

③ Prodlužte na obr. 2 úsečky znázorňující vlastní pohyby hvězd a snažte se nalézt polohu úběžníku. Z obrázku můžete též odečíst přibližnou hodnotu úhlu  $\vartheta$ . Chcete-li pracovat přesněji, musíte vzít v úvahu, že nejde o případ v rovině, ale sférický. Úhel  $\vartheta$  lze vypočítat ze základních vztahů sférické trigonometrie pro úhlovou vzdálenost dvou bodů daných svými sférickými souřadnicemi. Abyste si ušetřili další výpočty, použijte hodnot  $\vartheta$  uvedených v tabulce 1.

④ Poněvadž již znáte hodnoty veličin  $\mu$ ,  $v_r$  a  $\vartheta$ , vypočítejte pomocí vztahu (1) paralaxu  $\pi$  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:

41,6 pc < 46 pc  
Odhadka pěti pc vznikla nejspíše nepřesností výpočtu ✓

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

C.5

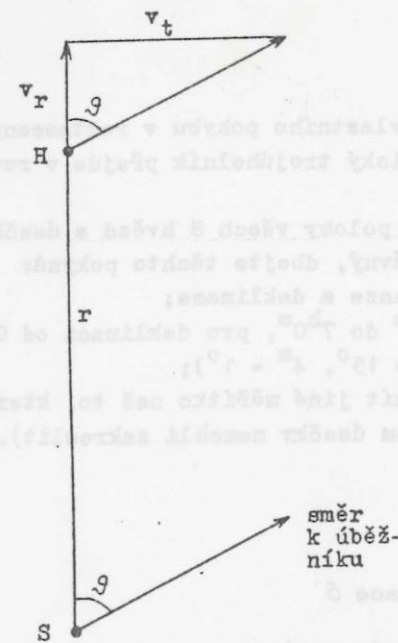
### Vzdálenost hvězdokupy Hyády

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  $\vartheta$ . Z pozorování známe radiální rychlost hvězdy  $v_r$  (změříme ji na základě Dopplerova jevu) a vlastní pohyb hvězdy za rok  $\mu$  (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  $\mu$ . Je to zorný úhel  $\vartheta$ , pod kterým se nám jeví úsečka o délce dané součinem rychlosti  $v_t$  a doby jednoho roku ve vzdálenosti Hyád.



Obr. 1.



Paralaxy  $\pi$  vypočítáme z úměry

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

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  $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ , proto  $a$  dosazujeme v kilometrech a čas v sekundách) a po úpravě předchozího vztahu dostaneme

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

Ověřte si výpočtem správnost konstanty 4,74!

#### Pracovní postup:

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

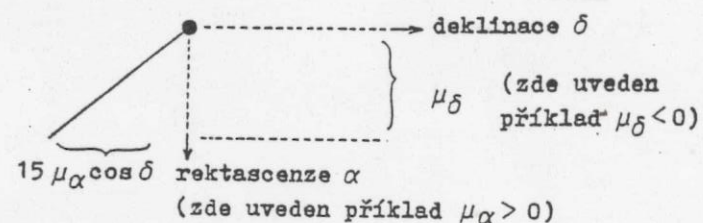
$$(2) \quad \mu = \sqrt{(15 \mu_\alpha \cos \delta)^2 + \mu_\delta^2}$$

