

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum  
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

---

Miroslava Šíroká; Jaromír Šíroký

Dynamické a fyzikální charakteristiky soustavy ADS 1709

*Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica*, Vol. 1 (1960), No. 1, 49--54

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119776>

**Terms of use:**

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1960

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

DYNAMICKÉ A FYZIKÁLNÍ CHARAKTERISTIKY  
SOUSTAVY ADS 1709

(Studie o vizuálních dvojhvězdách I)

MIROSLAVA ŠIROKÁ A JAROMÍR ŠIROKÝ  
(Předloženo dne 1. února 1959)

*Shrnutí*

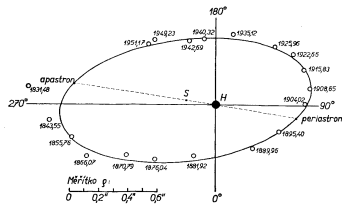
V práci byla vypočtena dráha dvojhvězdy ADS 1709 =  $\Sigma$  228 (poloha:  $\alpha = 2907,95^{\circ}$  a  $\delta = -47^{\circ}01'$  pro ekvinoctium 1900.0) čtyřmi metodami: Zener-  
sovou, Baizeovou, Rabecovou a Kovaleškovou. Výsledky jsou udány v tab. 1.  
Odchytky v pozicím úhlu a vzdálenosti mezi pozorovanými a vypočítanými  
hodnotami jsou udány v tab. 2 a graficky znázorněny na obr. 3. Obě hvězdy  
jsou trpasličí (integrální spektrum třídy  $F_6$ ), jejichž absolutní bolometrické  
jasnosti jsou  $+3,8^m$  a  $+4,7^m$ . Dynamická paralaxa soustavy je  $0,029''$ .

1. Dráha dvojhvězdy. K výpočtu dráhy bylo použito normálních bodů,  
které sestavil Gintzel—Lingner [1]. Na obr. 1 jsou vyneseny normální body  
v polárních souřadnicích. Hlavní osa  $II$  je v počátku soustavy.

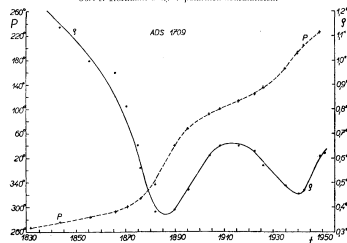
Vzhledem k tomu, že přesnost měření, jak je z obr. 1 patrné, je malá, se-  
strojili jsme křivky závislosti pozicního úhlu  $P$  a vzdálenosti  $g$  na čas (obr. 2).  
Z těchto křivek jsme odečetli grafické normální body. Na jejich základě byla  
sestrojena zdanlivá dráha. Pozorování zahrnují časový interval od r. 1831  
do r. 1951 a pokrývají větší část zdanlivé dráhy. Vyloučili jsme měření od  
r. 1831 do r. 1844, protože jsou zřejmě chybná. Účelem této práce je srovnat  
čtyři nejnovější používané metody k výpočtu skutečné dráhy a zhodnotit,  
která metoda vede k spolehlivějším výsledkům.

1.1. Zenerova metoda (popisná Alknoem [2]), je v podstatě grafická  
a předpokládá, že máme — na základě měření poloh průvodce vzhledem  
k hlavní hvězdě — sestrojenu zdanlivou dráhu. Tato dráha je projekcí sku-  
tečné prostorové dráhy. Špatnost konstrukce zdanlivé dráhy snadno kontro-  
lujeme splněním 2. zákona Keplerova.

1.2. Balzova metoda je obdobná metodě Zwiersové. Prvním krokem je opět sestavení zdanlivé dráhy dvojhvězdy. Další postup se zakládá na harmonických vlastnostech tětív, z nichž obdržíme geometrické elementy dráhy. Určení dynamických elementů  $P$ ,  $T$  je stejné jako u Zwiersovy metody.



Obr. 1. Normální body v polárních souřadnicích.



Obr. 2. Závislost pozičního úhlu  $P$  a vzdálenosti  $\rho$  na čase.

1.3. Rabeova metoda [3] vychází z jedné polohy a rychlosti v tomto bodě. Vybereme vhodnou oskuláční epochu, pro kterou odvodíme z pozorování polohu průvodec vzhledem k hlavní hvězdě a tangenciální rychlost pomocí rozvoje polárních souřadnic v řady:

$$P_r = P_0 + s_1 t + s_2 t^2 + s_3 t^3,$$

$$v_r = v_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 t^2 + \gamma_3 t^3.$$

V našem případě jsme zvolili oskuláční epochu  $t_0 = 1925.0$ . Za jednotku času  $\tau$  a byly zvoleny 3 roky. Pak  $\tau = \frac{t - t_0}{3}$ .

K výpočtu koeficientů  $s_1, s_2, s_3$  jsme použili normálních bodů v letech 1907–1943. Pomocí koeficientů  $s_1, s_2, s_3$  byly vypočteny koeficienty  $\gamma_1$  a  $\gamma_2$ ; pouze  $v_0$  jsme vzali z grafického vyrovnání vzdálenosti.

