INTORNO ALL' ATMOSFERA SOLARE, E AD ALCUNE PROPRIETÀ
OTTICHE DELLA LUCE RIFLESSA DELLA LUNA; DEL P. A.
SECCHI.

Col'avvicinarsi della grande eclissi che si aspetta nel prossimo 18 Luglio anno corrente, si sono risvegliati gli studi relativi alla costituzione fisica del globo solare, e il sig. Faye nell'Accademia di Parigi ha rievocato fortemente in dubbio l'esistenza di un tale involucro trasparente, quale gli viene attribuito dai moderni fisici. Le ragioni principali da lui arretrate si riducono 1. alla nettezza grande colla quale si vedono gli orli delle macchie anche quando sono vicine al lembo solare. 2. crede insufficiente a dimostrare tale atmosfera l'assorbimento della luce e del calore che ha luogo ai lembi del disco, potendo ciò nascere dalla semplice legge di emersione dei raggi dalla fotosfera stessa, e perchè la legge di Laplace non combina con gli esperimenti. 3. Finalmente la corona e le protuberanze rosse vedute attorno al sole durante l'eclisse, possono secondo lui, attribuirsi a un qualche effetto di miraggio o altro simile fenomeno prodotto sui raggi solari al radere che essi fanno l'orlo lunare.

Siccome la discussione in tutte le materie fisiche difficili è sempre utile, così io ho riassunto a questo proposito le mie antiche ricerche, per vedere se nulla vi trovava da aggiungere o modificare dietro lo studio e la pratica ulteriore acquistata negli ultimi anni ed ecco quanto parmi poter dire su questo proposito. — Primieramente in quanto alla precisione di visibilità delle macchie nel centro e all'orlo del disco, essa non si può asserire essere rigorosamente la stessa. Giunte all'orlo sono esse sempre un poco più sfumate ed indecise, e non si vedono mai in esse que' veli leggieri o *cirri* che sì spesso si osservano nelle macchie grandi quando sono nel mezzo del disco. Di più si deve aggiungere che l'effetto dell'atmosfera trasparente, se esiste, esso è massimo agli orli o in somma vicinanza ad essi: ora è notissimo che in tal posizione le macchine non si vedono che eccezionalmente e solo quando sono grandissime e con

somma difficoltà: comunemente si attribuisce l'indecisione al tremolio della nostra atmosfera, ma è ben difficile distinguere ciò che sia dovuto all'una e ciò che spetti all'altra causa. Di più se anche l'atmosfera solare produce una indecisione, per esser i suoi effetti sensibili, qui da noi essi dovrebbero essere enormi e produrre variazioni non minori di 90 in 100 miglia per essere percettibili, attesa la grande distanza; ed i mutamenti minori di questi non si scorgerebbero. L'allegare in ciò l'effetto delle atmosfere di Giove e Saturno che rendono invisibili i corpi solidi di que' pianeti non giova, giacchè nessuno ha detto fin' ora che tali atmosfere siano trasparenti, onde non varrebbe la parità, anzi abbiamo (come vedremo appresso), delle prove per questi due pianeti che esse sono analoghe alle nostre nubi.

Per ciò che riguarda l'assorbimento della luce e del calore, l'argomento del sig. Faye si fonda su ciò che la legge dell'assorbimento data da Laplace non combina colla estinzione osservata da me nel calor solare, e da Chacornac nella luce, ciò è vero ed io l'avea già notato fino dall'epoca dei miei primi lavori (1851). E tale appunto deve essere il fatto giacchè quella legge non combina nemmeno colla osservazione nel dare l'estinzione de' raggi solari nell'attraversare l'atmosfera terrestre altro che quando il sole è assai alto. Quella legge insomma è fondata sulla medesima teoria su cui si appoggia il calcolo delle refrazioni atmosferiche, e tutti sappiamo che essa non va più in là di 78° in 80° di distanza zenitale. Essa dunque non varrà nemmeno per l'assorbimento dell'atmosfera solare, che fino a certi limiti di distanze dall'orlo. Siccome si potea sospettare che le esperienze fatte da me col cannocchiale di Cauchoix potessero esser soggette a qualche eccezione per le minori dimensioni dello strumento, così ho voluto ripeterle col grande equatoriale di Merz, e benchè i risultati sieno dati per esteso nelle memorie dell'Osservatorio pel 1852-56, non sarà qui inutile il riassumerli potendo essi servire a chi volesse confrontare l'osservazione colla teoria.

