PRESEK
List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652
Letnik **6** (1978/1979)
Številka 1
Strani 2–3

Janez Strnad:

PEŠČENA ZRNCA V ARHIMEDOVEM VESOLJU

Ključne besede: astronomija.

Elektronska verzija: http://www.presek.si/6/348-Strnad.pdf

© 1978 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.

ASTRONOMIJA

PEŠČENA ZRNCA V ARHIMEDOVEM VESOLJU

Danes cenimo radij vesolja na kakih deset milijard svetlobnih let ali 10^{26}m. Pravi pojem o velikosti vesolja izvira pravzaprav šele iz dvajsetih let našega stoletja. Prej so imeli vesolje za mnogo manjše. Že od nekdaj pa je nudilo vesolje obilo možnosti za računanje z velikimi števili. Tukaj nas ne bo zanimala velikost vesolja ali razvoj pogledov na vesolje, napravili bomo le nekaj zabavnih računov z velikimi števili.

Med prvimi, ki so poskusili določiti velikost vesoljskih teles in njihovo oddaljenost in tako dobiti predstavo o velikosti vesolja, so bili grški astronomi. Med njimi velja omeniti Eratostena, ki je živel v tretjem stoletju pred našim štetjem. Z njegovimi podatki si je pomagal njegov sodobnik Arhimed. Razdaljo do krogle zvezd stalnic je ocenil na 10^{16} m ali približno na eno svetlobno leto. Bližnje zvezde so zares oddaljene več svetlobnih let (najbližja - Proksima v ozvezdju Kentavra - 4,3 svetlobnega leta), a Arhimedov podatek za velikost vesolja je bil mnogo premajhen.

V nekem delu se je Arhimed namenil izračunati, s kolikšnim številom peščenih zrnc bi popolnoma napolnili vesolje. Za radij zrnca je vzel stotinko milimetra in se vprašal, koliko takih zrnc bi šlo v kroglo zvezd stalnic brez vmesnih prostorov. Prostornina krogle je sorazmerna s kubom radija, zato je število peščenih zrnc

$$(10^{16}\ \mathrm{m}/10^{-5}\ \mathrm{m})^3 = 10^{63}$$

Uporabimo Arhimedov podatek za nekaj bolj sodobnih računov.

Vzemimo, da je gostota peska 3 g/cm^3. Ker je prostornina zrnca $4\pi(10^{-5}\ m)^3/3$ približno $4.10^{-15}\ m^3$, je njegova masa $3.10^3\ kgm^{-3}.4.10^{-15}$ kg ali približno 10^{-11} kg. Masa peščenih zrnc v krogli zvezd stalnic bi bila tedaj $10^{63}.10^{-11}$ kg = = 10^{52} kg. Vzemimo, da bi vesolje s to maso sestavljal sam vodik. V 1 kilogramu vodika je 6.10^{26} atomov. V vesolju bi bilo tedaj $6.10^{26}.10^{52} = 6.10^{78}$ ali približno 10^{79} atomov vodika. Današnji astronomi cenijo, da ustreza masi vesolja okoli 10^{80} vodikovih atomov. Račun z Arhimedovim podatkom da čisto sprejemljiv rezultat. Zares je bilo Arhimedovo vesolje mnogo premajhno, a pri računanju največjega možnega števila peščenih zrnc smo ga v mislih izpolnili z gosto snovjo. Zato izračunana masa ni daleč od današnje ocene, ki upošteva, da je povprečna gostota snovi v vesolju zelo majhna.

Arhimed je računal največje možno število peščenih zrnc v vesolju kot vajo v računanju z velikimi števili. Stari Grki, ki še niso poznali desetiškega številskega sestava, so namreč imeli težave pri računanju z velikimi števili. Do miriade, po naše do deset tisoč ali 10^4, je šlo brez težav in tudi do miriade miriad, po naše sto milijonov ali 10^8, se ni zatikalo. Naprej pa je štel, kakor je kdo vedel in znal. Arhimed si je izmislil svoj številski sestav, v katerem je števila podajal s tremi podatki, po naše

$$aM^{2[(r-1)+(p-1)M^2]}$$

To preberemo kot a enot r-tega reda p-te periode. Pri tem označuje M miriado, $M = 10^4$. Premer krogle zvezd stalnic v stadijih je sto miriad enot drugega reda prve periode, torej a = = $100M = 10^6$, $r = 2$ in $p = 1$ ali $10^6.10^{8(2-1)} = 10^{14}$. Ker je stadij nekaj manj kot dvesto metrov, je premer krogle zvezd stalnic približno 2.10^{16} m. Največje mogoče število peščenih zrnc v vesolju je tisoč miriad enot osmega reda prve periode, torej $a = 1000M = 10^7$, $r = 8$ in $p = 1$ ali $10^7.10^{8(8-1)} = 10^{63}$.

Priznati moramo, da je današnje pisanje velikih števil z desetičnimi eksponenti mnogo preprostejše.

Janez Strnad