

Navajam primer, da kljub razmeroma dobro izbranim osnovnim podatkom in pravilno izpeljanim fizikalnim zakonom ni vedno mogoče iz njihove povezave izračunati natančne vrednosti določene količine. Teorija je eno, narava - resničnost pa drugo. Teorija in praksa sta večkrat skregani med seboj. Velika umetnost pa je – povezati ju. Velik problem je tudi, kako natančno so podani osnovni podatki. Izkaže se, da je vrednost določene iskane količine najboljše določevati iz neposredne zveze, kar bom pokazal na koncu spisa.

Kako in zakaj nisem natančno izračunal zornega kota Lune ob polni luni???

Luna se giblje po elipsi okrog Zemlje, ki leži v enem od gorišč elipse. Zato se oddaljenost Lune od Zemlje spreminja od $56 R_0$ do $64 R_0$ (R_0 je polmer Zemlje) in s tem tudi njen zorni kot pri pogledu z Zemlje. Spreminja se od $29'$ do $34'$. Srednja vrednost zornega kota Lune je $31'$, prvi približek in vrednost, ki jo uporabljamo v šoli pa je $30' = 0,5^\circ$. Pri računanju Luninega zornega kota moramo torej dobiti vrednost α , ki leži med omenjenima skrajnima vrednostma. Zapisano matematično $29' \leq \alpha \leq 34'$ ali $[29', 34']$

Zanimalo me je, ali je možno iz grobih splošnih astronomskih podatkov, ki jih imamo vedno na razpolago in jih znamo na pamet, a brez podatka za oddaljenost Lune od Zemlje, s preprostim računom, ki povezuje nekaj fizikalnih zakonov, izračunati oziroma primerno oceniti zorni kot Lune ob opoziciji s Soncem, to je ob polni luni. Gre samo za oceno zornega kota, ki naj bi se ne razlikovati za več kakor $\pm 10'$ od srednje vrednosti $31'$, najboljše pa bi bilo, da bi izračunana vrednost padla znotraj intervala $[29', 34']$. Nalogo poskušamo rešiti za splošni (ne posebni) primer, saj je polna luna vedno različno oddaljena od Zemlje in od Sonca. Zato bo rezultat naloge bolj ocena, približna vrednost za Lunin zorni kot, ki je seveda ob vsaki polni luni nekoliko drugačen, vendar naj ne bi padla zunaj intervala $[29', 34']$.

Izberemo si naslednje osnovne podatke: izsev Sonca $P_0 = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$ (tako, da je na Zemlji sprejeta gostota svetlobnega toka – solarna konstanta 1400 W/m^2), oddaljenost Lune od Sonca ob polni luni $r = 20 a$ (a je srednja razdalja Zemlja-Luna), sij polne lune (opozicija s Soncem) $m = -12,75$ magnitude (srednja vrednost) in albedo (svetlobna odbojnost) Lune $\delta = 0,12$ (približna vrednost).

Lunin zorni kot α pri opazovanju z Zemlje izračunamo iz $\alpha/360^\circ = 2R/2\pi r$, kjer pomeni R radij Lune in $r = a$ oddaljenost Lune od Zemlje, kar je približno $60 R_0$, če je $R_0 = 6400 \text{ km}$ radij Zemlje, vendar te vrednosti pri reševanju naloge ne bomo uporabili. Zorni kot v kotnih enotah je:

$$\alpha = 57,3^\circ \cdot (2R/r).$$

Gostota svetlobnega toka j_0 , ki pade s Sonca na Luno ob polni luni, je glede na gostoto svetlobnega toka, ki pade na Zemljo, enaka $j_0 = 1400 \text{ W/m}^2 \cdot (19/20)^2 = 1264 \text{ W/m}^2$.

Gostoto svetlobnega toka j , ki pade s polne lune na Zemljo, izračunamo iz enačbe $j/j' = 10^{-0,4(m-m')}$, kjer je $j' = 10^{-8} \text{ W/m}^2$ in $m' = 1$ magnituda. Sledi, da je $j = 10^{-8} \cdot 10^{-0,4(-13,75)} \text{ W/m}^2 = 32 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$.

Od Lune se odbije svetlobni tok $j_0 \cdot \pi R^2 \cdot \delta$. V razdalji r pade na Zemljo tok z gostoto $j_0 \cdot \pi R^2 \cdot \delta / 2\pi r^2$ (upoštevamo le od Sonca osvetljeno Lunino polkroglo, obrnjeno proti Zemlji, ki jo osvetljuje ob polni luni). Ta kvocient je enak gostoti svetlobnega toka j .

Iz izenačenja $j_0 \cdot \pi R^2 \cdot \delta / 2\pi r^2 = j$ dobimo $2R/r = \sqrt{(8 \cdot j / j_0 \cdot \delta)} = \sqrt{(8 \cdot 32 \cdot 10^{-4} / 1264 \cdot 0,12)} = 1,3 \cdot 10^{-2}$ radiana in $\alpha = 0,74^\circ \approx 45'$.

X

Dobili smo rezultat, ki pade daleč izven intervala [29', 34'] in se hkrati tudi preveč razlikuje od srednje vrednosti 31' (45 % relativna napaka). Zato ga ni mogoče priznati. Celo z natančnejšimi in prikrojenimi podatki se ne približamo dovolj srednji vrednosti.

Kaj zdaj? Iz približnih podatkov pač ne moremo nikoli dobiti natančne vrednosti računane količine. Izsev Sonca je dan približno, zato je napaka že pri j_0 , napaka je tudi pri j , kjer ni upoštevana vpojnost Zemljinega ozračja, vprašljiva je δ , ki je zelo približna in se časovno spreminja (vreme!). Vsak približno podan podatek malo vpliva in rezultat je tak, kot je – nepravilen. No, lahko bi dobili tudi slučajno boljši rezultat, vendar bolj po reku: Tudi slepa kura zrno najde. Natančno določiti zorni kot Lune na ta način ne gre, saj je treba pri računanju upoštevati preveč količin, ki so natančno podane in vse skupaj preveč vplivajo na rezultat. Zato je v tem primeru najboljše, da zorni kot izračunamo iz neposredne zveze med premerom Lune in njeno trenutno oddaljenostjo od Zemlje, kar lahko natančno izmerimo z radarjem ali laserjem ali pa preberemo iz astronomskih efemerid.

Recimo, da je bila Luna v času polne lune od Zemlje oddaljena $r = 62 R_0$. Potem je bil njen zorni kot $2 R/r = 2 \cdot \frac{1}{4} R_0 / 62 R_0 = 1/124$ radiana ali $\alpha = 28'$, kar je zelo blizu srednje vrednosti in rezultat v okviru naše natančnosti seveda priznamo.

Na tak neposredni način vedno pravilno izračunamo zorni kot Lune. Napaka pride lahko samo zaradi nepravilno znanega premera Lune in njene oddaljenosti od Zemlje. Lunin premer ima stalno in znano vrednost, oddaljenost nam najbližjega vesoljskega telesa pa je tudi vsak trenutek znana z veliko natančnostjo. Tako je tudi z izračunanim trenutnim zornim kotom Lune, ki se ne sme nikoli dosti razlikovati od srednje vrednosti.