

Lunino gravitacijsko polje in sonda GRAIL

Mirko Kokole

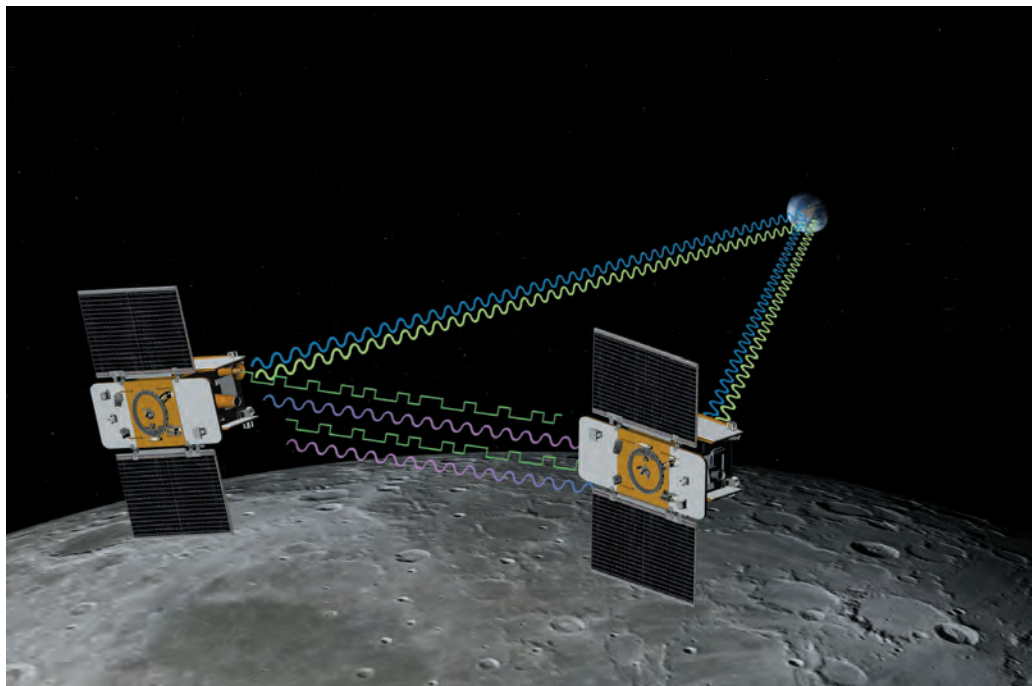
Nam najbližje nebesno telo Luno raziskujemo že dolgo časa, a kljub temu še vedno ne poznamo vseh njenih lastnosti in podrobnosti o tem, kako je nastala. Luna je eno redkih kamnitih nebesnih teles v našem osončju, kjer je ohranjena skoraj celotna geološka zgodovina vse od njenega nastanka. Zato je njeno raziskovanje pomembno tudi za preučevanje nastanka in razvoja vseh drugih kamnitih nebesnih teles v Osončju. V prejšnji številki *Proteusa* smo poročali o Luninem magnetnem polju in kako je nastalo. Tokrat si pogledjmo še njeno gravitacijsko polje, ki je prav tako zelo zanimivo.

Gravitacijsko polje je polje, ki povzroča silo na telesa z maso in je samo posledica prisotnosti mase. Na Zemlji ga vsi čutimo kot silo, ki nas trdno potiska k tlom. Iz osnov fizike vemo, da je sila, ki na nas deluje, sorazmerna s gravitacijskim pospeškom, ki je na površini velik približno 10 m/s^2 . To je marsikomu znano, le malokdo pa ve, da je ta pospešek odvisen tudi od tega, kje na Zemlji se nahajamo. Ponekod je večji in drugod manjši, v Evropi na primer je nekoliko večji kot v Združenih državah Amerike. Razlike so posledica različne porazdelitve mase pod Zemljinim površjem. Znanstveniki opredeljujejo gravitacijsko polje kot polje telesa, ki ima po prostornini enakomerno porazdeljeno maso in je v povprečju takšne oblike kot Zemlja. Take mu telesu pravijo tudi geoid. Če bi bili na takšnem telesu, bi povsod na njegovi površini čutili enako privlačno gravitacijsko silo. Ker v resnici telesa nimajo enakomerno porazdeljene mase, se gravitacijsko polje razlikuje od idealnega polja geoida. Odmiku

od idealne vrednosti pravimo gravitacijska anomalija ali nepravilnost in jo merimo v galih (Gallileo). 1 gal je enak $0,01 \text{ m/s}^2$.

