

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1897

Astronomia. — Sulla teoria di Wilson relativa al livello delle macchie solari. Nota del Corrispondente A. Riccò (1).

Mentre i primi astronomi che hanno lungamente studiato il sole, come Wilson, Secchi, De la Rue, Faye, Tacchini, ritenevano che le macchie solari fossero cavità nella fotosfera, più recentemente altri, come Spörer, Perry, Wipple, Howlett, ed ultimamente Frost (2), hanno espressa l'opinione che le macchie siano allo stesso livello, od anche elevate come nubi, al disopra della fotosfera; anche le statistiche ricavate da alcuni dei predetti autori sopra disegni o fotografie hanno dato risultati ora favorevoli, ora contrari o poco significanti, rispetto alla teoria di Wilson: talchè la questione da taluni è ritenuta ancora pendente. Ho creduto quindi opportuno di fare anch'io una statistica rigorosa sopra una lunga serie di disegni delle macchie solari eseguiti in condizioni singolarmente favorevoli per il cielo e gli strumenti con cui fu fatta.

La serie di osservazioni e disegni quotidiani del sole fu da me eseguita dal 1880 al 1890, nell'Osservatorio di Palermo con un refrattore dell'apertura di 0^m,25: nel 1891 la doveti tralasciare perchè il refrattore di Catania, ove io era passato, non era ancora pronto: la continuai anche nel 1892, e dopo fu proseguita dal 1° assistente dell'Osservatorio stesso, ing. A. Mascari.

Affinchè la serie sia ben omogenea, per il presente studio mi sono valso solo delle osservazioni fatte da me, anzi ho tralasciato di considerare quelle del primo anno 1880 in cui non avevo ancora fatto sufficiente esercizio in questa sorta di disegno.

I disegni delle macchie sono eseguiti in scala grande, nella ragione di 0^m,57 per il diametro solare.

Le osservazioni solari sono state fatte in 3451 giorni e si sono disegnate 17456 macchie complete, cioè escluse nel novero le minime che chiamiamo *fori* o *pori*: di esse però erano nuove o diverse nelle singole rotazioni, solo 3324; delle quali in generale si è osservato

il nascere ed il tramontare agli orli Est ed Ovest (terrestri) del sole, nelle quali circostanze, se la teoria di Wilson è vera, si dovrà aver osservata e disegnata più stretta od anche mancante la penombra nella parte delle macchie più lontana dall'orlo solare, come quella che si vede più in iscorcio (fig. 1).

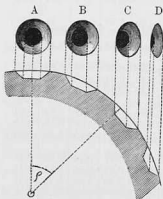


FIG. 1.

(1) Presentata nella seduta del 7 marzo 1897.

(2) Astrophysical Journal, Chicago, October 1896.

Però in questo studio bisogna escludere tutte le macchie di forma irregolare: perciò si tralasciano tutte quelle che non avevano rotonda la penombra ed il nucleo e questo ben centrato, quando erano vicine al centro del disco solare, e che non erano ellittiche e simmetriche rispetto al loro meridiano nelle altre posizioni.

Fatta questa esclusione con molta severità, il numero dei disegni delle macchie, i quali possono servire a questa indagine, si riduce a soli 185 negli 11 anni complessivamente, coi seguenti risultati:

Anni	Penombra delle macchie regolari		
	più larga all'orlo	più stretta all'orlo	egualmente larga
1881	28	0	9
1882	16	7	2
1883	19	2	2
1884	22	5	4
1885	15	1	6
1886	10	0	6
1887	7	0	0
1888	0	1	0
1889	1	0	3
1890	2	1	1
1891			
1892	11	1	3
Somma	131	18	36

Si rileva che in tutti gli anni (eccetto nel 1888, vicino al minimo, in cui si osservò una sola macchia perfettamente regolare) si ebbe un maggior numero di macchie, le quali agli orli solari si presentarono con aspetto conforme alle teorie di Wilson: pochi furono i casi contrari, anzi questi mancarono affatto in 4 anni: i casi indifferenti furono pure assai scarsi; nell'insieme i casi conformi, i contrari e gli indifferenti sono nella proporzione

conformi : contrari : indifferenti :: 7,3 : 1 : 2

e complessivamente si hanno i casi

conformi : non conformi :: 2,4 : 1.

