Úloha V.1 ... ozářená družice

3 body; (chybí statistiky)

Průměrně jakou část dne stráví ve stínu Země satelit obíhající na nízké oběžné dráze? Uvažujte, že obíhá po kruhové dráze v rovině ekliptiky ve výšce $H = R/10$ nad povrchem, kde R je střední poloměr Země. *Karel myslel na satelity.*

Země svým oběhem kolem Slunce za sebou neustále vytváří kužel „zatmění“. Jelikož je ale vzdálenost satelitu od Země o pět řádů menší než k naší hvězdě, aproximujeme sluneční paprsky jako paralelní. Poté spočítáme velikost stíněného úhlu v trojúhelníku, jehož vrcholy jsou střed Země, průsečík dráhy satelitu s oblastí stínu a průsečík kolmice na přímku Slunce - střed Země, která jde z předchozího bodu, právě s touto přímkou. Platí

$$R = (R + H)\sin\Theta\,,$$
$$\Theta = \arcsin\frac{R}{R + \frac{R}{10}} \doteq 65{,}4^\circ\,.$$

Teď si výsledek správně interpretujme. Jedná se o úhel, kam nedopadají paprsky, ale skutečně jím prochází satelit každý den? Ze zadání plyne, že obíhá v rovině ekliptiky, tedy na stejné ploše, kde obíhají planety včetně Země kolem Slunce, a v průběhu roku se jeho trajektorie nemění. Nízká oběžná dráha (LEO) navíc nemá ani výrazné výkyvy mezi jednotlivými dny, protože doba oběhu podle třetího Keplerova zákona

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{\mu}}$$

bude 1,6 hodiny (o něco víc než ISS), takže je mnohem kratší než délka dne. Průměrně tedy v zákrytu stráví satelit dobu úměrnou poměru mezi vypočítaným a přímým úhlem

$$\frac{2\Theta}{2\pi} = \frac{\Theta}{\pi} \doteq 36{,}3\,\%\,.$$

To je v jednom dni přibližně 8 hodin a 43 minut.

Daniel Fousek
daniel.fousek@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/.