

Odchylka ekliptiky od roviny Galaxie

D. Vodrážka
Gymnázium Brno, Vídeňská 47
danielvodrazka@centrum.cz

Abstrakt

Lidstvo odjakživa zajímá jeho místo ve vesmíru a kam směřuje. Odpověděli jsme alespoň na část otázky, kde se nachází. Byla určena dosud neznámá velikost odchylky ekliptiky od roviny Galaxie a její směr. Data byla získána z programu SkyMap a Google Earth. Pro určení roviny galaxie bylo použito diagonalizace matice kvadratické formu.

1 Úvod

Lidstvo odedávna fascinoval vesmír pro svou nekonečnost, zářící hvězdy pro své barevné kombinace a Galaxie, výstižně nazvána Mléčná dráha. Při pohledu na Mléčný pás zářící na noční obloze se naskýtá otázka, jak je Galaxie umístěna v prostoru. Na tuto otázku zatím nebyla nalezena odpověď¹. Tento miniprojekt se na ni pokouší odpovědět.

2 Umístění Galaxie v prostoru

Základní astronomické pojmy

Rovina je určena bodem a dvěma směrovými vektory. Ze základních poznatků o analytické geometrii umíme hledat kolmé vektory pomocí vektorového součinu či určovat odchylku rovin pomocí jednoduchých vzorců.

Definujme základní astronomické pojmy

Nebeská sféra Pomyslná projekční plocha v nekonečné vzdálenosti. Koule s nekonečným poloměrem

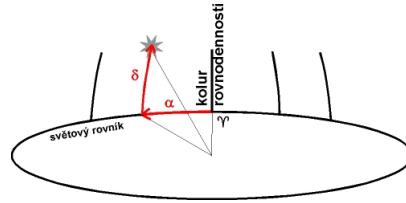
Ekliptika Projekce roviny oběžné dráhy Země kolem Slunce na nebeskou sféru

Galaktický rovník Průsečík roviny Galaxie s nebeskou sférou

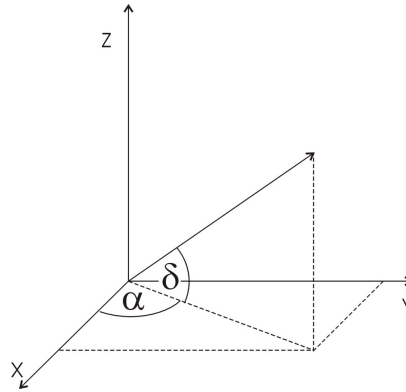
Kolur rovnodennosti Kružnice procházející jarním bodem a severním světovým pólem

Nyní se podívejme na souřadnicové systémy v astronomii. Existuje jich celá řada, my však používáme Rovníkové souřadnice II. druhu (obr. 1), které jsou definované pomocí

Rektascenze Úhel mezi rovinou proloženou hvězdou a světovým severním pólem a kolurem rovnodennosti



Obrázek 1: Rovníkové souřadnice II.druhu



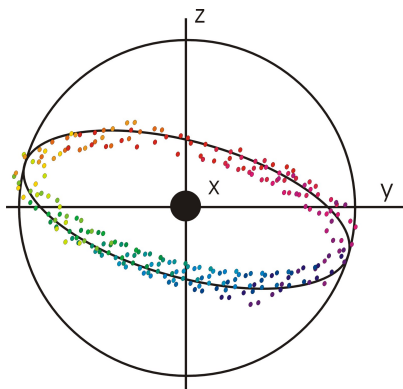
Obrázek 2: Kartézský souřadný systém

Deklinace Výška hvězdy nad světovým rovníkem

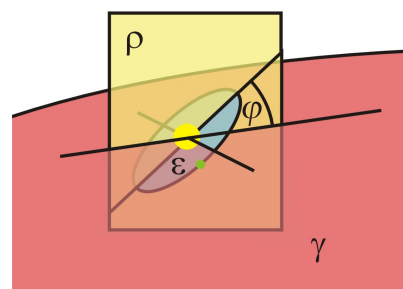
Pro potřeby výpočtu převedeme astronomické sférické souřadnice do Kartézského souřadného systému a z obrázku 2 lze vyčíst převodní vztahy

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \cos \delta \cdot \cos \alpha \\ y &= r \cdot \cos \delta \cdot \sin \alpha \\ z &= r \cdot \sin \delta \end{aligned} \tag{1}$$

Určování polohy Galaxie

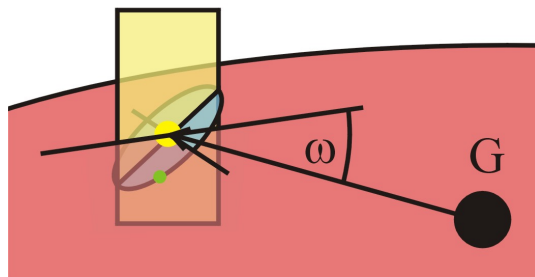


Obrázek 3: Projekce Mléčné dráhy do roviny yz



Obrázek 4: Odchylka ekliptiky od roviny Galaxie

Odchylku ekliptiky od roviny Galaxie vypočítáme pomocí odchylky jejich normálových



Obrázek 5: Směr odchytky ekliptiky od roviny Galaxie

vektorů (obr. 4):

$$\cos \varphi = \frac{|\vec{n}_\varepsilon \cdot \vec{n}_\gamma|}{\|\vec{n}_\varepsilon\| \|\vec{n}_\gamma\|} \quad (2)$$

kde \vec{n}_ε je normálový vektor ekliptiky a \vec{n}_γ je normálový vektor roviny Galaxie.

