

5. Jak astronomové měří a váží

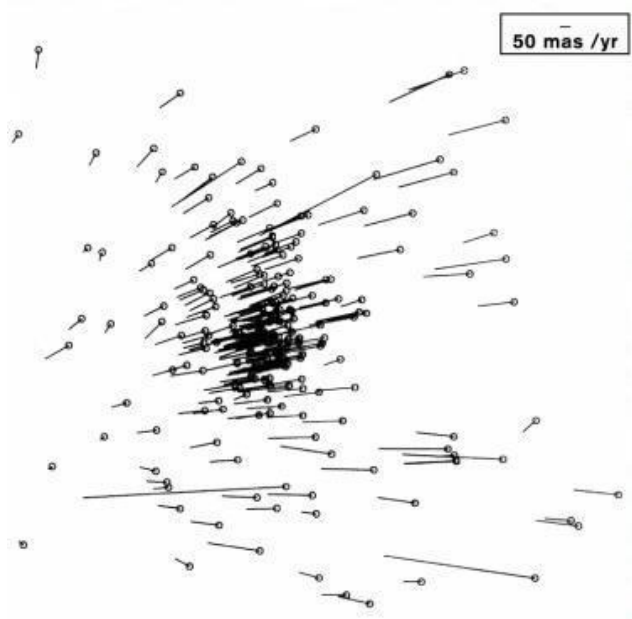


praktikum

Vzdálenost hvězdokupy Hyády

Hyády v souhvězdí Býka jsou nejbližší otevřenou hvězdokupou a též hvězdokupou pohybovou. Co nejpřesnějšimu určení vzdálenosti této hvězdokupy věnují astronomové již tradičně nemalé úsilí, neboť tato vzdálenost slouží jako „základní metr“ pro většinu dalších metod určování vzdáleností kosmických objektů.

Hvězdy patřící ke hvězdokupě se vůči vzdáleným hvězdám pohybují zhruba stejným směrem a rychlostí. U Hyád je to více než 200 hvězd, převážně trpasličích, o hvězdné velikosti 5 až 6 magnitud. Zakreslíme-li vlastní pohyby hvězd z Hyád do hvězdné mapy, uvidíme, že směřují k jednomu bodu (úběžníku). Z polohy úběžníku a z měření radiálních rychlostí hvězd můžeme vypočítat vzdálenost celé hvězdokupy. Je třeba si však uvědomit, že tato metoda určování vzdáleností, i když je poměrně přesná, je použitelná jen u několika blízkých pohybových hvězdokup.



Vlastní pohyby hvězd z Hyád, měřené družicí Hipparcos. Malá úsečka vpravo nahoře udává velikost vlastního pohybu 50 tisícín úhlové vteřiny za rok.

5. Jak astronomové měří a váží

Připomeňme si vztah, odvozený v doplňku této kapitoly, který použijeme pro výpočet paralaxy π (a tudíž vzdálenosti r) pohybové hvězdokupy Hyády:

$$(1) \quad \pi = 4,74 \mu / (v_r \operatorname{tg} \vartheta),$$

kde μ je vlastní pohyb hvězdy (z hvězdokupy) za rok, v_r je její radiální rychlost a ϑ je úhel mezi směrem ke hvězdě a směrem k úběžníku hvězdokupy.

Pracovní postup

1. Ověřte si výpočtem správnost konstanty 4,74, uvedené ve vztahu (1)!

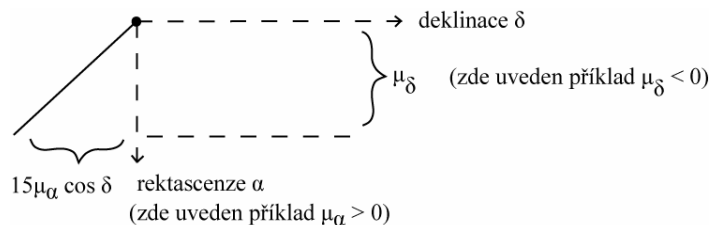
2. V tabulce 1 jsou pro 8 hvězd pohybové hvězdokupy Hyády uvedeny polohy (rektascenze α a deklinace δ) a složky vlastních pohybů za rok v rektascenzi ($15 \mu_\alpha \cos \delta$) a deklinaci (μ_δ). Doplňte v tabulce hodnotu celkového vlastního pohybu μ za rok, kterou vypočítáte ze vztahu

$$(2) \quad \mu = \sqrt{[(15 \mu_\alpha \cos \delta)^2 + \mu_\delta^2]}.$$

Použití vztahu (2) je oprávněné, neboť složky vlastního pohybu v rektascenzi a deklinaci jsou natolik malé, že pravouhlý *sférický* trojúhelník přejde v *rovinný*, kde μ tvoří přeponu (můžeme proto použít Pythagorovu větu).

3. Do připravené sítě (obr. 1) zakreslete polohy všech osmi hvězd a úsečkami znázorníte jejich vlastní pohyby. Aby obrázek byl správný, dbejte těchto pokynů:

- uvažte, ve kterém směru narůstá rektascenze a deklinace;
- stupnici pro rektascenzi zvolte od $3^{\text{h}}50^{\text{m}}$ do $7^{\text{h}}0^{\text{m}}$, pro deklinaci od 0° do 30° . Měřítka v obou osách musí být stejná ($1^{\text{h}} = 15^\circ$, $4^{\text{m}} = 1^\circ$);
- úsečky znázorňující vlastní pohyb musí mít jiné měřítko než to, které používáme pro vynášení poloh hvězd (jinak bychom úsečky nemohli zakreslit). Zvolte např.: $0,1'' = 20 \text{ mm}$.