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

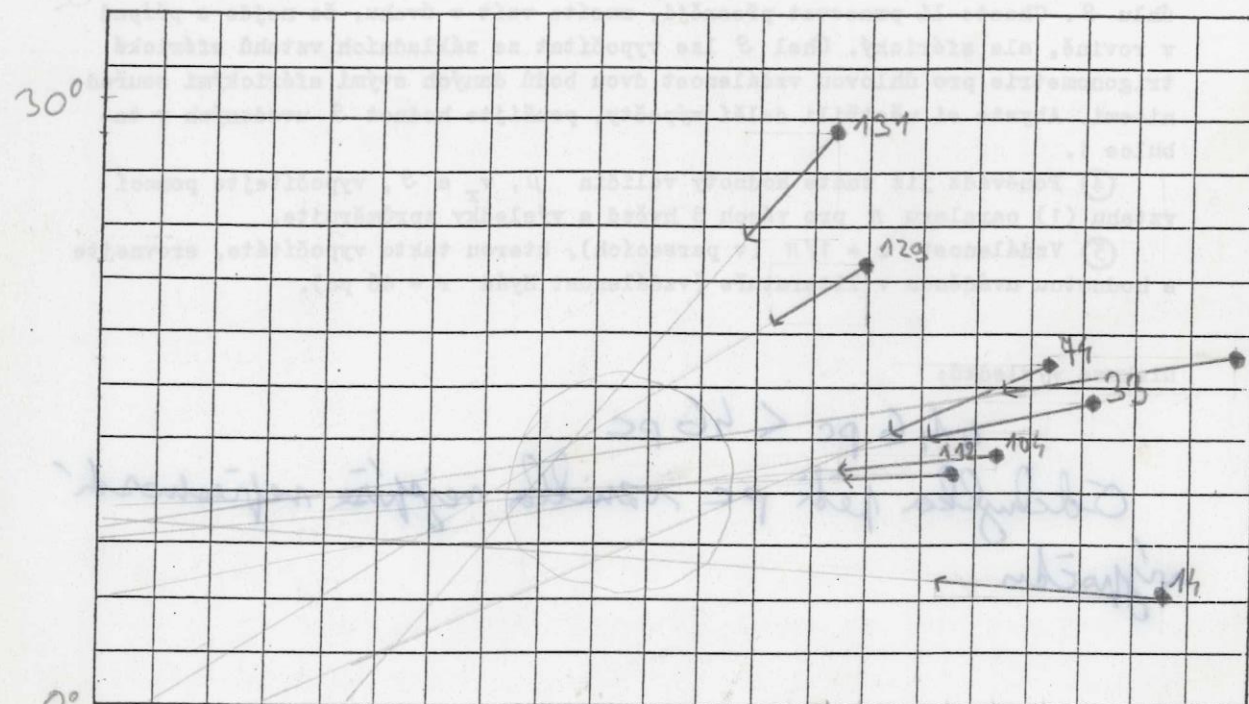
② Do připravené sítě (obr. 2) zakreslete polohy všech 8 hvězd a úsečkami znázorníte vlastní pohyby. Aby obrázek byl správný, dbejte těchto pokynů:

- 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  $0^\circ$  do  $30^\circ$ . 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 zákresu hvězd:



(→ strana 4)



Obr. 2.

Tabulka 1.

Číslo hvězdy	$\alpha$ (2000)	$\delta$ (2000)	$15 \mu_\alpha \cos \delta$	$\mu_\delta$	$\mu$	$\vartheta$	$v_r$ ( $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ )
6	$3^{\text{h}} 53,2^{\text{m}}$	$17^\circ 20'$	$0,149''$	$-0,028''$	<u><math>0,152''</math></u>	$37,5^\circ$	31,6
14	$4^{\text{h}} 11,3^{\text{m}}$	$5^\circ 31'$	$0,152''$	$0,010''$	<u><math>0,152''</math></u>	$32,5^\circ$	35,8
33	$4^{\text{h}} 20,6^{\text{m}}$	$15^\circ 06'$	$0,112''$	$-0,023''$	<u><math>0,114''</math></u>	$30,5^\circ$	36,1
74	$4^{\text{h}} 28,8^{\text{m}}$	$17^\circ 07'$	$0,106''$	$-0,046''$	<u><math>0,116''</math></u>	$29,0^\circ$	40,5
104	$4^{\text{h}} 38,1^{\text{m}}$	$12^\circ 31'$	$0,103''$	$-0,011''$	<u><math>0,104''</math></u>	$26,0^\circ$	44,4
112	$4^{\text{h}} 46,0^{\text{m}}$	$11^\circ 42'$	$0,074''$	$-0,004''$	<u><math>0,074''</math></u>	$24,0^\circ$	38,2
129	$5^{\text{h}} 03,1^{\text{m}}$	$21^\circ 35'$	$0,068''$	$-0,042''$	<u><math>0,080''</math></u>	$23,5^\circ$	42,5
131	$5^{\text{h}} 09,8^{\text{m}}$	$28^\circ 02'$	$0,062''$	$-0,070''$	<u><math>0,094''</math></u>	$26,5^\circ$	41,3

Střední hodnota paralaxy  $\pi$ :  $0,025$

Vzdálenost  $r$  (v parsecích):  $41,6$