

## Dynamiikka II, 1. välikoe, 10.3.2003 klo 10-14, JR

Lukekaa tehtävät huolella. Laskuissa kirjoittakaa välivaiheet esille ja piirtäkää kuva. Kartat ovat erillisillä papereilla (2 paperia). Neljännellä paperilla on vakioita.

1. Ilmapaketti olkoon maanpinnan suhteen paikallaan leveyspiirillä  $25^{\circ}\text{S}$ . Mikä on ilmapaketin impulssimomentti maan pyörimisakselin suhteen? Mikä olisi ilmapaketin nopeus (u-komponentti), jos se ajautuisi leveyspiirille  $35^{\circ}\text{S}$  impulssimomenttinsa säilyttäen?

2. a) Johda jatkuvuusyhtälö.  
b) Selitä jatkuvuusyhtälön ja sen termien fysikaalinen merkitys.  
c) Marsin ilmakehä muodostuu pääasiassa hiilidioksidista, josta noin neljäsosa tiivistyy vuosittain talvipallonpuoliskon napajäätikölle ja toisaalta höyrystyy kesäpallonpuoliskon napajäätiköltä. Millaisen muodon jatkuvuusyhtälö saisi, jos sitä sovelletaan Marsin ilmakehään. (Symbolinen esitys ja sen sanallinen esitys riittää, tarkkaa matemaattista muotoa ei tarvita).

3. Liikkeyhtälön u- ja v-komponentti pallokoordinaatistossa kirjoitetaan

$$\frac{Du}{Dt} - \frac{uv \tan \phi}{a} + \frac{uw}{a} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + 2\Omega v \sin \phi - 2\Omega w \cos \phi + F_{rx}$$

$$\frac{Dv}{Dt} + \frac{u^2 \tan \phi}{a} + \frac{vw}{a} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - 2\Omega u \sin \phi + F_{ry}$$

- a) Selosta termien fysikaalinen merkitys.  
b) Osoita suuruusluokka-analyysin perusteella mitkä ovat yhtälöiden kolme suurinta termiä keskileveysasteiden synoptisen skaalan ilmiötä tarkasteltaessa. Paineen tyypillinen muutos on noin 10 hPa, ilmakehän kinemaattinen viskositeetti  $\nu = 1.46 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ .  
c) Kirjoita approksimoitu liikkeyhtälö eli ns. yksinkertaistettu ennusteyhtälö näiden kolmen termin avulla komponentti- ja vektorimuodoissaan.

4. Oheisissa kartoissa on esitetty 1000 - 500 hPa:n painepintojen välinen korkeusero, 700 hPa painepinnan korkeus, pintapaine.

- a) Onko ilmakehä ristien (1, 2 ja 3) ympäristössä barokliininen vai barotrooppinen, onko näissä kohdissa lämpötila-advektiota ja jos on niin minkä merkkistä.  
b) Piirrä nuolet kuvaamaan geostrofisen tuulen suuntaa maan pinnalla ja 1000 hPa - 500 hPa termisen tuulen suuntaa risteillä merkityissä kohdissa, laske geostrofisen tuulen voimakkuus maan pinnalla ja 1000 hPa - 500 hPa termisen tuulen voimakkuus.  
c) Hahmottele vaakasuuntaisen tuulen pystyjakaumaa välillä 1000-500 hPa tuulinuolten avulla ristien kohdalla
5. a) Johda ageostrofisen tuulen yhtälö lähtien vektorimuotoisesta horisontaalisesta liikkeyhtälöstä.  
b) Selitä sen termien merkitys.  
c) Oheisessa kuvassa on tyypillinen suihkuvirtaukseen liittyvä ylätroposfäärin 300 hPa:n painepinnan korkeuskartta. K osoittaa painepinnan korkeaa, M matalaa. Hahmottele kuvaan geostrofisen ja ageostrofisen tuuli sekä saman nopeuden isoviivat ja kerro miten ageostrofisen tuuli selittää suihkuvirtauksen energetiikkaa.

Tehtävään 5 liittyvä kartta. Viivat ovat isohypsejä eli (paine-pinnan) saman korkeuden viivoja. M osoittaa painepinnan korkeuden pientä arvoa, K suurta.

