

42

CONTRIBUTI

DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI MILANO-MERATE

a cura del Direttore

Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 210

EDOARDO PROVERBIO

Condizioni per la determinazione  
della costante micrometrica  
per mezzo di coppie stellari fondamentali

(Estratto dalle « Memorie » della Società Astronomica Italiana, vol. XXXIV - 2)

PAVIA  
INDUSTRIE LITO-TIPOGRAFICHE MARIO PONZIO  
1963

CONTRIBUTI  
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE  
a cura del Direttore  
Prof. FRANCESCO ZAGAR

NUOVA SERIE

N. 210

---

EDOARDO PROVERBIO

---

Condizioni per la determinazione  
della costante micrometrica  
per mezzo di coppie stellari fondamentali

(Estratto dalle « Memorie » della Società Astronomica Italiana, vol. XXXIV - 2)

PAVIA  
INDUSTRIE LITO-TIPOGRAFICHE MARIO PONZIO  
1963

CONDIZIONI PER LA DETERMINAZIONE  
DELLA COSTANTE MICROMETRICA  
PER MEZZO DI COPPIE STELLARI FONDAMENTALI

Nota di EDOARDO PROVERBIO (\*)

(Osservatorio Astronomico di Brera - Milano)

RIASSUNTO. — Viene studiato il problema della determinazione della costante micrometrica mediante l'osservazione di coppie stellari da un punto di vista generale.

Si mostra che la relazione approssimata e generalmente utilizzata in queste osservazioni introduce in molti casi errori sistematici dello stesso ordine di grandezza degli errori medi ottenuti in precise determinazioni del passo.

Si studia successivamente l'influenza degli errori strumentali e della differenza  $\Delta\alpha$  della coppia sulle misure effettuate ad una stessa distanza dal filo centrale o ad uno stesso tempo.

Si trova che in quest'ultimo caso gli errori sistematici possono raggiungere importi notevoli che possono essere determinati con buona approssimazione in funzione dei vari parametri mediante apposite tabelle e diagrammi.

SUMMARY. — The problem of the determination of the micrometric constant by the observation of the star pairs is studied generally.

It is demonstrated that the approximate relation utilised in these observations introduces in many cases systematic errors of the same order of the average errors obtained in careful determinations of the pitch value.

Successively the influence of the instrumental errors and of the  $\Delta\alpha$  interval on the measurement carried from the same distance as to the middle thread or at the same time is examined.

In last case it is proved that the systematic errors can arrive at remarkable amounts. These can be determined with good approximation by means of special tables and diagrams.

1. — La conoscenza del valore del passo del micrometro di un telescopio zenitale o di uno strumento dei passaggi utilizzato in osservazioni di latitudine risulta di capitale importanza per la determinazione e l'analisi della polodia e della variazione secolare del polo. Tra i metodi utilizzati il più preciso è fondato sull'osservazione di coppie di stelle di

(\*) Ricevuta il 31 ottobre 1962.

declinazione nota ( $\delta_1, \delta_2$ ). In questo caso, ammettendo la costanza degli errori strumentali, sussiste la relazione

$$(1) \quad \delta_1 - \delta_2 = (R_0 + \Delta R) (m_2 - m_1) - \Delta\delta + \Delta\rho,$$

in cui  $\Delta R$  rappresenta la correzione del valore del passo provvisorio  $R_0$ ,  $m_{1,2}$  le letture micrometriche, mentre  $\Delta\delta$  e  $\Delta\rho$  sono rispettivamente le correzioni per la curvatura del parallelo e per la rifrazione differenziale. La precisione ottenibile con questo metodo sulla misura del passo dipende naturalmente dalla quantità di osservazioni disponibili. Nella tabella I sono comunque dati i valori degli errori medi  $\varepsilon/\nu$  relativi a precise recenti determinazioni, riportate ad un valore convenzionale del passo di  $60''$ . L'ultimo valore si riferisce a misure effettuate utilizzando coppie molto larghe ( $\delta_2 - \delta_1 > 1^\circ$ ).

TABELLI I

$\frac{\varepsilon}{\nu}$	Autore	Anno
$0''.0013$	Cecchini	1930-32
$0''.0028$	Fedorow	1947
$0''.0043$	Proverbio	1961
$0''.0021$	Prodan - Nesterow	—
$0''.0003$	Prodan - Nesterow	—

L'attenzione di tutti gli specialisti è stata sinora giustamente rivolta verso la costituzione di cataloghi di coppie di declinazione e moti propri sufficientemente noti. Per questo motivo ai cataloghi classici di Battermann e Kimura, affetti da errori notevoli in  $\delta$ , che possono raggiungere anche l'ordine del secondo d'arco come è stato mostrato in una pubblicazione di L. Carnera, fondamentale in questo campo <sup>(1)</sup>, sono stati sostituiti recentemente cataloghi speciali tra cui quelli di E. P. Fedorow <sup>(2)</sup>, e G. Teleki <sup>(3)</sup> tratti dal catalogo di stelle zenitali dell'Osservatorio di Washington.

