

Ilmakehän virtausdynamiikan perusteet, Välikoe 16.3.2006

VASTAA TEHTÄVÄÄN 5 ERILLISELLÄ PAPERILLA JA MUISTA LAITTA KAIKKIIN PAPERIEIHIN NIMESI JA OPISKELIJANUMEROSI!

1. Liikkeyhtälön horisontaalikomponentit pallokoordinaatistossa kirjoitetaan (ilman kitkatermejä)

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

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

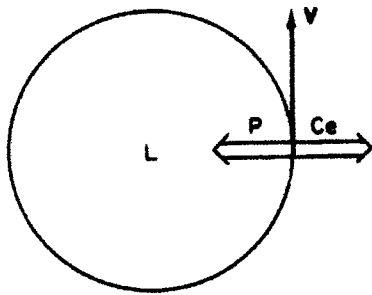
- Tee suuruusluokka-analyysi käyttämällä tyypillisiä keskileveysasteiden synoptisen skaalan ilmiöiden arvoja. Paineen tyypillinen muutos on 10 hPa.
- Jos otat huomioon vain kaksi suurinta termiä, mihin ilmiöön/käsitteeseen päädytään? Jos otat huomioon kolme suurinta termiä, miten liikkeyhtälön luonne tällöin muuttuu?

2. 50 km havaintopisteestä pohjoiseen on lämpötila alempi 3 °C. Jos tuuli on koillisesta ja 20 m/s ja ilma lämpiää samanaikaisesti säteilyn takia 1 °C/h, niin kuinka paljon muuttuu lämpötila havaintopisteessä? Tiedäthän, että $\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla T$. Mitä ovat tämän yhtälön eri termit?

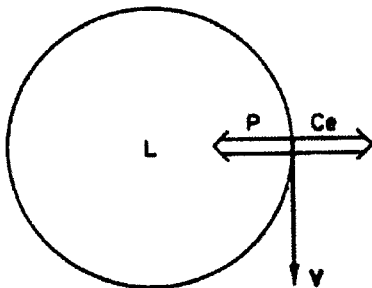
3. Horisontaalinen liikkeyhtälö voidaan kirjoittaa luonnollisessa koordinaatistossa muodossa

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

Miten tätä yhtälöä approksimoimalla saadaan syklostrofinen tuuli? Mille ilmiöille approksimaatiota voidaan käyttää? Kuvassa on esitetty voimabalanssit syklostrofiselle tuulelle. Miksi syklostrofinen tuulen approksimaatio tuottaa kuvan kaksi tapausta ja miksi molemmissa tapauksissa paine alenee keskelle päin?



$$R > 0, \frac{\partial \Phi}{\partial n} < 0$$



$$R < 0, \frac{\partial \Phi}{\partial n} > 0$$

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

- geopotentialiaali
- painekoordinaatisto
- hydrostaattinen tasapaino
- Brunt-Vaisala -taajuus
- gradienttitiulen approksimaatio
- painovoima g

5. Laske oheisen kartan perusteella vektorimuodossa vaakasuuntainen painegradientti ja geostrofisen tuuli Helsingissä, kun pintalämpötila on $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja leveyspiiri on 60°N . Mikä on geostrofisen tuulen voimakkuus (m/s) ja suunta (asteina)? Piirrä karttaan Helsingin kohdalle geostrofisen tuulen suunta, paine-erovoima sekä painegradientti.