SUGLI

SPETTRI PRISMATICI DE' CORPI CELESTI

MEMORIA III

DEL

P. ANGELO SECCHI

Ricerche spettrali sul Sole

PARTE I.

§ I. Introduzione.

Sul finire dell'ottobre 1868 arrivava in Europa la notizia della scoperta fatta dal sig. Janssen nelle Indie il giorno dopo l'eclisse dell' 8 agosto 1868, il quale era riuscito a vedere in pieno sole le protuberanze sino allora visibili solo durante l'eclisse, e ciò mediante lo spettroscopio. Nello stesso giorno si annunziava la medesima scoperta come fatta dal sig. Lockyer a Londra nel 20 ottobre con metodo simile.

Appena ne avemmo avviso cercammo di verificarla; e il primo giorno di cielo puro, appena invitato lo spettroscopio al refrattore di Merz, ai

12 novembre, avemmo la soddisfazione di riuscirvi. Era già gran tempo che avevamo intenzione di esplorare l'orlo del sole con lo spettroscopio, ma l'assicurazione data da molti abili osservatori e dal sig. LOCKYER stesso che nulla vedevasi di più all'orlo del disco che al centro, ce ne avea distolto. Temevamo ancora di guastare lo strumento con l'eccesso di temperatura: ma per ciò bastò limitare l'apertura del grande obiettivo a 8 centimetri, e ricevemmo sulla fessura direttamente l'immagine solare. Messo l'orlo precisamente tangente alla fessura, al suo limite estremo si vide comparire luminosa la riga *C* dell'idrogeno che forma le protuberanze, e poscia anche la *F* del medesimo gas. Mettendo la fessura perpendicolare potemmo definire l'altezza delle protuberanze, e fin da questo primo giorno restammo convinti che lo strato di idrogeno era generale su tutto l'orlo del sole, e solo si alzava di più ove erano le protuberanze. Questa conclusione era completamente d'accordo con quello che ci aveano già insegnato le eclissi, che aveano fatto vedere come tutto attorno all'orlo solare esisteva lo strato rosato, che era una stessa cosa colle protuberanze.

Si apriva così un vasto campo di ricerche e tutto nuovo, nel quale naturalmente chiunque era fornito di mezzi sufficienti dovea rincontrarsi con altri. Noi esporremo in succinto i risultati finali a cui siamo arrivati, rimettendo per le prove di dettaglio agli estratti del giornale che crediamo necessario di dare qui appresso come dimostrazione delle varie conclusioni, e delle varie epoche delle nostre osservazioni.

§ II. Metodo di osservazione.

Abbiamo indicato brevemente il metodo di osservazione tenuto nel primo esperimento di verifica, ma presto ritrovammo che vi era grande luogo a miglioramento. I dettagli delle protuberanze erano assai minuti; ed essendo esse in proporzione della grandezza reale della immagine formata sulla fessura, era naturale che se ne sarebbe facilitata l'osservazione coll'ingrandire l'immagine stessa. Questo ingrandimento fu ottenuto dapprima con un oculare disposto al modo ordinario che si adopera per la

proiezione delle macchie: ma la funzione ottica di tal sistema non fu trovata abbastanza soddisfacente, quindi fu sostituito un eccellente obbiettivo doppio di Amici di 4 millimetri circa di lunghezza focale, mediante il quale l'immagine solare riusciva nettissima, e senza diffusione o aberrazione alcuna tanto nell'orlo solare che nelle macchie. Variando la distanza di queste lenti dalla fessura, e con opportuno movimento del portaoculare si poteva ottenere l'immagine di quella grandezza che più fosse in piacere, il che è molto utile per alcune ricerche.

Lo spettroscopio usato era tale che poteva variarsi il numero di prismi a piacere, e la forza.

Esso era costruito originariamente con due prismi di vetro pesante di Hoffman e di molta bontà, portati su di un piattino circolare. A questo piattino mediante una vite di riunione ne aggiungemmo un secondo che porta un eccellente prisma di Merz di forza dispersiva stragrande, col quale, anche solo, si vedono le righe tutte di Kirchoff. La forza dispersiva dei tre prismi uniti è circa 24°. La deviazione è tale che il raggio refratto dal sistema ritorna parallelo a se stesso pei raggi gialli. Volendo aumentare la forza dispersiva, dopo i tre prismi si può aggiungere un prisma a visione diretta che produce una dispersione di altri 8 gradi.

È noto che può amplificarsi l'ingrandimento dispersivo sia moltiplicando i prismi, sia aumentando la potenza dei cannocchiali. La pratica attuale di usare molti prismi non può raccomandarsi che a titolo di comodità, e per avere grande separazione con istrumenti che occupino poco posto, poichè la lunghezza dei cannocchiali e la distanza della fessura possono supplire per avere aumento eguale anche con pochi prismi.

Usando la fessura lontana dall'obbiettivo 30 metri e un solo dei nostri prismi, cioè il succitato prisma di Merz, con un cannocchiale di 18 pollici di lunghezza abbiamo potuto vedere direttamente tutte le righe di Kirchoff, cioè tante quante si vedono con 3 prismi e con piccoli cannocchiali. Tuttavia per la pratica telescopica la grandezza dello strumento ha un limite assai ristretto, onde il collimatore e il cannocchiale non possono avere che mediocre lunghezza. Però i nostri cannocchiali stante la bontà de' loro obiettivi, possono sostenere un ingrandimento assai forte. Il cannocchialino più corto di Hoffman porta abitualmente gli ingrandimenti 5 e 12, e l'altro di Merz 10 e 20;

ambedue sono forniti di micrometro filare. Quello di Hoffman può ricevere una scala su cristallo graduato all'oculare. Coll'ingrandimento 12 si possono osservare tutte le righe di Kirchoff, e le *D* non solo appaiono separate, ma si vede tra di esse assai distinta la terza intermedia.

La pratica ci ha fatto vedere che non dipende tutto dal numero di prismi nè dall'ingrandimento della dispersione, ma dalla loro perfezione; tanto che con mediocre ingrandimento può vedersi meglio che con uno maggiore. Spingendo più oltre l'ingrandimento l'osservazione diviene difficile per la piccolezza del campo, e le righe, benchè decise e nette, non risaltano più così bene, per la luce che diviene meno abbondante specialmente nelle macchie, nelle quali è mestieri indebolire la luce sensibilmente per avere un sufficiente ingrandimento.

Nel decorso delle nostre ricerche, oltre le tavole di Kirchoff, abbiamo fatto uso anche della mappa di Van der Willingen inserita negli *Annali del Museo* Theyler, tom. I. Questa tavola ha il vantaggio di mettere sott'occhio complessivamente tutto lo spettro e facilitare lo studio delle varie sue regioni: ma pei forti ingrandimenti abbiamo sempre avuto ricorso alla mappa di Kirchoff, e indichiamo la prima per *W*, la seconda per *K*.

§ III. Risultati ottenuti nelle analisi delle protuberanze.

Il sig. Janssen notò fin da principio che nelle protuberanze si vedevano le righe *C* ed *F* dell'idrogeno e una viva nel giallo. Dalle nostre osservazioni risulta che queste tre righe non mancano mai in qualunque punto dell'orlo del sole si diriga la fessura; ma vi sono delle differenze importanti:

1° La riga *C* è la più facile a vedersi, e bisogna da questa cominciare la ricerca. Essa talora arriva all'enorme altezza di 3 minuti, indicando così delle colossali protuberanze simili a quelle vedute nelle eclissi. Sull'orlo generale del sole è molto irregolare la sua altezza e arriva in media a 10″ in 15″.

2° Oltre la parte esterna, questa riga si prolunga spesso notabilmente all'interno sul disco fino a sovrapporvisi per 10" e più.

3° Oltre la parte che si vede viva tanto dentro il disco che fuori, si osserva che su di una parte considerabile del suo prolungamento non è nè luminosa, nè nera, ma sparisce succedendo una luce continua, ed il campo è illuminato uniformemente. Colla fessura parallela all'orlo lo spazio in cui sparisce la *C* è spesso assai esteso.

4° La vivacità della luce della linea è molto maggiore alla base che al vertice, e la forma della linea è dilatata alla base, ed appare per lo più terminata in punta, ov'è di luce più languida, finchè, come si è detto, prima di trasformarsi in nera, prende una luce eguale a quella del contorno del campo.

5° All'esterno del sole essa è fiancheggiata da due linee più fosche, le quali al primo aspetto paiono effetto di contrasto, ma probabilmente hanno un'altra causa reale.

6° La linea lucida è formata sovente da nodi e da pezzi staccati, che sono evidentemente tanti frammenti di protuberanze diverse, una posta sopra l'altra, di varia intensità luminosa.

7° Allargando un poco la fessura parallelamente all'orlo, per quanto la luce può tollerarsi, la linea lucida dell'orlo rosato viene ornata di irregolarità, che sono le scabrosità delle protuberanze stesse.

8° Se le protuberanze sono grandi assai, come già avvertì il signor Janssen, col mezzo di tali linee, come da sezioni fatte in un senso o nell'altro, può riconoscersi la forma loro così:

Abbiamo soventi volte cercato se vi fosse legge stabile sulla direzione del verso dove piegavano, ma finora nessuna ce se n'è presentata rapporto al sole in generale.

La linea lucida nel giallo, che diremo D^3, è distante dalla D^2 del sodio circa due volte e mezzo la distanza delle D^1, D^2. Questa linea è sensibil-

mente il prolungamento di una linea lucida già ivi esistente nello spettro solare, onde non è di rovesciamento. Essa però va in altezza e vigore accompagnando sempre la *C;* ma ho notato che *non sostiene i forti ingrandimenti* come la *C*. Poichè, mentre la *C* e la *F* sotto forti ingrandimenti restano brillantissime, questa si indebolisce assai, e si richiede pratica per distinguerla. Questa particolarità merita attenzione.

Anch'essa, la D^3, è terminata in punta, e spesso si estende vivacemente nell'interno del sole, ma all'esterno non è fiancheggiata da linee scure come la *C*, anzi coi forti ingrandimenti si diffonde e non risalta tagliente come la *C*.

La *F* diviene lucida come la *C*, ma in generale è meno alta, e si illanguidisce di più all'estremità, onde prende la forma di punta di lancia. All'esterno del sole è accompagnata da una stretta zona nera contigua dal lato più refrangibile. Qualche volta si vede anche nell'interno del sole prolungato il tratto luminoso, come accade nella *C*, ed allora un filetto nero tenuissimo si stende dal lato più refrangibile.

Questo sembra indizio che la *F* solare non è solo dovuta all'idrogeno, e ne vedremo un'altra prova appresso.

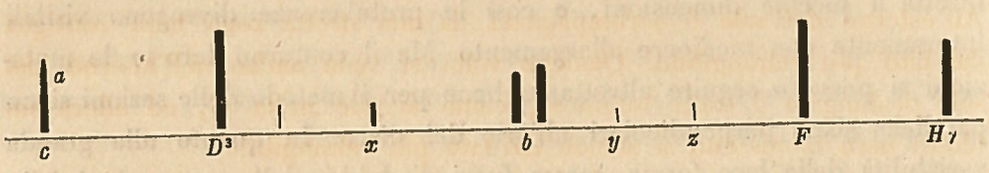
La terza riga dell'idrogeno che resta presso la *G* di Fraunhofer è stata ancor essa da noi veduta luminosa, ma per avere luce sufficiente occorre ridurre a due prismi l'apparecchio.

Le righe dell'idrogeno e la gialla D^3 sono costanti e si osservano dappertutto. Ma la sperienza prova che esse sono sempre più alte colà dove è qualche facola. Quando sta all'orlo una facola, allora a colpo sicuro vi si trovano delle protuberanze. Queste si vedono anche colà dove le facole non si distinguono così marcate. Però sappiamo che all'orlo proprio le facole rare volte si vedono, e se non sono ampie e forti spariscono. Quindi può essere benissimo che realmente una facola esista dovunque si vede una protuberanza, ma finora non possiamo dire che le protuberanze siano *solo* dove sono le facole, benchè sia vero che ove sono facole ivi sono protuberanze, se non più alte notabilmente, almeno più vive. Per meglio determinare il luogo delle facole che difficilmente si vedono coi cannocchiali ordinarii, noi siamo soliti di fare l'osservazione preliminare sotto una cupola oscurata, ove l'unica luce che penetra è quella dell'immagine

del sole proiettata su una carta bianca. Fissato così il luogo delle facole, *sempre* vi abbiamo trovato protuberanze.

Le linee dell'idrogeno però non sono le sole che vi si riscontrino. Le più notabili che abbiamo osservato furono quelle della facola del 20 maggio. In essa oltre quelle dell'idrogeno che aveano uno splendore ed una altezza straordinaria, vedemmo anche diverse linee brillanti nel verde (V. la figura e il giornale qui appresso).

La cosa che più ci sorprese fu che una delle brillanti nel gruppo *b* del magnesio combinava colla 3ª di questo metallo, cioè la più lontana; ma che l'altra lucida corrispondeva perfettamente al mezzo delle altre due più strette del medesimo metallo. Oltre di ciò si ebbero tre altre *x*, *y*, *z*: la *z* corrispondente a 1994 di *K*, la *y* a 1900 e la *x* presso la 1435:



La circostanza che più ci ha sorpreso in questa osservazione è stato il vedere una sola delle righe del magnesio rovesciata. Perchè non tutte? Qualunque sia la spiegazione del fatto, esso è certo. Oltre alla sicurezza di una osservazione fatta con ogni quiete e certezza abbiamo un appoggio indiretto di questa osservazione nel fatto che due sole righe nel gruppo del magnesio si osservarono essere lucide nella protuberanza dell'eclisse del 18 agosto veduta dal Rayet: quelle due sue combinerebbero colle due nostre. Onde le obbiezioni fatteci sotto questo rapporto le crediamo inconcludenti, per non usare un termine più severo, quasichè avessimo leggermente fatto attenzione a questo importante fenomeno.

La diligenza usata per due ore consecutive e la forza del nostro strumento ci danno tutta la sicurezza che non ci siamo punto illusi.

La ricerca fatta con ogni attenzione per trovare altre righe rovesciate, ci ha condotti sempre a risultati negativi. Avvertiamo però che noi per delle ragioni speciali abbiamo sempre operato con forti ingrandimenti, che indebolendo la luce notabilmente possono aver fatto perdere qualche traccia di linee dirette più deboli.

Numerosi all'incontro abbiamo trovato fino dai primi giorni i prolungamenti fuori del limite del disco nelle linee lucide e più vivaci dello spettro stesso; ma questo costituisce un fenomeno a parte di cui dovremo fra poco parlare.