In una serie fatta li 8 Giugno 1855 l'immagine proiettata su di un cartone perpendicolare all'asse del cannocchiale era 220 millimetri di diametro e la pila avea un'apertura quadrata di 12 millimetri di lato.

Le temperature osservate a differenti distanze dal centro furono le seguenti

Distanze dal centro . . .	O. centro	10 ^{mm}	30 ^{mm}	50 ^{mm}	70 ^{mm}	90 ^{mm}	104 ^{mm}
Intensità in gradi galvanometrici. . . .	50.1.	50.2.	50.0.	49.8.	48.9.	46.8.	44.0.
La stessa in gradi proporzionali	121.0.	122.2.	120.0.	119.0.	114.0.	101.5.	85.5.

Le intensità sono state osservate sempre sopra quattro punti simmetrici posti in due diametri ortogonali: al centro si trova qualche cosa di meno per la presenza di una piccola macchia. L'andamento della diminuzione è assai lento presso il centro e fino a $\frac{5}{4}$ del raggio; ma a $\frac{4}{32}$ del raggio il calore diventa 0,7 soltanto della forza centrale. Ma la grande apertura della pila nascondeva in gran parte la diminuzione reale e rapidissima che si ha presso gli orli. Quindi ho rifatto una seconda serie di esperienze il 12 Giugno, dando all'immagine un diametro di 330 millim. e alla pila un'apertura di 4 millimetri solamente. Il quadro seguente mostra la diminuzione osservata operando sempre in 4 punti simmetrici,

Distanze all'orlo in parti del raggio . 1 = centro	$\frac{7}{16}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{4}{84}$ del raggio
Gradi galvanometrici 40.6	36.5	36.2	28.9
Gradi proporzionali 71.0	63.5	57.0	36.8
Rapporto delle intens. 1.00	0.89	0.80	0.52 di quella del centro.

L'apertura della pila corrisponde a una zona di 24" circa, onde si vede che su questa zona la forza è ridotta alla metà. Ora è noto che in questi estremi le macchie lungi dal vedersi nette sono sempre un po' confuse, per cui l'effetto dell'atmosfera solare si vede anche nella indecisione delle loro immagini.

È vero che il detto fin'ora è solo proprio del calore; ma si sa che in generale la conclusione vale anche per la luce ed io direttamente avea dimostrato nel *Nuovo Cimento* (Agosto 1858) che usando un prisma birefrangente col quale si facesse proiettare l'immagine dell'orlo vicino a un punto della penombra di una macchia grande, la luce di questa era sensibilmente

eguale a quella dell'orlo, e si sa dalle ricerche fotometriche di Herschel che la luce della penombra è circa la metà di quella del fondo luminoso del sole.

Se l'esistenza della atmosfera trasparente resta così comprovata, non è perciò che sia completamente spiegata da essa la *corona* che cinge il sole nelle eclissi totali. Essa vi deve certamente contribuire e non poco, ma se tutto sia suo effetto nol credo provato, e in ciò il sig. Faye ha molta ragione. Anzi ai suoi argomenti uno ne potrei aggiungere ed è che la grande cometa del 1843 ed altre ancora si sono nel loro perielio accostate al sole ben più che non è il raggio della corona (1).

Onde se questa rappresentasse l'atmosfera, quegli astri si sarebbero immersi dentro di essa non poco; e in tal caso non so come avrebbero potuto uscirne. Di più si trovano assai diversi i limiti fissati dalla corona secondo la chiarezza del cielo, e i testimoni di veduta notarono sempre in essa un movimento e che ha l'aspetto come dei raggi che sono vibrati da un pezzo di vetro rotto su cui batte il sole (V. Baily eclissi del 1842). Le irregolarità in oltre osservate nella grandezza e direzione dei fasci di luce, fan sospettare che la cosa non è tutta dell'atmosfera solare; mi è quindi venuto in mente di ricercare se la luna vi potesse aver qualche parte e perciò mi sono messo a studiare le modificazioni subite dalla luce che è riflessa da quest'astro.

