

Odchylka ekliptiky od roviny Galaxie

Jiří Kapr¹, Jakub Fuis², Tomáš Bárta³

¹Gymnázium Plasy, Plasy

²Gymnázium Botičská, Praha

³Gymnázium Nad Štolou, Praha

Týden Vědy, 2010



Odchylka ekliptiky od roviny Galaxie

Jiří Kapr¹, Jakub Fuis², Tomáš Bárta³

¹Gymnázium Plasy, Plasy

²Gymnázium Botičská, Praha

³Gymnázium Nad Štolou, Praha

Týden Vědy, 2010



Obsah

- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 Určení roviny Galaxie
 - Získávání dat
 - Diagonalizace kvadratické formy
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



Obsah

- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 Určení roviny Galaxie
 - Získávání dat
 - Diagonalizace kvadratické formy
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



Astronomické pojmy

Nebeská sféra

Ekliptika

Galaktický rovník

Světový rovník

Jarní bod

Kolur rovnodennosti

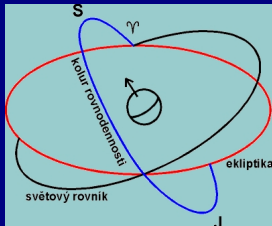
Pomyslná projekční koule

Projekce roviny oběžné dráhy planet

Průsečík roviny Galaxie s nebeskou sférou

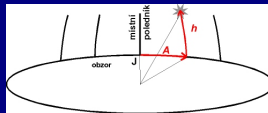
Projekce roviny zemského povrchu
na nebeskou sféru

Průsečík ekliptiky se světovým rovníkem

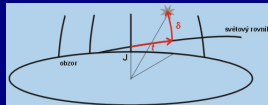


Astronomické souřadnicové systémy

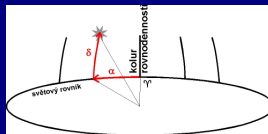
Obzorníkové souřadnice



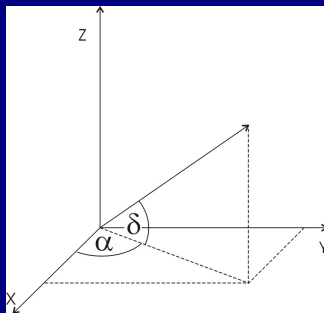
Rovníkové souřadnice I. druhu



Rovníkové souřadnice II. druhu



Sférické souřadnice v kartézském systému



$$x = \cos \alpha \cos \delta$$

$$y = \sin \alpha \cos \delta$$

$$z = \sin \delta$$

Obsah

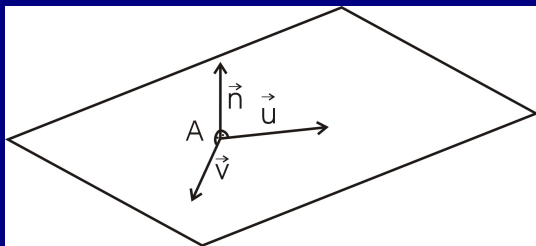
- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 Určení roviny Galaxie
 - Získávání dat
 - Diagonalizace kvadratické formy
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