In quanto al modo di osservare direttamente le protuberanze col metodo di Lokyer e Zöllner, cioè aprendo la fessura, noi l'abbiamo provato, ma trovato poco soddisfacente. Attesa la grandezza delle protuberanze nel sistema da noi usato dell' immagine ingrandita, allargando la fessura si vede solo una parte della immagine, e per vederla tutta bisognerebbe allargarla cotanto che allora la luce diverrebbe intollerabile anche usando di un vetro rosso.

Per vederle così con qualche precisione bisogna ridurre l'immagine diretta a piccole dimensioni, e così le protuberanze divengono visibili interamente con mediocre allargamento. Ma il contorno loro e le mutazioni si possono seguire altrettanto bene per il metodo delle sezioni siano parallele, siano perpendicolari all'orlo del disco. In quanto alla grande variabilità delle loro forme, messa fuori di dubbio dalle osservazioni delle immagini dirette, noi non ne abbiamo avuto dimostrazione decisa, poichè per istabilire questo fatto è mestieri poter essere sicuro che per tutto il tempo si è fissato il medesimo punto matematico sulla fessura. Ora noi non osiamo ripromettercelo, e in una cosa così delicata si può esser vittima di molte illusioni. Le fotografie fatte durante le eclissi hanno sempre mostrato una discreta stabilità in questi getti, onde la cosa merita più accurate ricerche.

§ IV. Particolarità all'orlo solare.

Ingrandendo notabilmente l'immagine solare, quando l'aria sia quieta, l'orlo netto e la fessura spettroscopica parallela all'orlo, si osservano dei fenomeni assai importanti che passiamo a descrivere. Prendendo una facola o un punto ove è una protuberanza, si vedono a grande distanza dall'orlo comparir le righe lucide dell'idrogeno, e quando si sta sull'orlo del sole queste righe spariscono su di una linea più o meno interna al

disco, secondo quello che si disse dianzi. Però sparito che sia il lucido non sottentra subito la riga nera, ma per un certo tratto la luce resta uniforme, talchè si ha uno spettro *continuo senza righe lucide nè righe nere.*

Questo fenomeno succede anche fuori delle facole, colla differenza che le righe lucide non penetrano allora dentro il disco: talchè risulta che sul confine che è tra lo strato di idrogeno e l'orlo solare, vi è un filetto tenuissimo che dà uno spettro sensibilmente continuo, o al più nel quale sono poche le righe più forti. Si vede bene questo strato facendo camminare il sole con moto lentissimo relativo allo strumento (il che si ottiene alterando l'andamento regolare dell'orologio). Quando lo strato delle righe vive o la *cromosfera* (come fu chiamata dal Lockyer) sta per uscire dalla fessura e comincia il chiarore del disco, allora è il momento in cui lo spettro è sensibilmente continuo, almeno per le righe di minor larghezza.

Questo fatto da noi veduto più volte è innegabile, ma è di difficile osservazione, perchè se l'aria non è tranquilla (cosa assai rara all'orlo solare) le luci diverse mescolate dall'agitazione dell'aria fanno sparire questa linea finissima, perchè confondono la sua luce col resto delle luci vicine.

Questo risultato è stato vivacemente combattuto, e fu pure combattuta la teoria che ne demmo nell'annunziarlo. Checchè sia della teoria il fatto è certo. La pretesa sua impossibilità noi non la troviamo punto dimostrata, e resterà sempre una osservazione di fatto. Ancorchè si volesse vedervi una illusione, sarebbe sempre da darne una spiegazione e non da negarne l'esistenza. Si è rigettato questo fenomeno sulla piccolezza dello strumento; ma la descrizione datane fa vedere quanto ciò sia insussistente. Se non che, a pensar bene, questo fatto non è punto diverso dall'altro or ora accennato che avviene colle righe dell'idrogeno e si ripete così anche per le altre strie. Infatti notammo che per l'idrogeno esiste una zona in cui nello spettro non è stria nè lucida nè nera. Ora, perchè non può succedere la stessa cosa nei vapori delle altre sostanze che producono le altre linee? Come vi è un intervallo su cui la linea nera sparisce senza divenire lucida, essendo il rovesciamento parziale e debole, perchè non può accadere altrettanto dei vapori del ferro (che sono le linee più numerose) che senza divenir brillanti come l'idrogeno, possono al limite della fotosfera esser resi debolmente lucidi in modo da rovesciare in parte la riga nera, e farla

sparire, se non divenire luminosa? Di questo rovesciamento positivo delle altre linee nere ne abbiamo già veduta una prova diretta. Quindi è che l'impossibilità pretesa non solo non ci pare dimostrata, ma per contrario la cosa ci sembra dovere naturalmente accadere.

Seguirebbe da ciò anche l'esattezza della nostra teoria. Perchè come lo sparire della riga *C* dell'idrogeno accade in quello strato ove si fa il rovesciamento; così questo strato in cui lo spettro riesce continuo sarebbe quello in cui succede il rovesciamento generale. Quelli che hanno fatto opposizione a questa nostra scoperta, hanno pure ammesso di aver veduto essi stessi altre righe rovesciate; ora, se è così, come può darsi che faccia loro difficoltà che in certe circostanze favorevoli si possa vedere il rovesciamento almeno parziale di varie altre, il quale rovesciamento non avrebbe per effetto che di paralizzare la linea nera, senza aver forza di renderla lucida? Noi confessiamo di non vedere come le loro asserzioni possano distruggere una osservazione positiva e di fatto quale è stata la nostra. Che se essi non sono riusciti a verificarla, ciò può derivare o dall'avere usato immagine troppo piccola e fessura troppo larga, o non avere avuto aria quieta, o anche non avere incontrato quelle favorevoli condizioni solari che a noi si presentarono, e abbiamo avuto tante volte.

Noi crediamo dover collegare questa osservazione con un'altra fatta nell'eclisse di Spagna del 1860. Quando si fu al momento dell'immersione totale del sole, noi vedemmo l'orlo suo gradatamente nascondersi senza che realmente sparisse istantaneamente come accade alle stelle che si occultano dietro la luna; levammo allora l'offuscante, ma ci trovammo in faccia di una luce vivissima che ci abbagliò, e se non che essa venne presto a sparire, ci sarebbe stata intollerabile. Questa luce era bianca. Dopo essa sorgeva lo strato rosato e poi le protuberanze.

Lo stesso, con ordine inverso, vedemmo riprodursi al riapparire del sole. Ora questo strato bianco interposto tra il disco e la cromosfera ci pare quello che ora ci ha dato spettro continuo. Resta a vedere se nelle future eclissi si potrà isolare meglio questo strato, e analizzarlo con spettrometro conveniente. Forse uno a visione diretta sarà il migliore. Si dovrà vedere che spettro esso darà, e se esso sia continuo o no.

§ V. Spettro delle macchie.

Quando si porta sulla fessura dello spettrometro una macchia che trovasi sufficientemente ingrandita nell'immagine del sole, si osservano fenomeni di una importanza straordinaria, e che erano sfuggiti finora a tutti gli osservatori.

Se la macchia ha una grandezza minore della lunghezza della fessura e del campo del cannocchiale, si vede sullo spettro solare una striscia di minor luce che occupa tutta la lunghezza dello spettro stesso come un'ombra. Esaminando più partitamente questa zona si trova che nell'interno lo spettro è profondamente alterato. Il confronto collo spettro normale è molto facile poichè esso, sopra e sotto, limita la zona della macchia.

Due sono le modificazioni che si osservano. La prima è un allargamento di alcune linee nere, l'altra l'apparizione di molti sistemi di linee fine, che diconsi *persiane*, perchè sensibilmente equidistanti, onde tutta l'armonia dello spettro solare rimane profondamente alterata.

Nelle nostre ricerche siamo stati favoriti da una bella serie di grandi e profonde macchie che si osservarono nell'aprile dell'anno corrente 1869. Notammo primieramente che non tutte le macchie presentano un eguale allargamento e che meglio lo mostrano le macchie più profonde e più nere; le altre più leggiere e superficiali appena danno altro resultato che una diminuzione generale di luce. Il descrivere tutti i dettagli sarebbe impossibile, e quel poco che è necessario troverassi qui appresso nell'estratto del giornale di osservazione. Qui ci limiteremo a dire delle conseguenze generali a cui siamo stati condotti.

Coll'aiuto delle tavole di Kirchoff potemmo riconoscere: 1° che le righe allargatesi appartengono specialmente al calcio e al ferro, ma le prime si allargano di vantaggio. Esse però restano del tutto taglienti e nette agli orli, e la loro larghezza nelle penombre va diminuendo in punta così:

a, *b* — nucleo.

c, *d* — penombra.

Le linee del magnesio poco si alterano, ma pure un poco si dilatano. Quelle del cobalto e del nikel danno qualche allargamento. Le linee del sodio non si allargano gran fatto, ma diventano assai nebulose agli orli e mostrano un aspetto simile a quello che prendono nelle vicinanze del sole all'orizzonte. Questa nebulosità è tale che essa sola basta a caratterizzare lo spettro interno delle macchie anche minori.

Per meglio distinguere questo spettro abbiamo limitato a una piccola estensione (circa $1^{mm.}$) la lunghezza della fessura, e il carattere suddetto allora era marcatissimo, e la nebulosità delle linee del sodio era quella che la prima saltava all'occhio e mostrava l'ingresso della macchia sulla fessura.

Nel giornale che daremo appresso si troveranno frequenti indicazioni di queste righe e le loro indicazioni numeriche della tavola di Kirchoff; onde ci asteniamo dal darle qui, perchè sarebbe una inutile ripetizione (V. 10 aprile e seguenti, e specialmente il 23).

La seconda modificazione che subiscono le strie nebulose e più deboli dello spettro non è meno saliente della precedente. I gruppi principali sono indicati nel giornale e specialmente nei giorni dal 15 aprile al 10 maggio.

Come regola generale la più importante, abbiamo confermato più volte che le persiane più dense nascono in quelle regioni in cui sono notate in Kirchoff linee tenui e nebulose di ultimo grado di intensità. È vero che erano visibili direttamente sul nostro strumento anche sul sole pieno, ma la loro intensità diveniva sì considerabile nell'interno delle macchie da mostrare ivi l'influenza di una causa addizionale, e ben più efficace che non potesse essere la semplice diminuzione di luce. Questa diminuzione fu riconosciuta non poter essere la sola vera causa, perchè diminuendo l'apertura dell'obbiettivo gradatamente non si vide mai sorgere nel disco pieno del sole veruna serie di linee sì forti come si avea nei nuclei con qualunque grado di luce. Doveasi pertanto concludere che non era effetto di sola *intensità*, ma di una *azione elettiva* sulla luce, e di un *assorbimento* speciale che avea luogo dentro le macchie.

Le regioni più notabili in cui apparivano tali persiane erano nel rosso, nel giallo e nel verde. Nell'azzurro e nel violetto la luce restava tanto

diminuita su tutto lo spettro che non vi abbiamo potuto fare studio soddisfacente.

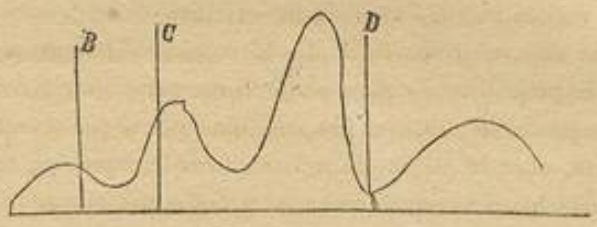
Il vedere che certe zone dello spettro, p. es. nel rosso, erano vive assai benchè fossero attraversate da linee nere allargate come il gruppo delle 10 a 13 di *W*, ci fece conoscere che le due cose erano ben distinte ed indipendenti. Cioè che si *dava un assorbimento nebuloso indipendente dalla dilatazione delle linee metalliche.*

Da queste osservazioni nasceva spontanea la conseguenza che le macchie erano regioni in cui l'assorbimento elettivo di raggi luminosi era più energico che non nel resto della atmosfera solare. Le apparenze osservate aveano un linguaggio assai chiaro per farci comprendere che nelle macchie ciò accadeva perchè lo strato era più profondo e perciò più assorbente. Forse altre sostanze, oltre le poche da noi riconosciute, sono ivi annidate; ma non si potrebbero riconoscere senza uno studio più minuto. La costanza di tale risultato che si è avuto in tutte le macchie è già un fatto importante e di valore. Questo concetto delle macchie come regioni di maggiore assorbimento, era in perfetta armonia colla teoria più approvata delle macchie stesse, cioè che esse siano cavità piene di materia meno lucente e più assorbente. Quindi que' bassi fondi sono pieni di vapori metallici più densi che pel loro peso specifico meno si sollevano nel resto dell'atmosfera solare, benchè siano diffusi per tutto secondo la legge propria dei gas.

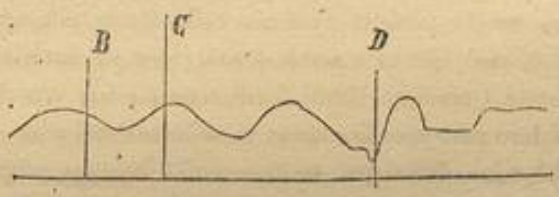
A questo apparire di righe più scure nelle macchie fan contrasto le righe dell'idrogeno, e specialmente la *C*. Queste dentro le macchie, e specialmente sulle penombre, si restringono assai, e spesso perfino svaniscono, e la *C* più d'una volta su alcuni *ponti* l'abbiamo vista rovesciata, cioè divenire luminosa. Questo era evidentemente dovuto ad enormi protuberanze o masse di idrogeno che col loro splendore superavano la forza assorbente dell'altro strato generale superiore o inferiore del sole. La riga *F* non sparisce mai del tutto, forse perchè è accompagnata da una debole più refrangibile.

Studiando attentamente la posizione delle zone più oscure, e facendo una valutazione fotometrica della intensità nelle varie parti dello spettro, fummo condotti alla conseguenza *che lo spettro dell'interno delle macchie corrispondeva* allo spettro *delle stelle rosse del* 3° *tipo o classe da noi stabilita.*

Le figure qui sotto mostrano la gradazione di questa intensità nel sole e nella stella Antares. Ci dobbiamo sfortunatamente contentare di una approssimazione, perchè la luce delle stelle è troppo debole per poter osservare queste delicate varietà con gli strumenti stessi usati pel sole, ed è mestieri trasportare i risultati dall'uno alle altre per mezzo delle relative scale. Tuttavia ad onta di questo ci pare poter asserire che se il sole fosse tutto come è dentro delle macchie, ci parrebbe una stella rossa.