Attualmente l'utilizzazione di coppie particolari molto larghe permette di ridurre notevolmente l'influenza degli errori dovuta alla non sufficientemente esatta conoscenza delle declinazioni e dei moti propri, rendendo possibile, sulla base della conoscenza di precisi valori del passo, una eventuale revisione dei vecchi cataloghi con una precisione presumibile dell'ordine di qualche centesimo di secondo d'arco <sup>(4)</sup>.

2. — Una rigorosa determinazione del passo richiede però che anche gli altri elementi contenuti nella (1) non introducano errori sistematici sensibili. In particolare è necessario che la correzione  $\Delta\delta$  risulti sufficientemente precisa.

Chiamando  $\delta_i$  e  $\delta_i'$  rispettivamente le declinazioni apparenti e quelle osservate delle stelle di una coppia si può scrivere

$$\delta_i = \delta_i' - d\delta_i \quad (i = 1, 2)$$

ove  $d\delta_i$  rappresenta la correzione per la curvatura del parallelo, da cui, supponendo  $\delta_1 > \delta_2$ ,

$$\delta_1 - \delta_2 = \delta_1' - \delta_2' - (d\delta_1 - d\delta_2) = \delta_1' - \delta_2' - \Delta\delta.$$

La correzione  $d\delta_i$  si ricava dalle relazioni, note dall'astronomia sferica (\*),

$$(2) \quad \begin{aligned} \sin \delta_i &= -\sin n \sin c + \cos n \cos c \sin \delta_i', \\ \cos \delta_i \sin (t - m) &= \cos n \sin c + \sin n \cos c \sin \delta_i', \\ \cos \delta_i \cos (t - m) &= \cos c \cos \delta_i', \end{aligned}$$

in cui, a meno di potenze del secondo ordine negli errori strumentali di azimut ( $a$ ) e di inclinazione ( $i$ ),

$$\begin{aligned} n &= i \cos \varphi + a \sin \varphi, \\ m &= i \sin \varphi - a \cos \varphi, \end{aligned}$$

mentre  $t$  rappresenta l'angolo orario della stella nell'istante in cui essa viene bisecata dal filo mobile verticale, ad una distanza  $c$  del meridiano strumentale (\*).

Nell'ipotesi generalmente accettata che  $n$  e  $c$  risultino piccoli, dalla prima e dalla terza della (2) si ottiene a meno di potenze del quarto ordine in  $t - m$ ,

$$(3) \quad d\delta_i = \frac{1}{\sin 1''} \sin^2 \frac{1}{2} (t - m) \sin 2\delta_i.$$

E ancora, a meno degli errori strumentali  $i$  ed  $a$ , si ha

$$(3') \quad d\delta_i = \frac{\sin 1''}{4} t^2 \sin 2\delta_i;$$

relazione universalmente utilizzata per le correzioni delle osservazioni.

(\*) L'errore  $c$  risulta quindi la somma dell'errore di collimazione strumentale e della distanza della stella dal filo centrale.



$f = \text{distanza della stella dal filo centrale}$

3. — Una prima considerazione concerne l'importanza del termine  $\sin n \sin c$  trascurato nella (3) e (3'). Nella tabella II è dato, in funzione di  $n$ , la correzione  $d(d\delta_0)$  che questo termine introduce in  $d\delta_1$  e quindi in  $\delta_1$ , nel caso di  $c = 1'$  e  $\delta' = \delta = 0$ . Se si pone come valore del passo  $R = 1' \nu = \nu'$ , con  $\nu$  numero razionale, l'errore che si riversa sulla determinazione del passo stesso durante l'osservazione della sola stella  $i$  nelle condizioni sopracitate sarà  $dR = \nu' d(d\delta_1) / (\delta_1 - \delta_2)$ .

TABELLA II

n	d (d $\delta_0$ )
5''	0''0015
10	0029
15	0044
20	0058
25	0073
30	0087
35	0102
40	0116
45	0131
50	0145
55	0160
60	0174

Inoltre, se si ammette l'errore di collimazione strumentale trascurabile, e si effettua la collimazione della stella ad una distanza  $c = 1'\mu$  dal filo centrale, l'errore sarà in questo caso approssimativamente

$$dR = \frac{\nu' \mu d(d\delta_0)}{(\delta_1 - \delta_2)}$$

Per declinazioni  $\delta' \approx \delta \neq 0$  questo errore aumenterà ulteriormente. Si potrà quindi scrivere in generale

$$dR = \frac{P_\delta \nu' \mu d(d\delta_0)}{(\delta_1 - \delta_2)}$$

$$P_\delta = \sec \delta$$

in cui  $P_\delta$  è un fattore dipendente dalla declinazione, i cui valori sono indicati nella tabella III.

