

Kako močno Luna in Zemlja osvetlujeta druga drugo

Zadajmo si nalogo, da najprej izračunamo osvetljenost Luninega površja, ki jo povzroča od Sonca osvetljena Zemlja ob mlaju, nato osvetljenost Zemljinega površja, ki jo povzroča od Sonca osvetljena Luna ob ščipu in osvetljenosti primerjajmo med seboj.

Od Sonca osvetljeni Zemlja (ob mlaju) in Luna (ob ščipu) svetita. Delujeta kot svetili. V prostor oddajata svetlobni tok in tako osvetlujeta k Zemlji obrnjeno temno, od Sonca neosvetljeno stran Lune, oziroma k Luni obrnjeno temno, od Sonca neosvetljeno stran Zemlje.

Izberimo si primerne osnovne (recimo kar šolske, ne preveč natančne) podatke za določitev ocene teh vrednosti. Vzemimo, da poznamo gostoto svetlobnega toka, ki jo Zemlja sprejema oz. dobiva od Sonca $j_0 = 1\,400\text{ W/m}^2$ (solarna konstanta), radij Zemlje R , radij Lune $\frac{1}{4}R$, razdaljo Lune od Zemlje $r = 60R$, albedo (odbojnost) Zemlje $\delta = 0,3$ in albedo Lune $\sigma = 0,12$. Oddaljenost Lune od Zemlje seveda zanemarimo glede na oddaljenost Zemlje od Sonca (1:390). Tudi ekstinkcijo svetlobe v našem ozračju.



Ob ščipu ali polni luni od Sonca osvetljena Luna osvetljuje Zemljino površje z okoli $1,5 \cdot 10^{-3}\text{ W/m}^2$.

Nalogi se "dogajata" ob mlaju in ob ščipu ali zelo blizu obeh men (± 1 en dan ali dva dni), ko je Luna med Soncem in Zemljo (mlaj) in, ko je Zemlja med Luno in Soncem (ščip), ko Luno osvetljuje od Sonca osvetljena Zemlja oziroma, ko Zemljo osvetljuje od Sonca osvetljena Luna.

Prvi primer (mlaj):

S Sonca pada na Zemljo gostota svetlobnega toka j_0 . Zato od Sonca obsijana polovica Zemlje sveti. Vsa vpadna svetloba se ne odbije v prostor, ampak le del,

kar pove albedo Zemlje. Od Zemlje se odbije ali gre v prostor svetlobni tok $j_0 \cdot \pi R^2 \cdot \delta$, na Luno v razdalji r pa pade tok z gostoto (upoštevamo le od Sonca osvetljeno Zemljino polkroglo, ki je obrnjena proti Luni) $j_0 \cdot \pi R^2 \cdot \delta / 2\pi r^2 = j_0 \cdot R^2 \cdot \delta / 2 (60 R)^2 = 1400 \text{ W/m}^2 \cdot 0,3 / 2 \cdot 3600 \approx 0,06 \text{ W/m}^2$. To je osvetljenost Luninega površja ob mlaju zaradi svetlenja Zemlje.

Drugi primer (ščip):

Gostota svetlobnega toka, ki ob polni luni pade s Sonca na Luno, je glede na gostoto svetlobnega toka, ki pade na Zemljo, praktično enaka $j_0 = 1400 \text{ W/m}^2$ (razlika je le za 4 W/m^2 , kar zanemarimo).

Od Lune se odbije svetlobni tok $j_0 \cdot \pi (1/4 R)^2 \sigma$. V razdalji r pade na Zemljo tok z gostoto $j_0 \cdot \pi (1/4 R)^2 \sigma / 2\pi (60R)^2 = 1400 \text{ W/m}^2 (1/4)^2 \cdot 0,12 / 2 \cdot 3600 \approx 1,46 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$. To je osvetljenost Zemljinega površja ob polni luni zaradi svetlenja Lune. Dobili smo vrednosti energijskega toka na kvadratni meter, kar lahko vzamemo za osvetljenost Luninega oziroma Zemljinega površja, seveda v energijskem smislu. Če preračunamo, Zemlja v tem primeru osvetljuje Luno približno tako, kot 100 W žarnica osvetljuje predmete na razdalji okoli 12 m. Luna pa osvetljuje Zemljo približno tako, kot 100 W žarnica osvetljuje predmete na razdalji okoli 74 m. Razlika je očitna.

