

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI  
ANNO CCC.  
1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

2° SEMESTRE.



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

si può ridurre alla forma (7) o (8). Infatti, con una integrazione per parti si ottiene

$$\varphi(y) = \varphi_0(y, y) f(y) - \psi_0(x, 0) f(0) + \int_0^y \left( \psi_1 - \frac{\partial \psi_0}{\partial x} \right) f(x) dx;$$

la quale mostra che deve essere  $f(0) = 0$ , se  $\psi_0(x, 0)$  è una vera funzione di  $x$ . In tal caso l'equazione assume la forma (8), cioè

$$\frac{\varphi(y)}{\psi_0(y, y)} = f(y) + \int_0^y \frac{\psi_1 - \frac{\partial \psi_0}{\partial x}}{\psi_0(y, y)} f(x) dx,$$

supponendo che sia  $\varphi(0) = 0$ ,  $\psi_0(y, y) \neq 0$ , e che il coefficiente di  $f(x)$  soddisfaccia alle condizioni imposte alla  $\psi$  nella (8).

Se  $\psi_0(x, 0)$  fosse una costante non nulla, si potrebbe porre

$$\psi_0(y, y) f(y) = P(y);$$

dopo di che l'equazione assumerebbe la forma (7). Ed infine, supponendo  $\psi_0(x, 0) = 0$ , si ritornerebbe alla forma (8).

**Fotografia del cielo.** — *Sulla precisione delle posizioni delle stelle ottenute mediante la fotografia.* Nota del prof. G. BOCCARDI<sup>(1)</sup>, presentata dal Corrispondente A. RICCÒ.

A tutti è noto che l'applicazione della fotografia celeste alla costruzione di cataloghi stellari ha notevolmente abbreviato il lavoro; ma forse non tutti si fanno ragione del grado di esattezza che si può raggiungere nelle posizioni fotografiche delle stelle, grado che è di gran lunga superiore a quello delle posizioni date dai migliori Cataloghi e poggiate sopra molte osservazioni meridiane.

L'illustre sig. Loëvy, in diverse Memorie pubblicate recentemente, ha esaminate e discusse le diverse cause di errore, le quali, sebbene in grado minimo, sussistono nelle posizioni fotografiche delle stelle. La conclusione cui egli è giunto, sia in dette Memorie, sia nella introduzione al I volume del catalogo fotografico di Parigi, è che nell'errore il quale rimane sulle posizioni fotografiche delle stelle entrano:

1°. La inesattezza delle misure delle coordinate rettilinee delle stelle sulla lastra;

2°. La inesattezza proveniente dalla costituzione del sottile strato di gelatina che ricopre la lastra, cioè dal suo non uniforme grado di sensibilità

<sup>(1)</sup> R. Osservatorio di Catania. Dicembre 1903.

nella estensione dei singoli quadratini del reticolato impresso, e dalle deformazioni che detto strato subisce. Secondo Loewy, l'errore introdotto da questa causa fisica sulle coordinate misurate è poco sensibile fino alla 10<sup>a</sup> grandezza; ma per le stelle più piccole della 10<sup>a</sup> esso è sensibile e quasi eguale all'errore dipendente dalle misure stesse, e cresce rapidamente al diminuire della grandezza;

3°. Le incertezze che rimangono sulle posizioni in coordinate equatoriali adottate per le stelle di confronto, scelte sulla lastra per determinare le costanti e le correzioni delle misure.

Incaricato finora della riduzione in catalogo stellare delle fotografie celesti eseguite nel R. Osservatorio di Catania dal direttore, prof. Riccò, e dal sig. ingegnere Mascari, ho avuto occasione di occuparmi anch'io del grado di precisione, che si può ottenere nelle posizioni fotografiche stellari.