Curva dell'intensità della luce dello spettro dentro le macchie.



Curva dell'intensità luminosa dello spettro di Antares.

Questa analogia è evidente nella parte meno refrangibile dello spettro, cioè fino al principio del verde. Più oltre la cosa diviene più difficile, e richiede uno studio più accurato. Nella regione del verde nelle stelle sono delle linee brillanti assai distinte, separate da spazi oscuri che negli spettri da noi delineati nella seconda memoria avevamo distinto col nome di *linee critiche*.

Era da cercare adunque se nelle macchie solari vi fossero le corrispondenti. E non tardammo a riconoscerle, e sono le seguenti:

Linee lucide entro le macchie. Una delle cose che più ci sorprese nell'analisi delle macchie solari fu il vedere che certe linee luminose dello spettro si conservavano in tutta la loro bellezza e vivacità attraverso i

nuclei, mentre invece alcune altre si alteravano tanto da svanire. La zona nebbiosa che divideva lo spettro in tutta la sua lunghezza quando vi entrava la macchia era intersecata da queste linee brillanti che conservavano la loro intensità senza veruna alterazione, e che *per contrasto* sembravano anzi divenire più luminose rapporto al resto.

La lista di queste zone fu fatta nel giorno 15 aprile, e ivi si troverà per esteso; qui diremo in genere che queste linee sono le zone segnate in Kirchoff come esenti da ogni traccia di righe, e che hanno per lo più 6 in 7 divisioni di larghezza della sua scala.

Un certo numero di queste linee si trovano sufficientemente corrispondere alle linee brillanti delle stelle nelle linee *critiche;* e le linee ivi notate come oscure sono le *persiane* fitte che separano questi spazi lucidi nel sole.

Nelle stelle queste persiane riescono indecomponibili per la poca forza che si può impiegare nell'analisi loro, ma speriamo di poter presto aumentare la potenza dello strumento in modo da poterne meglio fissare la corrispondenza.

Molte di queste linee o zone lucide si prolungano fuori del limite dell'orlo solare, sia per un effetto di irradiazione, sia per la reale loro estensione. Nel rosso ce ne sembrano alcune variabili, e una specialmente presso la *C* che potrebbe corrispondere a una dell'aria.

Grandi studi sono ancora necessarii, e noi diamo i presenti solo come preliminari del molto che resta a fare.

§ VI. Spettro solare presso l'orlo interno del disco.

Abbiamo più volte in altre Memorie indicato quanto energico sia l'assorbimento luminoso nelle vicinanze dell'orlo solare. Era quindi naturale l'aspettarsi che ivi si avrebbe una modificazione nello spettro ordinario dovuta a questo assorbimento. Questa infatti sussiste, ma meno marcata di quello che potrebbe aspettarsi. Mettendo sulla fessura la zona solare vicina all'orlo del disco, si vede diminuire assai la luce generale, e si nota una

diffusione in alcune righe metalliche; la più facile a rilevare è in quella del sodio. Nelle persiane si nota in genere un aumento di densità, un allargamento con rinforzo delle righe, ma non si vede formazione di nuove strie. Un gran numero di strie metalliche diventano meno precise, ma è difficile di fissarne in termini esatti il quantitativo, e descriverne l'effetto. Anche il rilevare questa differenza non è facile, e questo spiega perchè passò inosservato a molti abili osservatori. Per bene scorgerla bisogna mettere esattamente al punto di vista le righe a certa distanza dall'orlo, e fissati che siano bene il carattere e la terminazione di un gruppo di esse, si deve portare rapidamente presso all'orlo la fessura. Allora si riconosce che vi è una incontrastabile diversità tra lo spettro delle due parti del disco solare. Primieramente si rileva una nebulosità generale nel fondo dello spettro, una cattiva terminazione delle strie, con diffusione di alcune (specialmente le *D*), un rinforzo di varie nere, e un ravvivamento di alcune lucide. Questo è quello che abbiamo osservato più volte, ma è difficile precisare di più questo carattere.

La *C* dell' idrogeno ordinariamente diviene finissima e quasi svanisce, e s'indebolisce assai, e si rovescia perfino ove sono le facole. Il ravvivarsi però delle zone lucide è evidentemente effetto di contrasto, atteso l'indebolirsi del resto del campo.

Se si confronti questo spettro con quello delle macchie, vi si trova una qualche analogia nella visibilità delle zone a persiana, e nell'allargamento delle strie del ferro e del calcio; ma questo è minore assai di quello che trovasi nelle penombre, non che nei nuclei.

Da tutto questo dobbiamo concludere due cose: 1° Che la maggiore spessezza dello strato di atmosfera attraversato all'orlo modifica le righe, ma che questa modificazione non è in tutto dello stesso carattere che ha luogo nell'interno delle macchie; 2° Che l'assorbimento si fa nella regione più alta dell'inviluppo solare sopra la fotosfera, perchè vi influisce quello strato che indebolisce la luce del disco presso all'orlo, che è solamente la parte più elevata di essa.

Risulta anche da ciò che l'atmosfera solare è disposta a strati, in cui i vapori assorbenti si trovano diffusi in diverse proporzioni, e che le macchie, benchè realmente meno profonde che lo strato dell'atmosfera

attraversato all'orlo, hanno una copia speciale di vapori assorbenti che non sono in eguale proporzione diffusi in quell'altra atmosfera che sovrasta alla fotosfera e alla cromosfera. Però la qualità delle sostanze è la stessa, benchè non sia la stessa la proporzione.

Un fatto che ci pare di molta importanza in tale materia è questo: cioè che dentro le macchie ove si sciolgono spesso le masse lucide fotosferiche, non si veggono comparire nuove strie, ma vedonsi solo quelle dell'atmosfera esteriore. Questo, secondo noi, prova che le masse fotosferiche e brillanti sono della stessa materia e natura che le gassose e trasparenti dell'atmosfera assorbente, e che ne differiscono solo per lo stato di precipitazione luminosa in cui si trovano, il quale sarebbe analogo a quello de'nostri vapori. Ipotesi già proposta da Wilson e da Herschel, e che così verrebbe confermata inaspettatamente dalle scoperte spettroscopiche de'tempi nostri.

§ VII. Spettro del Sole all'orizzonte e confronto con quello delle macchie.

Lo spettro solare muta moltissimo, come è noto, presso l'orizzonte. Un carattere singolare di questa fase, cioè che le *D* diventano nebulose, come osservasi nelle macchie, ci condusse a fare qualche ricerca di confronto in proposito. Queste furono fatte al 29 aprile su di una gran macchia, con cielo bellissimo e ripetute più volte. Al 10 luglio si fece una nuova ricerca per ciò che spetta alla successiva intensità degli assorbimenti che si osservano nel sole col suo accostarsi all'orizzonte.

Il risultato principale di queste osservazioni fu, che vi è una grande analogia per molte righe tra le modificazioni che esse subiscono per l'assorbimento atmosferico, e quello che subiscono all'orlo del sole e dentro le macchie, onde sono certamente nel sole molti gas che si trovano nella nostra atmosfera e che producono quelle modificazioni.

Nella nostra atmosfera però vi è la sostanza che produce la forte

riga C^6 di Brewster che non è nel sole che in copia minima (*). Questa sostanza è ignoto quale essa sia: forse è il vapor d'acqua, forse è un composto organico a bassa temperatura che non esiste nel sole. Sarebbe quindi di grande importanza l'esaminare con precisione da che cosa questa riga precisamente provenga.

Essendo questo un campo in cui altri ha cominciato vasti lavori, abbiamo creduto dovercene astenere, anche perchè non abbiamo mezzi sufficienti per fare le ricerche necessarie, le quali esigono spese superiori a quelle che noi possiamo intraprendere.

Qui ci contenteremo di dire che l'atmosfera terrestre ha una grande influenza sulla visibilità delle righe. Da principio, quando usavamo l'immagine diretta senza ingrandimento, i cirri anche più deboli interposti diminuivano tanto la luce che rendevano invisibili le protuberanze. Coll'ingrandimento dell'immagine molto si guadagna e si vedono bene in tutti i tempi, ma coi cirri in cielo sono sempre più languide. Pare che l'assorbimento del vapor acqueo agisca specialmente su questi raggi *C*. E sarebbe cosa naturale, poichè sappiamo come i vapori siano rossi all'orizzonte. Si formano ancora delle zone deboli sul centro del disco quando vi sono dei cirri in giro, e fu appunto dal confronto di queste zone così prodotte con quelle che ritrovammo dentro le macchie (V. 6 gennaio e segg.), che argomentammo essere in queste il vapor d'acqua. Pel posto di queste zone vedi il Giornale (novembre e dicembre).

Il sig. Angström sembra disposto a credere che la riga δ di Brewster non sia dovuta al vapor d'acqua; noi crediamo il contrario, avendola veduta comparire al tramonto del sole molto prima nelle giornate umide che nelle asciutte, e nell'estate prima assai che nell'inverno: tutto in conformità colla copia dei vapori acquei.

(*) La riga C^6 è la linea α di lunghezza d'onda 6276 nella tavola dello spettro normale di Angström.

§ VIII. Idee teoriche sulla costituzione del Sole che si rilevano dalle ricerche spettrali surriferite.

Ogni scoperta sperimentale conduce generalmente alla modificazione di qualche teoria ricevuta ed ammessa per vera. Ciò non deve sorprendere perchè l'umano intelletto, sempre impaziente di arrivare alla verità, spesso sostituisce il proprio slancio alla realtà delle cose. Quindi era ben naturale che le scoperte spettroscopiche riuscissero a modificare le idee ricevute finora, formate dietro imperfetti elementi; e così è stato in effetto. Noi qui riassumeremo brevemente le conseguenze alle quali si è arrivato sotto questo rapporto, cercando di collegarle insieme quanto è possibile.

1° La prima cosa che ci rivela la spettroscopia è, che il nero che vedesi nelle macchie non è privo di luce, nè dovuto ad un corpo oscuro interno che costituisca il nucleo solare, nè a scorie fredde nuotanti, ma è dovuto soltanto all'azione di una massa assorbente, ivi frapposta ed accumulata. Le fasi che presentano le macchie nell'accostarsi all'orlo del disco, hanno messo fuori di dubbio per tutti, che esse sono cavità nello strato fotosferico, onde combinando questo primo elemento col risultato spettroscopico, ne segue che queste cavità sono piene di una materia fortemente assorbente, e, benchè non di natura diversa, certamente di densità assai superiore alla atmosfera che sovrasta la fotosfera solare. Quindi è che la profondità delle macchie non può più assumersi come la misura della spessezza dello strato fotosferico, nè il nero che in esse si osserva è punto il nucleo oscuro interno del sole. La profondità dello strato luminoso è per noi incalcolabile affatto.

2° Forse taluno sarebbe tentato di chiamare nubi queste masse assorbenti, nè a tutto rigore avrebbe torto, considerando questo solo effetto. Ma riflettendo al resto, un poco di considerazione farà vedere che non meritano questo nome.

Infatti queste sostanze che trovansi nell'interno delle macchie sono in vero stato gassoso e trasparente, benchè assorbente, come lo provano

le righe spettrali che esse producono. Se fossero in stato di nubi, cioè di vapori oscuri e precipitati, non darebbero righe, ma solo un uniforme assorbimento; all'incontro quello che piuttosto, secondo noi, merita il nome di nube, è certamente la parte luminosa, viva e fotosferica. Le apparenze di questa sostanza in forma di lingue che si slanciano entro le macchie, il vedersi queste lingue sciogliersi e dissiparsi in brani e in veli rosati, fanno vedere che dentro le macchie la sostanza fotosferica perde la sua luminosità per dissoluzione e diviene gassosa. Quindi le macchie, che restano permanenti malgrado questo continuo flusso, devono considerarsi come centro di dissoluzione in cui la materia, dallo stato condensato simile ai vapori delle nostre nubi, passa a stato elastico.

3° Una terza conclusione importante discende dalle osservazioni spettroscopiche. Queste ci hanno bensì fatto vedere dentro le macchie righe più forti, ma non righe nuove, e questo malgrado la persistente dissoluzione della fotosfera che progredisce nel loro interno. Quindi ne segue che la sostanza fotosferica non differisce dalla gassosa che produce l'assorbimento dentro le macchie. E questo ben si accorda col detto dianzi, che la fotosfera sia un vapore precipitato e condensato, e che dentro le macchie questo vapore si sciolga e passi a stato elastico. Questo strato di vapori condensati, analogo alle nostre nubi, sarebbe dovuto al raffreddamento della massa solare esposta nella superficie esteriore al raggiamento verso lo spazio celeste, come quello delle nostre nubi terrestri. Sopra di questo strato fotosferico condensato esiste un'atmosfera elastica formata di tutte le specie delle sostanze più volatili, che col loro assorbimento producono le righe di Fraunhofer. Tra questi vapori dentro le macchie si rileva anche il vapore acqueo, come apparirà da varie osservazioni qui sotto.

4° Le protuberanze rosate ci mostrano che il sole è circondato da uno strato di idrogeno a mediocre pressione ed alta temperatura, che lo tiene dissociato dall'ossigeno che non può mancare. Questo gas è lanciato in alto a modo di getti, e rimane sospeso del tempo considerabile nell'atmosfera solare, talora a modo di nubi. Il suo spettro, a semplici righe discontinue, mostra che la sua pressione è superiore a 3 millimetri, ma poco può essere superiore ad un'atmosfera terrestre. Quest'ultima

condizione ci pare probabile dietro le righe nere diffuse che si osservano allato alla stria *C* dell'idrogeno (*). Ma la temperatura potendo supplire alla densità, finora non sappiamo a quale dei due elementi attribuire le particolarità spettrali osservate su questo gas nel sole. WULNNER ha mostrato che fino a $400^{mm.}$ e più di pressione, lo spettro si conserva come a 2 in $3^{mm.}$, ma a $671^{mm.}$ la linea $H\ \beta$ (cioè la *F*) essendo diffusa, è ridotta a una zona più chiara; del resto convien dire che l'idrogeno ivi sia più raro di questo limite, poichè questa stria è assai ben definita nelle protuberanze. La temperatura non potrebbe qui fare altro che concorrere a produrre un effetto equivalente a una elevazione di pressione, e perciò dovrebbe questa supporsi in tal caso minore; però questa riga ritornando brillante e solo più larga presso $1400^{mm.}$, perciò si è detto che nel sole questo gas potrebbe essere a una pressione anche maggiore di una delle nostre atmosfere e arrivare a due.

