

Rajakerroksen fysiikka II, kevät 2014

Harjoitus 1

Palauta vastaukset to 23.1. klo 12 mennessä kurssin laatikkoon Dynamicumin käytävään (sisään pääovesta ja heti oikealla yliopistokäytävän ovi) postilokerikkoon (huonetta 1D24b vastapäätä), tai sähköpostilla sampo.smolander@helsinki.fi

Laskarit pe 24.1. klo 12:15, sali D116 Physicum

1. (a) Edellyttääkö kurssimonisteen yhtälöiden (10) – (12) johtaminen yhtälöistä (7) – (9) oletusta vakiovuokerroksesta, vai riittääkö että oletus tehdään johdettaessa yhtälöt (7) – (9)? Perustele vastauksesi.

(b) Miksi kitkakerroin C_d pienenee referenssikorkeuden kasvaessa?

2. Tietyssä ilmakerroksessa potentiaalilämpötila θ riippuu korkeudesta z seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$\theta/\theta_0 = -(z - a)^2 + a^2 + 1,$$

missä $a > 0$ on vakio ja θ_0 on potentiaalilämpötila maan pinnalla.

- (a) karakterisoi kyseisen kerroksen (0 – noin $2a$) stabiilisuutta
 - (b) miten suuri pystysuuntainen nosto tarvittaisiin, jotta alun perin tasolla $z = 0$ oleva ilmapartikkeli pääsisi karkaamaan kyseisestä kerroksesta?
3. (a) Neutraalisti kerrostuneessa pintakerroksessa havaitaan tuulen nopeudeksi 5 m korkeudella 5.0 m/s. Rosoisuusparametri z_0 on 1 cm. Laske tuulen nopeudet korkeuksilla 1 m ja 10 m.
 - (b) Olettaen sama tuuli 5 m korkeudella (5.0 m/s), selitä kvalitatiivisesti mutta perustellusti miten roisosuusparametrin ja stabiilisuuden muutokset vaikuttaisivat tuuliin 1 m ja 10 m korkeuksilla.
4. Olkoon 10 m:n korkeudella tuulen nopeus 5.0 m/s ja ilman lämpötila 10°C . Alustan roisosuusparametrit liikemäärälle ja lämmölle ovat $z_{0m} = 0.1$ m ja $z_{0h} = 0.01$ m. Pintalämpötila vaihtelee eri tilanteissa välillä $0\text{--}10^\circ\text{C}$. Yksinkertaisuuden vuoksi kuvaamme lämmönvaihtokertoimen riippuvuutta stabiilisuudesta Richardsonin luvun avulla:

$$C_h = C_{hm}(1 - 5 Ri)^2,$$

kun $0 < Ri < 0.2$ (vrt. Rajakerroksen fysiikka I). Määritä Richardsonin luku tilanteessa, jossa alaspäin suuntautuva lämmönvuo saavuttaa maksimiarvonsa.

5. Leveyspiirillä 60°N geostrofinen tuuli on läpi vuorokauden lännestä (270°) ja nopeudeltaan 10.0 m/s. Pintakitkasta aiheutuva ageostrofinen tuulikomponentti on ennen auringonlaskua suunnasta 120° ja suuruudeltaan 3.0 m/s. Oletetaan, että auringon laskiessa klo 18 rajakerros stabiloituu niin voimakkaasti, että kitka katoaa täysin. Milloin rajakerroksen suihkuvirtaus saavuttaa maksiminopeutensa? Mikä on silloin sen nopeus ja suunta? Kuinka pitkään esiintyy super-geostrofista tuulta?