

CONTRIBUTI
DEL
R. OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE
a cura del Direttore
Prof. EMILIO BIANCHI

NUOVA SERIE

N. 5

EMILIO C. KRÜGER
—

Osservazioni fotografiche di stelle doppie
nell'Osservatorio di Merate

(1938-1939)

MILANO 1940 - XVIII

CONTRIBUTI
DEL
R. OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI MILANO-MERATE
a cura del Direttore
Prof. EMILIO BIANCHI

NUOVA SERIE

N. 5

EMILIO C. KRÜGER

Osservazioni fotografiche di stelle doppie
nell'Osservatorio di Merate

(1938-1939)

MILANO 1940 - XVIII

EMILIO C. KRÜGER

OSSERVAZIONI FOTOGRAFICHE DI STELLE DOPPIE
NELL'OSSERVATORIO DI MERATE

(1938-1939).

INTRODUZIONE

Il riflettore dell'Osservatorio di Merate è dedicato ora principalmente a osservazioni per la determinazione di parallassi trigonometriche; tra i due programmi di osservazione, quello serale e quello di mattino restano libere alcune ore al centro della notte. Il Direttore dell'Osservatorio, S. E. il prof. BIANCHI ha pensato di utilizzare le ore libere con osservazioni fotografiche di stelle doppie e volle affidarmene l'incarico. Oltre ad alcune lastre prese saltuariamente negli scorsi anni, le osservazioni si iniziarono il 16 settembre 1938 e sono tuttora in corso. Finora sia la presa delle lastre, che l'esecuzione delle misure hanno avuto un carattere sperimentale, necessario prima di impegnarsi in un programma esteso. Le misure eseguite sono contenute nella presente nota, insieme all'esposizione della tecnica definitiva delle osservazioni e delle misure.

Il lavoro è stato, in parte, possibile grazie a una borsa di studio della Fondazione Volta, concessami dalla Reale Accademia d'Italia.

IL PROGRAMMA

Le stelle doppie furono oggetto di molte osservazioni fotografiche a cominciare dalle prime prove compiute da BOND all'Osservatorio di Harvard nel 1857. La precisione delle osservazioni rimase però dell'ordine di quella delle osservazioni visuali. Le prime osservazioni fotografiche di alta precisione sono quelle compiute da HERTZSPRUNG (1) nel 1915-1919

(1) HERTZSPRUNG E., *Photographische Messungen von Doppelsternen von 1914.0, bis 1919.4*. Potsdam Publ., 75, n. 2. Potsdam 1920.

a Potsdam. Attualmente esse fanno parte del programma corrente di osservazione negli Osservatori di Potsdam, Johannesburg, Lembang, Lick. La precisione raggiunta con una sola misura di una sola immagine della lastra è dello stesso ordine della precisione raggiungibile con una notte di osservazione visuale. Le osservazioni di HERTZSPRUNG sono caratterizzate dalla eliminazione accurata di tutte le cause che possono introdurre degli errori sistematici.

Nel formare il programma per le osservazioni mi è parso utile riprendere tutte le stelle osservate da HERTZSPRUNG venti anni fa; ho dovuto eliminare una decina di stelle perché al di sotto della separazione del riflettore. A questo gruppo furono aggiunte altre stelle particolarmente interessanti; generalmente si tratta di doppie per cui l'aggiunta di una posizione recente accurata permette di fissare il carattere del movimento.

La scelta delle stelle è stata fatta tenendo presenti due criteri: il primo in relazione alla separazione della doppia, il secondo alla grandezza apparente del compagno.

Per quanto riguarda la separazione ho scelto coppie di stelle distanti almeno $4''$, per evitare di avere sulle lastre immagini troppo vicine o addirittura sovrapposte. In relazione poi al secondo criterio, la grandezza apparente minima del compagno è stata fissata alla settima grandezza. Come si dirà più avanti, parlando delle osservazioni, il tempo di posa è notevolmente alto; d'altra parte per arrivare alla precisione richiesta occorre avere su ogni lastra almeno cinquanta immagini misurabili. Tenuto conto del numero di pose, del tempo che deve trascorrere tra una posa e l'altra per attendere che il cannocchiale sia fermo, e della necessità di limitare le osservazioni in vicinanza del meridiano, si trova che non si può oltrepassare la settima grandezza, senza dover rinunciare a qualcuna delle condizioni imposte.

Il programma tuttora in corso di osservazione comprende 160 stelle fino alla settima grandezza, in cui la differenza di splendore tra le due componenti non supera quattro grandezze. Le osservazioni compiute finora sono completamente soddisfacenti e inducono a continuare le osservazioni.

GLI ERRORI SISTEMATICI.

Tre tipi di errori sistematici sono da considerare nelle osservazioni fotografiche di stelle doppie e cioè quelli causati dall'equazione di grandezza, dall'influenza della dispersione atmosferica e dalla lastra fotografica.