Per determinare questa precisione ho preferito un metodo pratico, il principio generale del quale consiste in paragonare le divergenze fra le posizioni fotografiche di una stella, date da diversi Osservatori, alle divergenze fra le posizioni della stella medesima, date anche da diversi Osservatori, e poggiate sopra osservazioni al circolo meridiano. Nel fare i confronti fra le divergenze fotografiche e le meridiane, non sono ricorso agli errori *medi* o *probabili* dei due generi di misure, perchè, se per le posizioni meridiane era possibile calcolare detti errori secondo il metodo dei minimi quadrati, avendosi molte posizioni meridiane delle medesime stelle, date da diversi Osservatori, ciò non era possibile per le posizioni fotografiche, poichè raramente la stella medesima è stata fotografata da parecchi Osservatori, ed anche più raramente furono pubblicati i risultati fotografici. Infatti io non ho potuto istituire il confronto che fra 2 o al più 3 posizioni fotografiche delle medesime stelle. Ho quindi creduto preferibile il calcolare per due generi di misura *le divergenze dal valore medio* e paragonarle fra loro.

Riguardo alle posizioni meridiane, il sig. Loewy poggiandosi sopra tutte le posizioni meridiane di 21 stelle di riferimento di *Eros*, ha calcolato i seguenti errori probabili:

$$\text{per } \alpha \dots \pm 0'',350, \quad \text{per } \delta \dots \pm 0'',332.$$

Ma questo risultato non è generale, variando molto l'errore probabile secondo le stelle, anche di declinazione poco differente. Si vedrà che per 42 stelle di *Eros*, da me adoperate in uno dei saggi fatti, si ha per *divergenza media* di una posizione meridiana, data da un Osservatorio, dalla media di tutte le posizioni date da molti Osservatori:

$$\text{per } \alpha \dots \pm 0'',69, \quad \text{per } \delta \dots \pm 0'',36.$$

Per un altro gruppo di 18 stelle di *Eros*, trovo:

$$\text{divergenza media: per } \alpha \dots \pm 0'',84, \quad \text{per } \delta \dots \pm 0'',42.$$

Il confronto delle divergenze, relative alle posizioni fotografiche ed alle meridiane, può farsi per ogni stella in particolare, e allora l'influsso della grandezza sparisce, cioè si può avere per ogni grandezza una idea esatta della precisione dei due metodi. Però, avendo io confrontato posizioni di stelle quasi tutte inferiori alla 8<sup>a</sup> grandezza e superiori alla 10<sup>a</sup>, la media delle divergenze per le diverse stelle può anche dare una idea esatta del grado di precisione che si può raggiungere su stelle così piccole. Siccome poi le posizioni meridiane di ogni stella di *Eros*, date dai diversi Osservatori, sono poggiate sopra presso a poco lo stesso numero di osservazioni, non ho avuto riguardo alla leggera differenza che potrebbe provenire dalla diversità del numero delle osservazioni.

Riferirò qui soltanto alcuni dei molti saggi da me fatti per determinare la precisione delle posizioni fotografiche.

I. Ho paragonato fra loro le posizioni fotografiche di 42 stelle di confronto appartenenti a lastre degli Osservatori di Parigi e di Bordeaux, prendendo i dati relativi dalla circolare N<sup>o</sup>. 10 dell'Osservatorio di Parigi. Le stelle furono la 53<sup>o</sup>.470 della D. M. e le seguenti nella circolare (p. 162) fino alla 52<sup>o</sup>.609. Ho formato le divergenze per  $\alpha$  e  $\delta$  fra le posizioni fotografiche date da Parigi e quelle date da Bordeaux. Senza ricorrere ai quadrati, ho formata la media aritmetica di dette divergenze, prese in valore assoluto, per  $\alpha$  e  $\delta$ , ottenendo i valori rispettivi:  $\pm 0^{\circ}.0210$  e  $\pm 0''.197$ . La divergenza di una posizione fotografica dal valore medio fra due posizioni fotografiche è dunque la metà di questi valori, cioè:  $\pm 0^{\circ}.0105$  e  $\pm 0''.0985$ . In seguito per ognuna delle 42 stelle ho formato le divergenze fra le posizioni meridiane date dai diversi Osservatori ed il valore medio, cioè la media di queste posizioni (come è stata calcolata a Parigi), ed all'istesso modo che per le fotografiche, per ognuna di dette stelle ho formata la media di dette divergenze, dividendo cioè la somma delle divergenze dalla media, prese in valore assoluto, pel loro numero. Addizionando tutte queste medie delle divergenze relative ad ognuna delle 42 stelle, ho divisa la somma per 42, ed ho ottenuto così per valori della divergenza di una posizione meridiana dalla media:  $\pm 0^{\circ}.0461$  e  $\pm 0''.363$ . Siccome tanto le posizioni fotografiche, date dai due Osservatori, quanto le posizioni meridiane fornite da molti Osservatori, furono ottenute nella stessa epoca, cioè nella seconda metà dell'anno 1900, il confronto fra i risultati dei due metodi è legittimo anche per questo capo.

