

Meteorologian ja säähavainnonteen perusteet (kevät 2017)

Harjoitus 1.

1. Mikä on Auringon ($T=5780\text{K}$) ja Jupiterin ($T=152\text{K}$) mustan kappaleen säteilyintensiteetti ja millä aallonpituudella se on suurimmillaan?

2. Maa-planeetan säteilytasapainoa vastaava lämpötila on -19°C , kun aurinkovakio on 1360Wm^{-2} , planetaarinen albedo 0.31 ja planeetan emissiivisyys 1. Mikä planeetan (a) emissiivisyyden ja (b) albedon pitäisi olla, jotta tasapainolaskelmat tuottaisivat planeetan havaitun keskimääräisen pintalämpötilan $+15^\circ\text{C}$.

3a. Aurinko laskeutuu zeniitistä 45° (eli on edelleen 45° horisontin yläpuolella). Kuinka paljon (prosentteina) maan pinnalle tulevan säteilyn intensiteetti pienenee zeniittiin verrattuna, kun oletetaan ilmakehän läpäisykertoimen olevan 0.7.

3b. Laske albedo alustalle, jolle tulevan auringon säteilyn intensiteetti on 200Wm^{-2} ja heijastuneen 160Wm^{-2} . Päätele minkälaisesta alustasta voisi olla kyse (esim. metsä, aavikko, uuden lumen peittämä maa).

4.a. Laske maanpinnan säteilemän pitkäaaltosäteilyn intensiteetti yöllä, kun maanpinnan lämpötila on 285K . Voit olettaa, että tilanne vastaa mustan kappaleen säteilyä ($\epsilon = 1$).

4b. Laske maanpinnan tehoisa ulossäteily, kun tarkasteltavaa aluetta peittää tasainen alapilvikerros, jonka lämpötila on 280K . Maanpinnan ja pilvikerroksen välisen ilmakerroksen pitkäaaltosäteilyn läpäisykertoimeksi oletetaan $\tau = 1$ (eli maanpinnan ja pilvikerroksen välinen ilma on täysin läpinäkyvää pitkäaaltosäteilylle).

4c. Piirrä säteilynkulkua selventävä kaavio.

4d. Oletetaan, että $\tau < 1$. Miten tehoisa ulossäteily muuttuu tästä johtuen? Käytä apuna edellisen kohdan kaaviota.

5. Oletetaan, että maa-planeetta on säteilytasapainossa ja aurinkovakio on 1360Wm^{-2} .

Oletetaan edelleen, että tästä tilanteesta auringon säteilyteho putoaisi yht'äkkisesti 10%.

5a. Mikä olisi maa-planeetan säteilytase heti tämän pudotuksen jälkeen [Wm^{-2}]?

5b. Jos tarkkailisit maa-planeettaa ulkoapäin, miten säteilytase tulisi kehittymään ajan myötä? Voit piirtää kaaviokuvan.

5c. Mikä olisi kaukana tulevaisuudessa (tuhansien vuosien kuluttua) vallitseva uusi säteilytasapainoa vastaava lämpötila olettaen, että planeetan ominaisuudet pysyisivät muuten ennallaan ($\epsilon = 1$ ja $\alpha = 0.31$)?