

Rajakerroksen fysiikka II, kevät 2014

Harjoitus 4

Palauta vastaukset **to 20.2.** 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 21.2.** klo 12:15, sali D116 Physicum

- Selvitä ovatko Charnockin yhtälö (46) ja yhtälö (43) likimäärin sopuoinnussa keskenään. Voit käyttää hyväksi approksimaatiota $u_* \approx U/30$ ja tarkastella yhtälöitä numeerisesti.
- (a) Railon pintalämpötila on -1.8°C , ja ilman lämpötila sen yllä 2 m:n korkeudessa on -30°C . Osoita että laskettaessa haihdunta railosta bulk-menetelmää (13) käyttäen, emme tässä tapauksessa käytännössä tarvitse tietoa ilman kosteudesta.
(b) Mikä on tilanne jos ilman lämpötila on -5°C ?
Vihje: kyllästyshöyrinpaine e_s yksikössä hPa on lasketavissa yhtälöstä:
 $e_s = 6.1 \times \exp(17.502 \times (T-273.15)/(T-32.18))$, missä T on absoluuttinen lämpötila.
Kyllästysominaiskosteus voidaan laskea höyrinpaineesta: $q_s = 0.622e_s / (p-0.378e_s)$, missä p on ilmanpaine.
- Vedenpinnan yllä tehtiin tarkkoja tuulihavaintoja 5 m ja 1.5 m korkeuksilla. Kun ylemmällä tasolla havaittiin tuuli 6.00 m/s, antoi mittaus alemmalle tasolle tuulen 5.30 m/s. Kuinka suureksi muodostuu tasojen välinen nopeusero, kun ylemmän tason tuuli kasvaa arvoon 13.00 m/s, ja tuulen kiihtyminen aiheuttaa z_0 :n kasvun nelinkertaiseksi? Kerrostuneisuus oletetaan neutraaliksi.
- (a) Laivasta mitattiin säteilylämpömittarilla meren pintalämpötilaa ja tavanomaisella lämpömittarilla lämpötilaa 0.5 m syvyydestä. Arvioi paljonko tulokset poikkeavat toisistaan, jos mittaukset oletetaan virheettömiksi. Käytä arvioissa sekä yhtälöä (49) että monisteessa sen jälkeen esitettyä yksinkertaisempaa yhtälöä, jossa lämpötilaero on verrannollinen merenpinnan nettolämmönvuon ja tuulen nopeuden suhteeseen. Tutkittavassa tilanteessa nettolämmönvuo $Q_n = -180 \text{ W/m}^2$ (pinta menettää lämpöä) ja tuulennopeus $U(5\text{m}) = 7 \text{ m/s}$. Merenpinnan karkeudeksi (ilman kannalta) oletetaan $z_0 = 10^{-4} \text{ m}$. Oletetaan, että ilmasta mereen suuntautuvasta liikemäärän vuosta 60% menee pintavirtaukseen ja loput aallokkoon. Laske myös laminaarisen kerroksen pseudopaksaus δ_{T+} .
Kertoimet ja vakiot:
 $\lambda = 6$; $\nu = 1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$; $\kappa_T = 1.4 \times 10^{-7} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, $c_p = 4.19 \times 10^3 \text{ W s kg}^{-1}\text{K}^{-1}$,
 $\rho_w = 1024 \text{ kg m}^{-3}$, $\rho_a = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$
(b) Mikä on lämpötilaero yksinkertaisemman yhtälön perusteella arvioituna, jos tilanne on muuten kuten a-kohdassa, mutta tuulen nopeus kaksinkertaistuu? Oletetaan että on yö ja pitkäaaltainen säteily paksuista alapilvistä merenpintaan tasapainottaa merenpinnan emittoiman pitkäaaltoisen säteilyn. Oletetaan myös että luentomonisteen yhtälö (51) pätee.