Tudi Luna ima tako kot Zemlja neenakomerno porazdeljeno maso, zato je njeno gravitacijo polje razgibano in ponekod zelo zanimivo. S preučevanjem gravitacijskega polja preiskujemo notranjo zgradbo Lune in posledično tudi njen razvoj, saj lahko iz stanja, ki ga sedaj vidimo, rekonstruiramo, kako je do njega prišlo. Zaenkrat poznamo nekaj zanimivih lastnosti Luninega gravitacijskega polja. Na nevidni strani Lune je gravitacijski pospešek večji kot na vidni strani. Raziskave so tudi pokazale, da se pod nekaterimi večjimi Luninimi morji nahajajo koncentracije mase, katerih nastanek še ni popolnoma pojasnjen.

Kljub temu da bi bilo natančno poznavanje Luninega gravitacijskega polja zelo pomembno, ga do sedaj še nismo preučili z veliko natančnostjo. Zato je jeseni lansko leto NASA izstrelila proti Luni prav posebno vesoljsko sondo z imenom GRAIL. Sonda GRAIL (Gravity Recovery And Interior Laboratory), ki je natanko ob koncu leta prispela na svoj cilj, je v resnici sestavljena iz dveh tako rekoč identičnih satelitov, GRAIL-A in GRAIL-B. Skupaj bosta krožila okoli Lune in določila njeno gravitacijsko polje. Princip, s katerim sonda določa gravitacijsko polje, je v osnovi zelo preprost, saj gledamo le, kako se orbita, po kateri potujeta sondi, spreminja glede na idealno orbito. Odmike od idealne orbite namreč povzročajo prav gravitacijske nepravilnosti. V resnici pa je takšno merjenje zelo zahtevno, saj moramo zelo natančno vedeti, kje se sonda nahaja. Njen položaj moramo meriti na nekaj milijonink metra



Slika 1: Sondi GRAIL-A in GRAIL-B bosta okoli Lune krožili na višini 55 kilometrov in na medsebojni oddaljenosti 200 kilometrov. S posebnimi radijskimi signali si med seboj sporočata svoja položaja in sta hkrati v stiku tudi z radijsko postajo na Zemlji. Tako je možno zelo natančno slediti položajema obeh sond in na podlagi tega meriti odmike od idealne orbite, ki so posledica gravitacijski nepravilnosti. Foto: NASA.

natančno. To je težko in popolnoma nemogoče, kadar nimamo neposrednega stika med sondo in radijsko postajo na Zemlji. Prav zato so se načrtovalci projekta GRAIL odločili, da bodo uporabili dve sondi, ki si druga drugi sporočata, kje sta, in tako natančno določita svoj relativni položaj. Sondi GRAIL lahko relativni položaj med seboj določita na 0,5 mikrometra natančno.

Sondi GRAIL, ki se trenutno nahajata v zelo eliptični orbiti okoli Lune, bosta do marca letošnjega leta počasi manevrirali v skoraj popolnoma krožni orbiti, ki bosta od Luninega površja oddaljeni le 55 kilometrov. To je zelo nizka orbita, ki bo omogočila sondama določiti gravitacijski pospešek stokrat bolj natančno na vidni in tisočkrat bolj natančno na nevidni strani Lune, kot smo to poznali do sedaj. Sondi GRAIL-A in GRAIL-B bosta krožili na medsebojni

oddaljenosti približno 200 kilometrov. Natančen medsebojni položaj bosta določali tako, da si bosta izmenjevali časovne radijske signale, ki so podobni tistim, ki jih uporabljajo navigacijski sateliti na Zemlji. Poleg tega bodo sondama radijsko sledili tudi z Zemlje, kadar bo to možno, in tako še dodatno povečali natančnost meritev.

GRAIL je edina sonda, poslana proti Lunni, ki je namenjena izključno merjenju gravitacijskega polja in je posebna še po tem, da se na sondi nahajajo kamere, ki so namenjene izključno uporabi za srednješolske učence. Tako želi NASA približati znanost mladim učencem, ki bodo lahko popolnoma samostojno določali, kaj želijo s kamerami posneti in kaj želijo iz posnetkov, ki jih bodo zbrali, ugotoviti. Projekt so poimenovali MoonKAM (Moon Knowledge Acquired by Middle school students - Zna-

