

Úloha: Vlastnosti Galaxie

Jméno: Tomáš Plšek, 461281

Datum odevzdání: 23.4.2017

Shrnutí úkolů:

1. V tabulce 20 je uvedena pozorovaná hvězdná velikost hvězd typu RR Lyrae ve 20 vybraných kulových hvězdokupách a mezihvězdná extinkce ve směru k nim. Uveďte vztah pro modul vzdálenosti obsahující mezihvězdnou extinkci.

$$m - M - A_v = 5 \log(r) - 5 \Rightarrow r = 10^{(m - M - A_v + 5) / 5} \text{ kpc}$$

Vztah nyní upravte a použijte pro výpočet vzdáleností hvězd. Absolutní hvězdná velikost všech hvězd typu RR Lyrae je přibližně stejná, $M = 0,6$ mag. Vypočtené údaje zapište do tabulky 20. Veškeré výpočty i vykreslování můžete dělat i na počítači. Data z tabulek jsou k dispozici v elektronické podobě.

2. Z galaktických souřadnic l, b hvězd typu RR Lyrae v tabulce 20 a jejich vzdáleností r vypočítejte pravouhlé souřadnice x, y, z , které budete nadále používat, a jejich hodnoty pravouhlých souřadnic vepište do tabulky 20.
3. Do grafu na obrázku řezu v rovině $x-z$ (obr. 5) vynesete ve vhodném měřítku souřadnice x, z všech hvězdokup z tabulky 20. Souřadnice můžete vynášet, jak do milimetrového papíru v obrázku 5, tak i na počítači. V případě počítačového zpracování tohoto a dalších úkolů praktické úlohy, nezapomeňte příslušné grafy vytisknout a přiložit k protokolu.
4. Zvolte si metodu a určete střed rozložení kulových hvězdokup v řezu galaxie v rovině $x - z$. Můžete postupovat graficky, např. dělením na symetrické části, nebo výpočtem. Zvolený postup popište. Určený střed odpovídá podle Shapleyho předpokladu středu Galaxie.

Vzdálenost jsem určoval počteně:

Z aritmetických průměrů x -ových a z -ových souřadnic jsem určil pozici středu a následně jsem spočítal jeho vzdálenost od středu soustavy souřadnic.

Vzdálenost Slunce – střed Galaxie: 8,44 kpc

5. Do stejného grafu ještě vynesete odlišným způsobem (barvou, tvarem značek) souřadnice 12 kulových hvězdokup, ležících poblíž galaktického rovníku uvedené v tabulce 21. Jak by se změnila určená vzdálenost ke středu Galaxie, pokud bychom vzali v úvahu i tyto kulové hvězdokupy?

Vzdálenost by se změnila zhruba o 13 %, její hodnota by byla 7,39 kpc.

6. Výše uvedený postup zopakujte i pro řez Galaxií v rovině $x - y$. Využijte milimetrový papír na obrázku 5 nebo počítače.

Vzdálenost Slunce – střed Galaxie: **8,48 kpc**

Se započtením kulových hvězdokup by se výsledek opět lišil zhruba o 13 % (7,37 kpc).

7. Nalezněte v literatuře nebo na internetu současnou hodnotu, která se udává pro vzdálenost středu Galaxie. Porovnejte s vámi získanými hodnotami a diskutujte nepřesnost určení vzhledem například k přesnosti dat nebo metodě určení středu rozložení kulových hvězdokup.

Vzdálenost Slunce - střed Galaxie v rovině $x-z$ = 8,44 kpc

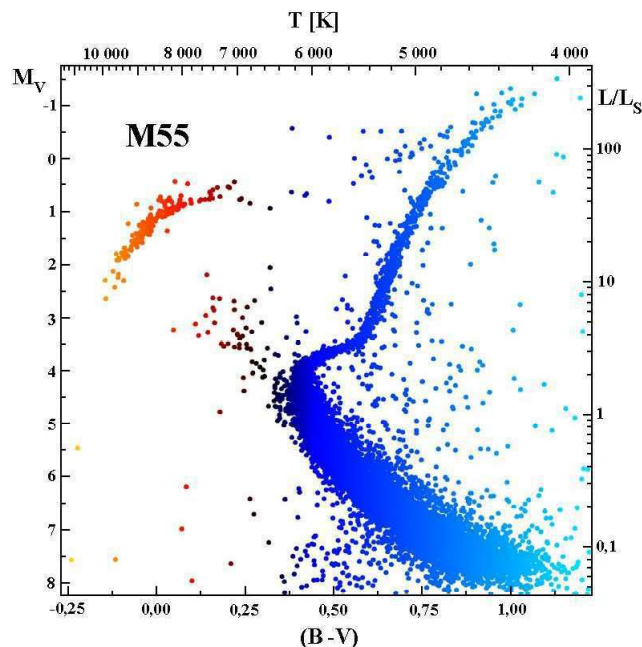
Vzdálenost Slunce - střed Galaxie v rovině $x-y$ = 8,48 kpc

Střední vzdálenost Slunce - Střed Galaxie je asi $2,5 \cdot 10^{17}$ km = 7,97 kpc [1]

Nepřesnost této metody je značná (asi 6 %). Faktorů ovlivňujících její správnost je celá spousta.