Essendo poi le divergenze medie, ottenute come sopra, vicine in valore a quelle che si otterrebbero ricorrendo ai quadrati, se si credesse di potere per ciò applicare anche in questo caso i criteri del metodo dei minimi quadrati, per giudicare della precisione relativa dei due generi di misura, si avrebbe che nell'esempio citato la precisione delle posizioni fotografiche è per  $\alpha$  più di 16 volte maggiore di quella delle posizioni meridiane, per  $\delta$  un po' meno di 16 volte maggiore. Ma questa proporzione varia secondo i casi.

II. Il secondo saggio che riferisco poggia sopra considerazioni di genere un po' diverso, cioè sul confronto della divergenza massima fra più posizioni fotografiche di una stella con la divergenza massima fra le posizioni meridiane, date per la medesima stella da diversi Osservatori. Ho ridotto col mio metodo le lastre N° 775 e 1856 di Catania, aventi 9 stelle di confronto comuni, e per ognuna di dette stelle ho adottata per posizione fotografica la media dei risultati delle due lastre. Siccome di queste 9 stelle sono date nella citata circolare le posizioni fotografiche ottenute a Parigi e per 4 di esse anche le posizioni adottate a Bordeaux, ho per ogni stella paragonate fra loro le posizioni fotografiche di Parigi, Catania e Bordeaux (quando ve n'erano) e scritta per ognuna delle 9 stelle la divergenza più grande fra le posizioni fotografiche dei detti Osservatori. Ho poi d'altra parte paragonate fra loro, per ognuna delle 9 stelle le posizioni meridiane ottenute in diversi Osservatori, in occasione delle osservazioni di *Eros*, e parimenti scritta per ogni stella la divergenza massima.

I risultati si trovano nel quadro seguente, nel quale i piccoli numeri scritti sotto i secondi delle ascensioni rette fotografiche per Parigi, Bordeaux e Catania indicano il numero di lastre, su cui la posizione fotografica è poggiata.

Posizioni fotogr. pel 1900,0					Posizioni fotogr. pel 1900,0					
Diverg. merid.	Parigi	Bord.	Catania	Diverg. fotograf.	Diverg. merid.	Parigi	Bord.	Catan.	Diverg. fotogr.	Diver. merid.
48,746	<sup>h</sup> 2.37 <sup>m</sup> 22,085 <sup>s</sup> 2		22,073	0,012	0,06	48.48 20,30	"	20,58	0,28	1,2
48,750	" 38.56,222		56,244	0,022	0,15	48.32. 8,16		7,98	0,22	1,2
48,760	" 41.25,413	25,398	25,396	0,017	0,06	48.48. 6,30	6,21	6,51	0,30	0,9
47,700	" 41.43,828		43,840	0,012	0,23	48. 2. 9,92		9,64	0,28	1,2
48,762	" 42. 1,295	1,274	1,267	0,028	0,18	48.45.58,93	58,77	59,44	0,67	0,8
48,763	" 42.27,528	27,523	27,498	0,030	0,28	48.53. 4,87	4,55	5,14	0,59	1,2
48,764	" 42.43,272		43,241	0,031	0,12	48.27.49,24		49,21	0,03	1,2
48,770	" 44.19,649	19,659	19,649	0,026	0,33	48.56.10,40	10,07	10,58	0,51	1,4
47,714	" 44.39,926		39,926	0,017	0,09	48. 5.32,45		32,22	0,23	1,4
				medio = 0,0217	= 0,167				medio = 0,346	± 1,167

Le divergenze meridiane sono date con una cifra di meno, perchè le posizioni date dai diversi Osservatori vanno fino a questa approssimazione.