Una differenza di grandezza tra le componenti di una doppia introduce un sensibile errore nella misura della posizione relativa delle due stelle, in quanto le due immagini risentono in modo diverso tutti i disturbi che avvengono durante le osservazioni. Il passaggio da una posa all'altra

avviene spostando tutto il cannocchiale; può darsi che una posa si inizi quando il cannocchiale non è ancora perfettamente fermo o che il movimento orario sia in difetto, o infine che l'apertura dell'otturatore produca delle leggere vibrazioni nella camera. Le immagini delle due stelle risultano leggermente diverse e nella misura vengono bisecate in modo diverso dall'osservatore.

È difficile, se non impossibile, tener conto dell'errore così introdotto, con tavole o con formule di correzione; il risultato migliore si ottiene riducendo lo splendore della stella più brillante, in modo da avere sulla lastra immagini identiche sotto tutti gli aspetti.

Allo scopo servono i reticoli di diffrazione, formati da sbarre dello stesso spessore, separate da intervalli uguali. Sulla lastra, accanto all'immagine della stella, compaiono due serie di spettri disposti simmetricamente dalle due parti dell'immagine centrale; il reticolo va costruito in modo che i due spettri del primo ordine abbiano aspetto stellare e siano nettamente separati dall'immagine centrale. Una scelta opportuna del rapporto tra lo spessore delle sbarre e la separazione tra due sbarre successive permette di ottenere due spettri del primo ordine della stella più brillante identici, nel loro aspetto, all'immagine centrale del compagno. Nella misura si sostituisce alla posizione della stella brillante la media delle posizioni dei due spettri. Le immagini che si misurano sono sempre dello stesso aspetto e qualunque disturbo influisce su di esse nello stesso modo.

Per il riflettore di Merate si sono fatti costruire tre reticoli, in cui la differenza tra l'immagine centrale e gli spettri del primo ordine è di una, due, tre grandezze. Uno dei reticoli, che deve servire anche per fotometria, è di metallo, mentre gli altri sono semplicemente di legno.

Come si dirà parlando della riduzione delle lastre, è necessario tener conto della rifrazione differenziale. La costante della rifrazione varia con la lunghezza d'onda effettiva della luce della stella. L'errore che si può commettere nella misura della distanza tra due stelle di tipo spettrale notevolmente diverso, adoperando un valore unico della costante, supera notevolmente l'errore medio delle misure. Si tratta di limitare la parte attiva dello spettro della stella a un ristretto intervallo di lunghezza d'onda, in modo che la curva di sensibilità del complesso strumentale presenti un massimo acuto per una certa lunghezza d'onda e svanisca rapidamente dalle due parti.

Non c'è nessun motivo di scegliere il massimo a una lunghezza d'onda, piuttosto che a un'altra, per un riflettore. Però la maggior parte delle osservazioni fotografiche di stelle doppie si compie con refrattori visuali e così si preferisce situare il massimo di sensibilità intorno a 5500 Å, lunghezza d'onda per cui sono corretti i refrattori visuali.

Per uniformità con gli altri osservatori, anche qui ho scelto un massimo a quella lunghezza d'onda. Ho adottato le lastre *Agfa isochrom* con il filtro Wratten K 3. Alcune osservazioni sono su lastre *isochrom* con il filtro Wratten K 2. La fig. 1 contiene la curva di sensibilità delle lastre usate con il filtro K 3. Le ascisse sono lunghezze d'onda espresse in centesimi di micron; l'intervallo tra due tratti nelle ordinate corrisponde a una grandezza. L'ordinata del massimo è arbitraria, interessando qui solo la forma della curva. Dentro l'intervallo di sensibilità del complesso la costante della rifrazione si può ritenere costante.

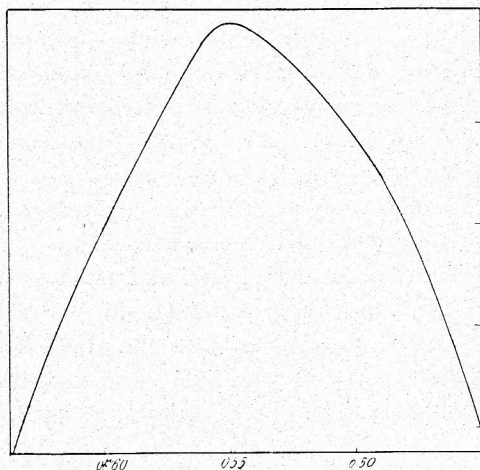


Fig. 1. — Curva di sensibilità delle lastre « Isochrom » con il filtro K 3. Ascisse lunghezze d'onda, ordinate differenze di grandezza.

Rimangono da considerare gli errori propri della tecnica fotografica, il cui effetto è sensibile solo quando i due dischi stellari vengono in contatto. Sulle lastre misurate, le immagini stellari hanno diametro compreso tra 0.2 e 0.3 millimetri, raramente scendono a 0.15 millimetri. Due stelle distanti circa 4'' sono dunque sempre separate e perciò non sono state prese delle precauzioni speciali per eliminare questi errori.

Per prova sono state prese due lastre di ϵ_1 e di ϵ_2 Lyr., di separazione 2''.9 e 2''.0 rispettivamente, in due serate di eccezionali condizioni di osservazione. Una delle due lastre è inutilizzabile perché le immagini sono sovrapposte e non è stata misurata. Sull'altra si sono trovate una ventina di immagini misurabili. Alcune sono a contatto altre sono parzialmente sovrapposte, ma facilmente separabili. Dal confronto con le osservazioni visuali le misure sembrano libere da errori sensibili. Si vede che si potrebbe abbassare alquanto il limite fissato per la separazione e portarlo a tre secondi circa.