Dunque il numero dei casi in cui le macchie all'orlo del sole si sono presentate come conformi alla prospettiva di una cavità è notevolmente superiore al numero dei casi indifferenti o contrari.

Si deve poi aggiungere che vi sono da considerare fra i precedenti, i casi ancor più significanti in cui nelle macchie vicinissime all'orlo solare la penombra viene a mancare totalmente da un lato, in conformità all'effetto prospettico (fig. 1: C, D): come risulta dal seguente specchio, di questi casi, nelle 185 macchie regolari considerate, se ne sono presentati 23 favorevoli, cioè senza penombra nel lato lontano dall'orlo, ed un solo contrario, nel quale però anche l'altro lato della penombra era ridotto minimo.

Dunque questo fenomeno si è verificato in $\frac{1}{8}$ delle macchie regolari studiate, ed il caso unico contrario forse è trascurabile, potendo dipendere da inesattezza dell'osservazione e del disegno, sempre difficili nelle macchie vicinissime agli orli solari.

Tale risultato certamente non può essere effetto del caso, e quindi da esso e dall'altro risultato precedente dobbiamo concludere che:

Le macchie presso gli orli solari si presentano per prospettiva come se fossero cavità.

Macchie regolari
con penombra invisibile ad un lato.

Data	Distanze dall'orlo solare			
	Est		Ovest	
	Millesimi del raggio	Gradi eliocentrici	Millesimi del raggio	Gradi eliocentrici
1881 Febb. 14	18	11°.2		
Magg. 31			5	0°.0
Lugl. 1	18	11. 2		
Lugl. 6			14	9. 9
Ago. 14			4	5. 4
Nov. 28			4	5. 4
1882 Genn. 2			22	12. 3
Genn. 30			40	16. 5
Febb. 24			9	8. 0
Mar. 17			4	5. 4
Giu. 6			8	7. 5
1883 Genn. 7			14	9. 9
Genn. 11			27	13. 6
Dic. 6	22	12. 3		
1884 Genn. 1			10	8. 4
Mar. 13	12	9. 2		
Mar. 19			6	6. 5
1885 Mag. 26			14	9. 9
Ago. 17			9	8. 0
1886 Apr. 14	7	7. 0		
Dic. 28	18	11. 2		
1892 Lugl. 8	20	11. 7		
Ott. 17			18	11. 2
Medie		10. 5		9. 0

Media distanza eliocentrica dall'orlo ($90^\circ - e$) . . 9°.5

Pendenza della penombra [$90^\circ - (e + e')$] . . 9. 25 = 16 %.

Quando si osserva la penombra ridotta a larghezza nulla ad un lato del nucleo è facile calcolare la profondità della macchia: infatti se si suppone il contorno esterno della penombra unito al nucleo da un pendio conico, nel caso in discorso la visuale dell'osservatore coincide colla direzione del detto pendio (fig. 1: C), quindi l'inclinazione di esso al raggio solare che passa per la macchia sarà uguale all'angolo eliocentrico ϱ che essa sottende col punto della superficie solare proiettato nel centro del disco per un osservatore a distanza infinita, ed all'angolo $\varrho + \varrho'$ per un osservatore ad una distanza tale che l'intervallo fra la macchia ed il centro del disco sottenda l'angolo geocentrico ϱ' : quindi la pendenza sarà:

$$p = 90^\circ - (\varrho + \varrho') = 9^\circ.25$$

secondo la media dei valori riferiti nella tabella precedente; cioè la profondità (tang. $9^\circ.25$) è 16 % della larghezza della penombra. Quindi supposta la penombra di una macchia larga come il raggio terrestre (6366^{km}), la profondità del nucleo sarà di un migliaio di chilometri (1037^{km}).

L'aver osservato il fenomeno un numero di volte maggiore all'orlo ovest anziché a quello est, dipende solamente da ciò che spesso coll'osservazione si sono seguite le macchie al loro tramontare, fino alla scomparsa, o quasi: mentre l'apparizione delle macchie all'orlo est avvenendo inaspettatamente, o quasi, spesso alla prima osservazione, esse si trovano già avanzate sul disco solare, tanto da non essere più visibile il fenomeno in discorso.

