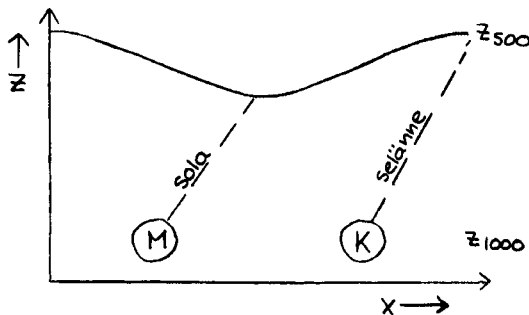


Ilmakehän virtausrakenteiden dynamiikka, sl. 2005. Ensimmäinen välikoe 21.10.2005 (JoR)

1. Kirjoita kvasigeostrofinen pyörteisyysyhtälö ja kvasigeostrofinen termodynamiikan yhtälö. Mitkä tekijät voivat näiden yhtälöiden mukaan aiheuttaa (i) pyörteisyyden kasvua, (ii) pyörteisyyden pienenemistä, (iii) ilman lämpenemistä ja (iv) ilman jäähtymistä? Näytä lisäksi, että pyörteisyyden pystyjakauma ja lämpötilan horisontaalinen jakauma riippuvat geostrofisen ja hydrostaattisen tasapainon vallitessa toisistaan.
2. Aiheuttaako ala- ja keskitroposfääriin (500-1000 hPa) kylmä advektio 300 hPa:n painepinnan nousua vai laskua, vai ei kumpaakaan? Perustelet vastauksesi sekä (i) tendenssiyhtälöä että (ii) omegayhtälöä ja kvasigeostrofista pyörteisyysyhtälöä käyttäen. Voit olettaa, että advektio on voimakkainta alussa mainitussa ilmakehässä.
3. Tarkastellaan barokliinista häiriötä, jossa pintamatala ja -korkea ovat oheisen kuvan mukaisesti 500 hPa:n korkeuskentän solan ja selänteen jäljessä. Minkäsuuntaisia ovat pystyliikkeet 700 hPa:n tasolla (i) 500 hPa:n solan kohdalla ja (ii) pintamatalan yläpuolella, sekä korkeustendenssit (iii) 500 hPa:n tasolla solan kohdalla ja (iv) alatroposfäärissä pintamatalan kohdalla? Perustelet sopivien yhtälöiden avulla. Voit olettaa, että aalto on syntynyt ylöspäin voimistuvaan länsivirtaukseen ja että se on suhteellisen lyhyt, ja että pyörteisyysadvektio on voimakkaita ylhäällä ja lämpötila-advektio alhaalla.



4. Johda ryhmänopeuden lauseke tarkastelemalla kahden x-akselin suunnassa etenevän amplitudiltaan yhtä suuren aallon summaa. Selosta myös, miten ryhmänopeus näkyy ns. Hovmöller-diagrammissa. Mitkä ovat vaihe- ja ryhmänopeuden x-komponentit vapaille Rossby-aalloille ja niiden lukuarvot Rossby-aallolle, jolle $L_x = L_y = 5000$ km, kun leveysaste on 50°N ja perusvirtaus $U = 15$ m/s? (Maapallolla $a = 6371$ km ja $\omega = 7.29 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$)
5. Vastavirtaan etenevien sisäisten gravitaatioaaltojen kulmataajuudelle voidaan johtaa lauseke

$$v = \bar{u}k - \frac{Nk}{(k^2 + m^2)^{1/2}}$$

missä k ja m ovat aaltoluvut x - ja z -akselien suunnissa. Millä ehdolla vuoristo voi synnyttää stationäärisiä vuoristoaaltoja, joiden rakenne on aaltomainen myös pystysuunnassa? Syntykö tällaisia aaltoja helpommin kapean vai leveän vuoriston ympäristöön? Osoita myös, että ylöspäin energiaa siirtävien aaltojen vaihenopeuden pystykomponentti suuntautuu alaspäin.

HUOM: Vastaa kaikkiin tehtäviin! Heiveröinenkin vastaus tuottaa keskimäärin enemmän pisteitä kuin ei vastausta ollenkaan.