TABELLI III

$\delta$	$P_\delta$	$dP_\delta$
0°	1.00	0.03
10	1.02	0.07
20	1.06	0.15
30	1.15	0.25
40	1.31	0.42
50	1.56	0.73
60	2.00	1.53
70	2.92	4.73
80	5.76	19.03
85	11.47	47.83
86	14.34	79.17
87	19.11	159.0
88	28.65	477.5
89	57.30	1908
89.5	1141.59	

L'errore effettivo  $d(\Delta R)$  sul valore del passo dall'osservazione di una coppia sarà quindi

$$d(\Delta R) = d(\Delta\delta) = d(d\delta_1) - d(d\delta_2),$$

e chiamando  $dP_\delta$  la variazione di  $P_\delta$  corrispondente ad una variazione di  $1'$  in  $\delta$ ,

$$d(\Delta R)'' = dP_\delta \quad d(d\delta_0).$$

Il valore medio di  $dP_\delta$  per diversi intervalli, espresso in unità di  $10^{-3}$ , è riportato nella tabella III.

Nel caso, ad esempio, di  $c' = \mu' = 7,5$  (baricentro dei due semicampi del micrometro di latitudine dello strumento Ap 100),  $n = 20''$ , e considerando che l'errore sistematico deve risultare inferiore ad un errore medio del passo di  $0''.003$  (media dei primi 4 valori della tabella I), risulta che la declinazione della coppia osservata deve essere  $< 85^\circ$ . Con l'uso di strumenti a grande campo l'errore medio può essere ridotto fino a circa 10 volte, inoltre i valori di  $c$  possono assumere valori molto più elevati; ne consegue che l'errore sistematico relativo che si commette con questi strumenti può risultare notevolmente più grande. Per  $c' = 20'$  e ammettendo un errore medio  $0''.0003$  si ottiene in questo caso, nelle condizioni precedenti, come massima declinazione utilizzabile  $\approx 65^\circ$ .

3. — *Osservazioni non contemporanee.* La determinazione della distanza tra una coppia di stelle viene eseguita con misure non contemporanee quando la differenza  $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$  ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ) risulta notevole. In questo caso chiamando  $t_1$  e  $t_2$  gli angoli orari delle due stelle all'istante in cui si effettua la bisezione ad una stessa distanza  $c$  dal meridiano strumentale (fig. 1, posizione  $A_2$  e  $A_1'$ ) si ha

$$(4) \quad \begin{aligned} d\delta_1 &= \frac{1}{\sin 1''} \sin^2 \frac{1}{2} (n \operatorname{tg} \delta_1 + c \operatorname{sec} \delta_1) \sin 2\delta_1, \\ d\delta_2 &= \frac{1}{\sin 1''} \sin^2 \frac{1}{2} (n \operatorname{tg} \delta_2 + c \operatorname{sec} \delta_2) \sin 2\delta_2. \end{aligned}$$

In ciascuna delle precedenti per  $\delta > 45^\circ$  è lecito, in prima approssimazione, sostituire la funzione *tang* con la funzione *sec*, potendosi inoltre trascurare lo scarto tra le due funzioni per  $\delta < 45^\circ$  dato il piccolo valore di  $n$ . Si può quindi scrivere a meno della quarta potenza dell'argomento della funzione  $\sin^2$ ,

$$\Delta\delta = d\delta_1 - d\delta_2 = \frac{\sin 1''}{2} (n + c)^2 (\operatorname{tg} \delta_1 - \operatorname{tg} \delta_2),$$

e, trascurando il quadrato di  $n$ ,

$$\Delta\delta = \frac{\sin 1''}{2} c^2 (\operatorname{tg} \delta_1 - \operatorname{tg} \delta_2) + \sin 1'' nc (\operatorname{tg} \delta_1 - \operatorname{tg} \delta_2) = \Delta\delta_1 + \Delta\delta_2.$$

Il primo termine del secondo membro della precedente con la posizione  $t = c \operatorname{sec} \delta$  si può scomporre in relazioni del tipo (3') e rappresenta la correzione per la curvatura del parallelo in meridiano, mentre il secondo termine, che indichiamo con  $\Delta\delta_2$  rappresenta il termine correttivo in presenza di errori strumentali.

L'andamento ed il valore della funzione

$$F(\delta_1, \delta_2) = \operatorname{tg} \delta_1 - \operatorname{tg} \delta_2,$$

per alcuni valori di  $\delta_2 \geq 45^\circ$  e per  $0 \leq \delta_1 - \delta_2 \leq 60'$ , sono rilevabili dai diagrammi di figura 2. In quest'ultima la scala a sinistra si riferisce a valori di  $\delta \leq 84^\circ$ , quella di destra a valori di  $\delta > 84^\circ$ . Dalla figura si ricava, per la coppia di Fedorow ( $\delta \simeq 87^\circ$ ,  $\delta_1 - \delta_2 \simeq 23'$ ),  $F(\delta_1, \delta_2) \simeq 3$ . Da cui supponendo  $n = 20''$ ,  $c = 450''$  si ottiene  $\Delta\delta_p \simeq 0''.1\bar{1}$ .