Lineární variety

Druhy v \mathbb{R}^3

- Bod
- Přímka
- Rovina

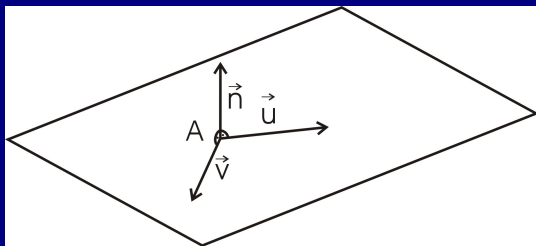


vektory popisující rovinu v prostoru

Lineární variety

Druhy v \mathbb{R}^3

- Bod
- Přímka
- Rovina

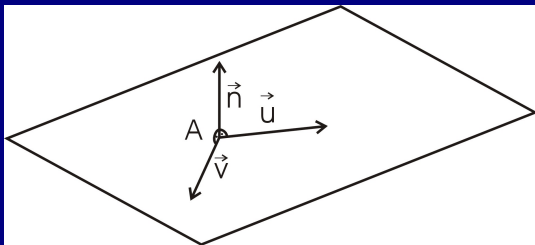


vektory popisující rovinu v prostoru

Lineární variety

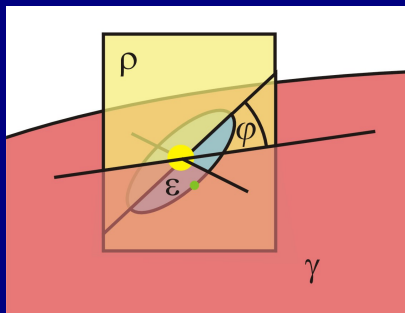
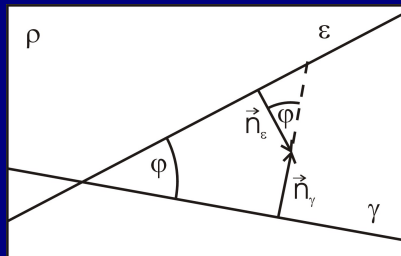
Druhy v \mathbb{R}^3

- Bod
- Přímka
- Rovina



vektory popisující rovinu v prostoru

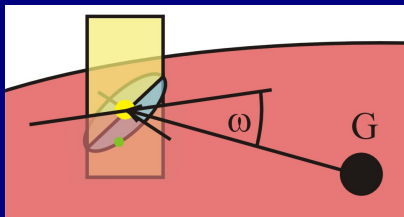
Úhel mezi dvěma rovinami

Pomocná rovina ρ 

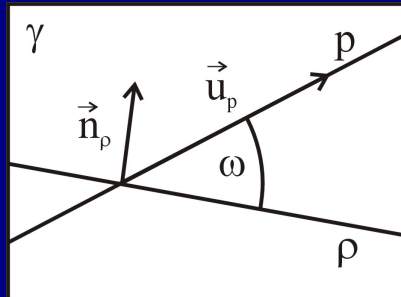
Situace v řezu

$$\cos \varphi = \frac{|(\vec{u}_\gamma \times \vec{v}_\gamma) \cdot (\vec{u}_\epsilon \times \vec{v}_\epsilon)|}{\|\vec{u}_\gamma \times \vec{v}_\gamma\| \cdot \|\vec{u}_\epsilon \times \vec{v}_\epsilon\|}$$

Úhel se středem Galaxie



Pomocná rovina γ



Situace v řezu

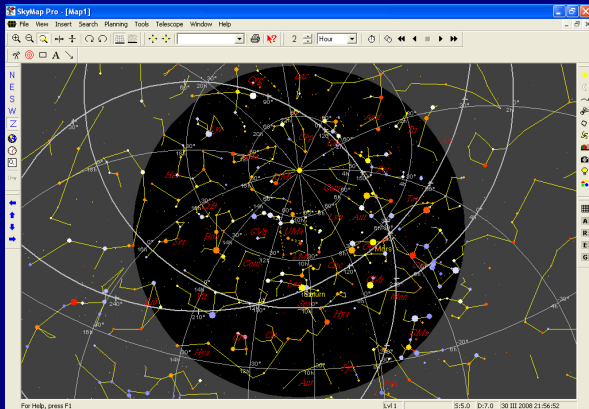
$$\cos(90^\circ - \omega) = \frac{|\vec{n}_\gamma \times \vec{n}_\epsilon \cdot \vec{u}_p|}{\|\vec{n}_\gamma \times \vec{n}_\epsilon\| \cdot \|\vec{u}_p\|}$$

