

③ Prodlužte na obr. 2 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. Abyste si ušetřili další výpočty, použijte hodnot ϑ uvedených v tabulce 1.

④ Poněvadž již znáte hodnoty veličin μ , v_r a ϑ , vypočítejte pomocí vztahu (1) paralaxu π pro všech 8 hvězd a výsledky zprůměrujte.

⑤ Vzdálenost $r = 1/\pi$ (v parsecích), kterou takto vypočítáte, srovnajte s hodnotou uváděnou v literatuře (vzdálenost Hyád $r = 46$ pc).

Diskuse výsledků:

Úlohu připravil RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc. s použitím kapitoly B25 knihy M. G. J. Minnaerta: *Practical work in elementary astronomy* (D. Reidel, Dordrecht 1969). Pro vnitřní potřebu vydala Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně. K tisku připraveno v červenci 1988.



ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM

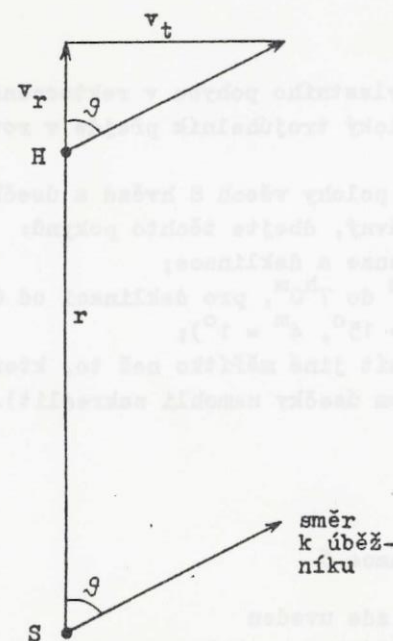
Vzdálenost hvězdokupy Hyády

Hyády v souhvězdí Býka jsou nejbližší otevřenou hvězdokupou a též hvězdokupou pohybovou. 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 mag. 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 vzdálenosti, i když je poměrně přesná, je použitelná jen u několika blízkých pohybových hvězdokup.

Odvoďme nejdříve potřebné vztahy. Na obr. 1 písmeno S označuje Slunce, H pak Hyády. Směr pohybu Hyád je odchýlen od přímky Slunce-Hyády (SH) o úhel ϑ . Z pozorování známe radiální rychlost hvězdy v_r (změříme ji na základě Dopplerova jevu) a vlastní pohyb hvězdy za rok μ (zjistíme jej z přesných měření poloh hvězdy). Velikost tečné složky rychlosti v_t (kolmé na složku v_r) je rovna (viz obr. 1)

$$v_t = v_r \operatorname{tg} \vartheta.$$

Vlastní pohyb hvězdy za rok je roven μ . Je to zorný úhel ϑ , pod kterým se nám jeví úsečka o délce dané součinem rychlosti v_t a doby jednoho roku ve vzdálenosti Hyád.



Obr. 1.

Paralaxu π vypočítáme z úměry

$$a) \quad \frac{\pi}{\mu} = \frac{a}{\text{rychlost } v_t \text{ krát čas (1 rok)}}$$

kde a je délka astronomické jednotky ($a = 1,496 \cdot 10^8$ km). Dosadíme-li za a a čas (složky rychlostí v_r , v_t jsou obvykle uvedeny v jednotkách km.s^{-1} , proto a dosazujeme v kilometrech a čas v sekundách) a po úpravě předchozího vztahu dostaneme

$$(1) \quad \pi = \frac{4,74 \mu}{v_t} = \frac{4,74 \mu}{v_r \tan \vartheta}$$

Ověřte si výpočtem správnost konstanty 4,74!

Pracovní postup:

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

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

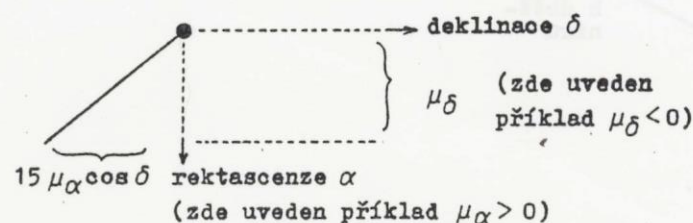
Použití vztahu (2) je oprávněné, neboť složky vlastního pohybu v rektascenzi a deklinaci jsou natolik malé, že pravoúhlý sférický trojúhelník přejde v rovinný, kde μ tvoří přeponu.