X

12

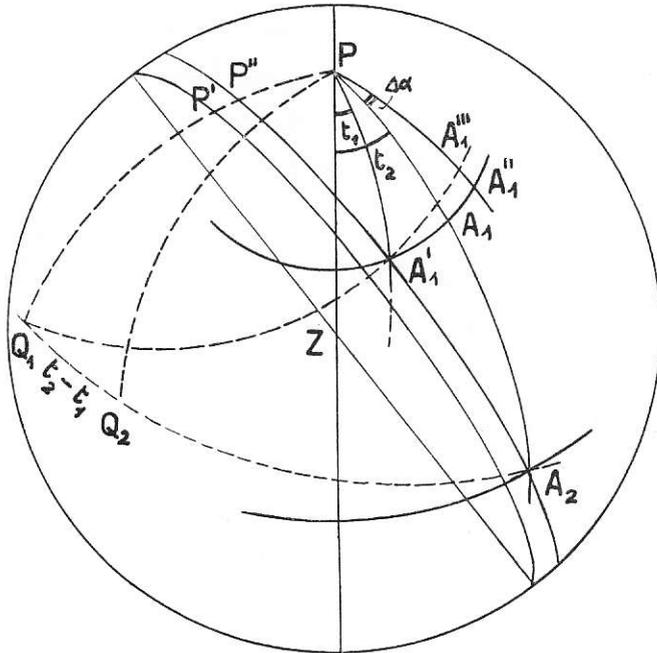


Fig. 1

4. — *Osservazioni contemporanee.* Se chiamiamo  $c'$  il campo dello strumento, l'osservazione e la misura della distanza angolare di una coppia possono essere effettuate in modo continuo quando  $\Delta \alpha < c'/2$ . In questo caso, con buona approssimazione, soprattutto per coppie di discreta declinazione si può ammettere che le misure vengano eseguite contemporaneamente. Saranno quindi  $A_2$  e  $A_1''$  le posizioni assunte dalla coppia ad uno stesso istante (fig. 1). Si può quindi scrivere

$$(5) \quad \begin{aligned} d\delta_2 &= \frac{1}{\sin l'} \sin^2 \frac{1}{2} (t_2 - m) \sin 2\delta_2, \\ d\delta_1 &= \frac{1}{\sin l'} \sin^2 \frac{1}{2} (t_1 - m) \sin 2\delta_1, \end{aligned}$$

ove,

$$(5') \quad \begin{aligned} t_2 - m &= n \operatorname{tg} \delta_2 + c \sec \delta_2 \\ t_1' - m &= n \operatorname{tg} \delta_1 + (c + \gamma) \sec \delta_1 \end{aligned}$$

In quest'ultima l'arco di cerchio massimo  $\gamma = A_1' A_1'''$  può essere ricavato dal triangolo  $A_1' A_1'' A_1'''$  che, date le sue piccole dimensioni si può considerare piano.

Si ha

$$(6) \quad \gamma = (t_2 - t_1 + \Delta\alpha) \cos \delta \sec x,$$

in cui

$$t_2 - t_1 = \Delta t = n (tg \delta_2 - tg \delta_1) + c (\sec \delta_2 - \sec \delta_1),$$

mentre l'angolo  $x = A_1'' A_1' A_1'''$  si può ritenere eguale all'angolo  $PA_1' P''$ . In questa ipotesi, dal triangolo  $A_1 P P''$ , retto in  $P''$ , si ottiene

$$\sin PP'' = \cos \delta_1 \sin x,$$

ed essendo  $QP' = 90^\circ$ ,  $QP = 90 - n$ ,  $P'P'' = c$ , si ricava  $PP'' = -(n+c)$ , da cui, a meno di termini del terzo ordine in  $n + c$ ,

$$(6') \quad \sin x = - \frac{n+c}{\cos \delta_1}$$

relazione verificata quando

$$|n+c| \leq \cos |\delta_1|,$$

e cioè, in pratica, dati i valori di  $n$  e  $c$ , sempre.