Předností Rabeovy metody je její použitelnost v případech, když průvodec opsal jen část oblouku dráhy; při větším oblouku můžeme místo libovolných předpokladů činit vícenásobné společné odchady některých elementů dráhy a interval možných dráh se úměrně zužuje. V našem případě byla známa excentricita  $e$ , střední rovní poloh  $\mu$  a doba průchodu periastron  $T$ . Za těchto podmínek můžeme dosti spolehlivě dráhu určit.

1.4. Kovalského metoda je analytická; při jejím užití určujeme elementy dráhy z konstant obecné rovnice zdánlivé elipsy, která je ortogonální projekcí skutečné dráhy. Tato rovnice má tvar

$$Ax^2 + 2Hxy + By^2 + 2Gx + 2Fy + 1 = 0.$$

Hodnoty konstant  $A, H, B, G$  a  $F$  určíme z měření na zdánlivé elipse podle postupu, který vypracoval Glazennapp.

Všechny určení dráhy těmito čtyřmi metodami jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1  
Dráha dvojhvězdy ADS 1109

Metoda	$a$	$e$	$i$	$\omega$	$\Omega$	$P$	$T$
Zwiererova	0,88*	0,27	60,65*	326,58*	99,03*	145,5*	1899,7
Rabeova	0,875	0,27	60,65	327,2	99,5	145,2	1899,7
Rabeova	0,92	0,27	62,95	323,07	97,62	146,2	1899,7
Kovalského	0,88	0,28	60,9	329,5	99,5	146,2	1899,7

2. Správnost vypočtené dráhy je dána souhlasem vypočtených a měřených poloh průvodec vzhledem k hlavní hvězdě. Vypočty byly provedeny podle níže uvedených vzorců. Na dráze průvodec zvolíme několik poloh v určitých časových intervalech (např. 25 roků) a pro ně vypočteme hodnoty poziciálního úhlu  $P'$  a vzdálenosti  $e$  průvodec vzhledem k hlavní hvězdě. Střední anomálii  $M$  určíme podle vzorce

$$M = \mu(t - T),$$

kde  $\mu$  je střední roční pohyb ( $\mu = \frac{360^\circ}{P} - P$  je doba oběžná),  $T$  je čas průchodu přívodce periastrém. Ke střední anomálii vyladíme pravou anomálii v Alleg-henských tabulkách [4] a poziční úhel  $P$  vypočteme z rovnice

$$\operatorname{tg}(P - D) = \operatorname{tg}(e + \omega) \cos i,$$

Vzdálenost  $q$  počítáme podle vzorce

$$q = r \frac{\cos(e + \omega)}{\cos(P - D)},$$

kde  $r$  je dáno vztahem

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \tau},$$

a  $p = a(1 - e^2)$ . Výsledky pro všechny čtyři metody jsou shrnuty v tab. 2 a graficky znázorněny na obr. 3.

Tab. 2

a) Srovnání pozorování  $P_0$  a vypočteného  $P_0$  pozičního úhlu

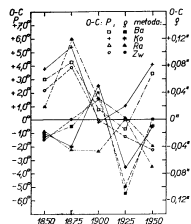
Rok	$J_0$	M. Zvěřavova		M. Baizova		M. Habčova		M. Kováčského	
		$P_0$	$\sigma$	$P_0$	O - C	$P_0$	O - C	$P_0$	O - C
1820	278,0	280,2	2,2	281,0	3,0	277,1	-0,9	281,8	-3,8
1875	300,0	303,9	3,9	311,3	11,3	307,8	-2,2	307,8	-2,2
1900	81,9	81,9	0,0	87,6	5,7	79,6	-2,3	81,8	-0,1
1925	131,4	130,1	-1,3	130,6	0,2	131,4	0,0	132,4	+1,0
1950	230,0	228,5	-1,5	229,1	-0,4	222,0	-8,0	230,1	+0,1

b) Srovnání pozorování  $q_0$  a vypočtené  $q_0$  vzdálenosti přívodce

Rok	$q_0$	M. Zvěřavova		M. Baizova		M. Habčova		M. Kováčského	
		$q_0$	O - C	$q_0$	O - C	$q_0$	O - C	$q_0$	O - C
1850	1,97	1,94	-0,03	1,04	-0,93	1,09	+0,02	1,95	-0,02
1875	0,58	0,58	0,00	0,57	-0,01	0,70	+0,12	0,54	-0,04
1900	0,54	0,57	+0,03	0,58	+0,04	0,57	+0,03	0,59	+0,05
1925	0,50	0,49	-0,10	0,48	-0,11	0,50	0,00	0,52	+0,02
1950	0,62	0,61	-0,01	0,62	0,00	0,62	-0,04	0,61	-0,01

Při srovnání normálních bodů s vypočtenými hodnotami (tab. 2 a obr. 3) jeví se jistý systematický chod v rozdílu pozičního úhlu. Tyto rozdíly jsou v Račkovy metody trvale záporné, u ostatních metod trvale kladné. Příčinou může být systematická chyba v měření v prvním období a v období, kdy byl přívodce v blízkosti periastra, když byly obě složky těsně a tudíž obtížně měřitelné.