K získání směrových vektorů Galaxie použijeme planety Saturn a Jupiter z programu SkyMap a k získání směrových vektorů roviny ekliptiky využijeme projekci hvězd z Mléčné dráhy do roviny (obr. 3).

Určování směru odchytky ekliptiky od roviny Galaxie

Pro úplné určení orientace Sluneční soustavy v Galaxii je třeba určit jakým směrem míří rovina v níž leží úhel odchytky ekliptiky od roviny Galaxie. Pro jeho určení využijeme souřadnic Galaktického středu, získaných pomocí programu Google Earth:

$$\begin{aligned} \alpha_G &= 266^\circ 24' 59'' \\ \delta_G &= -29^\circ 2' 18'' \end{aligned}$$

Úhel vypočítáme jako odchytku přímky procházející Galaktickým středem a středem souřadné soustavy a roviny ve které leží hledaný úhel (obr. 5)

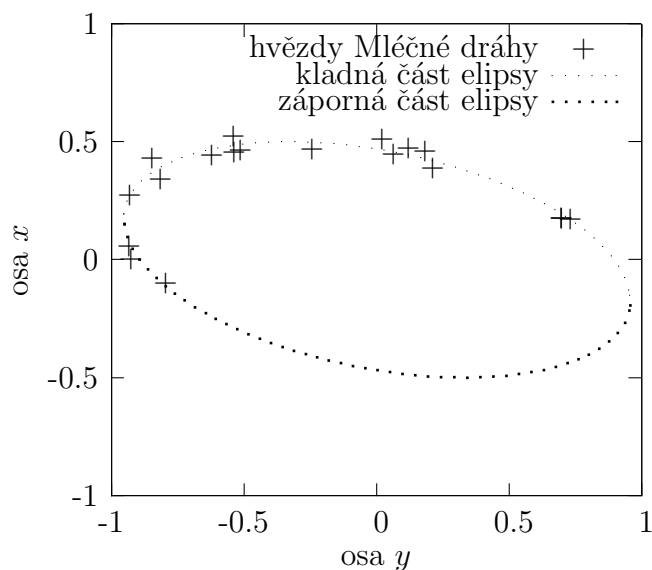
$$\cos \omega = \frac{|\vec{n}_\rho \cdot \vec{u}_p|}{\|\vec{n}_\rho\| \|\vec{u}_p\|} \quad (3)$$

Určování směrových vektorů roviny Galaxie

K určení polohy Galaxie potřebujeme získat její směrové vektory. Promítneme-li Mléčnou dráhu do roviny, zobrazí se nám přibližně jako elipsa. Mléčnou dráhu proložíme elipsou (obr. 6):

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 - d = 0 \quad (4)$$

kde a , b , c , d jsou parametry elipsy. Hlavní osa této elipsy je průsečnicí roviny Galaxie s rovinou do které byla Mléčná dráha promítnuta. Proto je tato úsečka zobrazena beze změny. Rovnice elipsy (4) je kvadratická forma. Vektory poloos elipsy získáme jako diagonální bázy této kvadratické formy. Tím jsme získali dvě souřadnice jednoho směrového vektoru roviny Galaxie. Chybějící souřadnice je dána volbou roviny řezu. Opakováním postupu pro jinou zobrazovací rovinu dostáváme druhý směrový vektor.



Obrázek 6: Směr odchylky ekliptiky od roviny Galaxie

Výsledky

Pro určení polohy Galaxie byly použity souřadnice 20 hvězd ležících na Mléčné dráze. Pro určení polohy ekliptiky byly použity planety Saturn a Jupiter. Dosazením do vzorců (2) a (3) dostáváme úhly určující polohu ekliptiky vzhledem ke Galaxii:

$$\begin{aligned}\varphi &= 65^{\circ}36'4'' \\ \omega &= 13^{\circ}17'42''\end{aligned}$$

3 Závěr

Díky poznatkům Reného Descarta se podařilo určit naši bližší orientaci ve vesmíru. Zjistili jsme jak je ekliptika položená vzhledem k rovině Galaxie. Určili jsme odchylku mezi rovinou Galaxie a ekliptikou a její směr.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému supervisoru Janu Stránskému za velkou snahu a úsilí pomoci mému miniprojektu, organizačnímu týmu Fyzikálního týdne za jeho realizaci a Fakultě Jaderné a Fyzikálně Inženýrské ČVUT za poskytnutí prostor a prostředků.

Reference

- [1] Aldebaran, Souřadnice a časomíra, <http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/orientace/theory.html> [cite: 16.6. 2009], ALDEBARAN GROUP FOR ASTROPHYSICS