Per mezzo della (6') la (6) diventa perciò

$$\gamma = \frac{(\Delta t + \Delta\alpha) \cos^2 \delta_1}{\sqrt{\cos^2 \delta_1 - (n+c)^2}}.$$

Tenendo presente ora le considerazioni fatte in precedenza per la (4), le (5) possono essere scritte

$$(5'') \quad d\delta_2 = \frac{\sin 1''}{2} (n+c)^2 \operatorname{tg} \delta_2,$$

$$(5') \quad d\delta_1 = \frac{\sin 1''}{2} (n+c+\gamma)^2 \operatorname{tg} \delta_1,$$

da cui si ottiene,

$$\Delta\delta' = \frac{\sin 1''}{2} [(n+c)^2 (\operatorname{tg} \delta_1 - \operatorname{tg} \delta_2) + (\gamma^2 + 2\gamma(n+c)) \operatorname{tg} \delta_1].$$

ossia

$$(7) \quad \Delta\delta' = \Delta\delta + \frac{\sin 1''}{2} [\gamma^2 + 2\gamma(n+c)] \operatorname{tg} \delta_1,$$

in cui il secondo termine rappresenta la correzione da aggiungere a  $\Delta\delta$  quando le osservazioni vengono eseguite nell'ipotesi di contemporaneità e nel caso generale in cui  $\Delta\alpha \neq 0$ .

Quest'ultimo termine può essere scisso nelle due componenti

$$A = \frac{\sin 1''}{2} \frac{(\Delta t + \Delta \alpha)^2}{\cos^2 \delta_2 - (n + c)^2} \cos^4 \delta_1 \operatorname{tg} \delta_1$$

$$B = \sin 1'' \frac{(\Delta t + \Delta \alpha)}{\cos^2 \delta_1 - (n + c)^2} (n + c) \cos^2 \delta_1 \operatorname{tg} \delta_1$$

che, trascurando nei denominatori il termine  $n + c$ , diventano

$$\bar{A} = \frac{\sin 1''}{4} (\Delta t + \Delta \alpha)^2 \sin 2 \delta_1$$

$$\bar{B} = \sin 1'' (\Delta t + \Delta \alpha) (n + c) \sin \delta_1$$

La tabella IV fornisce, in funzione della declinazione, gli errori percentuali di  $\bar{A}$  e  $\bar{B}$  rispetto ad  $A$  e  $B$ , cioè gli errori di approssimazione in percento che si commettono a causa della semplificazione introdotta.

TABELLA IV

$\delta$	Errore in % di $\bar{A}$	Errore in % di $\bar{B}$
85°	0.3	0.2
86	0.4	0.2
87	0.7	0.3
88	1.6	0.6
89	6.3	3.2

In definitiva la (7) si può scrivere

$$\Delta \delta' = \Delta \delta_1 + \delta \Delta_2 + \bar{A} + \bar{B} = \Delta \delta + \bar{A} + \bar{B},$$

potendosi inoltre porre

$$\Delta t = (n + c) (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1).$$

Quest'ultima posizione permette di esprimere la correzione cercata come una funzione esplicita dei parametri  $n$ ,  $c$ , e  $\Delta \alpha$ .

Sviluppando e raccogliendo si ha infatti :

$$\overline{A} + \overline{B} = (n + c)^2 k_1 + \Delta\alpha (n + c) k_2 + \Delta\alpha k_3,$$

ove

$$k_1 = \sin 1'' \left[ \frac{1}{4} (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1)^2 \sin 2\delta_1 + (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1) \sin \delta_1 \right],$$

$$k_2 = \sin 1'' \left[ \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1) \sin 2\delta_1 + \sin \delta_1 \right],$$

$$k_3 = \frac{\sin 1''}{4} \sin 2\delta_1.$$

dalle quali si nota che, in questa approssimazione, la distanza  $\Delta\alpha$ , in assenza di errori strumentali, è solo funzione della declinazione e non della differenza  $\delta_1 - \delta_2$ .

I coefficienti  $k_1$  e  $k_2$  possono essere inoltre scritti

$$k_2 = \sin 1'' \sin \delta_1 + 2 k_3 (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1) = h_1 + h_2$$

$$k_1 = \frac{h_2}{2} (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1) + h_1 (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1) = \left( \frac{h_2}{2} + h_1 \right) (\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1).$$

I valori delle quantità  $k_3$  e  $h_1$  sono rappresentati in funzione di  $\delta_1$ , in unità di  $10^{-6}$ ; nella figura 3.

La tabella V fornisce invece i valori, sempre espressi in unità di  $10^{-6}$ , della funzione  $h_2$  per  $\delta_1 - \delta_2 = 60'$ . Per valori  $\delta_1 - \delta_2$  inferiori si può ritenere  $h_2$  semplicemente proporzionale a  $\delta_1 - \delta_2$  fino a declinazione di  $85^\circ$ ; per valori superiori il diagramma di figura 2 permette per tali declinazioni di stabilire con sufficiente precisione lo scarto relativo dalla linearità.