LE OSSERVAZIONI.

Le osservazioni sono compiute al fuoco Cassegrain del riflettore di 102 cm. di diametro e di 17,22 metri di distanza focale. Per ogni singola stella, immediatamente prima di iniziare le pose, il riflettore viene messo a fuoco muovendo lo specchio secondario; il fuoco si giudica con un oculare di medio ingrandimento, montato su una piastra che si pone al posto del portalastra. Rimossa la piastra e montato il portalastra la distanza focale è aumentata di due millimetri, estraendo tutta la camera, con le viti, per compensare la variazione del fuoco prodotta dal filtro. Il valore di mm. 2 è stato trovato empiricamente ed è in buon accordo con quello calcolato tenendo conto dello spessore del filtro che è di mm. 6.

Le osservazioni si iniziano con la determinazione del parallelo. Trattandosi di stelle brillanti, si ferma il movimento orario e si lascia che la stella attraversi tutto il campo della lastra. Se invece si tratta di una stella debole, si fanno due pose all'estremo est della lastra, si ferma il movimento orario e quando la stella è arrivata all'estremità ovest, si eseguono altre due pose.

Le lastre sono del formato 9×12 centimetri e sono disposte con il lato lungo secondo il parallelo; il filtro è di cm. 8×8 ; le osservazioni in generale occupano un quadrato di cm. 6 di lato, al centro della lastra.

Spostato il cannocchiale in declinazione, si eseguisce una serie di pose da est verso ovest separate, sulla lastra, da un intervallo di un paio di millimetri. Tra una posa e l'altra il cannocchiale viene spostato fermando il movimento orario, cosa che si compie con un comando manovrabile stando all'oculare. Le ultime lastre sono state prese spostando il cannocchiale in δ con i movimenti lenti, perchè si è trovato che il cannocchiale si stabilizza più rapidamente, permettendo di ridurre l'attesa tra una posa e l'altra.

Finora si sono eseguite da trenta a cinquanta esposizioni per ogni lastra; dalle misure compiute risulta che tale numero deve essere aumentato. Occorrono almeno cinquanta immagini misurabili, il che, tenendo conto degli inevitabili scarti, porta a circa settanta il numero delle pose che si dovranno fare.

Terminate le osservazioni, si segna nuovamente la traccia del parallelo, allo scopo di rivelare una eventuale deviazione della camera, soprattutto per effetto di flessione.

In relazione ai tempi di posa, si può dire solo che essi variano notevolmente per effetto della qualità delle immagini e delle condizioni dello

specchio. Nei casi più fortunati si deve esporre per 5 secondi per avere delle immagini comodamente misurabili di una stella di sesta grandezza.

Le lastre sono sviluppate dodici ore dopo le osservazioni. Si adoperano ordinariamente tre tipi di sviluppo. Il primo tipo è dato da una delle solite formule al metol-idrochinone, durata 4 minuti, viene usato per stelle brillanti, con piccola differenza di splendore tra le componenti; il secondo tipo di sviluppo è preparato secondo la formula Agfa n. 13: è uno sviluppo a grana fine, usato per compensare differenze di grandezza dell'ordine di mezza grandezza, che non si possono compensare con il reticolo, durata dello sviluppo 10 minuti; infine il terzo sviluppo è quello di Ross a grande contrasto, durata 3 minuti, usato per stelle deboli con componenti dello stesso splendore. Quest'ultimo tipo di sviluppo permette di ridurre alquanto i tempi di posa per le stelle deboli, ma va adoperato con doppie le cui componenti sono della stessa grandezza perchè tende ad accentuare l'equazione di grandezza.

Lo sviluppo avviene sempre al buio e alla temperatura di 18°. Le lastre, dopo il fissaggio, vengono lavate durante 24 ore per togliere completamente la colorazione rosea dovuta al sensibilizzatore, poi si asciugano semplicemente senza alcool o ventilatore.

SCALA.

Il valore della scala è stato calcolato da una serie di lastre contenenti stelle delle Pleiadi, per cui si hanno le posizioni del catalogo di HAYN (1). Le lastre sono state misurate nello stesso modo di quelle delle doppie e alle misure sono state applicate le correzioni per gli errori della vite, nel modo solito. Le distanze sono state corrette per la rifrazione. Le correzioni sono contenute nella colonna 6 della tabella I. Esse sono la differenza tra la correzione per la refrazione differenziale all'altezza a cui si trova la stella e la correzione che si dovrebbe applicare se la stella fosse allo zenit. Nella riduzione delle lastre basta ridurre le distanze misurate allo zenit; la moltiplicazione per il valore della scala dà senz'altro il valore della distanza corretto per l'ammontare totale della refrazione. La tabella I contiene i dati relativi alla determinazione della scala. Le singole colonne contengono:

- 1° numero della lastra;
- 2° coppia di stelle misurata;
- 3° data dell'osservazione;
- 4° distanza dedotta dalle posizioni del catalogo;
- 5° angolo orario medio dell'osservazione;

(1) HAYN F., *Die Plejaden*. Lipsia, 1921.