Colle sperienze di WULNNER sarebbe spiegato l'allargamento delle righe *C* e *F*, e della forma appuntata che pigliano, dipendendo ciò dalle densità non meno che dalla temperatura, che anche nel sole deve variare colle altezze.

5° Le facole sono sempre accompagnate da forti getti e masse di idrogeno, e si vede che questi getti e masse sono quelli che contribuiscono a far ivi la luce più viva. Le facole coronando le macchie, e intorno ad esse lo stato idrogenico essendo *sempre* più alto, risulta che realmente attorno a ciascuna macchia è un rilievo crateriforme incontrastabile. Le facole sono pertanto l'indizio più certo della elevazione di queste protuberanze, e con esse delle enormi irregolarità della superficie solare.

6° Combinando questo carattere crateriforme esteriore delle macchie coll'altro che si conosce delle fasi del loro interno quando si accostano all'orlo, risulta che le macchie devono essere veri crateri di emanazione di gas incandescenti e di radiazione più efficace; e che colla elevata temperatura che portano dal loro interno possono far disciogliere i vapori precipitati della fotosfera, e così presentarci una massa più profonda di

(*) Secondo WULLNER dopo 671^{mm} la riga *C* diviene diffusa agli orli.

gas assorbenti. Ciò però non implica che la temperatura apparente delle macchie debba esser maggiore del resto, perchè l'assorbimento stesso di questi gas più densi, come basta a diminuire la luce, così deve diminuire il calorico radiato. E d'altronde si sa che i gas trasparenti sono poco radianti. Nè si deve supporre che dentro nelle macchie siano semplici getti di idrogeno, poichè l'osservazione ha mostrato che vi sono emanazioni di altre sostanze, come sodio, magnesio, ferro, ecc. Che le macchie siano centri vorticosi non è provato che in rarissimi casi; generalmente la convergenza delle correnti è diretta al centro per linea retta radiale e non curva. Questa direzione sembra indicare una forza di aspirazione verso il centro, ma esente da rotazione. Questa aspirazione può in due modi provenire: 1° dalla velocità dell'emissione dal didentro all'infuori; 2° da una aspirazione dal di fuori verso l'indentro. Questa seconda origine ci pare confutata dal fatto che tutto intorno alle macchie esiste costantemente un orlo rilevato di protuberanze. Ora che con piccoli strumenti si possono osservare le protuberanze nelle loro forme reali in tutte le ore, si potrà decidere se esse colla loro cima sono volte verso il centro della macchia, ovvero se ne sono divergenti.

Merita molta attenzione il fatto che, quando una macchia è all'orlo e separata da esso per un solo filetto lucido, su questo si stende sempre la riga *C* rovesciata, ma che finisce nell'orlo del nucleo. Sembra che se nel nucleo vi fosse idrogeno in copia, la *C* dovrebbe vedersi meglio prolungata sul suo fondo nero che non sul lucido esterno; quindi bisogna dire che realmente dentro i nuclei l'idrogeno non è sì alto come sull'orlo delle macchie ove sono le facole. Parrebbe da ciò che sul centro delle macchie, ove è comunemente quel foro nero, ivi sia meno copioso l'idrogeno. Ne abbiamo prove dirette in mezzo al disco in vedere che la *C* sul nucleo sempre si allarga, mentre si stringe invece sulle facole che fanno il perimetro della macchia. La conclusione di ciò sarebbe nell'assunta ipotesi che i gas eruttati dall'interno spostano l'idrogeno tutto intorno, e lo assottigliano sulla bocca di eruzione, ovvero che lo fanno passare a tale stato che non dà più lo stesso spettro. Questo sia detto in generale perchè non manca caso che si osservi l'idrogeno sul nucleo (V. 30 maggio).

7° L'interno del sole non può essere solido nè liquido per la ele-

vata temperatura che è sufficiente a tener dissociato l'idrogeno. Benchè gassoso nella parte interna, può dare spettro continuo, come ora è provato da molti fatti; quindi la parte fotosferica inferiore può avere spettro continuo, benchè gassosa. Le righe di assorbimento che noi vediamo nella atmosfera solare e dentro le macchie, sono quelle de' metalli, il cui peso specifico atomico è più leggero. Questi dentro le macchie sembrano disposti secondo il loro peso atomico; il calcio più leggero del ferro, e il sodio più leggero di ambedue danno righe rinforzate in proporzione alla loro leggerezza. Così succede che dentro le macchie il sodio sia nebuloso e si dilati il calcio più che il ferro, e che le righe di questo ultimo metallo non siano forti e larghe che nelle macchie molto profonde. Finora i metalli nobili non sono stati riconosciuti nel sole, forse perchè il loro peso atomico impedisce ai vapori di sollevarsi; donde seguirebbe che in genere nel sole i varii vapori occupano strati differenti. Lo strato a noi accessibile e visibile sarebbe quello dei vapori di peso specifico vicini al ferro.

8° Siccome però i gas hanno una forza diffusiva e si possono mescolare, anche malgrado il loro peso specifico differente, fino a certi limiti, così avviene che nella regione superiore e nell'atmosfera più sottile dell'astro vi si trovano misti tutti questi vapori che formano la regione assorbente di Fraunhofer, la quale è più efficace all'orlo, ove realmente rinforzansi molte righe.

9° Come l'idrogeno in pieno disco agisce per rovesciamento malgrado che ve ne sia uno strato capace di dar luce diretta, così può avvenire di altri metalli; e perciò si vede che diverse righe sono rovesciate talora nelle facole e protuberanze oltre quelle dell' idrogeno; e questo sottile strato s'incontra spesso intorno a tutto il sole, a cui si rovesciano quasi tutte le righe dello spettro.

10. Oltre i gas metallici vi sono altre sostanze che sono analoghe ai gas che formano l'atmosfera terrestre. Questi sono più copiosi nell'interno delle macchie, ove si rinforzano una moltitudine di righe fine che sembrano analoghe a quelle che si hanno per influenza della atmosfera terrestre. Tra questi non manca il vapor d'acqua, come si disse.

11. Lo spettro interno delle macchie si trova analogo a quello delle

stelle rosse; talchè, se tutto il sole fosse coperto da uno strato simile a quello che ha dentro le macchie, noi vedremmo il suo spettro come quello di Aldebaran, di α Orione, e di Antares. Questa analogia sussiste non solo nella dilatazione delle righe metalliche, ma anche nella diminuzione della lunghezza delle righe dell'idrogeno che appariscono deboli in queste stelle, come appariscono tali nelle macchie, fino a trovarvisi spesso mancanti affatto o almeno in parte rovesciate.

Le stelle rosse sono tutte variabili ed è manifesto che questa irregolarità può semplicemente dipendere dalla causa stessa che produce la variabilità delle macchie nel sole, cioè da grandi macchie esistenti nella loro fotosfera.

Tali sono le principali conseguenze relative alla struttura solare che rivela lo spettroscopio. Noi non oseremo dire che bastano per formare una completa teoria del sole, nè dare una esatta idea della sua struttura interna. Le cose ci si presentano sotto un punto di vista troppo lontano da quello che si era avuto finora; ma pure dobbiamo dire che è stato un raro progresso quello di distruggere le erronee opinioni che si erano formate sotto questo riguardo. Forse qualche altra teoria avrà la sua smentita, ma per ora bisogna tenerla come ipotesi provvisoria in mancanza di meglio.

Le ultime eclissi totali ci hanno dato qualche informazione importante sulla natura dell'inviluppo più leggero del sole che forma la corona e che sarebbe analogo alla luce dell'aurora boreale; ma sono queste cose ancora troppo vaghe per poter fondarci sopra nulla di preciso e di sodo. Aspettiamo con impazienza ulteriori risultati, e facciamo voti perchè gli Italiani nella prossima eclisse del 1870 possano empire qualcheduna delle vaste lacune che ancora esistono nella teoria del sole.

PARTE II.

— Estratto dal Giornale —

Intorno alle ricerche fatte sullo spettro del Sole (*).

12 novembre 1868, 10h. 26m antim.

Al lembo occidentale apparente è visibile la riga *C* rossa rovesciata, ma insieme ne comparisce una assai viva accanto a *B* dal lato di *C*. Oltre la gialla *D''*, ad una larghezza di due volte le *D*, rinforza assai una riga lucida.

Nel verde diventano assai brillanti alcune luminose, ma non sono rovesciate. In alcuni punti il rovesciamento di *C* non succede che in piccolissima estensione. Presso al vertice *Nord* apparente v'è una riga lunga assai per circa la metà dello spettro, che pare staccata dal disco.

Si rovescia anche la *F:* nel violetto non appare rovesciamento. Una enorme protuberanza è a circa 45°, che attraversa tutto lo spettro; sta vicina ad un gruppo di facole; è alta quanto è largo lo spettro. Larghezza dello spettro = 3' = 180".

(*) Siamo stati in dubbio se dovevamo inserire i brani di questo diario ai rispettivi luoghi della prima parte, ovvero riservarli tutti uniti insieme come sono nell'autografo. Ci siamo decisi per questo secondo sistema, perchè se non è così dilettevole pel lettore, è però più istruttivo, e atto a fissare con precisione la data e l'ordine delle osservazioni e delle scoperte. Questo estratto è copiato materialmente dal giornale, senza altra mutazione che qualche ovvia e necessaria rettificazione di stile.

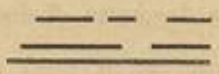
Vi abbiamo inserite altre cose importanti osservate incidentemente e di conserva collo spettro, come la struttura delle macchie, la forma granulare della fotosfera, la forma interiore dei veli, ecc.; che saranno cose assai istruttive pel nostro soggetto. Le facole sono state studiate in modo speciale.

La fessura sinora è parallela all'orlo; mettendola perpendicolare si ha una lineetta corta di circa $^1/_{10}$ dal campo (18″); e ciò dovunque si guardi: quindi lo strato è sottile, ma sta dappertutto. Si prova dal lato orientale e si ha lo stesso. Nelle macchie nessun rovesciamento. Colla fessura paralella, la lucida attraversa tutto lo spettro.

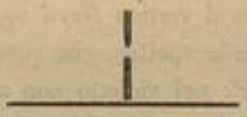
21 novembre.

Vi sono de' cirri in cielo. È cosa curiosa che diviene lucida la n° 6 di $W = 711.5$ K o una ad esse vicinissima (è realmente lo spazio tra 6 e 7 che diviene lucido apparentemente, ma è solo perchè non è indebolito all'orlo), e la 858,0 di K, che è una dell'aria di K.

Sulla facola che sta sul parallelo delle macchie si ha, secondo le distanze, la forma seguente colla fessura tangente:



e colla normale si ha quest'altra:



Diventa luminosa una che sta ad $^1/_3$ tra D ed E. La lucida che viene dopo la D è quasi due volte esatte l'intervallo DD' (poscia la misura esatta diede 2 $^1/_2$ di valore della distanza); la D' e D'' si vedono ben separate, onde non v'è illusione. Questa lucida D''' non corrisponde a nessuna nera. In K non v'è nulla.

La 39 di W diviene luminosa (questa si sa che equivale alla 3ª dell'idrogeno). Quando passano i cirri svanisce assai la linea rossa ed il rovesciamento; coi cirri svaniscono le protuberanze, o almeno s'impediscono assai, e accorciano le linee. Coi cirri densi non si vede più nulla. Svaniti questi, si torna a vedere.

Le linee C ed F sono rovesciabili sino al tramonto del sole.

23 novembre.

Nel verde si vedono righe presso il magnesio. La più brillante corrisponde alla 1638 di *K*, che è già lucida da sè, onde non è magnesio rovesciato. Vicino all'orlo, benchè le *D* non siano rovesciate, pure perdono un poco del loro nero e divengono diffuse. Non può dirsi effetto di luce, perchè riacquistano il loro nero quando torna nera la *C*. *Le* 3 *nere del magnesio restano sempre nere.*

Oggi colle nubi non si vedono le righe dell'altro giorno. — Perchè? — Certo per le nubi.

28 novembre.

La *K* 724 dell'aria diviene lucidissima, ma non si vede l'idrogeno nel sole. Curioso! L'altro giorno era *K* 1153 che diveniva lucida, oggi è un'altra 724 ±. Ecco la ragione: presso il sole sta un cirro ma non lo tocca, e vi è molta nebbia in basso. È evidente che è effetto dei cirri.

La *C* svanisce, ma non si trasforma in lucida. Spariscono i cirri, e si torna a vedere tutto bene in regola, e questo guardando tutto attorno anche dove prima non si vedeva nulla. Il fatto è incontrastabile, non essendosi *apposta* toccato nulla allo strumento. Sicchè è dimostrata l'influenza delle nubi sull'assorbimento di questi raggi rosati.

Prime prove dell'oculare ad immagine ingrandita.

29 o 30 novembre.

Nel sole rimane visibile la gialla viva D_3 sino all'orizzonte, e sta fuori del gruppo atmosferico $D' D''$. L'altezza dello strato di idrogeno coi due prismi è = a $^1/_5$ dello spettro, che coll'immagine ingrandita $= 50''$.

2 dicembre.

La gialla D_3 e la C si conservano visibili sino al tramonto del sole. La gialla rimane fuori di tutto il fascio delle nere atmosferiche presso la D.

8 dicembre, $11^h.\ 50^m$.

Passa un cirro iridato avanti al sole, e vedo le linee del tramonto prima del giallo, come fosse sera; cioè vedesi il gruppo di parallele prima della D, quindi il vapor d'acqua è quello che le produce.

Nella macchia principale poi vedo che mentre le altre righe si allargano, la C si stringe, onde vi è l'idrogeno luminoso.

5 gennaio 1869.

Ad un'ora pomeridiana si verifica il detto dianzi, e si hanno le righe del vapore come all'orizzonte. Sono deboli dapprima, poi forti. Si guarda il cielo e si trova coperto di cirri, onde è sicura la cosa. Usati 5 prismi.

Vicino alle macchie la rossa C in più punti svanisce, ma non nelle macchie. Anche girando sul disco si vedono qua e là lampeggiare linee lucide al luogo di C, ma è difficile coglierne il posto sul disco.

6 gennaio.

Vicino alle macchie si vedono comparire le linee del vapore a striscie parallele come avanti alle nubi; anche all'orlo del disco solare si riproducono, onde nell'atmosfera solare vi sarebbe il vapor acqueo. Per vedere se dipende dalla intensità della luce, ho ridotto a 5 soli centimetri il diaframma con 3 prismi, ma senza effetto.

