

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 25 (1997/1998)

Številka 5

Strani 266-269

Karel Šmigoc:

## RAZLIKA MED SINODSKIM IN SIDERSKIM MESE- CEM

Ključne besede: astronomija.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/25/1350-Smigoc.pdf>

© 1998 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## RAZLIKA MED SINODSKIM IN SIDERSKIM MESECEM

Za merjenje časa lahko uporabimo katerikoli enakomerno ponavljajoči se pojav v naravi. Taka sta na primer kroženje Zemlje okrog Sonca in Lune okrog Zemlje. Obhodnemu času Zemlje okrog Sonca rečemo leto, obhodnemu času Lune okrog Zemlje pa mesec. Sprva so mislili, da obstaja preprosta zveza med trajanjem leta in meseca, saj se enake Lunine mene pojavljajo približno vsakih 30 dni, dvanajst takih obdobij pa naj bi pomenilo leto. Kasneje so z meritvami ugotovili, da se enake zaporedne mene Lune ponavljajo vsakih  $29\frac{1}{2}$  dneva in da leto traja  $365\frac{1}{4}$  dneva. Torej leta ni mogoče razdeliti na enako dolge mesece s celim številom dni. Ta neizmerljivost med trajanjem leta in trajanjem meseca povzroča velike težave pri sestavljanju koledarja, ki ga zato ni mogoče urediti enkrat za vselej.

Čas  $29\frac{1}{2}$  dneva med dvema enakima zaporednima Luninima menama (npr.: od polne lune do prve naslednje) imenujemo *sinodski mesec*. Temu času še najbolj ustrezajo meseci našega koledarja.

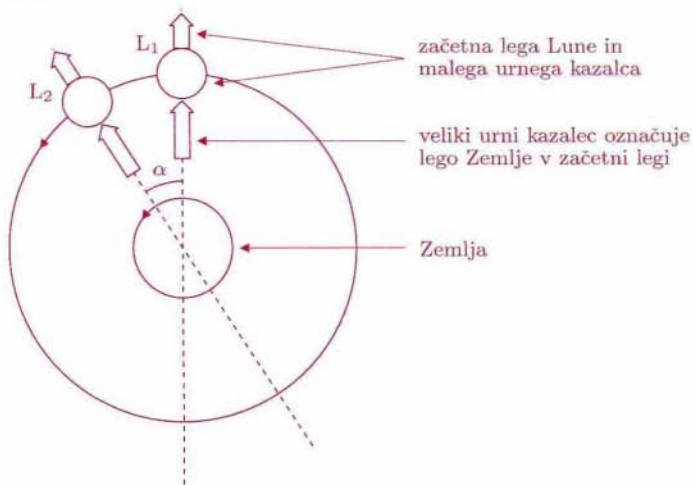
Luna sveti z odbito sončno svetlobo. Pri svojem gibanju okrog Zemlje pride glede na Sonce v različne lege. Za opazovalca na Zemlji se zato spreminja od Sonca osvetljeni del Luninega površja. Ta naravni pojav poznamo pod imenom Lunine mene. Tir Luninega gibanja je razmeroma zapleten. Za naš namen zadostuje, da gibanje Lune obravnavamo kot sestavljeno gibanje iz vrtenja okrog njene vrtilne osi, gibanja okrog Zemlje in gibanja skupaj z Zemljo okrog Sonca.

Že s preprostimi opazovanjem lahko ugotovimo, da se Luna vsak dan navidezno giblje od vzhoda proti zahodu (zaradi vrtenja Zemlje), hkrati pa se pomika še glede na zvezde, in to od zahoda proti vzhodu (zaradi kroženja okrog Zemlje). O slednjem se lahko prepričamo takole: Zvečer si ob določenem času zapomnimo lego Lune glede na kak predmet na obzorju (npr. vaški zvonik, tovarniški dimnik). Ko jo z istega opazovališča in ob enakem času spet opazujemo naslednji večer, ugotovimo, da je še ni ob izbranem objektu. Skoraj uro (včasih več, včasih manj) moramo počakati, da se spet pojavi tam kot prejšnji dan. To dokazuje, da Luna kroži okrog Zemlje od zahoda proti vzhodu (torej v isti smeri, kot se Zemlja vrti okrog svoje osi in kroži okrog Sonca). Ta obhodni čas traja približno 27,32 dni; enak je času med dvema zaporednima prehodoma Lune glede na isto točko, ki leži na zveznici med našim opazovališčem in kako določeno zvezdo. Ta čas zato imenujemo *zvezdni* ali *siderski mesec*. Siderski mesec je torej krajši od sinodskega. Naš namen je, da z določenimi poenostavitvami in preprostimi računi pojasnimo razliko med obema mesecema.