Na výsledku se projevilo hlavně stanovení stejné absolutní hvězdné velikosti pro všechny hvězdy typu RR Lyrae, nejistota daných dat a také metoda samotná, která vychází z předpokladu, že kulové hvězdokupy tvoří jakousi kostru Galaxie.

[1] WIKIPEDIA.org. Slunce, Fyzikální charakteristiky. Dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Slunce>.



Obr. 4: Barevný diagram kulové hvězdokupy M55. Mochejska (CfA) a Kaluzny (CAMK). 1m Swope Telescope.

8. Pomocí mapy hvězdné oblohy nebo nějakého z programů jako např. Stellarium, který je volně ke stažení na <http://www.stellarium.org/> určete, kterými souhvězdími prochází galaktický rovník, kde leží střed Galaxie, ve kterých souhvězdích se nacházejí galaktické póly.

Galaktický rovník prochází souhvězdími: Loďní záď, Plachty, Loďní kýl, Jižní kříž, Kentaur

Pravítko, Střelec, Štír, Orel, Lištička, Labuť, Kasiopeja, Vozka a Jednorozec, Štít, Kružítko, Velký pes,

Střed Galaxie je v souhvězdí: Střelec. Orion, Blíženci, Perseus, Žirafa, Kefeus, Oltář a Had.

Severní galaktický pól se nachází v souhvězdí: Vlasy Bereniky a jižní v souhvězdí: Sochař . .

Kdy je z Brna vidět nejvíce souhvězdí, kterými prochází galaktický rovník? V létě

Tabulka 20: Tabulka hvězd typu RR Lyrae

Hvězdokupa	RR Lyr	Extinkce	Vzdálenost	Galakt. souř.		Pravoúhlé souřadnice		
	m [mag]	A_V [mag]	r [kpc]	l [°]	b [°]	x	y	z
47 Tucanae	14,0	0,13	4.5	305,9	-44,9	1.87	-2.5	-3.18
NGC 288	15,3	0,10	8.3	149,7	-89,4	-0.08	0.04	-8.32
NGC 2298	16,4	0,36	12.2	245,6	-16	-4.86	-10.72	-3.38
M 68	15,6	0,10	9.5	299,6	36	3.82	-6.72	5.61
NGC 5466	16,5	0,17	14.0	42,1	73,6	2.93	2.65	13.43
IC 4499	17,7	0,79	18.3	307,4	-20,5	10.40	-13.60	-6.40
NGC 5824	17,9	0,46	23.3	332,6	22,1	19.20	-9.95	8.78
Palomar 5	17,3	0,10	20.9	0,9	45,9	14.54	0.23	15.00
NGC 5897	16,2	0,20	12.0	342,9	30,3	9.92	-3.05	6.07
M 5	15,1	0,10	7.6	3,9	46,8	5.18	0.35	5.53
M 80	15,9	0,69	8.4	352,7	19,5	7.81	-1.00	2.79
M 13	14,9	0,07	7.0	59	40,9	2.73	4.54	4.59
NGC 6356	17,7	0,90	17.4	6,7	10,2	16.99	1.99	3.08
M 54	17,7	0,46	21.3	5,6	-14,1	20.54	2.01	-5.18
NGC 6723	15,3	0,03	8.6	0,1	-17,3	8.20	0.01	-2.55
M 75	17,4	0,56	17.7	20,3	-25,8	14.95	5.53	-7.70
M 72	16,9	0,10	17.4	35,2	-32,7	11.95	8.43	-9.39
NGC 7006	18,7	0,43	34.2	63,8	-19,4	14.24	28.94	-11.36
M 15	15,8	0,38	9.2	65	-27,3	3.46	7.41	-4.22
M 30	15,2	0,03	8.2	27,2	-46,8	4.99	2.57	-5.98

Ve kterém ročním období je nejlépe pozorovatelný z České republiky severní galaktický pól a kdy střed Galaxie? . Severní pól - jaro, Střed galaxie - léto.

9. V tabulce 22 je uvedeno 10 nejjasnějších hvězd našeho hvězdného nebe, ale chybí v ní jejich běžně užívaná jména. Doplňte je. Většinu byste měli zvládnout i bez nápovědy. Doplňte také, kdy je možné danou hvězdu nejlépe pozorovat z České republiky. Stačí s přesností měsíců.