La luce è tanto indebolita che la C non si vede rovesciata, ma non per questo vedo le zone del vapore al centro del disco.

Le persiane atmosferiche si fanno dai 2 lati di C^6 presso al tramonto, ma le solari si fanno dal lato di C, e le atmosferiche dal lato di D.

Si formano le persiane in C', che è la fina (7. *W?*) dopo la C, ma è curioso che esse non si fanno sulla macchia, ma solo *presso* la macchia. Dunque ciò non è effetto del nero del nucleo. Di più nel centro del disco non accade nulla di simile (*).

31 gennaio.

Fatta la figura delle persiane.

La C è pressochè svanita presso le macchie, le persiane invece non si vedono che presso le macchie.

Esaminato il sole allo spettroscopio, si scorge una superba macchia che occupa quasi tutta la larghezza dello spettro. Al momento in cui essa entra nel campo, oltre l'allargarsi di varie linee capillari, si formano molte linee sfumate e degradate equidistanti, visibilissime soprattutto presso la 8 e la 10 *W* al lato di fuori, e anche nell'intervallo, benchè qui dentro non siano così equidistanti. Qualcuna apparisce anche tra la 6 e la 7, ma tra queste brilla sempre una viva rossa che non è di rovesciamento. È certo che queste persiane mancano ove non si vede la macchia; ve n'è però appena traccia presso al lembo e fuori del sole quando vi sono cirri.

Queste righe non s'allargano dappertutto, ma solo nella parte meno refrangibile del rosso e del ranciato.

(*) Siccome qui si citano le righe di Van der Willingen, così diamo la coincidenza con Kirchoff:

5 = 694	12 = 885
6 = 711,5	13 = 895
7 = 719,5	14 α = 1002,8 = D'
9 = 850,0	14 γ = 1006,8 = D''
10 = 864,0	15 = 1200
11 = 877	16 = 1207.

Osservazioni della sera. — Le persiane che si svolgono presso l'orizzonte sono assai forti presso $C^6 = 8$ *W*, ma solo dal lato sinistro, ed altre si sviluppano presso la *D*. Ora, vicino alle macchie queste della *D* non si trovano, dunque sembrano differenti.

Mancano poi affatto le persiane alla destra della 10 *W*. Queste a destra della 10 si formano all'istante che entra la macchia, e vicino all'orizzonte, mentre prima mancavano; quindi una differenza essenziale nei due sistemi. Non possono essere effetto di poca luce, perchè fuori del sole non si vedono; dunque nelle macchie vi è qualche cosa di particolare.

Nella macchia non si vede nessuna linea metallica divenir nebulosa nel verde e nel bleu. Si verifica l'enorme differenza di nerezza di *C* nelle penombre e nelle macchie su tutto il contorno delle penombre.

1° febbraio.

Si guarda il sole attraverso una fitta nebbia e si hanno le persiane dai due lati, come nelle vicinanze delle macchie. La linea lucida diviene vivissima tra *C* e 7 di *W*. Questo prova che è il vapor d'acqua che fa le persiane nelle macchie.

4 febbraio.

Cielo purissimo e tanto che lo spettro con due prismi non si sostiene, bisogna aggiungerne un terzo e giova un diaframma. Si esamina la macchia per vedere le persiane, ma la grossa è sparita già del tutto; nella coda, che resta, si vede qualche traccia di esse, che non si vedono affatto sul resto.

Quindi è chiaro: 1° che queste macchie dipendono dal vapore; 2° che il vapore (acqueo) deve esistere nelle macchie o piuttosto nelle penombre e code. Le piccole macchie nulla danno; ci vogliono le grandi.

24 febbraio.

A mezza strada tra *D* e 6 *W* nasce all'orlo solare una viva riga. L'orlo solare al limite dei due spettri forte e debole (cioè interno ed

esterno all'orlo), non dà righe fine nette affatto. Può, è vero, attribuirsi ciò all'agitazione dell'aria, ma non credo spiegabile tutto così.

Una protuberanza lunga assai sta oggi all'orlo, ove è una bella facola.

La figura è manifesta.

Fatto positivo: nella linea di confine tra il disco e lo strato rosato non vi sono righe fine. Le grosse stesse sono affatto languide; fino le *b* sono illanguidite. È dunque chiaro che qui v'è un assorbimento. Lo spazio dal rosso sino al verde non mostra qui righe affatto. È cosa capitale, e si vede bene colla fessura tangente. Però è un altro fatto che la *C* si vede prolungata sul disco, ma la sua luce, a poca distanza dall'orlo, non è maggiore della luce del disco stesso. In questo tratto, quando cominciano a comparire le lucide *C* e D^3, allora svaniscono tutte le fine, e le D', D'' restano annebbiate. È evidentissimo.

27 febbraio.

Altra facola all'orlo inferiore e vi si trova una protuberanza alta $^2/_3$ della larghezza dello spettro. Si opera con 3 prismi.

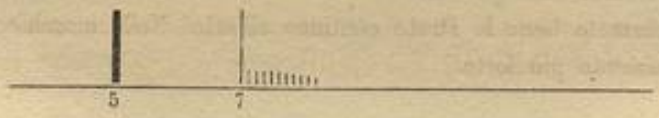
Si verifica la zona strettissima senza righe fine, ma che non è facile vedere tutto intorno, perchè forse in alcuni punti si abbassa troppo la cromosfera.

Le righe a persiana del vapor d'acqua paiono anche sull'orlo.

È certo che vengono e spariscono le righe nere mezzane equidistanti tra *C* e *D* (sono del calcio e del ferro), quando si passa fra *la protuberanza che svanisce e l'orlo che entra.* Anche nel verde, quando compare la bleu *F*, infinite linee si obliterano e spariscono presso il magnesio.

4 marzo.

Gran macchia. Moltitudine di linee fine parallele che si sviluppano dentro la grande macchia al solito posto dopo la 7 *W*.



Fra queste si sviluppano delle linee più vive delle altre assai, forse per contrasto. Cosa non mai vista così forte.

La C in alcuni punti svanisce, e per un *istante l'ho veduta lucida!* È una cosa superba, indescrivibile il vedere tutte queste righe lucide unite alle scure nella penombra. Di queste righette nere è qualche traccia debole in mezzo al pieno disco del sole, ma non può paragonarsi il loro effetto con quello che si vede nella macchia. Qui dev'essere più energica la causa che le produce. Nelle penombre esse sono più forti che nel lembo stesso. Soffia tramontana forte, e l'orlo è ondulato, ma pure si vede bene. Non si vede però più lo strato a spettro continuato.

5 marzo.

In alcuni punti della penombra della grande macchia e nelle code, si vedono le righe del vapor d'acqua oltre D; quella del verde dentro il magnesio è viva assai, e si vede anche mentre vi sono le protuberanze fuori del disco (Il senso è che si vedeva la zona verde viva *tra le due* del magnesio. Si dice *dentro* forse per brevità). La C è rovesciata e dà spettro continuo all'orlo preciso. La forma di lancia della F è la stessa per le C e D_3; quindi non sussiste la differenza indicata da alcuni.

18 marzo.

Accanto alla 7 di $W = 719.5$ di K si vede una serie di righe parallele vicinissime che mancano affatto in K, ed occupano uno spazio (dall'altra parte) poco più grande dell'intervallo tra C e la 7. Questo si vede solo nella macchia che è doppia, e nelle sue vicinanze, ma non sul resto del disco. Col cannocchialino di Merz, che ingrandisce di più, le dette righe si trovano sul resto del sole, ma assai più deboli che nella macchia.

Queste righe sarebbero le nebulose leggiere di Kirchoff, che sono molto rinforzate nella penombra e nelle macchie.

Riconfermato bene lo strato continuo all'orlo. Nelle macchie pare vi sia assorbimento più forte.

8 aprile, 8 $^1/_2$ antim.

Vi è una macchia all'orlo. Si vede bene che la linea lucida del gruppo F è solo la prima del gruppo; le altre dal lato del violetto restano nere, onde di questo gruppo multiplo, solo la prima è dell'idrogeno; le nere restanti sono in contrasto colla lucida. Se fossero distanti anche solo $^1/_4$ di D', D'', io le vedrei separate (*).

9 aprile.

Il sole ha una bella macchia; nel suo interno si vede lo spettro che presenta grandi aumenti di larghezza e nerezza nelle zone seguenti:

1° tra C e D, a mezza distanza dalle due;
2° nel verde;
3° presso il rosso estremo;
4° una oltre il giallo.

Indebolendo la luce con un diaframma all'obbiettivo si ha uno spettro tendente alle zone stellari.

10 aprile.

Esame della grande macchia di ieri.

La riga n° 10 di $W = 864$ K, che è del calcio, è una di quelle che diventano più nere nel nucleo e nella penombra. Anche la 7 di W diviene nera, che è pure del calcio; quelle del ferro diventano nerissime, oltre una moltitudine nel verde, che si vedono assai caricate.

Il gruppo tra K 1207 e 1245 diviene molto nero nelle macchie; esso è calcio e ferro. Così pure il gruppo, il cui mezzo è a 1421, e che appartiene al ferro, diviene carico assai, come in genere accade ai gruppi del calcio e del ferro.

(*) Qui si allude a ciò che si era notato altre volte, cioè che la riga F è accompagnata da altre nere fine che non sono dell'idrogeno.

11 aprile.

Aria squisita. La bella macchia ha un contorno di lingue e foglie affatto indescrivibile. Le correnti sono tutte formate di foglierelle convergenti in linee curve verso il nucleo. Il nucleo è diviso in due da un ponte, e i due nuclei hanno un'areola più nera nel mezzo, circondata da un velo rosato. Oculare polariscopico n° 4. È cosa veramente maravigliosa.

Nello spettro (collo spettrometro a tre prismi) la zona che diviene più fosca è fra *C* e *D*, ma più presso la *C*. La 10 di $W = 864$ *K* diventa nerissima nella penombra e più nel nucleo. Invece la *C* s'indebolisce assai in molti punti, e resta *interrotta*, onde non vi può esser dubbio che non sia realtà. Nell'intervallo o *ponte* svanisce affatto.

La zona nebulosa a modo di persiana si sviluppa tra *C* e *D* a $^1/_3$ circa da *C*, vicino alla riga 8 *W*. Evidentemente corrisponde alla zona di Orione e del terzo tipo stellare in questo luogo. Si misura, e si trova che la nera forte che sta in α Orione è la 10 di $W = 864$ *K*. Nel verde dopo il magnesio verso *F* è uno spazio lucido che poco scema di luce, e che richiama le zone lucide di α Orione. Dopo questa si oscurano assai le righe vicine ad *F*, e la *F* stessa cade nella parte che molto diminuisce di luce, tutto come in α Orione. La *F* quasi svanisce, ma non tutta nelle penombre, ove svanisce la *C*.

Questo spiega perchè l'idrogeno in α Orione paia mancante, o sia debolissimo; esso è realmente rovesciato in questa stella come nelle macchie solari.

Tutta la zona del verde soffre assai assorbimento, ma vi nascono molte righe che non sono in *D*, *W*. Dopo il giallo si ha una bella zona; alle 16 di $W = 1207$ *K* è altra riga di separazione delle zone che è del ferro.

12 aprile.

La riga dell'idrogeno è decisamente lucida in alcuni punti della grande macchia, ma è difficile definire quali siano. Mettendo la fessura a traverso il ponte (V. fig. appresso), si vedono a diritta ed a sinistra de' pezzi di linea

rossa viva che non possono essere altro che i veli rosati. Si conferma due volte, ma è molto fugace e difficile il tenerla per un pezzo sulla fessura.

Si conferma che lo spettro nella macchia veste un aspetto di zone come in α Orione; queste sono deboli nel giallo, ma molto più forti nel rosso, e nel verde nasce un assorbimento molto vasto. Ma è singolare che in questo primeggiano inalterate e vive certe righe quasi equidistanti, a due a due, che richiamano le vive di α Orione. Questo contrasto si vede bene sul *ponte*. Che cosa sorprendente! Sarebbe questo un mezzo d'analizzare per punti il disco.

Si conferma all'orlo lo strato senza righe. La macchia ha la forma di un gran pesce torpedine con due occhioni giganteschi. Il ponte è decomponibile in foglioline finissime, come quelle che coprono la penombra grande. I veli rosati sono disposti, come ieri, attorno a due aree nere: sono filetti densi e molto intralciati, ma di diversi punti di colore bianco e rosso, a filetti finissimi.

13 aprile, 8 $^1/_2$ antim.

È un fatto positivo ed evidente che tutta la macchia e contorno sono pieni di foglie, e il *ponte stesso è formato di foglie allineate*. Esse sono ovali, del diametro maggiore circa 3 volte il minore, così , come le foglie di ulivo, o di certi salici. Evidentemente tutto il corpo solare è di questi curiosi oggetti veduti per la punta. Che cosa sono? — Vi sono dei veli rosati intrigatissimi. La macchia ha un terzo nucleo in cui sono le foglie

disposte tutte in modo raggiante, e precisamente come una cristallizzazione

di sale ammoniaco nel microscopio solare, attaccata ad una lingua; cosa assai curiosa. Si vede chiaro che il resto del nucleo è fatto per rarefazione di queste stesse foglie.

Questo è chiaro senz'ombra di dubbio. Gli anni scorsi furono da me ben descritte, e non occorre farne da capo la descrizione. Farei la figura, ma l'aria comincia a guastarsi. Per una mezz'ora è stata superbamente squisita. La granulazione era finissima, e mirabile il reticolato.

Nella penombra vi sembra un velo di fondo che traspare tra le foglie; nel terzo nucleo (*) si trova perfetta la similitudine del sale ammoniaco cristallizzato nel microscopio solare. Messo lo spettrometro, si esaminano specialmente le *persianelle*, che s'infoscano assai, ma non si sa da che vengano. La riga *C* sparisce affatto nel nucleo. La linea *D* diventa larga assai e sfumata. Il sig. Heis è presente, e vede tutto questo; ma l'aria ha cominciato a guastarsi.

14 aprile.

Maraviglia di macchia, tutta ponti, archi, lingue e foglie come quelle del 1866. Si fa un disegno per averne memoria, giacchè è interessantissima, e per confermare dopo tanti anni le stesse cose, ora che l'attività solare ricomincia.

(*) V. la figura che si fece il giorno appresso.

