

# Cvičení 4

Určení Keplerovských elementů z polohového vektoru a vektoru rychlosti v čase  $t$

$$\vec{r} = [x, z, y]^T \text{ a } \dot{\vec{r}} = [\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}]^T \quad r = |\vec{r}|, \quad V = |\dot{\vec{r}}|$$

$$V^2 = \mu \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) \rightarrow a \text{ velká poloosa}$$

$$n = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}, \quad \text{úhlová rychlost}$$

$$\vec{r} = a \begin{pmatrix} \cos E - e \\ \sqrt{1 - e^2} \sin E \end{pmatrix} \quad \dot{\vec{r}} = \frac{na^2}{r} \begin{pmatrix} -\sin E \\ \sqrt{1 - e^2} \cos E \end{pmatrix}$$

$$r = a(1 - e \cos E) \rightarrow e \cos E = \frac{a-r}{a}$$

$$\vec{r} \cdot \dot{\vec{r}} = \sqrt{a\mu} e \sin E \rightarrow e, E, v$$

$$\vec{c} = \vec{r} \times \dot{\vec{r}} = \frac{1}{|c|} [\sin \Omega \sin i, -\cos \Omega \sin i, \cos i]^T$$

$$\vec{k} = [\cos \Omega, \sin \Omega, 0]^T, \quad \vec{r} \cdot \vec{k} = r \cos(\omega + v), \quad \vec{r} \cdot \vec{X}_3 = r \sin i \sin(\omega + v)$$

## Cvičení 4

- 1 Určete (libovolně) juliánské datum JD pro dnešní datum. JD pro poledne 1.1.2000 = 2451545. Výsledek zkontrolujte pomocí procedury v Matlabu
- 2 dnes, 10.3.2016, 12h SEČ  $\longrightarrow$  místní hvězdný čas ( $\lambda = 13.35^\circ$ )
- 3 Princip atomových hodin, video.

## 4 Jak plyne čas na družici GPS?

- $h_{GPS} = 20184$  km,  $R_z = 6371$  km,  $r_{GPS} = h_{GPS} + R_z$
- Speciální teorie relativity

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- $v = \frac{GM}{r}$  (kruhová dráha, 3874 m/s) a  $\Delta t = 86400$  s
- ??

- Obecná teorie relativity

$$\Delta t' = -\Delta t \frac{1}{c^2} \left[ \frac{-GM_{\oplus}}{r_{GPS}} - \frac{-GM_{\oplus}}{R_z} \right]$$

- $\Delta t = 86400\text{s}$
- $\Delta t' ?$ ,

# Cvičení 4

## Délka polárního dne

- 5 Odvoďte jednoduchý vzorec pro určení max. délky polárního dne, resp. noci pro zadanou zeměpisnou šířku (nad polárním kruhem,  $> 66.5^\circ$ )!

$$\sin \delta_{\odot} = \sin \beta_{\odot} \cos \varepsilon + \cos \beta_{\odot} \sin \varepsilon \sin \lambda_{\odot} = \sin \varepsilon \sin \lambda_{\odot}$$

$$90^\circ - \varphi < \delta_{\odot} < 90^\circ$$

$$\frac{\cos \varphi}{\sin \varepsilon} < \sin \lambda_{\odot}$$

Výsledné  $\lambda_{\odot}$  leží v intervalu  $(\lambda_{\odot}, 180^\circ - \lambda_{\odot})$   
vztah den (rok=365.25) a  $\lambda$  (rok=360°)