10. Použijte opět síť milimetrového papíru z obrázku 5 nebo vhodný program na počítači a zakreslete do grafu polohy hvězd z tabulky 22 a také z tabulky 23, kde jsou uvedeny polohy 20 jasných hvězd spektrálního typu O a B. Polohy hvězd těchto skupin označujte různou barvou nebo různými symboly. Dávejte pozor na správnou orientaci os. Pokud použijete počítač, nezapomeňte vytisknutý graf přiložit k protokolu.

Liší se nějak rozložení desítky nejjasnějších hvězd a hvězd typu O a B? Diskutujte.

Rozložení nejjasnějších hvězd a hvězd spektrálního typu O a B se poněkud liší. Zatímco hvězdy spektrální třídy O a B se nacházejí spíše poblíž galaktické roviny (na nízkých galaktických šířkách), nejjasnější jsou rozprostřeny takřka nahodile. Je to způsobeno především tím, že hvězdy spektrální třídy O a B žijí jen krátce a nestihnou se tedy během svého života dostat daleko od galaktické roviny. Dále to může být zapříčiněno i tím, že nejjasnější hvězdy jsou od nás zpravidla relativně blízko, tudíž i hvězdu s malou vzdáleností od galaktické roviny je možné pozorovat na značné galaktické šířce (b [°]).

Tabulka 21: Kulové hvězdokupy poblíž galaktického rovníku.

Hvězdokupa	Pravouhlé souřadnice [kpc]		
	x	y	z
NGC 5286	5,7	-6,5	1,6
NGC 6139	8,5	-2,7	1,1
M 10	3,9	1	1,7
M 62	5,8	-0,7	0,8
NGC 6304	5,2	-0,4	0,5
NGC 6401	6,3	0,4	0,4
NGC 6517	6,9	2,4	0,9
NGC 6541	6,6	-1,2	-1,3
NGC 6569	7,6	0,1	-0,9
NGC 6642	5,2	0,9	-0,6
NGC 6760	3,1	2,2	-0,3
M 71	2,2	3,3	-0,3

11. Analogicky k předchozímu úkolu zobrazte polohy 30 nejjasnějších kulových hvězdokup a 16 mladých otevřených hvězdokup z tabulek 24 a 25. Opět odlište tyto dvě skupiny pomocí různého značení. Diskutujte jejich rozložení v Galaxii. Odpovídá získané rozložení našim znalostem o poloze těchto tříd objektů v Galaxii? Při podrobnějším pohledu ale zjistíte, že například krásná otevřená hvězdokupa Plejády má oproti ostatním otevřeným hvězdokupám z našeho vzorku relativně velkou galaktickou šířku. Jak je to možné?

Mladé otevřené hvězdokupy se nacházejí poblíž místa svého vzniku (roviny galaktického pásu), kdyžto kulové hvězdokupy (zejména velmi staré) nalezneme na mnohem větších galaktických šířkách, neboť už postupně opustily místo svého vzniku.

Plejády:

Protože jsou k nám výrazně blíže než ostatní hvězdokupy => jejich vzdálenost od galaktické roviny může být malá, pouze úhel vůči galaktické rovině, pod kterým je pozorujeme, je relativně velký (viz otázka 10).

Tabulka 22: Deset nejjasnějších hvězd

Označení	Jméno hvězdy	l [°]	b [°]	Pozorovatelnost
α Tau	Aldebaran	181	-20	Zima
α Aur	Capella	163	5	Zima
β Ori	Rigel	209	-25	Zima
α Car	Canopus	261	-25	—
α CMa	Sirius	228	-8	Zima
α Cru	Acrux	300	-1	—
α Vir	Spica	317	50	Jaro
α Boo	Arcturus	15	69	Léto
α Cen	Rigel Kentaurus	316	-1	—
α Lyr	Vega	68	19	Léto[2]

[2] ŠTEFÁNIKOVA HVĚZDÁRNA. Encyklopedie, Katalog souhvězdí.
Dostupné z <https://www.observatory.cz/static/Encyklopedie/Souhvvezdi/katalog.php>

Tabulka 23: Dvacet jasných hvězd spektrálního typu O a B.

Označení	l [°]	b [°]	Označení	l [°]	b [°]
γ Cas	124	-2	β Cru	303	3
δ Ori	204	-17	ε Cen	311	8
ε Ori	205	-17	ζ Cen	315	14
ζ Ori	207	-16	β Cen	312	1
κ Ori	215	-18	η Cen	323	16
β CMa	226	-14	δ Sco	350	22
ε CMa	240	-11	β Sco	353	23
η CMa	243	-6	ζ Oph	7	23
ζ Pup	256	-4	λ Sco	352	-3
κ Vel	276	-4	κ Sco	351	-5