

5-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
6-oji užduotis Nr. FT5-6 / 2011 10 24 – 2011 11 21

Užduoties sąlyga / FT5-6 ▼

Eksperimentinis svėrimasis

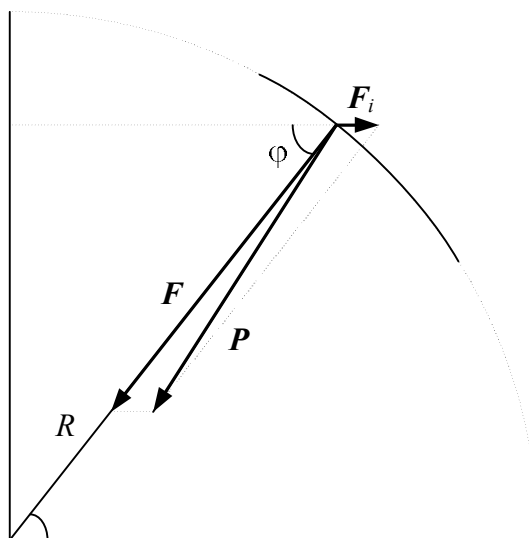
Raskite savo masę m sverdamiesi, pagal žinytus ar kitaip nustatykite savo buvimo vietos geografinės platumos kampą φ , apskaičiuokite savo svorį P ir įvertinkite paklaidas. Laikykite, kad Žemės spindulys $R = (6370 \pm 10)$ km, o gravitacinio lauko stipris $g = (9,8 \pm 0,1)$ N/kg. Aprašykite, kaip svėrėtės, radote geografinės platumos duomenis, ir kiek jie, jūsų manymu, yra patikimi ir tikslūs. Kaip ir kuria dalimi pakistų Jūsų svoris, jei para būtų ilgesnė viena valanda?

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 10 24.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT5-6 ▼

Duota: $R = (6370 \pm 10)$ km; $g = (9,8 \pm 0,1)$ N/kg; $T = 23$ h 56 min = 86160 s; $\Delta T = 1$ h = 3600 s; $\varphi = 54^\circ 40'$.

Rasti: P ; $\Delta P/P$.



Svarstyklės 0,1 kg tikslumu rodo $m = 86,6$ kg, tai sisteminė paklaida $\Delta m = 0,05$ kg. Sunkio jėga

$$F = mg; F = 86,6 \cdot 9,8 = 848,68 \text{ (N)},$$

o jos paklaidą lemia sąlygoje duota palyginti didelė gravitacinio lauko stiprio paklaida:

$$\Delta F = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial m} \Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial g} \Delta g\right)^2} = \sqrt{(g \Delta m)^2 + (m \Delta g)^2};$$

$$\Delta F = \sqrt{(9,8 \cdot 0,05)^2 + (86,6 \cdot 0,1)^2} \approx 8,67 \text{ (N)}.$$

Svoris yra lygus sunkio ir išcentrinės jėgų atstojamajai, kurią galima apskaičiuoti pagal kosinusų teoremą:

$$\vec{P} = \vec{F} + \vec{F}_i; P = \sqrt{F^2 + F_i^2 - 2FF_i \cos \varphi};$$

čia išcentrinė jėga

$$F_i = m \frac{4\pi^2}{T^2} R \cos \varphi; F_i = 86,6 \frac{4 \cdot 3 \cdot 14^2}{86160^2} 6370000 \cos 54^\circ 40' \approx 1,69 \text{ (N)}$$

yra žymiai mažesnė už sunkio jėgą, o jos paklaidą lemia kūno masės ir Žemės spindulio paklaidos (astronominė paros trukmė pagal žinynus ir Vilniaus geografinė platumą pagal oro uosto duomenis, kurie turėtų būti patikimesni nei čia kiti, įvertintos tiksliau):

$$\Delta F_i = \sqrt{\left(\frac{\partial F_i}{\partial m} \Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial F_i}{\partial R} \Delta R\right)^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cos \varphi \sqrt{(R\Delta m)^2 + (m\Delta R)^2};$$

$$\Delta F_i = \frac{4 \cdot 3 \cdot 14^2}{86160^2} \cos 54^\circ 40' \sqrt{(6370000 \cdot 0,05)^2 + (86,6 \cdot 10000)^2} \approx 2,8 \text{ (mN)};$$

$$P \approx \sqrt{848,68^2 + 1,69^2 - 2 \cdot 848,68 \cdot 1,69 \cos 54^\circ 40'} \approx 847,70 \text{ (N)}.$$

Taigi, dėl Žemės sukimosi svoris už sunkio jėgą yra mažesnis tik apie 1 N! Padidėjus sukimosi periodui nuo T iki $T + \Delta T$ svoris nežymiai padidės, nes išcentrinės jėgos indėlis į jį taps dar mažesnis:

$$F_i' = F_i \frac{1}{(1 + \Delta T/T)^2}; F_i' \approx 1,69 \frac{1}{(1 + 3600/86160)^2} \approx 1,56 \text{ (N)};$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{P'}{P} - 1;$$

$$\frac{\Delta P}{P} = 847,70^{-1} \sqrt{848,68^2 + 1,56^2 - 2 \cdot 848,68 \cdot 1,56 \cos 54^\circ 40'} - 1 \approx 9,3 \cdot 10^{-5}.$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 06 11.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT5-6 ▼

Užduotis skirta ne tik teoriškai žinantiems apie kūnų laisvojo kritimo ties Žemės paviršiumi pagreičio priklausomybę nuo geografinės platumos, pagal Niutono antrąjį ir visuotinės traukos dėsnius siejamą su to pagreičio didėjimu jos spinduliui mažėjant, kai yra tolstama nuo pusiaujo į ašigalius, ir mažėjimu dėl Žemės periodinio sukimosi apie ašį ar kitokių kitimų dėl giluminių jos klodų netoliese. Dažnai sverdamiesi net paprasčiausiomis svarstyklėmis neįvertiname, ar matuojame savo masę ar svorį, o svarstyklės svirtinės ar spyruoklinės. Svartis daug kartų, ypač jei tai ilgai truktu, nėra prasmės, nes taip daug kartų sverdamasis vargu ar turėsi atsitiktinę paklaidą, koreguojančią į svorio paklaidas palyginti didelį sisteminės svėrimosi svarstyklėmis paklaidos indėlį.

Malonu, kad turnyro dalyviai įvairiomis prieinamomis svarstyklėmis pasisvėrė, o taip pat labai įvairiai interpretavo gautą rezultatą, ypač ieškodami paklaidų, kad ir mažą indėlį į svorio paklaidą duodančios vietovės geografinės platumos, o ji labai įvairi prieinamuose leidiniuose apie vietoves – pakankamai tikslūs yra oro uostų duomenys, o visa kita dar tiksliau randama pasinaudojus „Google Earth” programa. Keli turnyro dalyviai išgudrino nepateikti pilnų sprendimų, o tik atskirų klausimų atsakymus, todėl sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelėje tapo labai veiksnus p.6 kiekvienam iš p.1-4.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 06 11.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT5-6 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Pasisverta ir įvertinta sisteminė paklaida	2
2.	Nustatyta geografinė platuma	2
3	Apskaičiuotas svoris su jo paklaida	4
4	Rasta svorio pokyčio dalis Žemei sukantis lėčiau	2
5.	Nėra paaiškinimų	-1
6.	Pateikta ne pagal reikalavimus	iki -1
7.	Kiti netikslumai p. 1-2	po -(0,5-1)
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 06 11.