UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	**GEF1000**
Eksamensdag:	**1. Desember 2008**
Tid for eksamen:	**09.00-12.00**
Oppgavesettet er på 4 side(r)	
Vedlegg:	**Ingen**
Tillatte hjelpemidler:	**Kalkulator**

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

Oppgave 1 og Oppgave 2 teller hver 40%, mens Oppgave 3 teller 20%

Oppgave 1.

a. Forklar hva vi forstår med den såkalte Hadleysirkulasjonen i tropene. Tegn gjerne en figur.

b. Gjør rede for hva som driver denne sirkulasjonen. Ville sirkulasjonen i Hadleycellen vært kraftigere eller svakere dersom atmosfæren ikke hadde inneholdt vanndamp? Begrunn svaret.

c. Fluksen av følbar varme mot nord er gitt ved

$$F = c_p \cdot \rho \cdot v \cdot T$$

der c_p er varmekapasiteten ved konstant trykk for luft, ρ er tettheten til luft, v er komponenten av vinden mot nord, og T er luftas temperatur. F har enheten J/m^{2}s.

Anta at c_p og ρ er konstante og v og T kan uttrykkes som
$v = \overline{v} + v'$ og $\overline{v} = [\overline{v}] + \overline{v}^*$
og $T = \overline{T} + T'$ og $\overline{T} = [\overline{T}] + \overline{T}^*$ og
Der $[x]$ representerer et sonalt middel av x, og x' er avviket fra det sonale middelet.
$\overline{x}$ representerer et tidsmiddel av x, og x^* er avviket fra tidsmiddelet.

Varmefluksen mot nord midlet sonalt langs en breddegradssirkel og over tid kan da skrives:

$$F = c_p \cdot \rho \cdot \left[\overline{vT}\right] = c_p \cdot \rho \cdot \left\{[\overline{v}][\overline{T}] + \left[\overline{v}^* \cdot \overline{T}^*\right] + \left[\overline{v' \cdot T'}\right]\right\}$$

De tre leddene i klammeparentesen representerer ulike former for transport mot nord.

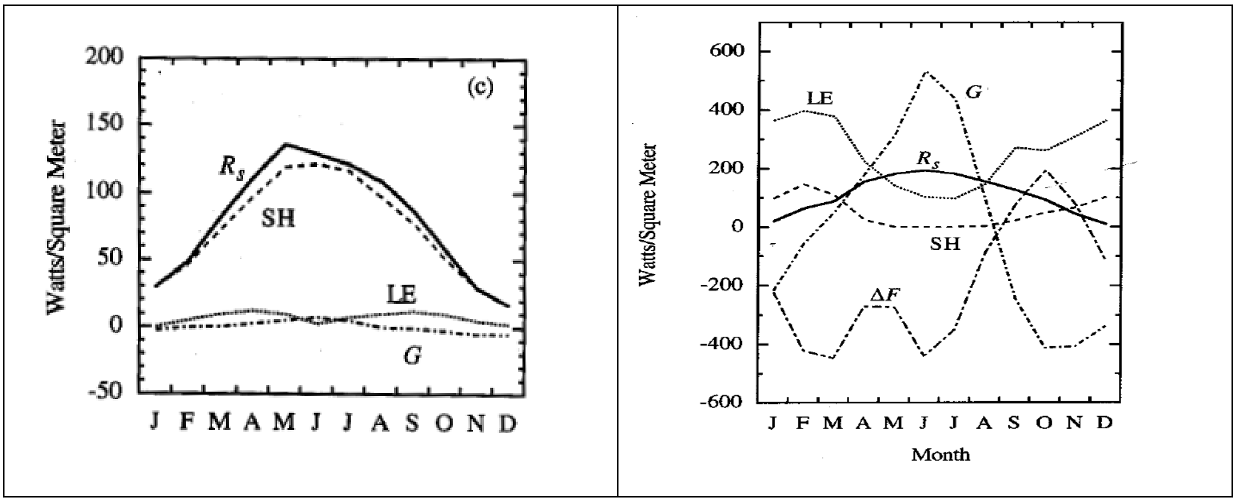
Forklar hvilke transportformer dette er og hvilken av de tre som er viktigst på midlere breddegrader (ca. 45 grader N og S).

d. Energibalansen for jordas overflate er gitt ved likningen:

$$\frac{\partial E_S}{\partial t} = G = R_S - LE - SH - \Delta f_{eo}$$

Forklar kort hva de ulike leddene i likningen beskriver

e. Figuren under viser årlig variasjon i leddene i energibalanselikningen over for 2 forskjellige steder.
Hva kan du si om forskjellen i overflateegenskapene for de to stedene?
Hva slags steder tror du de representerer?



Figur 1. Energiflukser for overflaten ved 2 ulike steder på Jorda.