TABELLA V

$\delta_1$	$h_2$
35°	— 0,05
45	— 0,07
55	— 0,12
65	— 0,16
75	— 0,34
80	— 0,51
82	— 0,66
84	— 0,84
85	— 1,08
86	— 1,52
87	— 2,29
88	— 4,50

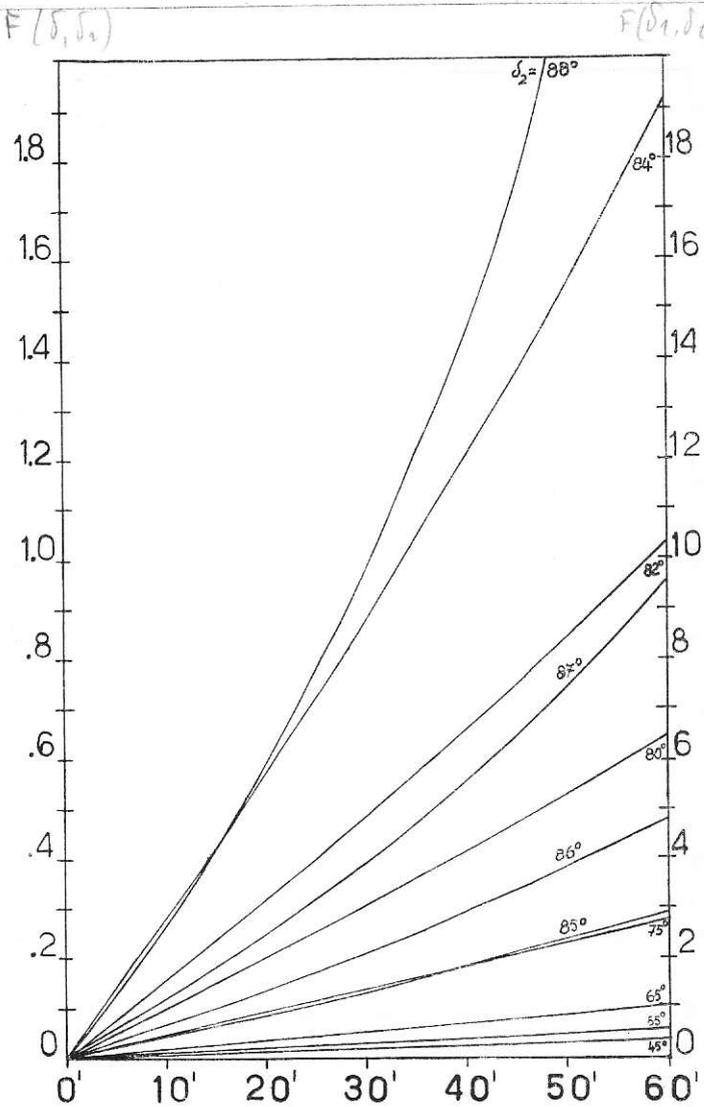


Fig. 2

5. — I risultati della precedente ricerca ci permettono di trarre le seguenti conclusioni :

a) l'importanza del termine  $nc$ , generalmente trascurato, risulta per declinazioni elevate superiori agli errori medi che si ottengono in precise determinazioni della costante micrometrica; questo errore sistematico assume poi rilevante importanza utilizzando strumenti di grande

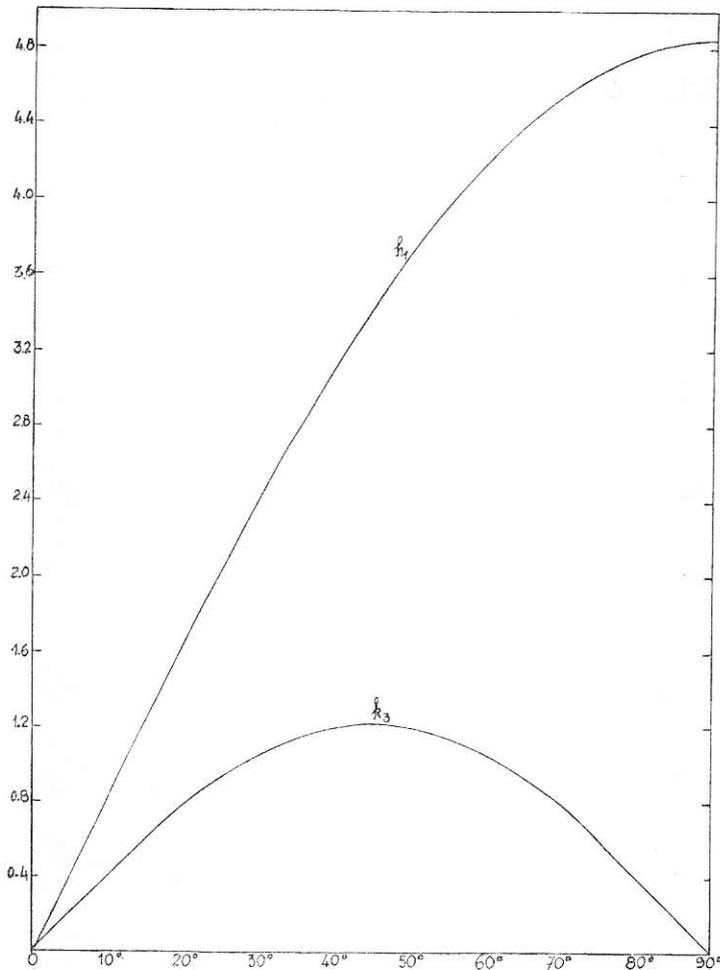


Fig. 3

campo che, come si è detto, permettono di ottenere errori medi intrinseci notevolmente più bassi. Ne consegue quindi la necessità in tali determinazioni di tener conto di questo errore quando esso risulti significativo;

