvor vi har et lavtrykkssystem over Island og et høytrykkssystem over Asorene. Hvilken vindretning vil dominere over Storbritannia?



- a. Vestavind.
- b. Nordavind.
- c. Sørøstlig vind.
- d. Nordvestlig vind

12. Vi har kald luft nord for Oslo og varm luft sør for Oslo ved 850 hPa. Hvordan endres den horisontale vinden med høyden?

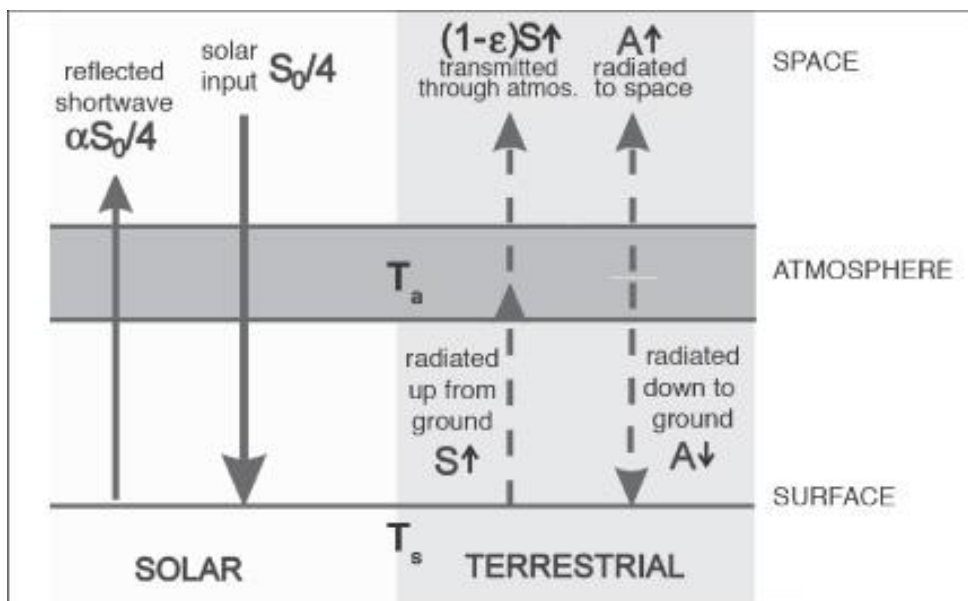
- a. Den geostrofisk vinden avtar med høyden.
- b. Vi får en polarjet.
- c. Gradientvinden øker med høyden.
- d. Den geostrofiske vinden øker med høyden.

13. En væske er i ro ved Jordens overflate. Tettheten til væsken er 700 kg/m³. Hvor mye høyere er trykket på 10 meters dyp i væsken?

- a. 508 hPa
- b. 879 hPa
- c. 687 hPa
- d. 311 hPa
- e. 1013 hPa

Oppgaver uten svaralternativer. Hvert underpunkt (a, b, c, osv.) teller like mye.

Oppgave 14:



Figuren viser en forenklet skisse av energibalansen for en planet med atmosfære og drivhuseffekt. I skissen er bare strålingsleddene i energibalansen tatt med.

- a. Ut fra figuren over, sett opp en likning for energibalansen ved toppen av atmosfæren og en for energibalansen ved overflaten.

- b.** Forklar hvordan drivhuseffekten er representert her (slik det er satt opp i figuren).
- c.** Forklar forskjellen på et klimapådriv (ofte kalt "strålingspådriv" eller "radiative forcing") og en tilbakekobling ("feedback").
- d.** Beskriv med ord to positive tilbakekoblinger i klimasystemet.
- e.** Hvilke variable/parametere i figuren vil endre seg ved de 2 tilbakekoblingsmekanismene du har beskrevet i oppgaven over? Begrunn svaret.
- f.** Hva mener vi med klimafølsomheten?

IPCC (2013) oppgir et estimat for klimafølsomheten på 1.5 til 4.5 °C (90 % usikkerhetsintervall).

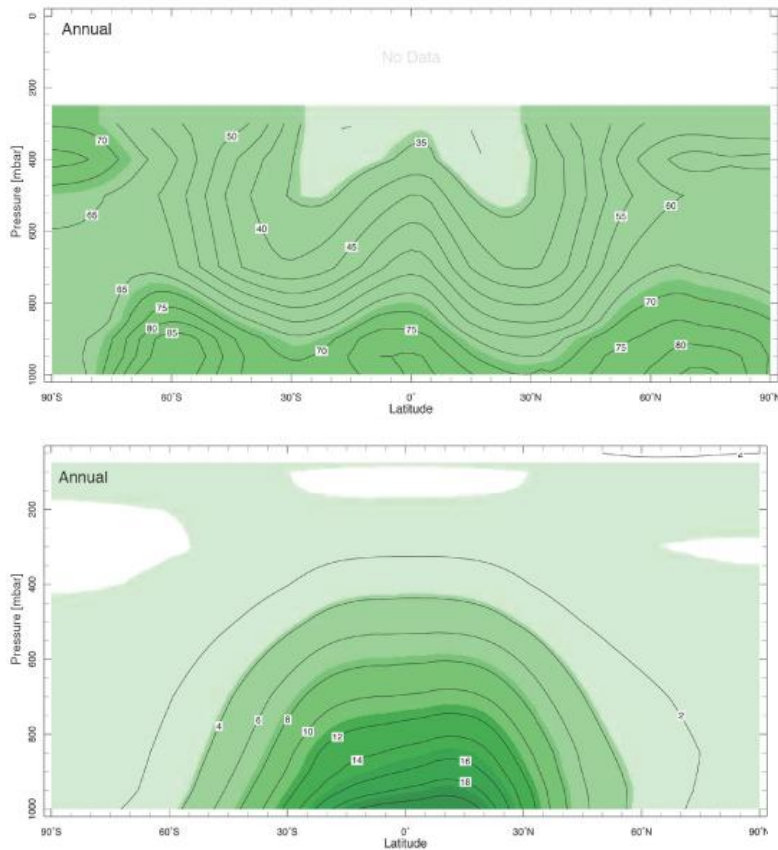
Hvorfor er det så vanskelig å bestemme klimafølsomheten mer nøyaktig?

- g.** Hvorfor er det viktig for samfunnet å kjenne klimafølsomheten?

Oppgave 15:

- a) Hvilke krefter virker på et objekt som befinner seg over grenselaget i jordens atmosfære?
- b) Hva er relativ virvling ("vorticity"); og hva brukes det til?
- c) Hvordan kommer vi fram til uttrykkene for geostrofisk balanse? (Beskriv med ord)
- d) Hva er den Lagrangeske deriverte? (Beskriv med matematikk og ord).

Oppgave 16:



Figuren viser årlig sonalt midlet relativ fuktighet (øverst) og spesifikk fuktighet (nederst) som funksjon av breddegrad og høyde i troposfæren.

- Forklar hva spesifikk fuktighet og relativ fuktighet er. Hvilke benevninger tror du er brukt i figuren?
- Hva er sammenhengen mellom de to størrelsene?
- Ved en gitt høyde ser vi at relativ fuktighet er høyere ved ca. 60° S og N, og i tropene, mens den generelt er lavere ved 30°S og N. Hvorfor er det slik?