Oppgave 2

a) I Middelhavet; se Fig. 2, er det et netto tap av ferskvannsvolum per tidsenhet, mens Atlanterhavet utenfor har (tilnærmet) null tap i denne sammenhengen. Hvis vi kaller volumtransportene fra nedbør for f_P, elvetilførsel for f_R, og fordampning for f_E, blir $f_P + f_R - f_E < 0$. Hva betyr dette for retningen av overflatestrømmen gjennom Gibraltarstredet? Forklar.

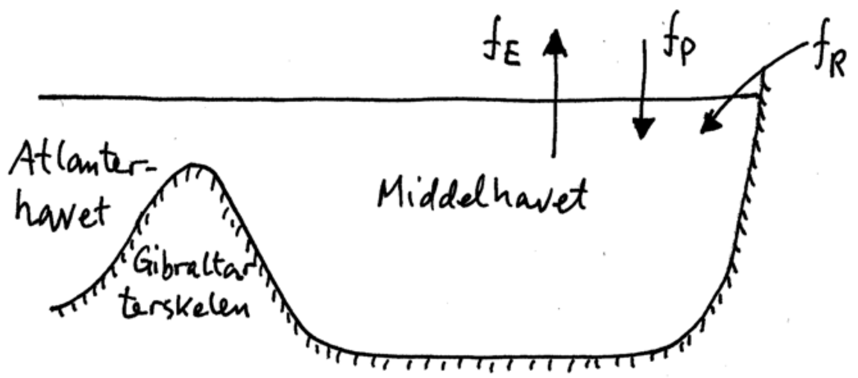


Fig.2 Modellskisse av Middelhavet (vertikalsnitt)

b) I en vannmengde med volum V og tetthet ρ er massen av oppløst salt m. Definer saliniteten S av dette vannet.

c) Vi regner at den totale massen av salt i Middelhavet er konstant på årsbasis (transporten av salt med elver og deponering av salt i bunnsedimenter er neglisjerbar i denne sammenheng). Hvordan må det totale strømbildet over terskelen i Gibraltarstredet være for at dette skal være mulig? Forklar.

d) Vi antar at vannstanden i Middelhavet ikke forandrer seg på årsbasis. Kall volum-transporten inn i Middelhavet over terskelen i Gibraltarstredet for Q_i (m^3 s^{-1}), volum-transporten ut over terskelen for Q_o (m^3 s^{-1}), og netto tap av ferskvann $f_P + f_R - f_E \equiv X$ (m^3 s^{-1}), der $X < 0$. Sett opp balanseligningen for bevaring av vannvolum i Middelhavet.

e) Det innstrømmende vannet i Middelhavet har tetthet ρ_i og salinitet S_i, mens det utstrømmende vannet har tetthet ρ_o og salinitet S_o. De tilhørende salttransportene gjennom stredet blir $\rho_i S_i Q_i$ og $\rho_o S_o Q_o$. Sett opp ligningen som uttrykker at den totale massen av salt i Middelhavet er konstant.

f) Bruk resultatene i d) og e) til å vise at

$$Q_i = \frac{\rho_o S_o X}{\rho_i S_i - \rho_o S_o}, \quad Q_o = \frac{\rho_i S_i X}{\rho_i S_i - \rho_o S_o}$$

g) I dette problemet er S_i og S_o store, og nær hverandre i verdi (typisk mellom 36 og 38 ‰), mens $\rho_i \approx \rho_o \approx 10^3 \,\mathrm{kg\,m^{-3}}$. Hvordan blir tallverdiene av Q_i og Q_o i forhold til tallverdien av X ? Forklar.

h) Sett $\rho_o S_o / (\rho_i S_i - \rho_o S_o) = -25$ og $X = -2 \times 10^3$ km^3/år , og beregn Q_i.

i) Det totale volumet V_M av Middelhavet er omtrent 4×10^6 km^3. Bruk resultatet i h) til å beregne hvor lang tid τ som trengs for å skifte ut alt vannet i Middelhavet (τ kalles residenstiden for vannet).

Oppgave 3

Når det gjelder vinddrevet strøm i svært grunne havområder, kan vi se bort fra effekten av Corioliskraften. For konstant vindspenning τ_x langs havoverflaten i *x*-retningen, blir ligningen for strømmen *u*:

$$\nu \frac{d^2 u}{dz^2} = 0 .$$

Her er ν den turbulente diffusjonskoeffisienten (kalt *A* i kompendiet). Havet har konstant dyp *H* og tetthet ρ_0. Legg *x*-aksen langs havoverflaten. Ved bunnen, gitt ved $z = -H$, antar vi at hastigheten er null. Bestem den vinddrevne strømmen (dvs. u(z)) i dette tilfellet.