b) per quanto riguarda gli errori sistematici introdotti dalla presenza di errori strumentali, si trova che la loro influenza è notevolmente maggiore nel caso di osservazioni contemporanee, raggiungendo in questo caso importi notevoli, in certe condizioni dello stesso ordine di grandezza degli errori di curvatura del parallelo. Ad esempio, utilizzando

la coppia di Federow, risultando  $\Delta\alpha \approx 450''$ , sempre nel caso di  $c = 450''$ , si hanno i seguenti valori approssimati

$$\Delta\delta_1 = 1'',2 \quad \Delta\delta_2 = 0'',10 \quad \bar{A} + \bar{B} = -1'',6,$$

a cui corrispondono, nella determinazione del passo, rispettivamente per le osservazioni non contemporanee e contemporanee gli errori

$$\Delta R' = +0'',004, \quad \Delta R'' = -0'',070$$

c) le considerazioni qui esposte assumono, com'è ovvio, una ben maggiore importanza nel caso che le osservazioni di coppie vengono utilizzate, sulla base di una precedente rigorosa determinazione della costante micrometrica, per misure differenziali di declinazioni stellari.

#### BIBLIOGRAFIA

- (<sup>1</sup>) CARNERA L., Mem. Accad. Naz. Lincei, Sez. VIII, vol. I (4), 1947.
- (<sup>2</sup>) FEDOROW E.P., Trudy Poltawskoj Grawimetritscheskoj Observatorii, II, 79, 1948.
- (<sup>3</sup>) TELEKI G., Bull. Obs. Astr. Beograd, XXIV (1-2), 29, 1960.
- (<sup>4</sup>) PRODAN J. I., NESTEROW V.V., I.A.U., Comun. Comm. 19, Mosca 1958.
- (<sup>5</sup>) CHAUVENET W., Spherical and practical Astronomy, II, 290, Philadelphia, 1863.

# CONTRIBUTI DELL' OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO - MERATE

## NUOVA SERIE

- » 150 - E. PROVERBIO, *La détermination théorique et expérimentale des retards dans la comparaison des signaux boviares.*
- » 151 - A. MASANI, *The early evolutionary phases of stars of small masses.*
- » 152 - M. HACK, *The spectrum of Upsilon Sagittarii.*
- » 153 - E. PROVERBIO, *Determinazioni di ascensioni rette e semidiametri del pianeta Marte.*
- » 154 - E. PROVERBIO, *Il servizio dell'ora all'Osservatorio Astronomico di Brera - Milano.*
- » 155 - P. BROGLIA, *Curve di luce in due colori ed elementi fotometrici della binaria ad eclisse SU Bootis.*
- » 156 - F. ZAGAR, *Nuove prospettive nello studio del sistema solare.*
- » 157 - M. HACK, *Macro e microturbolenza nell'atmosfera di  $\epsilon$  Aurigae.*
- » 158 - E. PROVERBIO, *Nuovo studio di un apparato esaminatore di livelle Bamberg.*
- » 159 - M. HACK, *Ricerche sulle stelle A peculiari: Analisi quantitativa di  $\gamma$  Equulei.*
- » 160 - E. PROVERBIO, *Osservazioni di occultazioni da parte della Luna e correzione del moto lunare.*
- » 161 - F. ZAGAR, *Giovanni Schiaparelli.*
- » 162 - E. PROVERBIO, *Les signaux de temps et leurs utilisation a l'Observatoire Astronomique de Brera-Milano.*
- » 163 - J. O. FLECKENSTEIN, *Il problema della cattura nella cosmogonia delle binarie.*
- » 164 - A. MASANI, *La politropica di indice 3 nello studio della costituzione interna di stelle appartenenti a sistemi binari stretti.*
- » 165 - P. BROGLIA, *Sulle variazioni delle curve di luce e degli elementi della variabile ad eclisse RZ Comae.*
- » 166 - M. HACK, *Sulla natura del compagno di  $\epsilon$  Aurigae.*
- » 167 - E. PROVERBIO, *Sul calcolo d'orbita di stelle doppie a lungo periodo tenendo conto della legge delle aeree.*
- » 168 - T. TAMBURINI e G. THIESSEN, *On the origin of the slowly variable soft x-ray radiation of the sun.*
- » 169 - A. MASOTTI, *Sull'estensione della formula di Lambert al moto apparente delle stelle doppie.*
- » 170 - E. PROVERBIO, *Determinazioni meridiane di ascensioni rette di pianeti esterni.*
- » 171 - E. PROVERBIO, *I micrometri e le livelle dello strumento dei passaggi AP 100 dell'Osservatorio di Brera.*
- » 172 - T. TAMBURINI e G. THIESSEN, *On the existence of a new polarization effect in stellar spectral lines.*
- » 173 - M. HACK e M. FRACASSINI, *Studio sulla polarizzazione della corona solare.*
- » 174 - E. L. PASINETTI, *Sulla possibilità dell'impiego di microfotogrammi nello studio della corona solare.*
- » 175 - P. BROGLIA, *Sui periodi di alcune variabili di tipo RR Lyrae.*
- » 176 - F. GULISANO e E. PROVERBIO, *Riduzioni delle posizioni apparenti stellari per mezzo di un calcolatore IBM 650.*
- » 177 - P. BROGLIA, *Osservazioni fotoelettriche di due variabili a eclisse.*
- » 178 - E. PROVERBIO - *Le misure dei ritardi alla ricezione dei segnali orari ect.*
- » 179 - E. PROVERBIO - *Comparaisons entre etalons atomiques de fréquence.*
- » 180 - F. ZAGAR - *L'attività di R. G. Boscovich a Milano.*
- » 181 - E. PROVERBIO, *Sulla riduzione teorica dei diametri dei pianeti esterni.*
- » 182 - L. E. PASINETTI, *Confronto quantitativo di tre coppie di stelle a righe forti e a righe deboli.*
- » 183 - F. ZAGAR-L. GRATTON - *Emilio Bianchi nel ventennio della morte - In memoria di Emilio Bianchi.*
- » 184 - J. O. FLECKENSTEIN - *Variazioni della latitudine e costante dell'aberrazione annua 1951-52.*
- » 185 - M. HACK - *A new explanation of the binary system  $\epsilon$  Aurigae.*
- » 186 - F. ZAGAR - *L'eclisse totale di Sole del 15 febbraio 1961.*
- » 187 - F. ZAGAR - *Sulle perturbazioni orbitali di un satellite terrestre artificiale.*

