

# Venuksen albedo

Työohje kurssiin 766107P  
Fysikaalisten tieteiden harjoitustyöt 6 op /  
Tähtitieteen työt 3 op

Fysikaalisten tieteiden laitos / Tähtitieteen osasto  
Oulun yliopisto

2008

## 1 Teoria

Bondin albedo planeetalle on planeetan heijastaman säteilyvuon suhde sen Auringosta saamaan säteilyvuohon. Heijastumatta jäänyt säteily absorboituu ja muuttuu lämmöksi. Bondin albedon arvot vaihtelevat välillä 0–1. Jos planeetta ei heijasta lainkaan säteilyä, sen Bondin albedo on 0 (musta aukko), jos se taas heijastaa kaiken säteilyn, sen Bondin albedo on 1 (hyvä peili). Jotta albedo voitaisiin määrätä, Venuksen kirkkaus on mitattava eri vaihekulman  $\alpha$  arvoilla ja laskettava kokonaissäteily. Havaintomateriaalina käytetään Müllerin mittauksia Venuksesta (Liite 4).

## 2 Työn suoritus

Redusoituja kirkkauksia  $m_r$  verrataan kirkkauteen  $m_{r0}$ , joka on redusoitu kirkkaus yläkonjunktin aikana, jolloin Venus on Auringon takana ja vaihekulma on nolla. Havainnot ei voida tehdä täsmälleen tässä tilanteessa, mutta kuitenkin hyvin lähellä sitä. Lasketaan kirkkauden muutos vaihekulman funktiona ja sijoitetaan saadut arvot taulukon neljänteen sarakkeeseen.

$$\Delta m_r(\alpha) = m_r - m_{r0} \quad (1)$$

Tarkastellaan Venuksen kirkkautta tilanteissa, joissa sen intensiteetti ja suuruusluokka ovat  $I$  ja  $I_0$  sekä  $m_{r0}$  ja  $\Delta m_r(\alpha)$ . Suuruusluokan ja säteilyintensiteetin välillä on tällöin voimassa yhtälö

$$\frac{I}{I_0} = 10^{0.4(m_{r0} - m_r - \Delta m_r(\alpha))} = 10^{-0.4\Delta m_r(\alpha)}, \quad (2)$$

joten

$$\log I = \log I_0 - 0.4\Delta m_r(\alpha). \quad (3)$$

Normeeraamalla intensiteettiskaala niin, että  $I_0 = 1$  saadaan

$$\log I = -0.4\Delta m_r(\alpha). \quad (4)$$

Merkitsemällä edelleen  $10^{-0.4\Delta m_r(\alpha)} = f(\alpha)$  on

$$I(\alpha) = f(\alpha). \quad (5)$$

Lasketaan suureet  $\log I$  ja  $I = f(\alpha)$  taulukkoon.

Bondin albedon määrittämiseksi on siis tunnettava planeetan heijastama säteilyvuo, sen Auringosta saama säteilyvuo ja laskettava niiden suhde. Planetasta lähtevä kokonaissäteily voidaan laskea yhtälöstä

$$L_{pl} = \int_0^\pi f(\alpha) 2\pi \sin \alpha d\alpha, \quad (6)$$

ja planeetan Auringosta saama säteily yhtälöstä

$$L_\odot = \frac{\pi r^2 S}{R^2}, \quad (7)$$

jossa  $S$  on Auringosta lähtevä säteilyvuo,  $r$  planeetan säde ja  $R$  planeetan etäisyys Auringosta. Bondin albedo  $A$  on tällöin

$$A = \frac{R^2 I_0}{r^2 S} \int_0^\pi 2f(\alpha) \sin \alpha d\alpha = pq. \quad (8)$$

Tekijä  $q = \int_0^\pi 2f(\alpha) \sin \alpha d\alpha$  on vaihteintegraali ja se lasketaan graafisella integroinnilla. Tekijä  $p = \frac{R^2 I_0}{r^2 S}$  on geometrinen albedo ja se lasketaan käyttämällä hyväksi yhtälöä

$$\log \frac{I_0}{S} = 0.4(m_\odot - m_{r0}) \quad (9)$$

ja seuraavia lukuarvoja:

Maan etäisyys Auringosta:  $R_S = 149.7 \cdot 10^6 \text{ km} = 1 \text{ TY}$   
 Venuksen etäisyys Auringosta:  $R_V = 108.3 \cdot 10^6 \text{ km} = 0.72 \text{ TY}$   
 Venuksen säde:  $r_V = 6200 \text{ km}$   
 Auringon visuaalinen kirkkaus:  $m_{\odot} = -26^m.72$

### 3 Lopputuloksista

Mikä on Bondin albedon arvo Venukselle? Mitä albedo kertoo planeetasta?

### 4 Venuksen kirkkaus vaihekulman funktiona

$\alpha$	$m$	$m_r$	$\Delta m_r$	$\log I$	$I = f(\alpha)$
0	$-3^m.75$	$-4^m.88$	0.00	0.000	1.000
10	-3.58	-4.73			
20	-3.41	-4.58			
30	-3.29	-4.42			
40	-3.28	-4.24			
50	-3.45	-4.06			
60	-3.59	-3.85			
70	-3.72	-3.63			
80	-3.83	-3.41			
90	-3.94	-3.18			
100	-4.03	-2.94			
110	-4.12	-2.69			
120	-4.23	-2.42			
130	-4.29	-2.13			
140	-4.23	-1.83			
150	-4.08	-1.50			
160	-3.72	-1.14			
170	-3.36	-0.74			