Da Luna kroži okrog Zemlje in Zemlja okrog Sonca, vemo. Kadar rečemo, da kroži, si predstavljamo, da je tir gibanja krožnica. Navadno mislimo na enakomerno kroženje. Opazovanja pa kažejo, da se Luna in Zemlja gibljeta po različno sploščenih elipsah in neenakomerno. Ravnini Zemljinega in Luninega tira tudi ne sovpadata (oklepata kot približno  $5^\circ$ ). Tako zapletena gibanja matematično težko natančno opišemo. Ob določenih predpostavkah in poenostavitvah pa lahko tudi s preprostim računom dobimo rezultate, ki so včasih zelo blizu natančne vrednosti.

Vzemimo najpreprostejši primer. Tira gibanja Lune in Zemlje naj bosta krožnici in obe telesi naj se enakomerno gibljeta v isti ravnini. Po krožnem tiru naj se giblje tudi naše opazovališče zaradi vrtenja Zemlje okrog njene osi. (*Opomba:* Ker oklepa zemeljska os z navpičnico na ravnino ekliptike kot  $23,5^\circ$ , se največji višinski kot Lune na zemljepisni širini  $45^\circ$  spreminja v mejah med  $16,5^\circ$  in  $73,5^\circ$ . Če opazujemo gibanje Lune krajši čas, npr. v časovnem presledku enega dne, ko se Luna navidezno pomakne proti vzhodu za  $13^\circ$ , se njen največji višinski kot le malo spremeni. Na tem odseku gibanja je tir Lune približno vzporeden s tirom našega opazovališča.)

S temi privzetki lahko primerjamo gibanje Lune in našega opazovališča s premikanjem malega in velikega urnega kazalca v obratni smeri kot pri uri. Veliki kazalec naj ponazarja vrtenje Zemlje, mali pa kroženje Lune. Premikanje urnih kazalcev med dvema zaporednima prekrivanjima prikazuje slika 1.



Slika 1. Model, ki prikazuje medsebojno gibanje Zemlje in Lune; mali urni kazalec ponazarja kroženje Lune, veliki pa kroženje Zemlje.

Čas med dvema zaporednima legama Lune nad izbrano točko na Zemlji določimo podobno kot čas, v katerem se prvič po dvanajsti uri prekrijeta veliki in mali urni kazalec. Poti Lune in točke na Zemlji, iz katere opazujemo, sta krožna loka. Zaradi preprostega računanja uvedemo loku pripadajoči središčni kot. Vrtenje Zemlje okrog vrtilne osi je enakomerno, po naši predpostavki je tako tudi kroženje Lune. Zato so loki, ki jih opišeta telesi ali urna kazalca pri gibanju, oziroma lokom pripadajoči koti, sorazmerni s časom. Če označimo s  $t$  čas, ko se Luna ponovno pojavi nad našim zvonikom, in z  $\alpha$  kot, ki pripada loku, ki ga opiše Luna v tem času, je razmerje med kotom  $\alpha$  in polnim kotom enako razmerju pripadajočih časov  $\frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{t}{27,32t_0}$ . Upoštevali smo, da pri enkratnem obhodu Luna opiše lok s pripadajočim kotom  $360^\circ$  v 27,32 dneh, oziroma  $27,32t_0$ , če pomeni  $t_0$  en dan.