Obsah

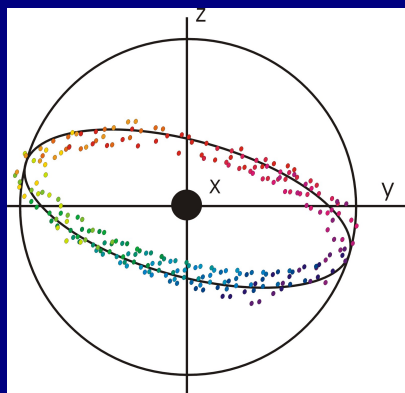
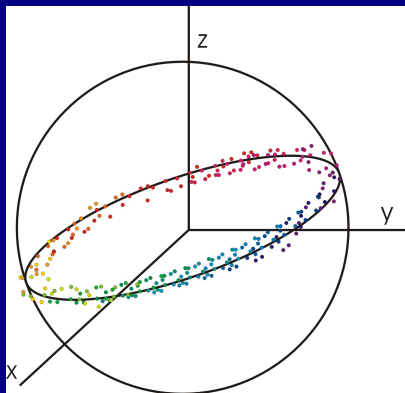
- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 **Určení roviny Galaxie**
 - **Získávání dat**
 - **Diagonalizace kvadratické formy**
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



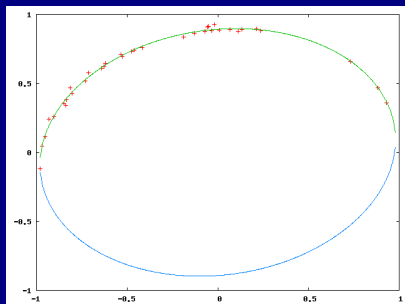
Získávání souřadnic



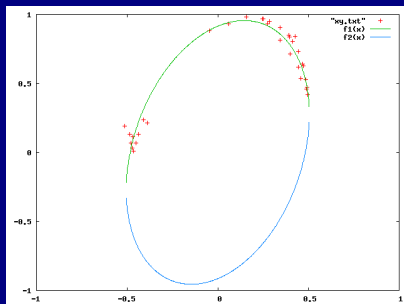
Získávání vektorů



Získávání vektorů



Získání 1. vektoru



Získání 2. vektoru

$$\alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2 - \delta = 0$$

Získávání vektorů

- Maticový zápis kvadratické formy (elipsy)

$$\begin{pmatrix} x & y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \beta & \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} - \delta = 0$$

- Vlastní čísla a vektory matice \mathbb{A}

$$\mathbb{A}\mathbf{x} = \lambda\mathbf{x}$$



Obsah

- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 Určení roviny Galaxie
 - Získávání dat
 - Diagonalizace kvadratické formy
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



Výsledek

- Vektory určující rovinu ekliptiky → poloha Saturnu a Venuše
- Spočítané údaje:

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Výsledek

- Vektory určující rovinu ekliptiky → poloha Saturnu a Venuše
- Spočítané údaje:

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Obsah

- 1 Poloha ve Vesmíru
 - Astronomické pojmy
 - Souřadnice
- 2 Úhly v prostoru
 - Lineární variety
 - Úhel mezi dvěma rovinami
 - Úhel mezi rovinou a přímkou
- 3 Určení roviny Galaxie
 - Získávání dat
 - Diagonalizace kvadratické formy
- 4 Výsledek
- 5 Shrnutí



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- **Astronomické pojmy**
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- **Základy analytické geometrie**
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- **Popis roviny Galaxie**
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- **Vypočtené údaje**

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Shrnutí

- Astronomické pojmy
 - Nebeská sféra, galaktický rovník, ekliptika
 - Rovníkové souřadnice II. druhu
- Základy analytické geometrie
 - Roviny a přímky v prostoru
 - Úhel mezi dvěma rovinami, úhel mezi přímkou a rovinou
 - Elipsa
- Popis roviny Galaxie
 - Průmět nebeské sféry do roviny
 - Aproximace galaktického rovníku elipsou v rovině řezu
 - Diagonalizace kvadratické formy, vektory poloos
- Vypočtené údaje

$$\varphi = 60^{\circ}41'6''$$

$$\omega = 5^{\circ}54'26''$$



Děkujeme

- Vedoucímu projektu Janu Stránskému
- Fakultě Jaderné a Fyzikálně Inženýrské
- Nadační fond teoretické fyziky
- Českému Vysokému Učení Technickému v Praze

