

přímky naměřeným bodům. Střed S překreslete do obr. 3, spojte se složkou A . Přímka SA určuje spojnicí periastra a apastru (přímka apsid). Zakreslete polohu periastra P . Změřte: $SA = \dots$ mm; $SP = \dots$ mm. Výstřednost $e = SA/SP = \dots$ (odpovídá přijaté hodnotě $e = 0,417$).

④ Podle druhého Keplerova zákona je plocha opsaná průvodiči za stejné časové úseky táž (tedy plošná rychlost je konstantní). Ověříme to. Pro libovolných 5 po sobě následujících pozorování určete: rozdíl pozičních úhlů $\Delta\vartheta$ (neměl by přesahovat řekněme 45°), rozdíl dat Δt (roky + zlomky roku). Plošná rychlost w je přibližně rovna: $w = (\pi \rho_1 \rho_2 / 360^\circ) \cdot (\Delta\vartheta / \Delta t)$, kde ρ_1, ρ_2 jsou vzdálenosti složek pro uvažovaná dvě pozorování (v úhlových vteřinách). Výsledky zapíšte do tabulky 2.

Tabulka 2.

Δt (roky)	$\Delta\vartheta$ ($^\circ$)	ρ_1 (")	ρ_2 (")	w

aritmetický průměr

⑤ K určení periody oběhu P dvojhvězdy vypočítejte plochu celé elipsy $S = \pi a^2 (1 - e^2)^{1/2}$, kde a je velká poloosa trajektorie složky B kolem A . Perioda $P = S/w$ (vychází v rocích).

$a = \dots$ " ; $P = \dots$ (roků) (srovnejte s přijatými hodnotami $a = 2,4$ ", $P = 45$ let).

⑥ Z třetího Keplerova zákona určete hmotnost celé dvojhvězdy: $M = a^3 / P^2$. Nyní a musí být vyjádřeno v astronomických jednotkách; vzdálenost $r = 4,0$ pc, proto $a_{AU} = r \cdot a$.

$M = \dots$ hmotností Slunce (srovnejte s přijatou hodnotou $M = 0,43 M_\odot$).

⑦ Zjistěte složku vlastního pohybu μ dvojhvězdy: změřte úhlovou vzdálenost složky C od dvojice AB (obr. 1), přičemž střed hmotnosti soustavy AB leží na spojnici AB , vzdálen od A asi 0,4 celkové vzdálenosti složek. Do grafu vynesete závislost úhlové vzdálenosti $C - AB$ na čase, naměřenými body proložíte přímkou a zjistíte hodnotu μ .

složka $\mu = \dots$ "/rok (srovnejte s přijatou hodnotou vlastního pohybu $0,86$ "/rok).

Úlohu připravil RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc. s použitím článku A. Evanse: Laboratory exercises in astronomy - the orbit of a visual binary (Sky and Telescope 60, 1980, č. 3, 195-197). Pro vnitřní potřebu vydala Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně. K tisku připraveno v červenci 1988.



ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM

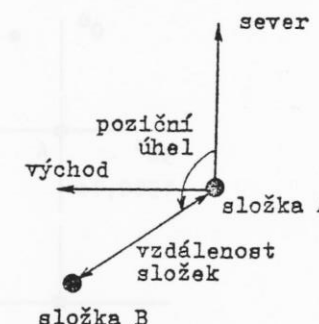
Trajektorie vizuální dvojhvězdy

Většina hvězd tvoří dvojhvězdy. Jen část z nich, tzv. vizuální dvojhvězdy, můžeme dalekohledem rozlišit na jednotlivé hvězdy. U necelého tisíce vizuálních dvojhvězd známe na základě mnohaletých pozorování vzájemný pohyb jejich složek. Nyní budeme zkoumat soustavu nazvanou Krüger 60.

Krüger 60 je trojhvězda v souhvězdí Cefeus. Složky A a B (hvězdné velikosti 9,8 a 11,3 mag) tvoří krátkoperiodickou dvojhvězdu, nikdy nejsou od sebe dále než 3". Pár AB vykazuje velký vlastní pohyb, je to jeden z nejbližších hvězdných objektů (vzdálenost 4,0 pc). Třetí hvězda C je hvězdou pozadí (má hvězdnou velikost 11 mag), nesdílí velký vlastní pohyb páru AB a prostorově k němu nepatří. Oběžná rovina složek A a B je jen o 15° skloněna k rovině kolmé na zorný paprsek. Pro jednoduchost budeme předpokládat, že obě roviny splývají. Tento předpoklad celý problém velmi zjednodušuje.