Podobno sorazmerje lahko zapišemo tudi za opazovališče na Zemlji. Opazovališče oziroma zvonik opiše v času  $t_0$  lok s pripadajočim kotom  $360^\circ$ ; v času  $t$ , ko se pojavi Luna nad zvonikom, pa lok, ki mu pripada središčni kot  $360^\circ + \alpha$ ; torej je  $\frac{360^\circ + \alpha}{360^\circ} = \frac{t}{t_0}$ .

Količnik  $\frac{t}{t_0}$  označimo z  $x$  in za  $\frac{\alpha}{360^\circ}$  upoštevamo desno stran prvega sorazmerja. Tako dobimo enačbo  $1 + \frac{x}{27,3} = x$ , katere rešitev je  $x = 1,038$ . Časovna razlika med  $t$  in  $t_0$  je 54,7 minut. Po našem modelu torej kasni Luna dnevno približno 55 minut. V dneh okoli ščipa lahko Luna vzide od 15 do 90 minut kasneje kot prejšnji večer (glej članek *Gibanje Lune*, Presek 15, 207). Zato ne smemo biti razočarani, če se opazovanja vedno ne ujemajo z računom.

Povrnimo se k opazovanju Lune. S sklepanjem smo pojasnili dnevno pomikanje Lune proti vzhodu. Upoštevali smo samo sistem Zemlja – Luna in gibanje Lune obravnavali tako, kot da Zemlja miruje. Z gibanjem Lune so povezane tudi njene mene. Štiri glavne Lunine mene (mlaj, prvi krajec, ščip ali polna luna in zadnji krajec) si sledijo v časovnem presledku okoli 7 dni in 9 ur. Vse pa se zvrste v enem sinodskem mesecu.

Slika 2 na naslednji strani prikazuje tri medsebojne lege Zemlje, Lune in Sonca. V legi 1 je polna luna; središča Sonca, Zemlje in Lune ležijo na isti premici. V času, ko Luna obkroži Zemljo, se Zemlja premakne v lego 2. Luna pride v enako lego glede na oddaljeno zvezdo, vendar še ni polna luna, ker središča vseh treh vesoljskih teles ne ležijo na isti premici. Za nastop polne lune do lege 3 se morata Zemlja in Luna še dodatno premakniti.

V sinodskem času  $t_s$  med obema polnima lunama je Zemlja opisala lok s pripadajočim kotom  $\alpha$ , Luna pa lok, ki mu ustreza kot  $360^\circ + \alpha$ . Po sliki 2 lahko zapišemo ustrezno sorazmerje za Zemljo in Luno.

Za Luno velja

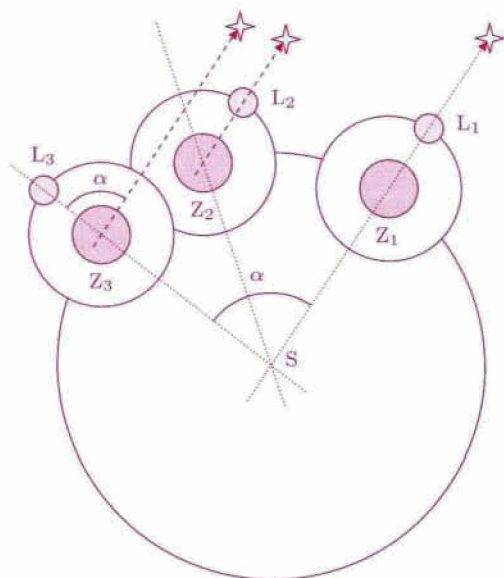
$$\frac{360^\circ + \alpha}{360^\circ} = \frac{t_s}{27,32t_0},$$

za Zemljo pa

$$\frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{t_s}{365,25t_0}.$$

Iz obeh enačb izračunamo  $t_s = 29,5$  dni.

Sinodski oziroma siderski mesec predstavljata vsak zase časovno enoto, povezano s ponavljajočim se gibanjem Lune. S podobnimi ponavljajočimi se gibanji Lune, vendar z drugačnimi izhodišči merjenja časa, lahko definiramo še druge mesece, npr. zmajskega, tropskega. Vendar je matematično še najlažje pojasniti zvezo med sinodskim in siderskim mesecem.



Slika 2.

Karel Šmigoc