Příklad zákresu hvězdy a jejího vlastního pohybu.

4. Prodlužte na obr. 1 úsečky znázorňující vlastní pohyby hvězd a snažte se nalézt polohu úběžníku. Z obrázku můžete též odečíst přibližnou hodnotu úhlu ϑ . Chcete-li pracovat přesněji, musíte vzít v úvahu, že nejde o případ v rovině, ale sférický. Úhel ϑ lze vypočítat ze základních vztahů sférické trigonometrie pro úhlovou vzdálenost dvou bodů daných svými sférickými souřadnicemi. Protože výpočet není zcela jednoduchý, použijte hodnot ϑ uvedených v tabulce 1.

5. Poněvadž již znáte hodnoty veličin μ , v_r a ϑ , vypočítejte pomocí vztahu (1) paralaxy π pro všech 8 hvězd a výsledky zprůměrujte. Vzdálenost $r = 1/\pi$ (v parsecích), kterou takto vypočítáte, srovnajte s hodnotou uváděnou v literatuře (vyhledejte se ji).

Praktikum bylo připraveno s použitím kapitoly B25 knihy M. G. J. Minnaerta: *Practical Work in Elementary Astronomy* (D. Reidel, Dordrecht 1969).

5. Jak astronomové měří a váží

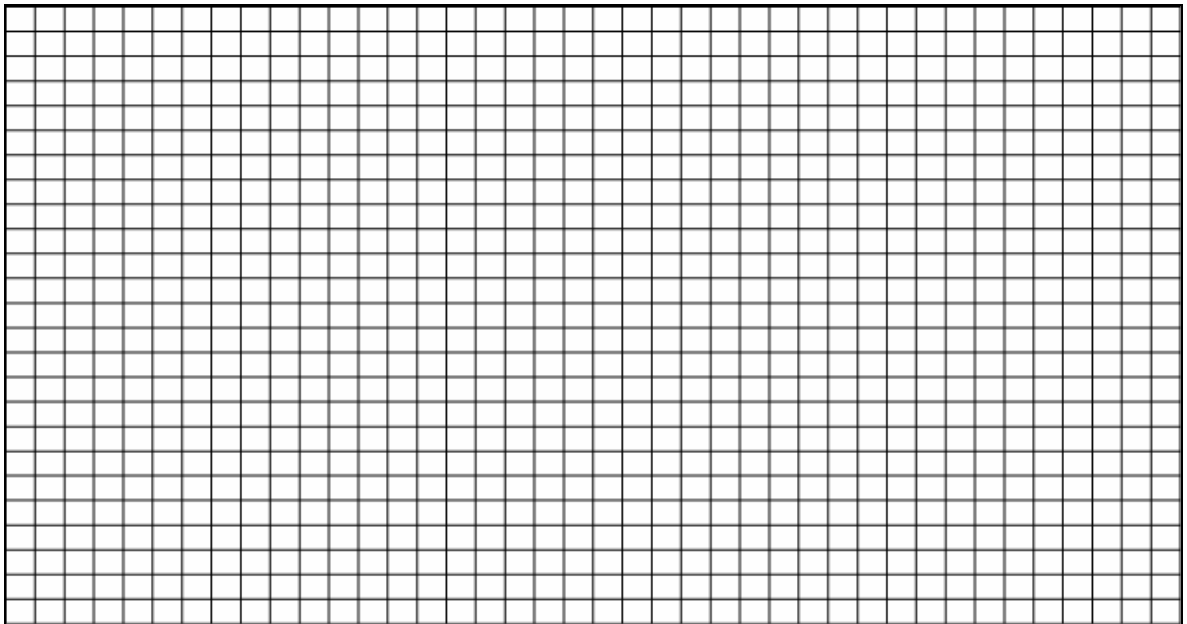
Vstupní data, výsledky:

Tabulka 1

Číslo hvězdy	α (2000)	δ (2000)	$15\mu_\alpha \cos \delta$	μ_δ	μ	ϑ	v_r (km s ⁻¹)
6	3 ^h 53,2 ^m	17° 20'	0,149"	-0,028"		37,5°	31,6
14	4 ^h 11,3 ^m	5° 31'	0,152"	0,010"		32,5°	35,8
33	4 ^h 20,6 ^m	15° 06'	0,112"	-0,023"		30,5°	36,1
74	4 ^h 28,8 ^m	17° 07'	0,106"	-0,046"		29,0°	40,5
104	4 ^h 38,1 ^m	12° 31'	0,103"	-0,011"		26,0°	44,4
112	4 ^h 46,0 ^m	11° 42'	0,074"	-0,004"		24,0°	38,2
129	5 ^h 03,1 ^m	21° 35'	0,068"	-0,042"		23,5°	42,5
131	5 ^h 09,8 ^m	28° 02'	0,062"	-0,070"		26,5°	41,3

Střední hodnota paralaxy π : _____

Vzdálenost r (v parsecích): _____



Obr. 1. Polohy a vlastní pohyby osmi hvězd z Hyád.