Pracovní postup:

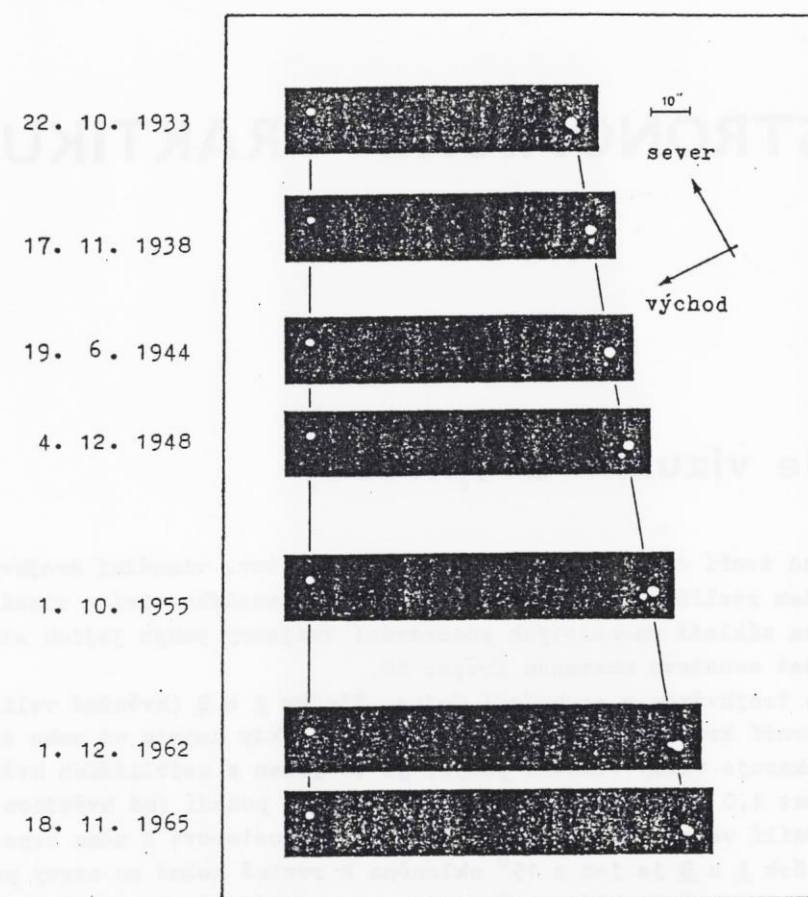
① Na obr. 1 a 2 jsou uvedena fotografická a vizuální pozorování dvojhvězdy Krüger 60. Pro každé pozorování změřte vzdálenost složek A a B (s přesností na desetiny mm) a poziční úhel (s přesností na stupně) - viz náčrtek vpravo. Měření запиšte do tabulky 1, vzdálenost složek převeďte pomocí uvedeného měřítka na úhlové vteřiny. U fotografických pozorování (obr. 1) zvolte vhodný postup při měření pozičního úhlu, neboť směr k severu je vůči rámečku poněkud natočen.



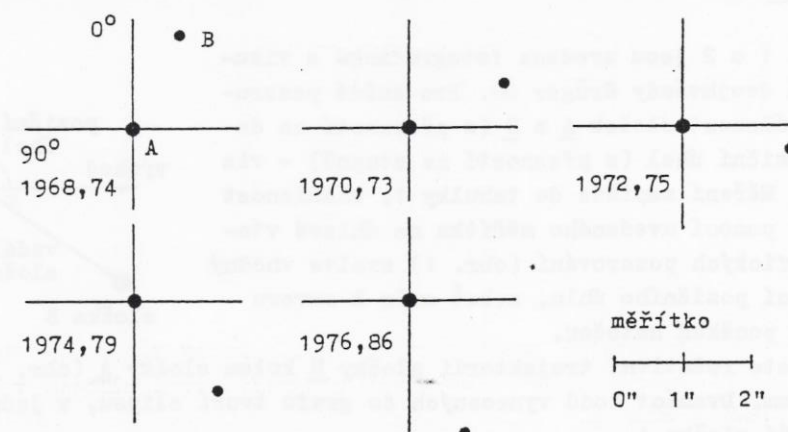
② Vykreslete relativní trajektorii složky B kolem složky A (obr. 3); měřítko: 1" = 15 mm. Dvanáct bodů vynesných do grafu tvoří elipsu, v jednom ohnisku elipsy leží složka A .