La mancanza delle posizioni fotografiche di Bordeaux per 5 sulle 9 stelle non può togliere forza al metodo qui seguito, perchè le posizioni di Catania essendo poggiate appena su due lastre, deve *a priori* ritenersi che le diver-

genze più grandi debbano verificarsi per esse. Ciò è confermato in parte dal quadro precedente, ma anche più dal confronto delle posizioni fotografiche di Parigi e Bordeaux per tutta la serie di stelle della circolare N°. 10, per le quali, generalmente, le divergenze sono minori di quelle risultanti per queste 9 stelle fra i detti due Osservatori.

Dal quadro precedente si rileva che il medio delle divergenze più grandi fra le posizioni fotografiche è per  $\alpha$  presso a poco 8 volte minore del medio corrispondente per le posizioni meridiane; per  $\delta$  è più di 4 volte minore. È dunque evidente la grande superiorità delle posizioni fotografiche sulle più esatte posizioni meridiane attuali. Ciò è tanto più vero in quanto le divergenze meridiane date nel quadro precedente si riferiscono ad osservazioni fatte nell'istessa epoca, mentre le lastre di Catania (le quali danno il maggior numero delle divergenze più grandi) non furono eseguite in quell'epoca, come invece ha luogo per le posizioni fotografiche di Parigi e Bordeaux.

III. Un altro fatto importante che risulta dal confronto delle posizioni fotografiche fra loro, è che la precisione di queste aumenta ben poco col moltiplicare il numero delle lastre sulle quali si fanno riposare. Ciò si deduce sia dal quadro precedente, sia e molto più dal confronto delle posizioni fotografiche di Parigi e Bordeaux relativamente alle 42 stelle di cui sopra. Fra queste, per citare qualche esempio, si vede (circolare N°. 10, p. 163) che per una stella la posizione fotografica di Parigi, poggiata su 25 lastre, differisce da quella di Bordeaux, poggiata su 7 lastre, per  $0^s,023$ ,  $0''003$ ; per un'altra stella, le posizioni della quale riposano rispettivamente su 28 e 10 lastre, le divergenze fra i detti due Osservatori sono:  $0^s,012$ ,  $0''028$ . Invece per una stella poggiata su 3 lastre in Parigi e 3 in Bordeaux le divergenze sono appena:  $0^s,012$ ,  $0''19$ . E siffatti esempi si potrebbero moltiplicare.

Io trovo una conferma di questo fatto nell'esame delle divergenze residuali fra le posizioni meridiane adottate per le stelle di confronto e le posizioni fotografiche delle medesime stelle. Infatti, se paragoniamo fra loro i detti residui per stelle ridotte in diversi Osservatori con numero molto diverso di lastre, troviamo che quei residui non sono molto diversi fra loro; sicchè poco giova il moltiplicare il numero delle lastre su cui si fa riposare la posizione fotografica.

Per non ricorrere ad altri esempi, io do nel quadro seguente per le 9 stelle, di cui sopra, le divergenze residuali: posizione meridiana—posizione fotografica, per Parigi, Bordeaux e Catania. Si noti che le posizioni meridiane cui ho paragonate le fotografiche, sono quelle adottate rispettivamente in questi tre Osservatori (1). Anche nel quadro seguente i piccoli numeri scritti

(1) Non essendo state pubblicate per le stelle di riferimento di *Eros* le posizioni meridiane da adottarsi, ogni Osservatorio che ne aveva bisogno ha dovuto far da sè il

sotto i secondi di ascensione retta indicano il numero di lastre sulle quali riposa la rispettiva posizione fotografica. Si noti che le coordinate rettilinee delle stelle sulla lastra furono a Parigi dedotte dalla misura di due immagini (di ogni stella) ognuna misurata due volte, e queste quattro misure furono ripetute in quattro orientamenti, diversi per 90°. Le coordinate di Catania poggiano sulla misura di una sola immagine fatta una sola volta in un orientamento ed un'altra volta in un orientamento a 180°.