L'ineguaglianza dei singoli valori di $90^\circ - (\varrho + \varrho')$, ossia di ϱ , può dipendere dall'essere nelle varie macchie diverso il rapporto della profondità alla larghezza della penombra; ma dipende anche certamente da ciò che di rado nelle osservazioni si colse il vero momento in cui il contorno della penombra giungeva a contatto del contorno dell'ombra (fig. 1: C): quindi per lo più la distanza misurata dall'orlo solare corrisponde a quando il nucleo era più o meno intaccato o coperto dal contorno dalla penombra (fig. 1: D); per conseguenza la distanza suddetta, oppure $90^\circ - (\varrho + \varrho')$ sarà in generale minore del vero ed altrettanto sarà per la profondità risultante.

Un'altra prova che le macchie appaiono come cavità, consiste nel fatto osservato da Cassini, Herschell, De la Rue, Secchi, Tacchini ed anche da me parecchie volte, che cioè le grandi macchie giungendo proprio all'orlo solare vi producono una sensibile depressione od intaccatura; certamente queste osservazioni sono difficili perchè le macchie solari all'orlo si vedono con poca distinzione, non fosse altro perchè non manca mai qualche agitazione dell'orlo medesimo, cosicchè sarebbe difficile dire se l'incavo delle macchie che così si osserva è assoluto rispetto alla fotosfera, oppure solamente relativo al rialzo od argine di facole lucide, che ordinariamente circonda le macchie. Ad ogni modo anche questo fenomeno è caratteristico e ben diverso da quello che dovrebbe osservarsi, se le macchie fossero rialzi o nubi sospese al di sopra della fotosfera.

Una dimostrazione più frequente e più persuasiva dell'essere il livello del nucleo delle macchie inferiore a quello della fotosfera, è data dalla presenza delle macchie, specialmente se multiple e complicate, di lingue lucide che provenendo dalla fotosfera attraversano la penombra ed il nucleo, e si diffondono entro di questo: evidentemente queste lingue sono ad un livello superiore: e non si saprebbe concepire una nube oscura avvolta da fiamme luminose per spiegare un tale aspetto. I migliori disegni di macchie fatte da astronomi accurati ed abili disegnatori fanno vedere questo, e diventerebbero inesplicabili se si volesse ritenere che la macchia od anche il solo nucleo fosse una nube sovrastante alla fotosfera.

Anche la *parallasse di profondità* delle macchie solari, trovata dal Paye, e che sarebbe confermata dalle osservazioni difficili del Secchi, è una prova della concavità delle macchie stesse.

Certamente la rifrazione atmosferica solare, cioè quella prodotta dagli strati aereiformi sovrastanti alla fotosfera, modifica l'aspetto degli oggetti solari vicino agli orli, e può influire quindi anche su quello delle macchie da noi studiate; però noi siamo lungi dall'ammettere che la detta rifrazione solare sia molto notevole e ci pare assolutamente impossibile che lo sia a tale grado da aversi la *rifrazione circolare*, secondo la teoria di Schmidt, per cui non esisterebbe un vero contorno solare e la fotosfera, le facole, le macchie, le protuberanze, non sarebbero che illusioni ottiche, miraggi, che si produrrebbero per irregolarità nella densità degli strati aereiformi del sole.

La regolarità dei movimenti delle macchie, del loro cambiamento d'aspetto secondo le regole della prospettiva, ed altrettanto si dica delle facole e delle protuberanze, coi grandi e rapidi spostamenti di queste tanto osservati direttamente, che determinati col principio di Doppler; l'accordo della rotazione della fotosfera, determinata con le belle osservazioni spettroscopiche del Dunér, con quella trovata per mezzo dell'osservazione diretta delle macchie: insomma la regolarità e l'accordo di tutto ciò che osserviamo nel sole, sia direttamente, sia collo spettroscopio, esclude la possibilità che si vedano in esso oggetti non esistenti od anche in posizione e con forma sostanzialmente diversa da quella che vediamo. Quindi non possiamo considerare come un effetto della rifrazione solare, come un'illusione ottica, anche l'aspetto di cavità che presentano le macchie solari. Per altro le considerazioni ed i principi fisici su cui è stabilita la teoria di Schmidt, e quella su cui è fondata l'opinione di E. B. Frost, meritano la più seria ponderazione. Ma se è prudenza avere dei dubbi su ciò che vediamo, ci pare che ne dovremo avere di più sulla applicabilità di certi principi e risultati della fisica ad un ambiente così straordinario e poco conosciuto come è la sfera solare, anziché per l'applicazione ad essa dei principi della prospettiva, che hanno semplicità geometrica e più grande generalità.