Nello spettro svanisce la *C* su tutte le penombre, ma non nei nuclei. In questi ora sì, ora no, ma nelle penombre sempre. Ecco perchè anche è debole in α Orione.

Diametro totale in lunghezza della macchia	$10^s.19 = 2'.37''.5.$
Diametro dei due nuclei principali	$1.54 = 0'.23''.78.$
Larghezza delle macchie	$5.44 = 0'.42''.03.$
Larghezza del nucleo	$1.50 = 0'.23''.70.$
Larghezza del ponte, due fili, cioè	0.10 circa $1''.5.$

Le foglie formano una doppia lingua sul ponte con un intervallo che le separa, quasi uguale alle foglie in larghezza. Quindi esse foglie sarebbero larghe $^1/_2''$, ma queste del ponte sono più vive e più larghe delle altre (V. il disegno). Il ponte ha un braccio rosato che sembra rudimento di altro ponte.

15 aprile.

Spettrometro alla solita macchia. Essa ha tre nuclei, perchè il braccio rosato di ieri si è formato in vero ponte. Le strie del calcio diventano nerissime e larghe, così pure quelle del cromo. Diventano altresì nere le linee seguenti del calcio:

1207 *K*, 1096. 5, 1029. 5.

Le righe del verde che restano assai vive sono segnate nella figura colla parola *viva*, ed ecco le loro posizioni (*):

da 1207. 2 al 1217. 5	dist.	98. 4
da 1306. 5 al 1315. 9	»	123. 0
da 1430. 5 al 1438. 9	»	102. 7
da 1533. 3 al 1541. 6	»	120. 9
da 1762. 1 al 1771. 5	»	113. 0
da 1876. 8 al 1884. 5		

(*) Qui s'intende che sulla figura di *K* noi avevamo segnato colla parola *viva* le posizioni di queste linee o piuttosto zone.

Sono dunque due larghe e due strette successivamente, ma non sembrano combinar bene in tutto con le critiche di α Orione; si verifichi.

Le righe del sodio diventano nebulose come all'orizzonte, ma il magnesio resta netto: quelle del ferro e del calcio dilatandosi non diventano sfumate nè nebbiose.

In molti punti si fanno delle forti linee nere, di cui non è traccia nelle figure di nessun autore; si riesaminerà perchè l'aria si guasta e non si vede più bene.

21 aprile.

La macchia è all'orlo.

Le righe dell'idrogeno sono visibili su tutto l'orlo, ma nelle facole e nella penombra delle macchie sonò spettacolose e più alte assai; esse sono più di $^1/_2$ spettro, cioè più di 30″. Ad ore $2\,^1/_2$ pom. la macchia si è accostata assai all'orlo, e si vede la riga *C* lucida lunga *mezzo* spettro (la lunghezza dello spettro è un minuto), altrove è appena $^1/_4$ di spettro.

La macchia dista dall'orlo del disco appena la sua larghezza, ossia 2″ al più. Si vede che la *F* diviene lucida solo dal lato del rosso. In vicinanza dell'orlo della macchia, cioè sulla facola, la *C* diviene rossa viva su tutto lo spettro.

Ad ore $3\,^1/_2$ la *C* si estende all'esterno come dianzi, e si stende anche dentro al sole, brilla forte sull'istmo luminoso che la separa dall'orlo, e poi finisce al nucleo, il che proverebbe che dentro non vi sarebbe l'idrogeno (almeno sì vivo). Lo stesso fa la riga gialla. La *F* è lucida al solito solo per metà. Il punto in cui la *C* è più alta, corrisponde al mezzo del nucleo, altrove è più bassa (pare adunque cambiato dalle ore $2\,^1/_2$ in poi).

Le linee tutto intorno al resto del lembo non solo sono più basse, ma anche molto meno vive. In qualche punto le lucide appariscono prolungate da linee fine come ha visto il sig. Rayet nell'eclisse del 1868.

La rossa grossa è talora in frammenti staccati, così:

Le linee cromosferiche fuori della macchia hanno appena $^1/_4$ d'intensità e $1\,^1/_2$ di altezza.

22 aprile.

Si cerca la macchia di ieri, il cui luogo è indicato da facole; essa è invisibile, ma le righe lucide vi sono più vive, e sono lunghe quanto tutto lo spettro, ma appuntate così (fig. ore $8\,^1/_2$). Vi è inoltre una nuova macchia bella che non aveva anco penombra dal lato del centro del disco quando entrò, ed ora la mostra: essa è crateriforme perfetta. Quindi è una delle solite cavità. Nell'interno del nucleo vi è come una stella di veli rosati e due lingue che si avanzano più delle altre. La penombra e il contorno sono tutte foglie al solito. Cinque minuti dopo scritto questo, trovo la lingua divenuta semplice, e il fiocco de' cirri ha una lingua bianca in mezzo che dev'esser la lingua che ora manca all'orlo.

Si ritorna alla macchia svanita all'orlo, e oltre la linea *C* appuntata, si vedono pure appuntate così anche le altre tre. Ciò è indizio di densità crescente verso l'orlo.

Nella macchia nuova lo spettro è al solito come nell'altra. Osservo che la zona gialla-rancia tra 9 e 13 $W = 850$ e 895 *K* resta più brillante.

Sono state segnate in *D*, *W* le righe che vedo nebbiose e cariche. Lo spettro resta brillante tra 9 e 13, benchè si allarghino le righe del calcio, che rimangono taglienti in fondo chiaro non alterato. Rimane pure vivo lo spazio tra 5 e $6 = 694$ e 711.5, e invece una gran nebbia si ha presso la $8 = 810$ e una serie di parallele fine dalla $7 = 719.5$ verso la $8 = 810$ (V. figura data nella 1ª parte).

A $5^h.\,27^m$ circa la *C* si assottiglia assai nella corona della penombra

e sembra perfino svanire. Nel centro svanisce nei momenti favorevoli. Le *D* sono nebulose, ma non molto più larghe. Lo spettro resta lucido al di là di *B* e si oscura al di qua verso *C*. Si carica molto la riga 7 = 719. 5, ma rimane lucido lo spazio tra la 6 e la 7. Fra la 719 di *K* e la 712 non se ne annerisce nessuna; qui sarebbero bario e stronzio che non sono rinforzati. Molte incognite si rinforzano fra *C* e 712. Le persiane minute molto rinforzate sembrano quelle del calcio. Ma vi è una regolarità che non è facile verificare in *K*, e sono sfumate dappertutto.

La famosa C^6 di Brewster non cresce; le 10, 11, 12, 13 *W* = 864, 877, 885, 895 *K* si allargano assai, e con esse una prima delle 10, che dev'essere del ferro come la 831, che s'allarga meno di quelle del calcio, cioè circa la metà.

Al mezzo, tra la 13 e la 14 (= *D*), si addensa una forte zona scura con una riga più pronunziata. Il posto di questa zona è $^2/_5$ da 13 verso *D*. Queste pure sono del calcio, e forse una del ferro. Una del ferro, a due volte circa la dist. *D* = 992, si vede assai rinforzata.

Nel mezzo di questo intervallo, tra 13 e 14 *D* in 945 *K*, si forma una persiana simile a quella che si trova a 740. È difficile ravvisarla in dettaglio, ma corrisponde a forti strie nebulose di *K*, la maggior parte non conosciute. A 939 è una riga lucida. Nello spazio lucido tra 1030 e 1060 si fa una serie di persiane fine; esse sembrano una esagerazione delle righe nebulose 1080 a 1060 che continuano, ma più forti. Ma in genere, in questa zona l'influenza d'assorbimento è poca; vi manca il ferro e il calcio. La 1096. 5, che è qui, s'infosca e si dilata. Altre nebulose si rinforzano a 1058 e 1063, ma sono ignote.

23 aprile, 9^h ant.

Segue lo studio spettroscopico delle macchie.

Le righe 1208. 5, 1231. 5 e le altre del ferro in questo gruppo si rinforzano e si allargano, ma si allargano più in proporzione quelle del calcio che qui sono assai fine. Dalla forte 1280 verso la 1260 nasce una

persiana fitta assai che non è in *K*. Fra 1280 e 1300 è una persiana larga, visibile bene in *K*. In questa diventa forte più delle altre la linea 1281; le altre restano le stesse. Sono tutte ignote.

Le 2 nere 1569. 8 e 1577. 5 diventano assai larghe. Sono del ferro.

Le persiane da 1541 a 1550 si oscurano un poco, e più presso 1542; è ignoto che sia. Siegue appresso una lunga fila di persiane nebulose sino a 1569.

Anche qui quelle del calcio e del ferro da 1523. 0 a 1533. 0 diventano assai cariche. Queste contengono la *E*, ma quelle del calcio attigue si oscurano di più e diventano nebulose all'orlo. L'immenso gruppo del ferro tra 1490 e 1337 è tutto rinforzato, in modo che colle sue linee dilatate rappresenta la figura di Fraunhofer con linee ingrossate almeno del triplo.

Quelle del cobalto 1439 e 1440. 2 sono un poco rinforzate, ma tanto debolmente che è appena sensibile la variazione.

Dentro la zona lucida 1430. 2 e 1439 compaiono due righe debolissime un poco dal lato della nera del calcio, che devono essere quelle del cobalto (?).

Forti rigoni sfumati si veggono nel ranciato, al solito posto delle persiane; la *C* non s'indebolisce che poco, ma si stringe.

La forma della macchia è come un fagiuolo, ma nell'interno ha veli rosati intricati.

24 aprile.

La macchia è come ieri, ma ha una coda dal lato seguente, e pare che sia effetto dello spostamento suo; come una barca in mare lascia la scia, così la macchia pare lasciare una traccia di facole. I veli sono ben netti, e solo vi è qualche filetto più lucido e bianco; in mezzo v'è un piccolo foro nero e delle lingue, da cui partono i ponti, e de' veli in cui è il bianco. La granulazione si vede bene, ma non è così uniforme come si dice. L'aspetto dei cumuli, veduti a volo d'uccello, pare più a proposito. Le lingue vi sono, ed è evidente che sono prodotte per aspirazione.

Ora allo spettrometro. La riga del nikel presso *F* a 2087 si allarga pure. Le due del ferro 2066 e 2067 s'infoscano, ma restano taglienti: però

forse per la dilatazione essa non apparisce divisa e separata. Lo stesso sia detto della 2041. 5 e della 2042. 2. A 2056 è una luce brillantissima che non subisce alcun indebolimento; è assai sottile, e tanto più brilla in quanto la persiana, in cui essa si trova, si oscura assai, e quella specialmente del calcio 2058 diviene nerissima.

Il gruppo delle tre del ferro 2002 ecc. si vede doppio, perchè le righe si allargano in modo da fare sparire il filetto lucido interno del mezzo. Queste tre che sono piuttosto deboli si anneriscono al sommo.

La grossa 1960. 9 non si allarga molto sui veli rosati, ma si allarga assai sul buco nero del nucleo; quella del bario 1989. 2 non si dilata, solo rimane più nera.

La 3ª del gruppo $b = 1656$, che ha il ferro in compagnia, s'allarga e tutta la persiana s'infosca sino alle due del ferro 1694 a 1701. 5.

Osservazione generale. — È degno di avvertenza il gran rinforzo relativo di tutte le persiane di linee leggere e nebulose di *K*, che sono sempre di roba incognita. Forse sono di vapor d'acqua o di gas non confrontati da *K*.

Le due del calcio 1834 si dilatano e divengono nebulose; di qui persiane forti sino a 1865 circa, solita regione di nebulose di *K*. Le due del nikel 1920 e 1925. 9 non si dilatano punto.

Il fatto che più impone è questo: 1° che delle persiane nebulose si oscurano assai; 2° che le righe sono più dilatate presso il rosso che nel bleu.

Oggi la *F* si rovescia tutta all'orlo — Che è? — Sussiste lo spettro uniforme (cioè senza righe in tutto il rosso e il giallo) al limite del disco solare. Si conferma quindi la nostra scoperta, che così diviene palpabile e chiara, ma nel verde questa mancanza di righe è più difficile a vedere (forse perchè la forza assorbente in questa regione è più forte).

28 aprile.

Nuova macchia grandissima. Tutte le righe diventano nerissime, si segnano le zone infoscate nel rosso sulla figura di *W*. Nel verde poi è uno spettacolo: il ferro è largo almeno del doppio. Il gruppo delle tre

del cromo, da 1602 a 1607, sono così dilatate che si fondono quasi in una nebulosa. Il calcio 1627 è allargato più del doppio. Il gruppo della *E*, calcio e ferro, diviene nerissimo, ma il calcio è sfumato, il ferro no.

La zona viva 1534-1542 è affatto inalterata; dopo viene una nerissima persiana fino al ferro 1570, che è formata di due gruppi di linee equidistanti con una brillante in mezzo. È una delle solite regioni delle linee nebulose di Kirchoff. Tutte le linee bianche della figura marcate *vive* da noi, sono inalterate affatto, salvo che in mezzo alla viva 1208 a 1217 vi pare nascere una finissima riga. Sarebbe il piombo? La persiana fitta del 1250 al 1280 è esageratissima. Le *D* sono sfumate e nebbiose. Si ha una persiana tra 1007 e 1025 (spazio bianco in *K*), e altre due molto forti, a linee equidistanti, nelle regioni 1035 e 1057 (altro spazio bianco) e tra 1075 e 1095 (quasi bianco anche qui), ma questa ultima non è tutta bianca (*).

Marcatissime poi sono, e allargate del doppio, le solite righe del calcio nell'arancio e nel rosso, e grande persiana dopo la 7 di $W = 719 K$.

La *C* perde di nerezza nella penombra. In conclusione si conferma tutto il trovato finora, ma la mutazione dello spettro è più forte perchè la macchia è più profonda. La forma di questa macchia è crateriforme, ma poco regolare. Nell'interno del nucleo, fra due ciuffi di veli perfettamente *rossi*, e non solo *rosati*, si vedono due centri più neri del resto, che sono i punti più foschi della macchia. Pare che il diminuirsi di *C* dipendesse da questi cirri o ciuffi.

29 aprile.

Nella macchia di ieri il nucleo è diviso in due, si sviluppano fittissime zone nere tra *D* e quelle del calcio 10 e 11 = 864, e 877, e anche oltre *D* è nero tutto questo pezzo come in α Orione. Le *D* sono larghe, sfumate e nebbiose. Benchè nel gruppo del calcio le righe siano più larghe e più nere, però il fondo rimane lucido e vivo più che altrove, perchè non vi nascono persiane.

(*) *Bianco*, qui si riferisce alla figura di Kirchoff, e vuol dire senza righe di sorta alcuna.