*Divergenze fra le posizioni meridiane e le fotografiche.*

(Senso: merid.—fotog.).

per $\alpha$			per $\delta$		
Parigi	Bordeaux	Catania	Parigi	Bordeaux	Catania
+ 0,053 2		+ 0,049 2	+ 0,07	"	+ 0,19
- 0,017 5		0,000 2	- 0,14		- 0,41
- 0,011 4	- 0,025 5	- 0,035 2	- 0,03	- 0,13	+ 0,10
+ 0,008 5		+ 0,019 2	- 0,10		- 0,36
- 0,020 4	- 0,032 2	- 0,046 2	+ 0,15	- 0,04	+ 0,55
+ 0,009 6	+ 0,008 5	- 0,019 2	+ 0,08	- 0,10	+ 0,23
- 0,007 5		- 0,047 2	- 0,19		- 0,25
+ 0,005 2	+ 0,011 4	- 0,021 2	+ 0,50	+ 0,33	+ 0,73
- 0,021 4		- 0,047 2	+ 0,03		- 0,26

Il fatto del piccolo aumento di precisione delle posizioni fotografiche col moltiplicare le misure e le lastre mi sembra una prova evidente che esse rappresentano il limite superiore della precisione, cui si può giungere coi mezzi attuali di osservazione.

IV. L'ultimo quadro comparativo che qui riferisco riguarda le posizioni fotografiche e le meridiane di 18 stelle di confronto della lastra N°. 2057 di Catania. Delle medesime stelle abbiamo pure le posizioni fotografiche ottenute a Bordeaux non con una sola lastra, come in Catania, ma con parecchie. Le dette stelle non furono fotografate in Parigi. Nel quadro seguente

lavoro del calcolo delle posizioni medie, deducendole dalle posizioni meridiane fornite dai diversi Osservatori. Siccome poi nel dare i pesi a queste posizioni si sono seguiti criteri diversi a Parigi, Bordeaux e Catania, le posizioni medie meridiane adottate in questi tre Osservatori sono diverse per quantità minime.

io do per ogni stella le divergenze fra le posizioni fotografiche, date da quei due Osservatori, e poi le divergenze massime fra le posizioni meridiane date da diversi Osservatori. Naturalmente, perchè il confronto dei due generi di misure fosse legittimo, avrei dovuto paragonare fra loro le posizioni fotografiche non di due Osservatori, ma di parecchi. Però non mi è stato possibile ottenere i dati necessari per questo. Ad ogni modo, dai quadri precedenti si può dedurre che le divergenze massime fotografiche, nel caso di molti Osservatori, non sarebbero sensibilmente più grandi di quelle fra le sole posizioni di Bordeaux e Catania, le quali ultime divergenze sono d'altra parte rese più grandi dalla differenza fra le epoche, in cui furono fotografate le lastre; infatti l'epoca media delle lastre di Bordeaux è il 1900,8, mentre la lastra di Catania fu eseguita dal prof. Riccò il 28 agosto 1903. Invece le posizioni meridiane, fra le quali do qui le divergenze massime, si riferiscono tutte alla stessa epoca.

D. M.	Posizioni fotografiche nel 1900,0				Differenze		Diverg. massime fra due posiz. meridiane	
	Bordeaux	Catania	Bordeaux	Catania	Bordeaux	Catania		
51,317	1.24.26,147 <sub>3</sub>	26,135	51.34.41,71	41,35	+ 0,012	+ 0,36	0,17	2,6
49,401	24.37,849	37,821	50. 9. 7,16	7,30	+ 0,028	- 0,14	0,14	1,4
49,400	24.38,426 <sub>3</sub>	38,401	50. 5.56,10	55,81	+ 0,025	+ 0,29	0,15	2,2
50,297	25.41,687 <sub>3</sub>	41,693	50.55.13,84	14,82	- 0,006	- 0,98	0,13	1,1
50,298	26.12,652 <sub>2</sub>	12,714	50.38.51,85	51,90	- 0,062	- 0,05	0,13	2,2
50,299	26.22,631 <sub>2</sub>	22,648	50.18.34,51	35,04	- 0,015	- 0,53	0,13	1,4
50,300	26.48,642 <sub>4</sub>	48,656	50.58. 5,01	5,10	- 0,014	- 0,09	0,30	1,5
50,301	26.59,920 <sub>3</sub>	59,945	50.22. 1,17	1,61	- 0,025	- 0,44	0,34	1,4
51,331	27.58,708 <sub>4</sub>	58,722	51.19.13,29	12,59	- 0,014	+ 0,70	0,12	2,5
49,414	28.19,574 <sub>3</sub>	19,582	50. 1. 1,62	1,92	- 0,008	- 0,30	0,23	2,1
51,334	28.33,733 <sub>4</sub>	33,808	51.38.28,99	28,55	- 0,025	+ 0,44	0,18	1,0
51,338	29.22,542 <sub>4</sub>	22,581	51.39. 7,87	7,25	- 0,039	+ 0,65	0,31	1,7
49,416	30. 5,718 <sub>3</sub>	5,705	50.12.23,77	24,43	+ 0,013	- 0,66	0,27	1,2
51,339	30.24,396 <sub>4</sub>	24,383	51.14.15,90	15,50	+ 0,013	+ 0,16	0,22	0,8
50,314	30.44,606 <sub>3</sub>	44,581	50.44.59,37	59,94	+ 0,025	- 0,57	0,21	0,6
49,422	31.42,180 <sub>3</sub>	42,178	50. 5.47,45	47,60	+ 0,002	- 0,15	0,24	3,4
51,357	33.13,708 <sub>4</sub>	13,651	51.45.32,45	32,19	+ 0,057	+ 0,26	0,33	7,9
51,363	34. 2,612 <sub>1</sub>	2,551	51.21.27,81	27,56	+ 0,061	+ 0,25	0,26	1,8

