

Dynamiikka II, 10.5.2005

Seuraavista tehtävistä pakollisia ovat 5, 6, 7 ja 8. Lisäksi vastaa KAHTEEN tehtävistä 1, 2, 3 ja 4. Luithan tämän huolellisesti? Kaiken kaikkiaan vastaat siis KUUTEEN tehtävään.

VASTAA TEHTÄVÄÄN 8 ERILLISELLÄ PAPERILLA JA MUISTA LAITTA A KAIKKIIN PAPERIEIHIN NIMESI JA OPISKELIJANUMEROSI!

Lopussa on liite, josta löytyy hyödyllisiä vakioita, paremetrejä ja toisen asteen yhtälön ratkaisukaava.

1 (valinnainen). Jatkuvuusyhtälö voidaan kirjoittaa muodoissa

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{U}) = 0$$

tai

$$\frac{1}{\rho} \frac{D\rho}{Dt} + \nabla \cdot \vec{U} = 0$$

Miten tulkitset yhtälöitä ja mikä on niiden olennainen ero? Minkälainen on jatkuvuusyhtälö kokoonpuristumattomalle ilmalle nopeuskomponentit aukikirjoitettuna? Milloin ilma voidaan olettaa kokoonpuristumattomaksi ja milloin ei?

2 (valinnainen) Horisontaalinen liikeyhtälö voidaan kirjoittaa luonnollisessa koordinaatistossa muodossa

$$\frac{DV}{Dt} \hat{t} + \frac{V^2}{R} \hat{n} + fV\hat{n} = -\nabla\Phi, \text{ missä } \nabla = \hat{t} \frac{\partial}{\partial s} + \hat{n} \frac{\partial}{\partial n}.$$

Miten tätä yhtälöä approksimoimalla saadaan geostrofinen tuuli ja syklotrofinen tuuli? Mille ilmiöille approksimaatioita voidaan käyttää? Liitteessä 1 on esitetty voimabalanssit gradienttituulelle. Miten kuva liittyy edelliseen yhtälöön?

3 (valinnainen). Pyörteisyyseyhtälö z-koordinaatistossa voidaan kirjoittaa

$$\frac{D(\zeta + f)}{Dt} = -(\zeta + f)\nabla_z \cdot \vec{V} - \hat{k} \cdot \left(\frac{\partial \vec{V}}{\partial z} \times \nabla_z w \right) + \frac{1}{\rho^2} (\nabla_z \rho \times \nabla_z p).$$

Mitä eri termit kuvaavat? Miksi ilmakehän liiketilan kuvaamiseen usein käytetään pyörteisyyseyhtälöä eikä varsinaisia liikeyhtälöitä nopeuskomponenteille? Mikä on pyörteisyyden ja nopeuskomponenttien välinen yhteys?

4 (valinnainen). Liiketyhtälö keskimääräistuulen u-komponentille rajakerroksessa (viskoosikerroksen yläpuolella) voidaan kirjoittaa

$$\frac{\overline{Du}}{Dt} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \overline{p}}{\partial x} + f \overline{v} - \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z}.$$

Mitä tarkoittavat viivat termien yläpuolella ja mikä on vasemman puolen derivaatta aukikirjoitettuna? Mitä kuvaa oikeanpuoleinen viimeinen termi $\frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z}$ ja mitä kahta tapaa käytettiin kurssilla sen parametrisointiin? Mikä oli parametrisointien idea ja missä meteorologisissa tilanteissa niiden pätevyys on luotettavimmillaan?

5. Liiketyhtälön horisontaalikomponentit pallokoordinaatistossa kirjoitetaan (ilman kitkatermejä)

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

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

- Selosta termien fysikaalinen merkitys.
- Tee suuruusluokka-analyysi käyttämällä tyypillisiä keskileveysasteiden synoptisen skaalan ilmiöiden arvoja ja poimi kolme suurinta termiä. Paineen tyypillinen muutos on 10 hPa ja tyypillisen aikaskaalan saat pituusskaalan ja horisontaalisen nopeusskaalan suhteesta.

6. Barotrooppiselle ilmalle voidaan sirkulaation muutos esittää kaavalla

$$C_2 - C_1 = -2\Omega(A_2 \sin \phi_2 - A_1 \sin \phi_1)$$

Jos 50 km-säteinen ilma-alue, joka on alun perin paikallaan maan suhteen ja sijaitsee päiväntasaajalla, siirtyy pohjoisnavalle isobaarista pintaa pitkin säilyttäen pinta-alansa, mikä on siirroksen jälkeen alueen tangentialinen nopeus alueen reunalla? Mitä yhtälö fysikaalisesti kuvaa ja miksi siirros vaikuttaa alueen liiketilaan?

7. Selitä seuraavat käsitteet. Vastaa lyhyesti, mutta pelkkä mahdollinen kaava ei riitä vaan se pitää myös selittää. Ilman kaavaakin voi saada täydet pisteet.

- geopotentialiaali
- painekoordinaatisto
- trajektorii
- virtaviiva
- ageostrofinen tuuli
- Rossby-aallot