Valore della scala

TABELLA I.

Lastra	Coppia di stelle	Data	Distanza	h	R	Distanza effettiva	Pose	T	Scala	Distanza calcolata
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S 1	19-20 Tau.	1939.095	620.''61	+ 32 ^m	- 0.''01	620.''60	20	+ 4 ^o .6	11.''9792	620.43
S 3	16-17 Tau. . . . .	.101	636. 78	+ 2	- 0. 02	636. 76	14	+ 7. 5	51.	636.80
»	16-19 Tau. . . . .	.101	721. 00.	+ 2	- 0. 01	720. 99.	5	+ 7. 5	66	720.94
»	16-20 Tau. . . . .	.101	885. 21	+ 2	0. 00	885. 21	12	+ 7. 5	80	885.05
»	17-19 Tau. . . . .	.101	1303. 01	+ 2	- 0. 04	1302. 97	4	+ 7. 5	53	1303.04
»	17-20 Tau. . . . .	.101	1203. 34	+ 2	- 0. 02	1203. 31.	19	+ 7. 5	73	1203.17.
»	19-20 Tau. . . . .	.101	620. 61	+ 2	- 0. 00.	620. 60	4	+ 7. 5	43	620.68.
S 5	17-20 Tau. . . . .	.104	1203. 34	+ 48	- 0. 02.	1203. 31	18	+ 7. 5	11	1203.79.

- 6° la correzione per la refrazione;
- 7° distanza effettiva;
- 8° numero di immagini misurato;
- 9° temperatura;
- 10° scala;
- 11° distanza calcolata con il valore medio della scala.

A tutte le osservazioni possiamo attribuire lo stesso peso e si ha come valore della scala:

$$11.9758 \text{ ''/mm. } \pm 0.0009 \text{ ''/mm. e. m.}$$

Generalmente le lastre sono prese in vicinanza del meridiano; questo dispensa dal calcolare le correzioni per la refrazione in $\Delta\alpha \cos \delta$; per la differenza di declinazione invece, le correzioni sono calcolate per una distanza uguale al valore della scala. Esse sono contenute nella tabella II.

Rimangono le correzioni al valore della scala, per tener conto della temperatura e della posizione della camera. Come si è detto descrivendo come avvengono le osservazioni, il riflettore si mette a fuoco spostando lo specchio secondario, mentre la posizione della camera rispetto allo specchio principale non cambia, se non per correggere l'effetto del filtro. L'unico elemento che si fa variare è dunque la distanza tra i due specchi.

Se attribuiamo le variazioni di fuoco solo all'influenza della temperatura, e se assumiamo che la distanza focale degli specchi vari proporzionalmente alla temperatura, si trova che la variazione della distanza focale dei due specchi, la dilatazione del tubo, lo spostamento dello specchio secondario e la dilatazione della lastra si compensano reciprocamente. Ciò significa che ci si può sempre riportare alla stessa distanza focale.

TABELLA II.

δ	K_{δ}	δ	K_{δ}	δ	K_{δ}	δ	K_{δ}
+ 90.00		+ 29.08		— 0.91		— 9.92	
89. 0	+ 0.''0030	19. 4	+ 0.''0005	2. 1	+ 0.''0035	10. 3	+ 0.''0065
86. 2	25	13. 2	10	3. 9	40	11. 2	70
82. 7	20	8. 7	15	5. 5	45	12. 1	75
78. 2	15	5. 2	20	6. 9	50	12. 8	80
72. 0	10	+ 2. 4	25	8. 1	55	13. 6	85
61. 6	05	— 0. 1	+ 0.''0030	— 9. 2	+ 0.''0060	14. 3	90
+ 29. 8	0. 0000					— 14. 9	+ 0.''0095

Questo in via teorica, in pratica può darsi che si trovi qualche lastra che abbia bisogno di una particolare correzione, essa si può sempre calcolare dalla separazione dei due spettri del primo ordine, che è una costante strumentale.

Le lastre di questa serie sono state eseguite tutte in un intervallo di temperatura di 9° C; l'effetto della temperatura non è stato preso in considerazione, per ora.

MISURA DELLE LASTRE.

Le lastre sono misurate con il misuratore Mioni dell'Osservatorio, descritto dal prof. CECCHINI (1). Per la misura si adopera la vite trasversale, che sposta il carrello portalastra e che è la migliore delle due.

Le lastre sono messe nel misuratore con il film verso il microscopio, sono orientate con la traccia parallela alla vite trasversale e si eseguono le misure in $\Delta\alpha \cos \delta$; poi il portalastra è ruotato di 90° in senso orario, si misura $\Delta\delta$ e si riporta il portalastra nella posizione iniziale. Questo gruppo di misure è fatto ruotando il tamburo della vite in senso orario.

La lastra, tolta dal misuratore e ruotata di 180° intorno a un orlo parallelo al filo con cui si fanno le misure, è ricollocata sul portalastra con il vetro verso il microscopio e nuovamente orientata. Misurato $\Delta\alpha \cos \delta$, si ruota il portalastra di 90° in senso antiorario e si misura $\Delta\delta$. Nella serie attraverso il vetro la vite viene ruotata in senso antiorario.