medio: = 0,0247 = 0,387 = 0,2144 = 1,711



V. Riassumendo, ecco le conclusioni principali cui sono giunto :

1°. Se si misurano una sola volta le coordinate rettilinee della sola immagine più grande di una stella (fra le due immagini che si ottengono in Catania) in un orientamento della lastra, e si ripete la misura sulla stessa immagine in un orientamento a 180° dal primo, la media dei valori ottenuti per le coordinate della stella nelle due posizioni della lastra è più esatta della media che si otterrebbe col misurare sempre nella stessa orientazione due immagini della stella, ognuna due volte, come si fa, per esempio, a Parigi.

2°. Non avendo io preso ad esame stelle di grandezza inferiore alla 10<sup>a</sup>, non ho potuto constatare l'errore dipendente dallo strato di gelatina; però il fatto che fino alla 10<sup>a</sup> grandezza le divergenze (relative alla stessa stella) fra le posizioni fotografiche ottenute in diversi Osservatori e le posizioni meridiane sono vicine fra loro, sembra confermare che fino a quella grandezza l'influsso di quello strato è quasi nullo, non potendosi ammettere che su lastre di diversi Osservatori gli effetti di quella causa di errore sieno eguali.

3°. La precisione delle coordinate celesti delle stelle di confronto dedotte dalle lastre, è sempre per le ascensioni rette per lo meno 10 volte maggiore di quella delle posizioni poggiate sopra parecchie osservazioni al circolo meridiano; spesso quella precisione è più di 15 volte maggiore. Quanto alle declinazioni, la precisione delle posizioni fotografiche è almeno 4 volte maggiore di quella delle meridiane, spesso più di 7 volte.

4°. Risultando dagli studi fatti a Catania e altrove che la precisione delle posizioni fotografiche delle stelle non prese per confronto (per determinare le costanti della lastra) è inferiore a quella delle posizioni delle stelle di confronto, presso a poco nella proporzione di 1 a 2, può dirsi che la precisione delle posizioni fotografiche di dette stelle è per  $\alpha$  almeno 5 volte maggiore di quella delle posizioni meridiane; per  $\delta$  poi almeno 2 volte maggiore. Ben inteso che questo si riferisce a lastre, le costanti delle quali furono determinate con 10 o 12 stelle di confronto. Per lastre sulle quali si poterono trovare 20 o più stelle di confronto, la precisione delle posizioni fotografiche è quasi la stessa per tutte le stelle della lastra.

Stella	Asc. retta	Declinazione	Asc. retta	Declinazione	Asc. retta	Declinazione	Asc. retta	Declinazione
11	120	450	120	450	120	450	120	450
12	120	450	120	450	120	450	120	450
13	120	450	120	450	120	450	120	450
14	120	450	120	450	120	450	120	450
15	120	450	120	450	120	450	120	450
16	120	450	120	450	120	450	120	450
17	120	450	120	450	120	450	120	450
18	120	450	120	450	120	450	120	450
19	120	450	120	450	120	450	120	450
20	120	450	120	450	120	450	120	450

$1171 = 4120 = 730 = 7100 = 11100$