

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 19 (1991/1992)

Številka 6

Strani 344-345

Marjan Hribar:

RADIJ ZEMLJE S STOPARICO

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/19/1101-Hribar.pdf>

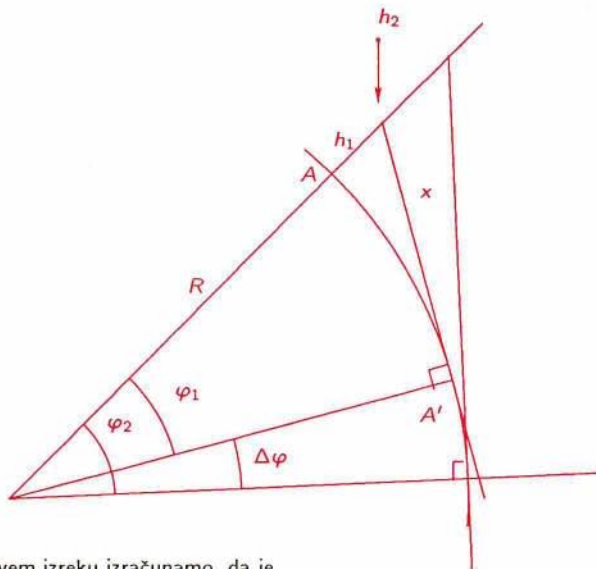
© 1992 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

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

RADIJ ZEMLJE S STOPARICO

Na zahodni obali Istre se je obetal lep sončni zahod. Po viharni noči in oblačnem dnevu se je na zahodu zvedrilo. Obzorje je bilo rahlo zamegljeno, meja med morjem in nebom ostra. Sonce se je vse bolj rdeče počasi spuščalo proti gladini. Pa pomislim, da bo za opazovalca ob vodi zašlo prej kot za opazovalca na skalah nad mano. Dogovoriva se s prijateljem, da bova izmerila



Po Pitagorovem izreku izračunamo, da je

$$x^2 = (R + h)^2 - R^2$$

in od tod

$$x = \sqrt{2Rh},$$

ker je h majhen v primeri z R . Iz istega razloga lahko enačimo dolžino x z dolžino loka AA' in izračunamo kot

$$\varphi = x/R = \sqrt{2h/R}.$$

Zasuk tangente pri dvigu od h_1 do h_2 je tedaj

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \sqrt{(2/R)(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1})}.$$

razliko. Namestim se ob obali, z očmi kaka dva metra nad gladino, prijatelj pa steče na skale, tako da opazuje z višine kakih pet metrov nad gladino. Imava ročni uri – stoparici. Ko se Sonce s spodnjim robom dotakne gladine, sprožim stoparico. Ko zgornji rob izgine, ustavim uro in zakličem prijatelju, da sproži svojo. On jo ustavi, ko zgornji rob Sonca zaide zanj. S svoje ure preberem, da je Sonce zahajalo 3 min 9 s. Prijatelj ugotovi, da je zašlo zanj 9,4 s kasneje.

Sami poskusite ponoviti merjenje ob kaki podobni priložnosti. Le na oči je treba paziti. Če je Sonce presvetlo, ga je treba opazovati skozi počrnjeno steklo. Včasih zadostujejo že sončna očala.

Merjenje omogoča približno določitev Zemljinega radija. S slike razberemo, da se odmika obzorje, ko se dvigujemo nad morsko gladino. Pri dvigu z višine h_1 na višino h_2 se pravokotnica na tangento in s tem tudi tangenta z opazovališča na morsko gladino zasučeta za kot

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \sqrt{\frac{2}{R}}(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}).$$

To je tudi kot, ki ga preide zgornji rob Sončeve ploščice od "spodnjega" do "zgornjega zahoda". Določimo ga iz podatkov o trajanju zahoda in o zornem kotu Sončevega premera, ki je ob času opazovanja meril okoli 31,6'. Izračunamo, da je bila hitrost "potapljanja Sonca" okoli 10'/min. V času od "spodnjega" do "zgornjega" zahoda se je torej zgornji rob Sončeve ploščice potopil za kot $\Delta\varphi = 1,57'$. S tem izračunamo radij Zemlje:

$$R = \frac{2(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1})^2}{(\Delta\varphi)^2} = 6,5 \cdot 10^6 \text{ m}.$$

Dobljena vrednost se kar preveč dobro ujema s tabelirano vrednostjo Zemljinega polmera 6370 km, malo tudi po naključju. O tem se prepričamo, ko ocenimo natančnost meritve.

Podatek, od katerega je izračunani premer najbolj odvisen, je kot $\Delta\varphi$, ki ga prepotuje rob Sončeve ploščice med zahodoma. Vzemimo, da lahko izmerimo s stoparico čas na 0,1 s natančno. Kot $\Delta\varphi$ je tedaj določen na okoli 0,02' natančno in torej meri med 1,55' in 1,59'. S tema podatkom izračunamo za premer Zemlje 6650 km in 6310 km. Srednja vrednost 6500 km je torej določena na okoli 200 km natančno. Če dodamo k oceni za natančnost časa še 0,1 s zaradi drugih negotovosti, pomeni, da moramo biti zadovoljni z natančnostjo okoli 400 km.