La *C* diviene lucida un istante nel punto lucido che rompe il nucleo, e in altri punti svanisce il nero affatto. Ho veduto questo tre volte. Il luogo ove ciò accade è piccolo assai e non può esser che il ponte. Lo sbiadimento però del nero salta all'occhio ed il rovesciamento parziale è sicuro.

Però quattro sono le fasi di questa riga: 1ª la normale che è bella, larga e decisa; 2ª la medesima assottigliata come nei nuclei, in vicinanza delle macchie in genere; 3ª la sua diminuzione di nerezza; 4ª il rovesciamento totale.

Si conferma il già detto delle persiane che nascono sempre forti là dove *K* ha linee deboli. L'intervallo tra 7 e 9 $W = 719,5$ e 850 *K* è indescrivibile, restano solo filetti lucidi isolati in una selva di capegli oscuri. Fra la 6 e la 7 di *W*, 711,5; 719,5 *K* nasce una riga viva, o piuttosto brilla la riga viva, perchè non soffre assorbimento.

Sul verde è una nebbia generale, su cui però brillano le righe vive ai soliti posti, e le persiane.

Nell'altra macchia grande:

Si conferma tutto come sopra, salvo che le *D* sembrano dilatarsi più essendo sfumate. Supponendo troppo debole lo spettrometro, si mette anche il prisma a visione diretta, e si ha ottima vista e si vede benissimo la 3ª tra *D'* e *D''*; tutto resta lo stesso, salvo che paiono anche più gonfie e nebulose agli orli.

Ricerche di confronto tra lo spettro delle macchie e lo spettro atmosferico tellurico.

Volendo confrontare lo spettro delle macchie collo spettro atmosferico terrestre, si esaminò, verso sera, di nuovo la macchia grande n. 48.

Alle 5 ore e 58 minuti si trova che la *C* sparisce affatto in vicinanza del nucleo e diviene sfumata, mentre invece è nerissima nel resto del disco. È strano assai. Il sole s'accosta all'orizzonte e la *C* è pronunziata in modo straordinario, ma essa *non* si allarga a traverso al nucleo. Si confronta lo spettro telluro-atmosferico, che resta generale sul

sole, con quello della macchia, e si vede la solita differenza. Le righe *D* dell'aria non sono ancora nebulose, ma lo sono assai nel nucleo e in modo straordinario. Sono forti a quest'ora le persiane aeree telluriche vicino a *D*, dal lato del rosso, e quando si guarda il nucleo ove sono aggiunte le sue, nasce una nerezza foschissima, che fa una gran confusione (ma sembra per ciò stesso che sieno sistemi differenti). Ma è singolare che vi brilla qualche linea finissima nel giallo presso la *D*, e così viva che pare un filo d'oro (essa dunque sfugge ad ogni assorbimento solare ed atmosferico tellurico).

Si verificano presso la 8 di *W* (che è la C^6 di Brewster $=810$ di *K*) le persiane, che aumentano quando vi si sovrappone il nucleo; si rinforzano notabilmente le persiane delle $7\,W=719{,}5\,K$ andando verso la 8, poichè qui in ambedue è la stessa causa, cioè il vapor d'acqua. Esse diventano quasi nere. È un cielo superbo ed aria ottima.

A 6 ore e 27 minuti cominciano le zone atmosferiche forti davvero, quelle prima di *D* sono fosche, ma diventano linee nere sul nucleo. Oltre *D*, la 14 *a* (una dopo la *D''* segnata da me ed $=1135$ *K*) si fa nera assai e diviene più nera sul nucleo, onde si sommano gli effetti.

A 6 ore e 28 minuti la regione nebbiosa δ di Brewster comparisce appena, ma si rinforza sul nucleo. Essa sta tra (14 *a*) e la 15 di $W=1135$ e $1200{,}4$ di *K*.

Ora la riga C^6 eguaglia proprio la *C* in nerezza, ma (*mirabile dictu*) messa che sia la macchia si ha *C* appena sensibile, mentre C^6 non cambia punto. Crescono pure le persiane tra *C* e 7 *W*.

A 6 ore e 33 minuti non vi può esser dubbio che la regione δ cresce in nerezza entro il nucleo; così pure si vedono bene adesso molte persiane che non si vedono a sole alto, e sono di quelle che crescono nel nucleo.

Anche adesso nel mezzo fra 13 *W* e $14=D$ è un filetto lucido finissimo che sembra un filo d'oro, e sfugge a qualunque assorbimento. Ciò prova che l'indebolimento è dovuto all'assorbimento, e non ad un indebolimento qualunque di luce.

A 6 ore e 40 minuti bellissima la *D*, assai rinforzata ne' nuclei.

Altezza di sole $1^\circ\,{}^1/_2$. Le righe *D* nel sole s'allargano, ma non hanno

gran nebbia, nei nuclei invece si sfumano e si dilatano di più. Le verdi vive staccano bene e non si mutano punto col nucleo aggiunto. All'incontro le persiane diventano nerissime e sono quasi nere nel sole per la sola azione dell'atmosfera. (Questo proverebbe che molte di queste righe sono dovute ai gas simili alla nostra atmosfera). A ore 6 e 43 minuti manca 1° circa al tramonto.

A ore 6 e 47 minuti la δ è nerissima e pure si rinforza sul nucleo; C è meno nera adesso che non è C^6, che è molta cresciuta. La C sparisce qui pure nella macchia.

L'agitazione dell'aria qui è grande e si confonde molto la luce nello spettro per l'agitazione.

Si badi, a sole alto, al gruppo che sta avanti immediatamente alle D per vedere che cosa accade allora dentro i nuclei.

Il sole tocca l'orizzonte e non si distingue più nulla.

Risulta però:

1° che le persiane sono effetto dei gas;

2° che essi sono quelli dell'atmosfera nostra, almeno in gran parte.

Benchè mezzo sole già sotto, la zona lucida tra D e δ brilla come se non vi fosse nessuna differenza dal sole alto.

1° maggio.

Ieri fu osservato il sole col sig. Respighi, e restò molto persuaso sulle mutazioni dello spettro entro le macchie. Oggi diventano foltissime nel nucleo della gran macchia le persiane dopo la 7 W, e si propagano sino alla 8 W. Lo spazio δ di Brewster mostra molte righe della zona da 1060 a 1090 di K, ma non si vedono che poche fra 1007 e 1030. Nello spazio bianco tra 1030 e 1060 si hanno *righe debolissime* equidistanti a persiana, ma resta assai brillante (questo pezzo resta brillante anche all'orizzonte). Nella penombra, sull'orlo della facola, la C svanisce, e ritorna nera sul nucleo; la zona lucida tra 6 e 7 $W = 711{,}5$ e $719{,}5$ K rimane brillantissima sempre. Il che prova sempre meglio che tutto è effetto d'assorbimento. La $10 = 864$ K diventa nebulosa e larga.

Dunque vi è qualcuno certamente degli elementi atmosferici, ma non

tutti; la gran persiana tra 7 e 8 *W*, da 719 a 790 di *K* almeno, riempiendo il bianco che sta tra 760,0 e 773,0.

Nell'altra macchia minore si verifica lo stesso, ed è cosa oramai sicura che nelle facole la *C* è debolissima o nulla. Quindi esse sono elevazioni semplicemente di gas idrogeno, e le sue cime sono le protuberanze sì vive da rovesciare lo spettro della atmosfera superiore.

2 maggio.

Questa mattina si vedeva, alle 8 ore $^1/_2$, la granulazione del sole al Cauchoix in modo sorprendente, talchè non l'ho mai vista così. Tutto il sole era veramente una macchia, e il nero era più del bianco. Questo è stato veduto altre volte nelle epoche di molte macchie, onde si vede che la periodicità non è solo delle grandi macchie, ma anche di queste minori, ed è ben più radicale di quello che si crede. Questi massimi paiono accompagnati da un reticolato più sensibile.

Lo spettro si osserva nella macchia minore, e si trova che la *C* varia poco coi primi nuclei, e solo perde un poco di nero nell'intervallo loro. Varia più vicino all'ultimo nucleo di questo gruppo che non è ancora formato regolarmente. Si stringe di larghezza nelle penombre e nelle facole che seguono la macchia e impallidisce. Non c'è dubbio, solo nelle facole diminuisce il nero.

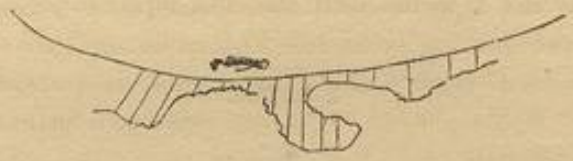
Ora si va alla grande. Qui davvero sparisce quasi tutta la linea nera *C;* sulle facole e nel nucleo si stringe ma non svanisce.

La fina 683 *K* si rinforza assai. Nel mezzo tra *B* e *C*, a circa 630, resta viva una linea luminosa in mezzo al generale assorbimento.

È importante che mentre la *C* si restringe sino quasi a svanire, essa nell'aria diventa quasi nebulosa per l'allargamento laterale di due fine; sono zone dell'aria o del carbonio? Anche la 679 diviene larga e fosca, prova che vi sono elementi dell'aria nostra. L'idrogeno scomparisce anche qui sul *ponte* che separa i due nuclei.

5 maggio.

La grossa macchia sta per uscire dal disco; essa ha vicino una fortissima protuberanza, la quale dà le righe così:



onde è rilevata e ripiegata all'infuori.

Verificasi che la *F* non diviene lucida che dal lato del rosso; cercate indarno altre lucide fuori delle solite.

6 maggio.

9^h ant. — Ritorna la macchia 48 del 14 aprile, le foglie coprono tutta la penombra, il ponte è rotto in punta, ma la macchia ritiene i suoi caratteri normali, l'aria è cattiva e il cielo velato. Le protuberanze si vedono male.

$1^h\ 45^m$. — Una macchia sta all'orlo per partire e il suo nucleo principale pare sparito: ma poco fuori di essa, nella regione delle facole, è una protuberanza enorme che è alta la larghezza di due spettri, cioè circa 120″.

Il suo aspetto è così:

è dunque una gran nube; l'intervallo fra la fiamma e la nube non è lucido nè nero, cioè manca solo il rovesciamento totale.

9 maggio.

La gran macchia, n. 48, è nerissima nel primo nucleo.

Le *D* diventano larghe e nebulose assai, e quasi si toccano. Provato esser lo stesso con 5 prismi e coll'ingrandimento del 2° cannocchialetto di Merz. Fortissima persiana prima delle *D* e molte altre per tutto il resto dello spettro. La *C* svanisce affatto. In un punto della macchia le due *D* si confondono in una sola riga larghissima, svanendo il filetto medio (come in certe stelle rosse).

Presso l'orlo del sole, pure dal lato interno, compaiono molte persiane simili a quelle che vedonsi nei nuclei, e le linee lucide brillano di più. Quando l'aria è molto agitata tutto questo svanisce sulle macchie per la mescolanza delle luci.

Anche la *C* presso l'orlo si restringe, e le *D* perdono la loro nettezza, onde si vede bene l'influenza dell'atmosfera solare, che produce effetti da se sola simili a quelli che si vedono entro le macchie.

10 maggio.

$10^{h.}$ $13^{m.}$ — Diminuendo la lunghezza della fessura con un piccolo diaframma trasversale in modo da avere solo lo spettro interno al nucleo, questo si vede con righe nere e profonde come si scorgono in Aldebaran quando è rosso. Vi è pure traccia delle zone, ma debolissime. Spiccano assai le *D* che sono nebbiose; il gruppo 10 *W* (864 *K*) e la vicina a 7 (a 719, 5 *K*) si vedono bene. La *C* svanisce. L'aria si guasta quasi istantaneamente poco dopo.

Nelle facole della macchia più vicina all'orlo è una nube rossa almeno alta 90″ (uno spettro e mezzo), staccata e ripiegata. Le righe della fiamma con sodio, messa sulla fessura, non si vedono col sole, e non spero di veder quelle dell'idrogeno. La luce solare qui è troppo forte.

Nello spettro del solo nucleo, ristretta la fessura alla lunghezza di pochi secondi (10″ al più), si ha effettivamente più netto l'aspetto delle 4 critiche del verde visibili nelle stelle. Le persiane larghe, separando le lucide con alcune nere forti, fanno l'effetto che si osserva in Antares e

in α Orione. Lo spettro è così ristretto che non si vede che quello del nucleo; ma ciò malgrado la differenza salta agli occhi quando entra sulla fessura il nucleo, perchè il cambiamento è fortissimo nell'allargamento e nella sfumatura della *D* del sodio, e nel divenir doppie in larghezza quelle del ferro.

[Dunque non è illusione questo spettro speciale delle macchie come si pretende da alcuni (*)]. Tutte le persiane inoltre si rinforzano. Le lucide restano invece brillanti, e sembrano a due a due separate dalle nere, che realmente sono qui multiple, ma che nelle stelle appaiono semplici per la piccola forza della dispersione (onde gli spettri in fondo sono analoghi).

12 maggio.

Colla fessura accorciata si accorge molto bene quando la macchia entra nel campo per le righe nebulose *D* del sodio, e la dilatazione delle righe del calcio e del ferro. In alcuni punti della persiana più scura (quale?) vi paiono delle linee più brillanti, ma sono quelle sole che sfuggono all'assorbimento. I gruppi delle persiane del verde, alternate colle lucide, e frammiste alle nere forti, pare che diano lo spettro di Antares.

Si cerca l'orlo ove è una bella e viva protuberanza che attraversa colle righe dell'idrogeno tutto lo spettro. *Non vedo* nulla di rovesciato nel magnesio, benchè lo cerchi con attenzione, nè nelle righe *D*. Solo dentro l'orlo solare all'estremo le vedo assai annebbiate e indebolite, ma ciò è effetto di quello stratarello di già indicato da me tempo fa. Si toglie l'ingrandimento e si ha come sopra. Si allarga la fessura, e si vede la forma della protuberanza meglio, ma non si può aprire molto perchè allora la luce del campo eclissa la protuberanza nuovamente. Si ravvisa bene l'ineguaglianza dell'orlo, ma non merita la preferenza sul modo solito.

16 maggio 2^h pom.

