



Pohyb planet a pohádka o Koblížkovi

Miroslav Randa¹, Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni



Obr. 1 – pohádka o Koblížkovi,
http://www.abatar.cz/pohadky/koblizek_versevane.htm

Myslíte si, že pohyb planet nijak nesouvisí s pohádkami, natož s pohádkou o Koblížkovi? To se tedy šeredně mýlíte! Pohyb planet kolem Slunce i kutálení Koblížka totiž fyzici popisují velice podobnými rovnicemi.

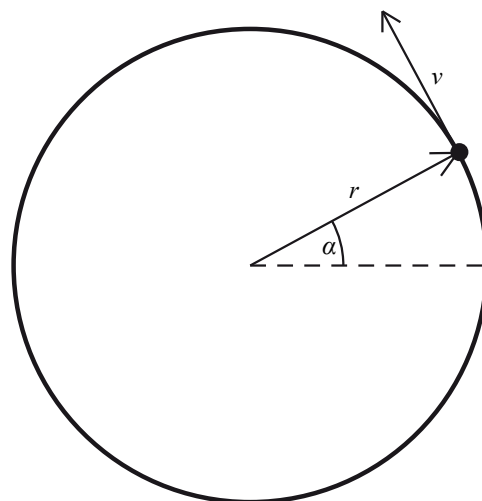
Pohybuje-li se těleso po kružnici o poloměru r stále stejnou rychlostí v , oběhne ji celou dokola za dobu T . Mezi těmito veličinami platí vztah

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T},$$

protože dráha, kterou těleso urazí při jednom oběhu, je rovna obvodu kružnice.

Za dobu T urazí těleso celou kružnici, tedy úhel 360° . Úhel α , který těleso urazí za čas t , určíme pomocí přímé úměrnosti:

$$\alpha = 360^\circ \cdot \frac{t}{T}.$$



Obr. 2 – pohyb po kružnici

Příklad 1

V pohádce o Koblížkovi vyskočí voňavý, čerstvě upečený Koblížek z okna a kutálí se do lesa. Tam postupně potká zajíce, vlka, medvěda a lišku. Předpokládejte, že průměr Koblížka je 8 cm a vzdálenost od domu k zajíci je 100 m. Určete, kolikrát se Koblížek při kutálení otočí, a nakreslete natočení Koblížka u zajíce.

Řešení:

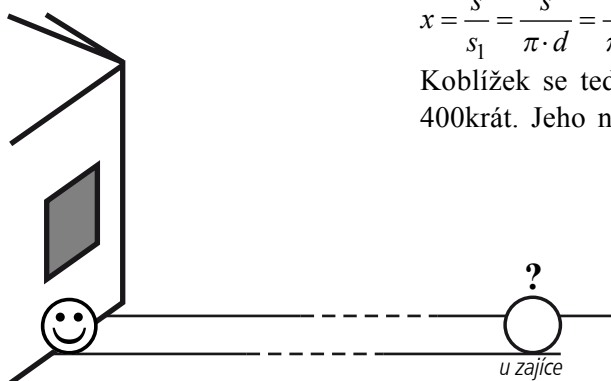
Při jednom otočení se posune Koblížek o dráhu $s_1 = \pi \cdot d$, kde d je průměr Koblížka. Na dráze s se Koblížek otočí:

$$x = \frac{s}{s_1} = \frac{s}{\pi \cdot d} = \frac{100}{\pi \cdot 0,08} \doteq 397,9.$$

Koblížek se tedy otočil téměř 400krát. Jeho natočení určíme

z čísla x po odečtení celých otoček.

Kromě nich Koblížek vykonal ještě 0,9 otočky, otočil se tedy o $0,9 \cdot 360^\circ = 324^\circ$. Stejně tak můžete vypočítat počet otáček a polohu Koblížka u vlka, medvěda či lišky.



Obr. 3 – kutálení Koblížka



Obr. 4 – Koblížek u lišky,
http://www.abatar.cz/pohadky/koblizek_versevane.htm

¹ randam@kmt.zcu.cz



Příklad 2

Planeta Saturn koná současně dva pohyby: za 10 h 40 m se otočí kolem své osy (pohyb 1 na obr. 5) a za 29,5 pozemských let oběhne Slunce (pohyb 2). Víte-li, že poloměr rovníku Saturna je 60 000 km a vzdálenost Saturna, od Slunce je 9,54 AU, vypočtete:

- kolik saturnských dní trvá saturnský rok;
- jakou rychlostí obíhají body na rovníku Saturna;
- jakou rychlostí se pohybuje Saturn kolem Slunce.