③ Střed elipsy S určete takto: z měření v tabulce 1 vypočítejte průměrnou úhlovou vzdálenost složek A a B : $\rho = \dots$ ". Na pausovací papír vykreslete kružnici o středu S a poloměru ρ (ρ převeďte na milimetry podle měřítka obr. 3, tj. 1" = 15 mm). Pausovací papír přiložte na obr. 3 tak, aby se kružnice co nejlépe

(→ strana 4)



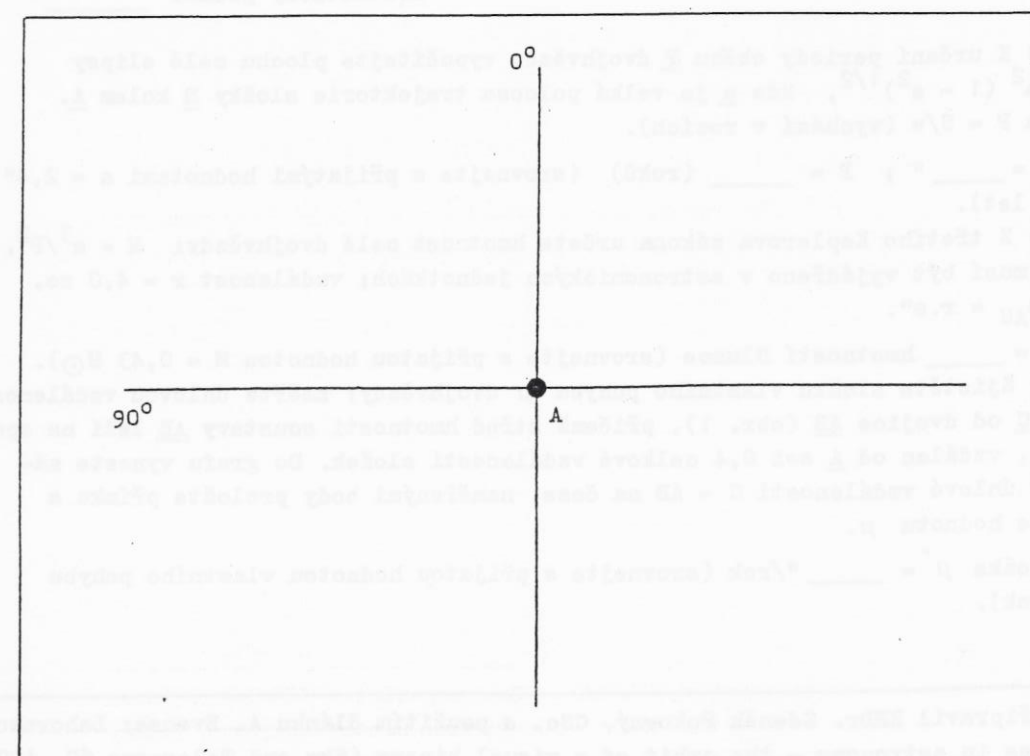
Obr. 1. Oběžný a vlastní pohyb vizuální dvojhvězdy Krüger 60; jde o fotografická pozorování z let 1933 - 1965 (podle P. van de Kampa: Principles of Astrometry, 1967)



