

## Ilmakehän yleinen kiertoliike I, tentti 19.10.2005

Maksimipistemäärät eri tehtävistä numerojärjestyksessä: 7, 5, 6, 6 ja 6.

1. Impulssimomentin meridionaalinen vuo  $2\pi a^2 \cos^2 \phi / g \int_0^{1000 \text{ hpa}} [uv] dp$  on keskimäärin talvis-aikaan leveyspiirillä  $30^\circ\text{N}$   $5.4 \times 10^{19}$  Nm ja leveyspiirillä  $60^\circ\text{N}$   $-0.5 \times 10^{19}$  Nm.
  - a) Millaiset ilmakehän virtausmuodot ensisijaisesti vastaavat impulssimomentin meridonaalisesta siirrosta tarkasteltavalla alueella? Miten vuon suunta mainituilla leveyspiireillä kytkeytyy näiden virtausmuotojen tyypilliseen rakenteeseen?
  - b) Kuinka paljon impulssimomenttia keskimäärin siirtyy maapallon pinnan ja ilmakehän välillä pinta-alayksikköä kohti alueella  $30^\circ$ - $60^\circ\text{N}$  (vuon suunta ja suuruus yksiköissä (Nm / m<sup>2</sup>))? Miten vuon suunta liittyy ilmanpaineen ja tuulten jakaumaan?
2. Johda painekoordinaatistossa esitetystä horisontaalisen liikkeen yhtälöstä lähtien yhtälö, joka kuvaa ilmapaketin liike-energian muutoksia. Anna fysikaalinen tulkinta saamasi yhtälön eri termeille.
3. Ilmakehän kokonaispotentiaalienergian ja liike-energian väliselle muunnokselle  $C(\langle P^+ \rangle, \langle K \rangle)$  on johdettu luentomonisteesta kolme eri esitystapaa.
  - a) Kerro kunkin esitystavan oleellinen sisältö. Johtoa tai tarkkaa matemaattista lauseketta ei edellytetä.
  - b) Miksi energianmuunnoksen tarkan arvon määrittäminen ilmakehästä tehtyjen havaintojen avulla on vaikeaa kaikissa kolmessa tapauksessa?
  - c) Merituulikiertoliikkeessä vapautettavissa olevaa potentiaalienergiaa muuntuu tehokkaasti liike-energiaksi. Perustelee tämä kaikkia kolmea esitystapaa käyttäen.
4. Tarkastele ENSO-ilmiön (El Niño – Southern Oscillation) vaikutusta ilmakehän ja valtameren olosuhteisiin trooppisella Tyynellämerellä Indonesian ja Etelä-Amerikan rannikon välissä. Millaisia ovat (i) meriveden lämpötilan, (ii) merenpinnan korkeuden, (iii) tuulen u-komponentin, (iv) ilmanpaineen ja (v) keskitroposfääriin pystyliikkeen jakaumat toisaalta keskimääräistilanteessa, toisaalta El Niño –vuosina?
5. Selosta lyhyesti (n. ½ sivua / kohta) seuraavia asioita
  - a) Hadley-kiertoliike ja sen vuodenaikaisvaihtelu
  - b) Ilmakehän seisoviin aaltoihin vaikuttavat tekijät
  - c) Parametrisointiongelma

**Lisätietoja (osasta voi olla hyötyä):** jään tiheys  $\rho_j = 900 \text{ kg/m}^3$ ; veden tiheys  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ ; aurinkovakio  $S_0 = 1367 \text{ W/m}^2$ ; jään sulamislämpö  $= 330 \text{ kJ/kg}$ ; veden haihtumislämpö  $L = 2500 \text{ kJ/kg}$ , maapallon säde  $a = 6371 \text{ km}$ ; maapallon pinta-ala  $A = 5.1 \times 10^{14} \text{ m}^2$ ; vyöhykkeen  $30^\circ$ - $60^\circ\text{N}$  osuus tästä  $= 18.3\%$ ; vuorokauden pituus  $= 86400 \text{ s}$ ; vuoden pituus  $= 365 \text{ vrk}$ ; ilman ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa  $c_p = 1004 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ ; ilman kaasuvakio  $R = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ ; Stefan-Boltzmannin vakio  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{s}^{-1} \text{ K}^{-4}$ ; maan painovoiman kiihtyvyys  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ , keskimääräinen ilmanpaine maan pinnalla  $= 10^5 \text{ Pa}$ .