

Egy M tömegű űreszköz r sugarú körpályán, állandó v_0 nagyságú sebességgel kering a Nap körül, mozgását csak a Nap gravitációs hatása befolyásolja. Az űreszközt a Földről arra utasítják, hogy indítson útjára egy teljesen fekete, gömb alakú szondát, amelynek tömege m , sugara R , anyagának sűrűsége pedig ρ . A kibocsátás után a szonda ugyanazon a pályán kering a Nap körül, mint a kibocsátó. Tegyük fel, hogy anyaga jó hővezető, így a gömb hőmérséklete pályára állása után állandó, $T = 180$ K. A Nap sugárzását tekintsük egy $T_{\odot} = 5778$ K hőmérsékletű abszolút fekete test sugárzásának! A Nap tömege $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg, sugara $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ m, luminozitása (összes sugárzási teljesítménye) pedig $L_{\odot} = 3,83 \cdot 10^{26}$ W.

a) Határozzuk meg számszerűen az űreszköz és a szonda pályájának r sugarát csillagászati egységben kifejezve! $1 \text{ CSE} = 1,496 \cdot 10^8$ km.

b) Számítsuk ki a gömbre eső fotonok által a szondára kifejtett erő F_f nagyságát! A választ r , R , L_{\odot} és c függvényében adjuk meg, ahol c a fénysebesség vákuumban.

c) Határozzuk meg a gömb v' sebességének nagyságát, ha mozgását csak a Nap gravitációs hatása és a sugárnyomás befolyásolja! A választ az r , R , L_{\odot} , ρ , v_0 és c mennyiségekkel kifejezve adjuk meg!

Azért, hogy a szonda az r sugarú körpályára kerülhessen, kicsit le kell lassítani. Ezt úgy érik el, hogy az űreszköz mozgásával ellentétes irányban, ahhoz képest Δv nagyságú sebességgel indítják. Az űreszköz a saját mozgásának stabilitása érdekében legfeljebb $\Delta p_{\max} = 1 \text{ kg m s}^{-1}$ nagyságú impulzust adhat át a szondának.

d) Számítsuk ki numerikusan a gömb sugarának legnagyobb (R_{\max}) értékét, amely mellett az űreszköz mozgása még stabil marad! Tegyük fel, hogy $m \ll M$ és $\Delta v = v_0 - v' \ll v_0$! (Felhasználhatjuk, hogy $\sqrt{1-x} \approx 1 - x/2$, ha $|x| \ll 1$.) A hiányzó adatokra adjunk észszerű nagyságrendi becslést!