Così si realizza che le misure attraverso al vetro sono, rispetto al filo, esattamente simmetriche alle misure dirette sul film. Si eliminano con ciò molti errori sistematici provenienti in parte dagli errori residui dello strumento (deviazione dal parallelismo delle guide, flessione della vite) e in parte propri della persona che compie le misure.

Il passo perduto è eliminato con un contrappeso, però le misure sono sempre fatte girando la vite nello stesso senso.

Gli errori residui del misuratore sono:

1° ortogonalità delle viti: l'angolo formato dalle due viti, dalla parte dei tamburi è di $89^{\circ}59'.25$, la deviazione dalla ortogonalità è di 0.0002 radianti;

2° parallelismo dei fili con le viti: la vite trasversale forma con il filo trasversale un angolo di 0.0001 radianti; la vite longitudinale con il filo corrispondente 0.0077 radianti.

(1) CECCHINI G., *Studio del Macromicrometro Mioni della R. Specola di Merate*. Mem. Soc. Astr. It. VIII, 259; 1934, — Contr. Astr. R. Specola di Merate N. 19.

Siccome il filo longitudinale devia sensibilmente dal parallelismo ed è proprio il filo che serve per le misure, mentre l'ortogonalità delle due viti è soddisfacente, le misure si compiono spostando il microscopio con la vite longitudinale, in modo che le singole immagini siano sempre condotte sotto lo stesso punto del filo longitudinale.

Gli errori della vite sono stati studiati dal prof. CECCHINI; le correzioni per gli errori periodici sono state applicate all'atto della misura. Per le correzioni per gli errori progressivi, dalle tabelle del prof. CECCHINI (1) è stato ricavato il grafico della fig. 2. La scala di sinistra dà il valore della deviazione di ogni rivoluzione dal passo medio della vite in decimi di micron; a destra si legge il valore della scala in secondi in ogni punto della vite.

Per la riduzione delle lastre si è preso, per ogni lastra, il valore medio della scala nel tratto di vite coperto dalle misure. La tabella III contiene, in decimillesimi di secondo, le correzioni da apportare al valore $11.9758''/\text{mm}$ per avere il valor medio della scala tra due punti qualunque della vite.

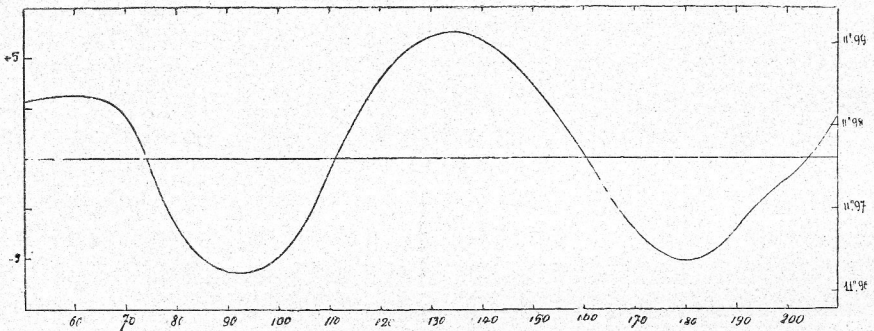


Fig. 2. -- T, valore della scala nei singoli punti della vite trasversale. Ascisse letture al contagiri in mm.; ordinate a sinistra in decimi di micron, a destra in secondi d'arco.

RIDUZIONE DELLE LASTRE.

Nel compiere le misure, ogni immagine viene esaminata e, se giudicata troppo debole, irregolare o troppo diffusa, tralasciata. Non si fa particolare attenzione a quali immagini si misurino in ognuna delle quattro posizioni, così nella media le immagini poste proprio al limite tra le misurabili e le non misurabili vengono a ricevere automaticamente peso metà.

La riduzione consiste semplicemente nel fare la media e nel moltiplicarla per il valore adatto della scala.

(1) Loc. cit., pag. 6 e sgg.

TABELLA III.

	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
50 . . .	0	0	0	+ 10	+ 20	+ 25	+ 20	+ 15	- 5	- 25	- 35	- 25	0	+ 40	+ 70	+ 70
60 . . .	- 10	- 10	- 5	0	+ 15	+ 20	+ 15	+ 5	- 15	- 40	- 55	- 50	- 25	+ 25	+ 65	
70 . . .	- 15	- 15	- 10	0	+ 10	+ 15	+ 10	0	- 30	- 60	- 85	- 90	- 70	- 20		
80 . . .	- 15	- 15	- 10	0	+ 10	+ 25	+ 10	0	- 30	- 70	- 110	- 125	- 120			
90 . . .	- 5	- 5	0	+ 15	+ 30	+ 35	+ 35	+ 25	- 10	- 50	- 105	- 130				
100 . . .	+ 5	+ 5	+ 15	+ 30	+ 50	+ 65	+ 70	+ 60	+ 30	- 15	- 80					
110 . . .	+ 15	+ 15	+ 25	+ 45	+ 70	+ 95	+ 105	+ 105	+ 85	+ 45						
120 . . .	+ 15	+ 15	+ 20	+ 50	+ 75	+ 105	+ 125	+ 135	+ 130							
130 . . .	0	- 5	+ 5	+ 30	+ 60	+ 95	+ 120	+ 145								
140 . . .	- 25	- 30	- 25	0	+ 35	+ 70	+ 90									
150 . . .	- 45	- 55	- 55	- 35	+ 5	+ 40										
160 . . .	- 60	- 75	- 80	- 70	- 30											
170 . . .	- 70	- 95	- 115	- 110												
180 . . .	- 55	- 85	- 120													
190 . . .	- 20	- 50														
200 . . .	+ 5															