② Do připravené sítě (obr. 2) zakreslete polohy všech 8 hvězd a úsečkami znázorníte vlastní pohyby. Aby obrázek byl správný, dbejte těchto pokynů:

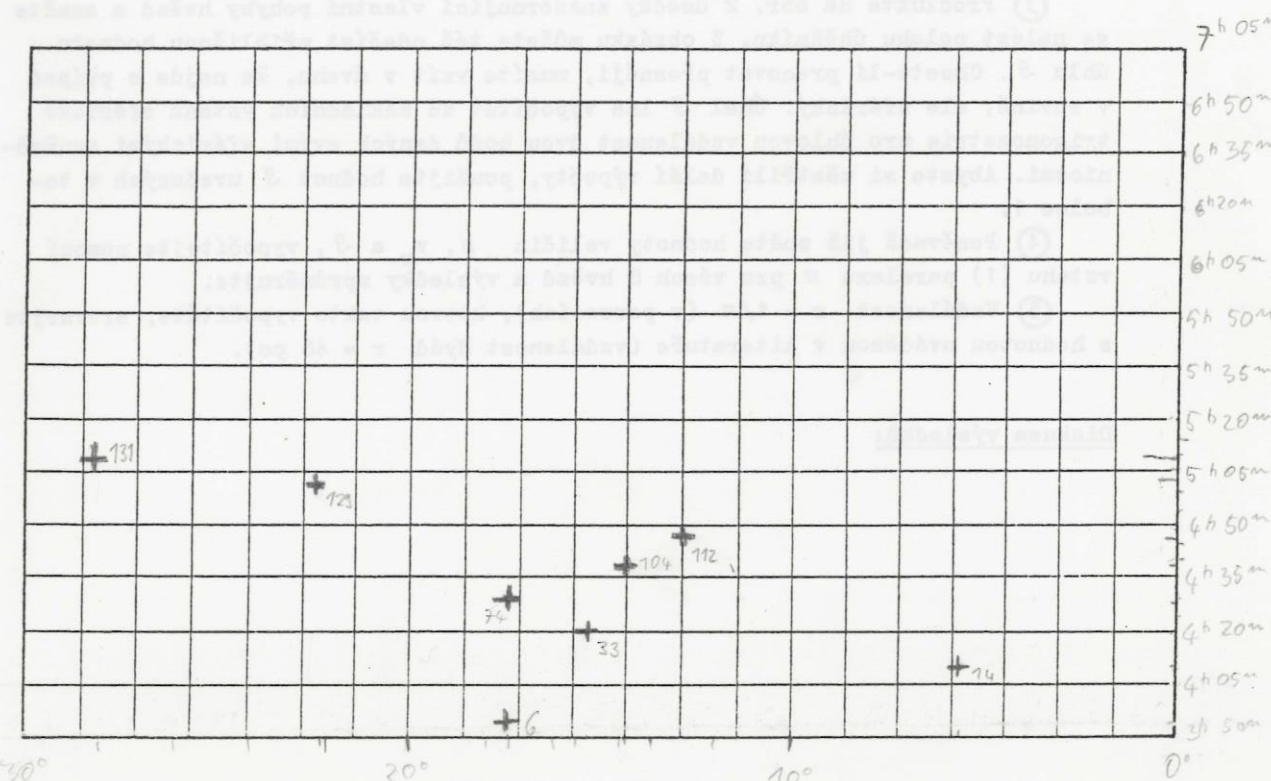
- uvažte, ve kterém směru narůstá rektascenze a deklinace;
- stupnici pro rektascenzi zvolte od $3^{\text{h}}50^{\text{m}}$ do $7^{\text{h}}0^{\text{m}}$, pro deklinaci od 0° do 30° . Měřítko v obou osách musí být stejné ($1^{\text{h}} = 15^\circ$, $4^{\text{m}} = 1^\circ$);
- úsečky znázorňující vlastní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

Zvolte: $0,1'' = 20 \text{ mm}$.

Příklad zakreslu hvězdy:



(→ strana 4)



Obr. 2.

Tabulka 1.

Číslo hvězdy	α (2000)	δ (2000)	$15 \mu_\alpha \cos \delta$	μ_δ	μ	ϑ	v_r (km.s^{-1})
6	$3^{\text{h}} 53,2^{\text{m}}$	$17^\circ 20'$	$0,149''$	$-0,028''$	$0,151603$	$37,5^\circ$	$31,6$
14	$4^{\text{h}} 11,3^{\text{m}}$	$5^\circ 31'$	$0,152''$	$0,010''$	$0,1523286$	$32,5^\circ$	$35,8$
33	$4^{\text{h}} 20,6^{\text{m}}$	$15^\circ 06'$	$0,112''$	$-0,023''$	$0,1143322$	$30,5^\circ$	$36,1$
74	$4^{\text{h}} 28,8^{\text{m}}$	$17^\circ 07'$	$0,106''$	$-0,046''$	$0,11550854$	$29,0^\circ$	$40,5$
104	$4^{\text{h}} 38,1^{\text{m}}$	$12^\circ 31'$	$0,103''$	$-0,011''$	$0,103585713$	$26,0^\circ$	$44,4$
112	$4^{\text{h}} 46,0^{\text{m}}$	$11^\circ 42'$	$0,074''$	$-0,004''$	$0,07410020$	$24,0^\circ$	$38,2$
129	$5^{\text{h}} 03,1^{\text{m}}$	$21^\circ 35'$	$0,068''$	$-0,042''$	$0,07832644$	$23,5^\circ$	$42,5$
131	$5^{\text{h}} 09,8^{\text{m}}$	$28^\circ 02'$	$0,062''$	$-0,070''$	$0,093503357$	$26,5^\circ$	$41,3$

Střední hodnota paralaxy π : $0,024663645$

Vzdálenost r (v parsecích): $40,5356$

Vypočítal π (a dosadit do 1)
(správně)