Una bella macchia sta presso l'orlo. Le righe lucide della cromosfera crescono assai, sono almeno $^1/_3$ dello spettro, e si veggono bene con

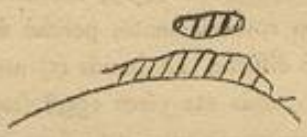
(*) Nota del 3 settembre.

aria pessima. Si procura di vedere che cosa sta nel verde, ma non si può veder nulla di rovesciato. La distanza della macchia all'orlo è circa 8″. L'aria è cattiva assai, ma le righe lucide sono sì forti che si vedono anche attraverso le nubi; esse sono più alte all'orlo che dentro il nucleo.

17 maggio.

La *C*, fuori dell'orlo solare, è fiancheggiata di nero agli orli destro e sinistro, è rovesciata solo in mezzo: essa è viva assai e si vede attraverso le nuvole. Resta viva assai una riga a destra di *C* verso *D*, vicina alla 7 di $W = 719,5$ *K* (dev'essere la zona lucida di *K* tra 714,5 e 717 *K*; tra la 6 e 7 è quella dell'aria (6 $W = 711,5$ *K*). Però vi sono molti vapori, e fa penare assai).

Nella facola della macchia 53 che è all'orlo si ha una magnifica nube, ma non molto larga, ma è vivissima; anche questa si vede tra le nubi:



Presso la macchia si veggono le righe delle protuberanze lunghe più del doppio del resto, che stanno sull'orlo; la gialla si vede benissimo attraverso le nubi, e meglio che la rossa.

La *F* è lucida verso il rosso, resta nera dal lato del violetto (in Kirchoff pare composta con due lati nebulosi, dunque nulla di strano). Le righe verdi non si rovesciano punto affatto.

Nella macchia 58 il nucleo è come al solito con forti righe di calcio e ferro nel verde.

Le persiane diventano nere assai, ma quelle del magnesio poco o

nulla si dilatano passando dal nucleo alla penombra, ma si dilatano passando dal fondo solare (fotosfera) vivo alla penombra.

Quelle del sodio sono sfumate al solito.

Aria cattiva che fa perdere gran tempo, perchè tutte le volte che viene l'ondata dell'aria che confonde l'immagine, fa tutto svanire.

20 maggio $8^h\ ^1/_2$ ant.

Spettacolo di protuberanza presso la macchia n. 58. La riga del verde tra le due del magnesio *diviene lucida*. Si rovescia la terza nera certamente. Vedi il segno fatto in *K* (questo segno abbraccia con un angolo (così $\wedge$), le righe 1650,5 fino a 1653,8; inoltre v'è un segno di prolungamento di lapis al posto 1634,9, allato alla 3ª lontana del magnesio che è la meno refrangibile, ove è notato il rovesciamento).

Inoltre fuori del disco s'illumina una riga tra 20 e 21 di *W*, che resta circa a 1435 di *K*. Questa che si ravviva è a $^1/_3$ tra le 20 o 21 *W*.

Una fina presso la 32 di *W*, è rovesciata dal lato del rosso. Fra *F* e *b* ne nascono due altre ben vive, una tra 31 e 32 *W*, l'altra presso 30, ma questa è una lucida prolungata, quella accanto 32 è un rovesciamento (*), un'altra presso 30 e 31 (γ), ma in una persiana, ed è difficile dire se vi sia o no rovesciamento, perchè è una fila di righe assai serrata, e l'osservazione è difficile. La lucida (ε) accanto ad *F* splende tra 31 e 32 quasi in mezzo, ossia sta circa 1998 (meglio si precisò a 1994 appresso). Essendo un rovesciamento, essa deve essere del ferro o dello zinco (?). È sicuro il rovesciamento e pare piuttosto la 1994 *K*, perchè la riga lucida dista dalla nera quanto è largo il gruppo di queste. Un'altra sta nella persiana vicina alla 1864, accanto alla zona brillante. Nella gialla pure si prolunga una lucida.

Sulla facola è una enorme protuberanza rossa viva, e ripiegata a nube assai viva. In questa protuberanza si vedono tutte le righe di Rayet, anche

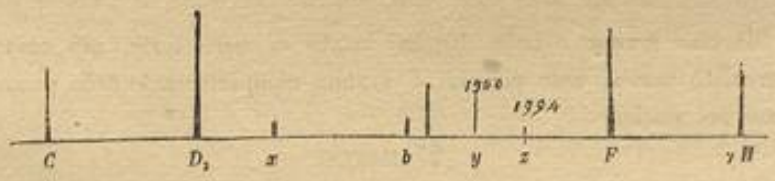
(*) Per maggior chiarezza veggasi la figura qui appresso.

quelle dell'idrogeno presso G, e più anche un'altra (non si dice il posto). Una è del magnesio rovesciato, una pure del ferro, ma non è sicuro: donde risulterebbe che altri metalli possono essere nella cromosfera, oltre l'idrogeno, non visibili ne' casi ordinari per la debolezza.

La macchia è proprio lambente l'orlo, e la facola poco lontana e mezza dentro e mezza fuori, e pare prominente un poco, ma infinitamente meno che la protuberanza. Si visitano le altre facole: in tutte è vivo assai e alto l'idrogeno, ma meno che qui, e il verde non si rovescia.

Qui tutte le righe lucide si stendono sul disco (empiétent) notabilmente, circa quanto è la distanza della macchia dall'orlo. È spettacolo nuovo ed importante, soprattutto in vedere la 3ª riga del magnesio *isolata*, rovesciata, mentre non si rovesciano le due altre. Anzi al contrario l'intervallo loro diviene lucido. Di ciò ne sono sicuro perchè l'ho veduto bene. Non così lo sono della posizione delle altre righe secondarie e minori, le quali sono incerte perchè veggonsi assai corte e in un piccolo tratto soltanto della facola.

Si è già tre ore che la guardo. Si avvicina mezzodì e l'aria è assai guasta.



La riga C è puntuta e pure la D_3 la F è a nodi e la γH è puntuta.

21 maggio.

La gran macchia è vicina all'orlo; ha la penombra ben visibile al lato esterno, ma manca dal lato interno. Le righe cromosferiche sono alte $^1/_2$ spettro al più. A distanza della macchia di uno de' suoi diametri è una prominenza alta uno spettro $^1/_2$ (90″) dal lato del Sud. Ivi è una facola.

Non c'è altro fuori del solito; le righe di ieri sono sparite. Bisogna sempre distinguere l'intensità e l'altezza; quella di ieri era assai intensa e alta, e si vedeva spesso l'idrogeno *C* che pareva doppio (forse per l'aria o per l'oscillazione sua?). La *F* era spesso a nodi (ciò è solo effetto dell'intensità a diverse altezze?).

22 maggio.

Sole con poche macchie. Nulla più si vede in quelle di ieri. Vicino all'orlo sono delle facole, e vi è una bella protuberanza vicina. Si leva l'obiettivo microscopico che ingrandisce, mettendo il diaframma piccolo all'obiettivo, e si guardano le protuberanze dirette. Allargando la fessura si vede la loro forma più facilmente. Ma del resto non si vede divenir punto lucide le verdi, benchè colla lente paresse essere l'orlo più lucido tra le due *b* vicine. Poco però si guadagna con questo mezzo. La protuberanza è voltata colla cima verso l'equatore.

26 maggio.

Macchia grande e bella. Nucleo listato di nero forte, ma essendosi annuvolato non si vede più. La *C* svanita completamente nella penombra e non nel nucleo.

27 maggio.

Si vede la *C* svanire nella penombra, ma non nel centro del nucleo; questo prova che l'idrogeno è fuori del nucleo e non esce da esso.

Aria velata, e per la sovrapposizione della luce, diffusa colla diretta, nulla si vede. Si avverta ciò.

30 maggio.

Superba macchia tonda. Si vede bene a sparire la *C*, ma non la *F*, e una rossa viva diviene luminosa alla distanza di $4^{\circ}\ ^{1}/_{2}$ dalla *C*, e quasi ad uguale distanza dalla nera n° 6. La riga dell'idrogeno *C* svanisce sul nucleo

e non nella penombra; la riga lucida vivace è in una persiana dopo la 7; essa dista dalla 7, quanto la 7 da *C* (è la zona chiara dalla 745 alla 748 di *K*) (V. la fig.). Da 760 a 772 *K* si hanno persiane sul nucleo, eppure qui KIRCHOFF è bianco affatto, e nel sole diretto non si vede nulla; onde sono una formazione vera che si genera sul nucleo, e non una illusione. Si segnano nella figura *K* varie regioni di queste zone.

Fra 830 e 780 è una persiana che diviene sommamente fosca, e vicino alla facola della macchia che sta all'orlo, è una grande protuberanza volta verso l'equatore solare.

11 giugno.

9$^{h.}$ ant. — Si vede la macchia presso l'orlo, lontana quanto la sua larghezza. Vi sono grandi protuberanze intorno che si prolungano luminose sul disco sino al nucleo, ma sul nucleo non sono luminose, e *non* ricompariscono lucide oltre il nucleo. Quelle del gruppo *b* si vedono un poco più lucide, ma non vive come l'altra volta.

Eppure la cromosfera è vivissima vicino alle macchie. Qui l'altezza delle righe è tre volte quella del resto del lembo solare.

21, 22, 23, 24 giugno.

Fatte le figure dello spettro solare nella macchia con molta diligenza da *C* a *B*. — V. Giornale (*).

(*) Queste figure saranno pubblicate in altra occasione quando sarà finito il confronto con le righe di KIRCHOFF.

2 luglio.

La macchia dista dall'orlo di tutta la sua larghezza. Vi sono facole assai vive. Un'altissima protuberanza di $^3/_4$ dello spettro precede all'orlo. Vi è una bella nube isolata, l'aria è cattiva.

3 luglio.

La macchia sta all'orlo proprio, separata solo da un filetto. Ma l'aria è cattiva. Le protuberanze sono alte quasi quanto ieri, ma più vive e un poco più basse. Si cercano le righe del verde, ma nulla si vede.

Una riga diviene lucida presso la 7 *W*, al di là di *C*, ma è una delle linee lucide che sono nello spettro, che si prolunga molto fuori di esso.

Poco fa eranvi cirri per aria, e il loro formarsi si prevedeva dalle righe forti a persiana che comparivano presso *C* e *D* ai soliti posti.

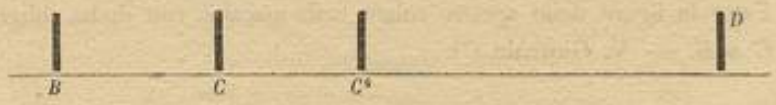
Studi sull'influenza de' vapori atmosferici sullo spettro.

10 luglio.

Giornata assai vaporosa. Ieri il sole era assai rosso anche prima del tramonto. Quest'oggi è lo stesso, e si fa l'osservazione del sole alle ore 5 $^3/_4$ collo spettrometro grande diretto di Hoffman.

Malgrado che il sole sia già alto vi sono tutte le righe atmosferiche come gli altri giorni sull'orizzonte.

La *C* sta in mezzo tra C^6 e *B*.



Si vede presso la *C* la solita brillante, come nel sole all'orlo e nelle macchie. Questo prova che questa riga non soffre assorbimento nè dai vapori terrestri, nè dai solari, e quindi accosta sempre più le due atmosfere.

Ecco alcune misure prese colla fessura in due serie:

$D = 27^{r}.12 - 27,05$
$C^{6} = 28.81 - 28,82$
$C = 29.95 - 29,85$
$B = 30.82 - 30,82$
$R = \ldots\ldots - 31,63$
b magnesio. . . — 22, 33;

ma si rifaccia con più dettaglio. Cielo nebbioso che si annuvola.

A dì 11. — Anche oggi è nebbioso al sommo, ma un po' meno di ieri; alle 6 ore già cominciano le righe atmosferiche (il sole tramonta alle 7 ore e 36 minuti). Si usa lo spettrometro grande a visione diretta e si segnano le zone sulla mappa di Fraunhofer.

Zone dell'aria $\delta = 26,51$
$D \ldots\ldots\ldots\ldots 26,91$
$C^{6} \ldots\ldots\ldots\ldots 28,80$
$C \ldots\ldots\ldots\ldots 29,58.$

$6^{h.}\,{}^{1}/_{2}$. — La C è quella che fa più effetto ed è un fascio di zone nere che è vicino a C dal lato del giallo. Si comincia a vedere δ sul sole diretto a 6 ore 32 minuti. È da osservarsi come spiccano assai certe righe lucide accanto a C.

Nel giallo la D_3 delle protuberanze brilla pure essa, ma evidentemente per contrasto. A 6 ore e 50 minuti il sole è giallo e si sostiene assai bene a occhio nudo.

Ecco i limiti delle zone:

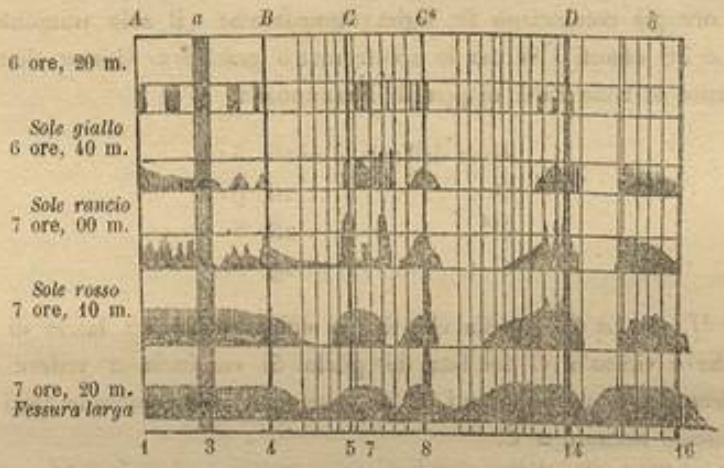
δ principio	25. 87.	
fine	26. 41.	
D principio	26. 95.	
fine	27. 36	— sfumata assai in fine.
C^{6} principio	28. 55.	
fine	28. 88	— sfumata in ambo i lati.
C principio	29. 42.	
fine	29. 26	— è formata di diverse fine.

A 7 ore il sole è, come la luna all'orizzonte, ranciato, sta alto ma ha poca luce, e meno che all'orizzonte gli altri giorni.

Si notano sulle righe di *W* col lapis i progressi successivi dello spettro e i suoi cambiamenti (V. fig. qui sotto).

Alle 7 ore il sole è ancor alto, ma lo spettro è ancora confuso, e il sole è rosso vivo. Coll'allargare la fessura non si guadagna punto. Dal verde in poi nulla si vede di speciale, salvo un generale indebolimento.

La figura che si dà è mediocre, ma avrebbe richiesto più tempo che non si avea per notarne i cambiamenti più in dettaglio.



Roma, 9 novembre 1869.

P. Angelo Secchi.