Količnik osvetljenosti Luninega površja ob mlaju in osvetljenosti Zemljinega površja ob ščipu je $[j_0 \cdot R^2 \cdot \delta / 2 (60 R)^2] : [j_0 \cdot (1/4 R)^2 \sigma / 2 (60R)^2] = 16 \cdot \delta / \sigma = 16 \cdot 0,3 / 0,12 = 40$. Zemlja ob mlaju osvetljuje Luno 40-krat močneje kot Luna ob ščipu osvetljuje Zemljo.



Pepelnata Lunina svetloba; levo - po mlaju, desno - pred mlajem. Ob ali zelo blizu mlaja Zemlja osvetljuje Lunino površje z okoli $0,06 \text{ W/m}^2$.

Pepelnata Lunina svetloba nastane zato, ker od Sonca osvetljena Zemlja osvetljuje Luno ali, je posledica odboja Sončeve svetlobe na Zemlji, ki pade na Lunino od Sonca neosvetljeno stran. Pojav lahko različno povemo.

Izrazimo se lahko tudi pesniško. Pomembno je, da vemo, kaj je pravzaprav pepelnata svetloba Lune. Vse slike so s spleta.

Zaradi osvetljenosti, ki jo na Luni povzroča svetla od Sonca osvetljena Zemlja, nastane pojav Lunine pepelnate svetlobe. Z Zemlje jo opazujemo v jasnih nočeh malo pred mlajem (zjutraj) in malo po njem (zvečer).

Polna luna osvetljuje Zemljino ozračje in površje, ki odbija svetlobo. Tako nastane mesečina. Podobno kot polna luna osvetljuje Zemljo in povzroča mesečino, tudi "polna zemlja" osvetljuje temno Lunino površje in povzroča osvetljenost temne polovice Lune, to je njeno pepelnato svetlobo.

Če bi se lahko namestili na površju Lune v tistih krajih, od koder z Zemlje opazujemo pepelnato svetlobo, bi od tam na Luninem nebu videli našo Zemljo kot veliko svetlečo okroglo ploskvico, ki je okoli 4-krat večja, kot mi vidimo polno luno. "Polna zemlja" bi tudi svetlila dosti močnejše na Luninem nebu, kot nam sveti polna luna. Zdelo bi se nam najmanj 16-krat svetlejša, kot je z Zemlje vidna polna luna. Po nekaterih računih pa bi svetila še dosti svetlejše.

Poskusite opazovati pepelnato Lunino svetlobo. Izberete primeren kraj in čas opazovanja. Opazujete mlado luno blizu mlaja ali pa staro luno blizu mlaja, jo skicirate in dopolnite z njenim obrisom pepelnate svetlobe.

Še to! Kadar je pri opazovanju proti Luni obrnjen celinski del Zemlje (Evropa, Azija, Afrika, Avstralija), je pepelnata svetloba bolj rumenkaste barve, ko pa je proti Luni obrnjena večina vodnega dela (Tihi in Indijski ocean), je bolj modrikaste. Morda opazite barvno razliko. O opazovanju napišete kratko poročilo, lahko tudi kako zgodbo.

Na koncu pa še ena popolnoma teoretična računsko naloga, ki se sicer v vesolju ne more zgoditi, je pa za razmišljanje povsem primerna. Recimo, da bi Luna in Zemlja hkrati osvetljevali druga drugo, Luna v ščipu Zemljo, Zemlja v mlaju pa Luno. Katero točko med Luno in Zemljo bi hkrati enako osvetljevali obe vesoljski telesi in kolikšna bi bila ta osvetljenost? Podatki so v tekstu. [V točki na zveznici središč Zemlje in Lune, ki bi bila 52 R oddaljena od središča Zemlje, osvetljenost pa bi bila 0,08 W/m².]

Kranj, 13. februar 2018

Marijan Prosen