Poněvadž se všechny čtyři metody opírají o stejnou konstrukci zdánlivé dráhy, vedou vypočtené hodnoty pro elementy skutečné dráhy k výsledkům, které se od sebe příliš neliší. Z těchto čtyř metod pokládáme metodu Zwiersevu za nejméně přesnou a výpočet elementů dráhy vizuální dvojhvězdy, naproti tomu za nepřesnější, ale také nejobtížnější, metodu Raboovu.



Obč. 2. Útvarček zobrazených modrými tečkami představují a vypočtených (0-1) použitím různých a vzdálenosti neuvádějí vzdálenosti k bližší hvězdě (pro polohové metody).

Srovnáním s dráhami, které vypočetl Kuiper [5] v r. 1930, Heintz\* [6] v r. 1954 a Gonzalez - Aboin [7] docházíme k přesvědčení, že skutečná dráha této dvojhvězdy, která do r. 1954 opasla oblohu k 323°, je určena za daných možností poměrně přesně.

Tab. 1  
Srovnání dráhy ADS 1709 s dráhami jiných autorů

Autor	$\alpha$	$\epsilon$	$i$	$\omega$	$\Omega$	$P$	$T$
Kuiper [5]	0,92°	0,20	63,2°	318,9°	96,3°	149,66	1897,2
Heintz [6]	0,908	0,26	63,4	320,95	97,6	144,7	1898,2
Gonzalez - Aboin [7]	0,911	0,248	64,4	320,9	97,9	145,0	1896,3
Aboin [7]	0,943	0,249	63,5	322,5	97,9	143,3	1899,4

\*) K výpočtu dráhy použil autor rovněž Raboovu metodu [3]. Pro dynamickou paralaxu oběhové hodnoty  $\pi = 0,025''$ , což odpovídá celkové hmotnosti  $M = 3,9 \odot$ . Jak uvádí Bairo (Journ. des Obse., 25, 1, 1950), určení dynamické paralaxy, které vykonali jiní autoři, obnáší hodnoty od 0,926'' do 0,947''.

3. Dynamická paralaxa soustavy ADS 1709 byla vypočtena metodou, kterou v r. 1946 vypracovali Baine a Romaní [6]. Tato metoda je založena na znalosti hvězd se známou paralaxou; vychází se přitom z empiricky odvozeného vztahu  $L = 38^{\circ}$ , kde  $38$  je hmota a  $L$  zářivost (za jednotku hmoty a zářivosti bereme hmotu a zářivost Slunce), exponent  $x = 3,58$ . Pro dynamickou paralaxu vyšla hodnota  $\pi = 0,029''$ , která je ve shodě s hodnotami jiných autorů, vypočtenými metodou Russellovu—Mooreovu. Pro vzdálenost dvojhvězdy tedy dostáváme  $r = 34,5$  parsek.  
Závěrem budíž nám dovoleno poděkovat dr. B. Onderlíčkovi z Ústavu astronomie brněnské university za laskavé půjčování literatury a konzultace.

#### Literatura

- [1] *U. Guntel — Leipzig: Kalender für Sternfreunde*, 1954, 110.
- [2] *R. G. Aitken: The Binary Stars*, 1935.
- [3] *W. Heintz: Astr. Nachr.*, 209, 1931, 1.
- [4] *P. Schallerger, S. Ulick: Publ. of Allegheny Obs.*, 11, 17.
- [5] *G. P. Kuiper: B. A. N.*, 2, 1930, 272.
- [6] *W. D. Baine: Monthly Notices*, 112, 1954, 600.
- [7] *J. M. Romaní — Abstr. Publ. Univ. de Madrid*, 1953, 16.
- [8] *P. Heintz, E. Romaní: Ann. d'Astroph.*, 9, 1946, 13.

#### РЕЗЮМЕ

#### ОРБИТА ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЫ ADS 1709 = $\Sigma$ 228

МИРОСЛАВА ШИРОКА И ЯРОМИР ШИРОКÝ

В предлагаемой работе были определены орбита двойной звезды ADS 1709 четырьмя методами (Цвиера, Бэйна, Рабе и Ковальского) и динамической параллаксы этой системы. Для сравнения приводятся орбиты, которые раньше определили Куйпер, Хейнц и Гонзалес—Абони.

#### SUMMARY

#### THE ORBIT OF THE VISUAL BINARY ADS 1709 = $\Sigma$ 228

MIROSLAVA ŠIROKÁ AND JAROMÍR ŠIROKÝ

In this paper four methods of calculation (Zwiers, Baine, Rabe and Kowalski) orbits and dynamical parallax of the binary star ADS 1709 are shown. For comparison there are alleged orbits calculated by Kuiper, Heintz and Gonzalez—Abon.