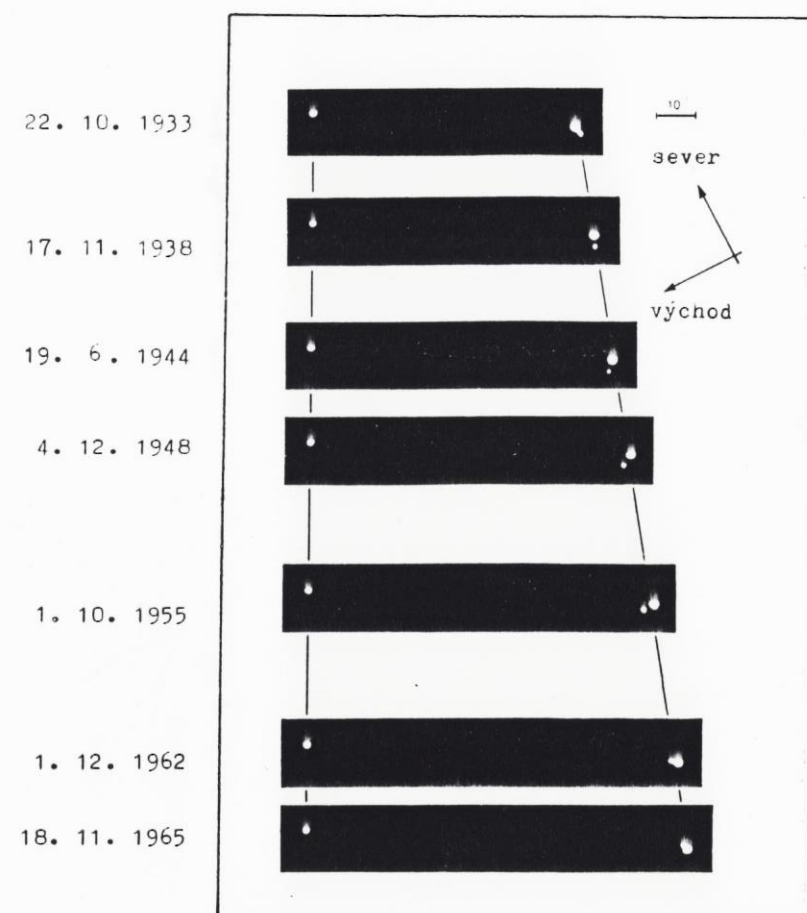
Obr. 2. Vizuální pozorování dvojhvězdy Krüger 60 z let 1968 - 1978, kdy pro malou úhlovou vzdálenost složek nebylo možné použít fotografické metody (pozorování Ch. Worleye).

Tabulka 1.

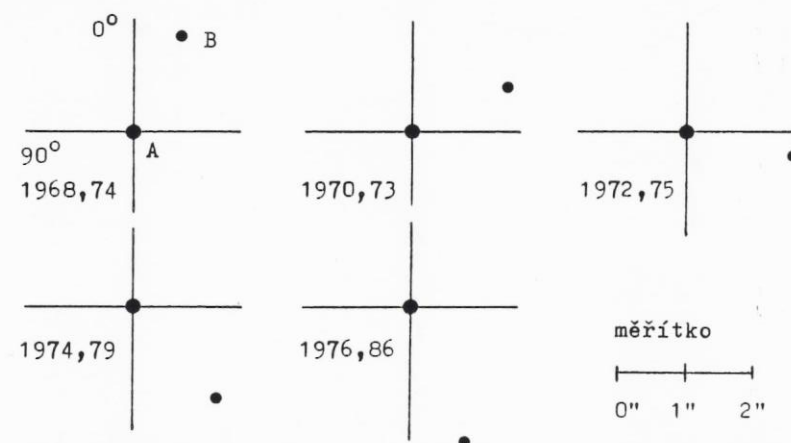
Datum	Vzdálenost složek A-B		Poziční úhel (°)	Vzdálenost složky C	
	mm	úhl. vteř.		mm	úhl. vteř.
22.10.1933 = 1933,81	—	—	—	—	—
17.11.1938 = 1938,88	—	—	—	—	—
19. 6.1944 = 1944,47	—	—	—	—	—
4.12.1948 = 1948,93	—	—	—	—	—
1.10.1955 = 1955,75	—	—	—	—	—
1.12.1962 = 1962,92	—	—	—	—	—
18.11.1965 = 1965,88	—	—	—	—	—
1968,74	—	—	—	—	—
1970,73	—	—	—	—	—
1972,75	—	—	—	—	—
1974,79	—	—	—	—	—
1976,86	—	—	—	—	—



Obr. 3. Relativní trajektorie dvojhvězdy Krüger 60



Obr. 1. Oběžný a vlastní pohyb vizuální dvojhvězdy Krüger 60; jde o fotografická pozorování z let 1933 - 1965 (podle P. van de Kampa: Principles of Astrometry, 1967)



Obr. 2. Vizuální pozorování dvojhvězdy Krüger 60 z let 1968 - 1978, kdy pro malou úhlovou vzdálenost složek nebylo možné použít fotografické metody (pozorování Ch. Worleye).