Per ogni lastra è stato calcolato l'e. m. di una immagine e l'e. m. del risultato. Nel calcolo di questi errori bisogna dedurre separatamente gli scarti dalla media nei due gruppi di misure: film sopra e film sotto. I due gruppi differiscono per una quantità costante che non si può introdurre nel calcolo dell'e. m.

PRECISIONE DELLE MISURE.

Per stabilire il numero delle puntate da compiere su ogni immagine, si è scelta una lastra con immagini molto diffuse, e che perciò era stata eliminata. È la lastra 37 di α Gem. Fu misurata una prima volta eseguendo cinque puntate per ogni immagine. Dal confronto delle 24 immagini, misurate in ognuna delle quattro posizioni, si è trovato come e. m. della media delle cinque puntate $\pm 0.''077$ in $\Delta\alpha \cos \delta$ e $\pm 0.''145$ in $\Delta\delta$. La lastra fu poi misurata una seconda volta, eseguendo una sola puntata sulle stesse 24 immagini. L'e. m. di ogni puntata è $\pm 0.''084$ in $\Delta\alpha \cos \delta$ e $\pm 0.''139$ in $\Delta\delta$. Senza voler dare importanza a quest'ultimo e. m. che risulta minore del corrispondente, si vede che il leggero miglioramento della precisione che si può ottenere aumentando il numero delle puntate sulle singole immagini, non giustifica l'aumento di lavoro e il consumo di tempo. Nella misura di tutte le lastre si è sempre compiuta una sola puntata per immagine.

Il risultato era da prevedere, perchè scindendo l'e. m. di ogni misura nell'e. m. dovuto alla bisezione dell'immagine e in quello di lastra, insito nell'immagine stessa che si misura, quest'ultimo è di gran lunga maggiore del primo e non si può eliminare aumentando il numero delle puntate.

Dalle misure compiute si trova che, in media si può attribuire a ogni misura di $\Delta\alpha \cos \delta$ l'e. m. $\pm 0.''060$ e a ogni misura di $\Delta\delta$ $\pm 0.''050$. Va notato che una scelta più rigorosa del materiale da misurare porterebbe a errori ancora minori. Le lastre con le migliori immagini danno un e. m. di $\pm 0.''050$ in ciascuna coordinata. Di qui la convenienza di essere molto severi nella scelta delle immagini da misurare.

Occorre ancora considerare quali possano essere le cause della differenza dell'e. m. per le due coordinate. Il fatto che le lastre con le migliori immagini danno per i due errori lo stesso valore, induce a cercare la causa nella qualità delle immagini. Credo che si tratti di un errore di guida, dovuto a piccole irregolarità nel movimento orario; esse sono difficilmente eliminabili del tutto, perchè, data la brevità delle pose, non è possibile correggerle con i movimenti lenti.

Gli errori trovati sono del tutto soddisfacenti. Invece appare dalle misure, che in generale si sono misurate troppo poche pose su ogni astra.

In media si hanno 26.5 immagini in ciascuna posizione della lastra. È necessario raddoppiare questo numero.

Resta da far notare l'accordo tra le misure di una stessa lastra, anche eseguite a una certa distanza di tempo. La lastra 37, giudicata cattiva e non inclusa nell'elenco delle misure, è stata misurata due volte; i valori trovati sono:

1 ^a misura	$\Delta\alpha \cos \delta = 1.''763 \pm 0.''017$	$\Delta\delta = 3.''925 \pm 0.''028$
2 ^a misura	1. 761 15	3. 935 30

La stella 15600, lastra 52, è stata misurata tre volte:

1 ^a misura	$\Delta\alpha \cos \delta = 7.''204 \pm 0.''009.$	$\Delta\delta = 1.''228 \pm 0.''009.$
2 ^a misura	7. 202 10.	1. 212 10
3 ^a misura	7. 220 9.	1. 223 7.

LE MISURE.