Segue in 4.a di copertina

- » 188 - A. PASINETTI - L. E. PASINETTI - *Aspetti astrofisici e radio biologici del volo umano nel cosmo.*
- » 189 - M. HACK - *Radio emission at 21 cm in a region close to the Persei cluster.*
- » 190 - P. BROGLIA - *Curva di luce in tre colori ed elementi della variabile ad eclisse SW Lac.*
- » 191 - M. FRACASSINI, M. HACK, L. PASINETTI - *Project for a system for the automation of stellar quantitative spectrography.*
- » 192 - E. PROVERBIO, *Sul calcolo rigoroso delle posizioni apparenti delle stelle.*
- » 193 - A. MASANI e G. OCCHINI, *The propagation of perturbations and shock waves in the inside of stars I.*
- » 194 - P. BOTTO e M. HACK, *A two dimensional classification of stars of class O.*
- » 195 - E. PROVERBIO - *Latitudine e longitudine astronomica provvisorie della stazione di M.te Conero durante l'eclisse totale di Sole del 15-2-1961.*
- » 196 - A. GÖKGÖZ, M. HACK, I. KENDIR - *Study of the spectrum and radial velocities of  $\zeta$  Tauri in 1958 and 1959.*
- » 197 - M. FRACASSINI, M. HACK - *Intensities, polarization and electron density of the solar corona from photographs taken during the total solar eclipse of 1961, february 15.*
- » 198 - E. PROVERBIO - *Recherches dans le champs de la métrologie du temps.*
- » 199 - R. FARAGGIANA, M. HACK - *Peculiar A stars studies of 73 Draconis.*
- » 200 - G. DE MOTTONI - *Nuovi specchi telescopici metallici.*
- » 201 - F. ZAGAR, *L'Osservatorio di Milano nella storia.*
- » 202 - M. HACK - *Absolute Magnitude of O-type stars.*
- » 203 - G. DE MOTTONI - *Il nuovo riflettore di 1,37 m dell'Osservatorio di Merate.*
- » 204 - M. FRACASSINI - *The solution of the van de Hulst's integral equations for computing electron density of the solar corona.*
- » 205 - M. HACK - *The shell spectrum of W Serpentis.*
- » 206 - A. GÖKGÖZ, M. HACK, I. KENDIR - *Study of the spectrum of  $\zeta$  Tauri in 1960.*
- » 207 - J. O. FLECKENSTEIN, *Boscovich als Mitbegründer der sphärischen Trigonometrie.*
- » 208 - A. MASANI, *The propagation of shock waves in the inside of Stars II.*
- » 209 - F. ZAGAR, *Galileo astronomo.*
- » 210 - E. PROVERBIO, *Condizioni per la determinazione della costante micrometrica per mezzo di coppie stellari fondamentali.*