Řešení:

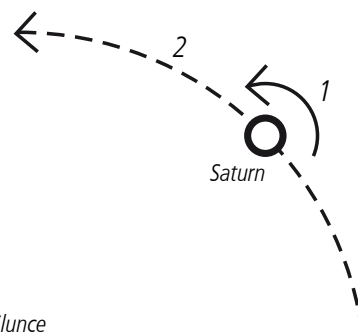
- 1 saturnský rok (doba oběhu Saturna kolem Slunce) trvá 29,5 pozemských let, tj. přibližně $(29,5 \cdot 365,25 \cdot 24) \text{ h} = 260\,000 \text{ h}$. 1 saturnský den (doba rotace Saturna kolem vlastní osy) trvá 10 h 40 m, tj. 10,67 h. Jeden saturnský rok tedy má zhruba $\frac{260\,000}{10,67} = 24\,000$ saturnských dní.
- Body na rovníku Saturna musí urazit za dobu T jedné otočky dráhu rovnou $2 \cdot \pi \cdot R$, kde R je poloměr rovníku. Pro rychlost rotace tedy dostáváme

$$v_{rotace} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 60\,000 \text{ km}}{10,67 \cdot 3\,600 \text{ s}} = 9,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

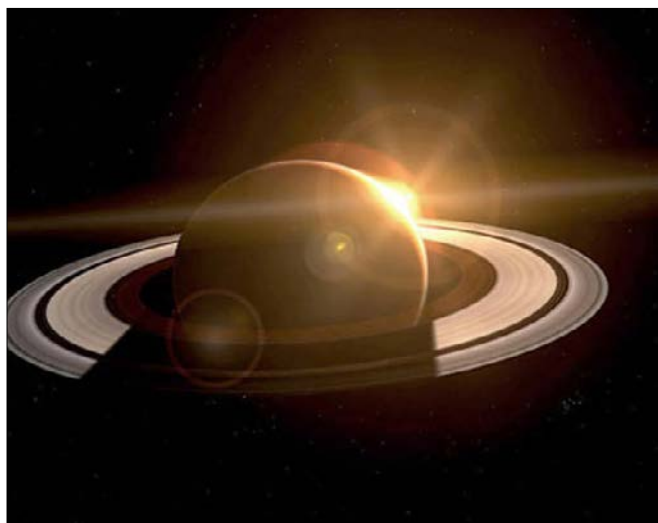
- Saturn urazí za dobu t jednoho oběhu dráhu rovnou $2 \cdot \pi \cdot r$, kde r je vzdálenost Saturna od Slunce. Protože je zadána v astronomických jednotkách (AU), musíme ji nejdříve převést na kilometry. Platí $r = 9,54 \text{ AU} = 9,54 \cdot 149\,600\,000 \text{ km} = 1\,430\,000\,000 \text{ km}$. Pro rychlost oběhu platí

$$v_{oběhu} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{t} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1\,430\,000\,000 \text{ km}}{260\,000 \cdot 3\,600 \text{ s}} = 9,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

U Saturnu je rychlost rotace téměř stejná jako rychlost oběhu kolem Slunce.



Obr. 5 – pohyb Saturna



Obr. 6 – planeta Saturn, <http://www.allvoices.com/contributed-news/5190865/image/48196091-the-sun-rises-over-saturn>

Jak tedy souvisí pohyb planet s pohádkou o Koblížkovi? Planety se kutálejí po kružnicích kolem Slunce podobně jako Koblížek po zemi. Dráhy planet ale nejsou pevné, a proto není „rychlost kutálení“ planety stejná jako rychlost, jakou se planeta pohybuje po oběžné dráze.

Například u Země je „rychlost kutálení“ na rovníku přibližně 0,5 kilometru za sekundu, zatímco kolem Slunce se Země pohybuje rychlostí 30 kilometrů za sekundu. Tak by se Koblížek mohl pohybovat na téměř zledovatělé cestě. Uran se dokonce „převrací“ kolmo ke směru pohybu. Zato Saturn se chová vzorně jako Koblížek: kutálí se přibližně stejnou rychlostí, jako se pohybuje kolem Slunce. Ještě nevěříte, že pohádky a pohyb planet jdou dohromady? Vám tedy pomůže jen návštěva planetária – tam uvidíte, že pohyb planet je skutečně pohádka!

Článek vyšel v časopisu Školská fyzika, ročník VI/2000, mimořádné číslo, str. 49–51. Předkládaný text je zkrácenou verzí původního článku (řešeny jsou zde pouze dva příklady z původních pěti). Fotografie byly doplněny redakcí.