Le misure sono contenute nella tabella IV. Le colonne contengono:

1. il numero della doppia nel catalogo di AITKEN;
2. numero della lastra;
3. angolo orario medio;
4. distanza zenitale media;
5. filtro;
6. reticolo;
7. differenza di grandezza effettiva;
8. tempo di posa;
9. temperatura al termometro interno situato sul pilastro nord del riflettore;
10. valore della scala per $\Delta\alpha \cos \delta$;
11. valore della scala per $\Delta\delta$;
12. data della misura;
13. data dell'osservazione;
14. numero della lastra;
15. $\Delta\alpha \cos \delta$ (equinozio della data);
16. il suo e. m.;
17. $\Delta\delta$ (equinozio della data);
18. il suo e. m.;
19. il numero delle misure eseguite in $\Delta\alpha \cos \delta$ con film sopra;
20. il numero delle misure eseguite in $\Delta\alpha \cos \delta$ con vetro sopra;

A. D. S.	Lastra	h	z	Filtro	Reticolo	Δm	Posa	T	Scala		Data della misura	Data della osservazione
									$\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
582	32	+ 55 ^m	26°	K 3	—	0 ^m .2	60 ^s	—	11.986·	11.969·	1939.1	1936.794
1507	32	+ 60	30	K 3	—	0.1	60	—	85·	70	9.1	6.794
1630	61	+ 107	17	K 3	III	-0.2	1.5	+ 7°.5	86·	82	9.0	8.955
	66	+ 113	19	K 3	III	-0.2	4	+ 3.5	81·	76	9.1	9.093
												9.058
2984	50	+ 11	17	K 2	—	0.0	20	+ 10.5	81	80	8.8	8.810
6175	6	0	14	K 3	I	-0.1	5	—	81	81	8.7	6.123
	7	+ 54	18		I	-0.1	2	—	81	82	8.8	6.123
	46	- 21	14	K 2	I	-0.1	2	—	81	82	8.8	8.805
												6.123
												8.805
7724	64	+ 53	28	K 3	I	0.2	3	+ 4.0	81	79	9.1	9.082
8891	75	+ 31	12	K 3	I	0.5	3	+ 4.1	80	76	9.1	9.129
11635 ^I	57	+ 228	40	K 3	I	0.0	14	+ 11.5	85·	90	9.0	8.868
11635 ^{II}	57	+ 228	40	K 3	I	0.2	14	+ 11.5	81	90	9.0	8.868
12540	54	+ 87	24	K 2	II	0.1	3	+ 11.5	85·	74·	9.0	8.835
12815	40	+ 18	6	K 2	—	0.1	60;30	—	81	79	8.8	8.715
14279	42	+ 104	38	K 2	I	0.0	15	—	81	73	9.0	8.805
	47	+ 19	31	K 2	I	0.0	15	+ 12.5	81	68·	9.0	8.813
												8.809
14636	55	+ 58	13	K 2	I	-0.3	20	+ 11.0	81	89·	9.0	8.835
14878	58	+ 96	17	K 3	—	0.0	20	+ 8.5	81	69	9.1	8.895
15600	52	+ 20	17	K 2	II	-0.1	10	+ 11.5	81	80	9.0	8.832
									81	82·	9.0	
									81	82·	9.0	
												8.832
16095	47	+ 36	10	K 2	I	-0.3	60	+ 12.5	85·	69	9.0	8.813
16291	59	+ 65	24	K 3	—	0.1	10	+ 8.5	85·	77	9.0	8.955
17054	52	+ 23	9	K 2	—	0.1	24	+ 10.5	85·	85	9.0	8.832

TABELLA IV.

Lastra	$\Delta\alpha \cos \delta$	e. m.	$\Delta\delta$	e. m.	Imagini misurate in $\Delta\alpha \cos \delta$		Imagini misurate in $\Delta\delta$		e. m. di 1 immagine		Peso della media	
					F	V	F	V	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
32	— 2."614	$\pm 0."$ 016	+ 4.818	$\pm 0."$ 011	12	12	12	12	$\pm 0."$ 054	$\pm 0."$ 038	3910'' ⁻² .	8260'' ⁻² .
32	— 0. 329	12	+ 8.033	08	27	27	27	27	63	40.	6940	15630
61	+ 8. 889.	20	+ 4.523	24	15	12	15	11	74	87	2500	1720
66	+ 8. 841.	13.	+ 4.464.	11	28	28	28	31	72	61.	5480	8260
	+ 8. 856	11	+ 4.519	10							7980	9980
50	— 14. 812	10.	+ 10.064	12.	69	64	59	55	84.	96	9063	6400
6	— 1. 703.	13	— 3.689	14	14	24	17	17	57	57.	5910	5100
7	— 1. 716.	12	— 3.745.	11	43	40	42	40	75.	71	6940	8260
46	— 1. 568	14.	— 3.584	15.	14	20	23	26	60	77	4750	4160
	— 1. 710	09	— 3.724	08.							12850	13360
	— 1. 568	14.	— 3.584	15.							4750	4160
64	+ 3. 639.	13	— 2.066	09	22	17	27	24	57.	44.	5910	12320
75	+ 7. 174.	11.	— 12.428	14	32	30	34	25	64	76.	7570	5100
57	+ 0. 271.	21.	+ 2.870	19.	17	15	18	15	86	80	2160	2630
57	+ 1. 915	20.	— 0.610	17	27	23	25	21	106	82.	2370	3460
54	+ 27. 936	24.	+ 20.014	25	18	18	20	20	104	112	1670	1600
40	+ 27. 787.	14	— 27.038	14	33	35	35	34	80.	82	5100	5100
42	— 10. 284	22	— 0.104	17	15	13	17	17	82	70.	2060	3460
47	— 10. 312.	22	— 0.161	23	18	16	16	17	89.	93	2060	1890
	— 10. 298	15.	— 0.124	13.							4120	5350
55	+ 17. 665.	14	— 18.751	09.	31	27	31	30	75	54	5100	11020
58	+ 5. 924	23	— 2.742	16	13	14	15	14	84.	62	1890	3900
52	— 7. 204	09.	+ 1.228	09.	39	41	40	42	60.	60.	11020	11020
	— 7. 202	10.	+ 1.212	10	33	40	36	39	62.	60.	9060	10000
	— 7. 220	09.	+ 1.223	07.	41	38	38	39	60.	46.	11020	17800
	— 7. 209	08	+ 1.222	07							15550	19410
47	— 2. 142	13	— 22.224	13.	18	1		19		60.	5910	5480
59	+ 3. 531.	17	+ 1.763	16	30	30	29	28	93.	86.	3460	3900
52	+ 5. 202	14	+ 0.222	08	38	37	39	33	87	50	5100	15630

