

A műhold egy pontja akkor maximális hőmérsékletű, ha maximális a Nap sugárzásából ráeső rész és minimális az energialeadása. Eszerint a maximális hőmérsékletű pontban a műhold felülete merőleges a beeső sugárzásra, és az anyaga hőszigetelő.

Legyen a fenti kis felületdarab A nagyságú és r reflexióképességű. Az A felületre ekkor $P_{be} = I \cdot A \cdot (1 - r)$ teljesítmény esik az I teljesítménysűrűségű napsugárzásból, amiben már szerepel a visszavert rész. I a Naptól való távolság négyzetével fordítottan arányos:

$$I = 1400 \text{ W/m}^2 \cdot (150/20)^2 = 78750 \text{ W/m}^2.$$

Mivel hővezetés nincs, az A felületdarab csak elektromágneses sugárzás formájában tud energiát leadni. A Kirchhoff-törvény és a Stephan–Boltzmann-törvény szerint a leadott teljesítmény

$$P_{ki} = (1 - r) \cdot A \cdot \sigma \cdot T^4,$$

ahol

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

a Stephan–Boltzmann-állandó. Egyensúly esetén $P_{ki} = P_{be}$, ahonnan

$$T_{\max} = \sqrt[4]{\frac{I}{\sigma}}.$$

A fenti I értékkel a műhold maximális hőmérsékletére $T_{\max} = 1086 \text{ K} \sim 1100 \text{ K}$ adódik. Ez a hőmérséklet többféle módon csökkenthető:

a) Ha az űrszonda anyaga hővezető, akkor a sugárzáson kívül a hővezetés is szállít energiát az A felületről, és a teljes szonda fog sugározni. Tökéletesen vezető anyag esetén az egész szonda egyenletes hőmérsékletű lesz. Ilyenkor az egész szondára eső teljesítményeket kell felírni. A fentiekhez hasonló gondolatmenettel: ha a szonda A_{be} keresztmetszetét fordítja a Nap felé, és a teljes felülete A_{ki} , akkor

$$T = \sqrt[4]{\frac{I}{\sigma} \cdot \frac{A_{be}}{A_{ki}}}$$

lesz. Gömb alakú szonda esetén $A_{be}/A_{ki} = 1/4$, így $T = 770 \text{ K}$. A_{be}/A_{ki} tovább csökkenthető nagy hősugárzó lapok alkalmazásával, melyeket élükkel fordítanak a Nap felé, így A_{be} -t alig, A_{ki} -t nagyon növelik.

A hővezetésnek „segíthetünk”, ha a szonda forog, mert ez is egyenletessé teszi a hőmérsékletet.

b) A fentiek szerint nem érdemes az egész szonda reflexióképességét növelni, azaz tükröző anyaggal bevonni, mivel r az egyensúlyi hőmérséklet képletéből kiesik. Érdemes lehet viszont a szonda Nap felé forduló részét valamilyen nagy visszaverő képességű anyagból készíteni, a hátsót pedig feketére festeni (r kicsi), mivel ilyenkor a Kirchhoff-törvény szerint a hátsó rész sugárzó képessége nagy lesz.

Megjegyzés. A gyakorlatban a Nap közelébe kerülő szondákat úgy védik a magas hőmérséklettől, hogy a sötét színű szonda elé jó hőszigetelő tartókkal tükröket tartanak, és alkalmaznak hősugárzó lapokat is.