TABELLA V.

A. D. S.	Stella	α_{1950}	δ_{1950}	m	Δm	Δm effettiva	Data	p	s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
582	Σ 48	0 ^h 39. ^m 5	+ 71° 6'	7.96 - 8.2	0.2	0.2	1936.794	331.°52	5.''481
1507	γ Ari.	1 50. 8	+ 19 3	4.75 - 4.83	0.08	0.1	6.794	357. 65	8. 040
1630	γ And.	2 0. 8	+ 42 6	2.28 - 5.08	2.80	— 0.2	9.058	62. 97	9. 942
2984	Σ 485	4 3. 4	+ 62 12	7.04 - 7.07	0.03	0.0	8.810	304. 19	17. 907
6175	α Gem.	7 31. 4	+ 32 0	1.99 - 2.85	0.86	— 0.1	6.123	204. 66	4. 098
							8.805	203. 63	3. 912
7724	γ Leo.	10 17. 2	+ 20 6	2.61 - 3.80	1.19	0.2	9.082	119. 59	4. 184
8891	ζ UMa.	13 21. 9	+ 55 11	2.40 - 3.96	1.56	0.5	9.129	150. 00	14. 350
11635 ^I	ϵ_1 Lyr.	18 42. 7	+ 39 37	5.06 - 6.02	0.96	0.0	8.868	5. 40	2. 882
11635 ^{II}	ϵ_2 Lyr.	18 42. 7	+ 39 34	5.14 - 5.37	0.23	0.2	8.868	107. 67	2. 010
12540	β Cyg.	19 28. 7	+ 27 51	3.24 - 5.36	2.12	0.1	8.835	54. 38	34. 365
12815	16 Cyg.	19 40. 6	+ 50 24	6.26 - 6.37	0.11	0.1	8.715	134. 22	38. 770
14279	γ Del.	20 44. 4	+ 15 57	4.49 - 5.47	0.98	0.0	8.809	269. 31	10. 299
14636	61 Cyg.	21 4. 4	+ 38 28	5.57 - 6.28	0.71	— 0.3	8.835	136. 71	25. 761
14878	Σ 2789	21 18. 4	+ 52 46	7.68 - 7.68	0.00	0.0	8.895	114. 84	6. 528
15600	ξ Cep.	22 2. 2	+ 64 23	4.57 - 6.47	1.90	— 0.1	8.832	279. 62	7. 312
16095	Σ 2922	22 33. 6	+ 39 23	5.83 - 6.55	0.72	— 0.3	8.813	185. 51	22. 327
16291	Σ 2947	22 47. 3	+ 68 18	7.11 - 7.17	0.06	0.1	8.955	63. 47	3. 946
17054	Σ 3042	23 49. 3	+ 37 37	7.76 - 7.85	0.09	0.1	8.832	87. 56	5. 207

21. il numero delle misure in $\Delta\delta$ con film sopra;
22. il numero delle misure in $\Delta\delta$ con vetro sopra;
23. e. m. della misura di una imagine in $\Delta\alpha \cos \delta$;
24. e. m. della misura di una imagine in $\Delta\delta$;
25. peso della media in $\Delta\alpha \cos \delta$, dato da $\frac{1}{(e. m.)^2}$;
26. peso della media $\Delta\delta$, dato da $\frac{1}{(e. m.)^2}$.

Nella tabella V sono contenute le misure nella forma solita per le misure di stelle doppie: angolo di posizione e distanza. Le colonne contengono:

1. il numero del catalogo di **AITKEN**;
2. il nome della stella;
3. l'ascensione retta per il 1950;
4. la declinazione per il 1950;
5. la grandezza delle due componenti;
6. la differenza di grandezza;
7. la differenza di grandezza dopo applicato il reticolo; differenze negative significano ipercorrezione;
8. data dell'osservazione;
9. angolo di posizione riferito all'equinozio della data di osservazione;
10. la distanza.

Merate, R. Osservatorio Astronomico, marzo 1939-XVII.

*Estratto da « Viaggi di studio » promossi dalla Fondazione Volta
istituita dalla Società Edison di Milano. — Vol. V.*