La più importante di queste è la polarizzazione: questa fu negata da alcuni e sostenuta da altri, ma ciò fu solo per ragione di averla osservata in fasi differenti. Per istudiare questi fatti ho applicato al grande refrattore di Merz un polariscopio sensibilissimo e un polarimetro. Il primo consiste in una combinazione di una lastra di quarzo perpendicolare all'asse, della spessezza di circa 8^{mm} con un prisma pure di quarzo birefringente acromatizzato con vetro: combinazione conosciuta sotto il titolo di *polariscopio di Arago*. La lastra di quarzo è

(1) La distanza perielia di questa cometa veduta dalla terra avrebbe sotteso $\frac{1}{2}$, in raggio solare, cioè un angolo di 2',3 e certo non più di 3': ora la corona si estende per lo meno a un $\frac{1}{4}$, raggio solare cioè 8' ed alcuni l'hanno veduta in regioni chiare esser di circa $\frac{1}{2}$, grado.

di una spessezza tale che i due colori rosso e verde sono vivacissimi, onde ad ogni piccola quantità di luce polarizzata sono sensibilissimi. La lastra è collocata prima della lente dell'oculare del più debole fra gli ingrandimenti del cannocchiale di Merz e il prisma sta fuori dell'oculare affatto.

Il polarimetro consiste in una pila di tre lastre di cristallo a facce parallele collocata fra il quarzo e l'obbiettivo del cannocchiale presso l'oculare. Questa pila può ricevere i moti attorno all'asse ottico del cannocchiale, come un micrometro di posizione, per disporre il suo piano di rifrazione nel piano di riflessione de' raggi riverberati dalla luna e può ricevere tutte le inclinazioni rapporto all'asse ottico del cannocchiale che sono misurate da un circolo graduato. La mancanza di una lastra di quarzo parallela all'asse, che ordinata da gran tempo a Parigi non è ancor giunta, mi impedisce di poter ridurre a cifre assolute i risultati fin'ora ottenuti, onde mi contenterò di alcune conclusioni generali.

1. La luce della luna è polarizzata diversamente secondo la fase. Nella luna piena è nulla, e massima nel sesto o settimo giorno di età, quando l'elongazione dal sole è di 80° a 90° il piano di polarizzazione è quello di riflessione che passa pel sole, come lo mostra il polariscopio a *bande* o striscie colorate.

2. La quantità di luce polarizzata varia grandemente nelle varie regioni; in quelle che diconsi *mari* e sono lisce, essa è grandissima e minima è sulle montagne. I fondi pieni de' crateri sono polarizzati fortemente, mentre i loro bordi se ne staccano come isole bianche sui fondi colorati verde e rosso dei campi lisci.

3. Anche nella fase di massima polarizzazione le parti lisce presso il limite dell'ombra, e quelle presso l'orlo del disco hanno a un dipresso la stessa quantità di luce polarizzata. Ecco alcuni numeri a questo proposito.

1°. Gennaio 1860 8^h. pom. *mare serenitatis*: (posto quasi nel mezzo del fasc.) Angolo massimo della pila in cui svanisce ogni polarizzazione = $53^\circ.5$.

Mare crisium presso all'orlo: angolo = $53^\circ.3$.

Parti montuose presso *Ticone* = $36^\circ.2$.

31 Dicembre 1859 7 ^h .pom.	<i>Mare serenitatis</i> . . .	50°0
	<i>Mare crisium</i> . . .	50.1
	Presso <i>Ticone</i> e <i>Maurolico</i> . . .	38.0
	<i>Mare tranquillitatis</i> . . .	52.5.

Però presso al cerchio terminatore dell'ombra, la polarizzazione sembra alcun poco diversa, ma non ho esaminato bene ancora tutte le circostanze; la differenza è però piccolissima.

4. Se la regione è mista di montagne e pianure come presso *Ticone*, ne risulta un medio generale mediocrementemente polarizzato, ma se sia una isolata montagna in mezzo a una pianura, si è sicuro che la montagna resta sempre bianca. Il polariscopio ammette necessariamente un piccolo campo e ciò è assai giovevole, per esaminare le piccole porzioni separatamente, e il cannocchiale col suo forte ingrandimento e grande luce, lasciando assai intense le due immagini, permette di separare le parti e esaminarle in confronto l'una dell'altra, e fa vedere tutte queste diversità che sono fin' ora sfuggite alla comune degli osservatori,

5. Giove, Saturno, e Marte non sono polarizzati più che noi siano le nostre nubi, nè le nostre fabbriche o montagne coperte di neve.

I fatti fin' ora descritti, semplici in apparenza, non sono tali se si considerano in tutto il loro complesso. Infatti la polarizzazione della luna non è quale sarebbe quella di un corpo lucido speculare; che se è di figura cilindrica ha una sola linea di polarizzazione massima, e se è sferico un solo punto: qui invece abbiamo delle superficie assai vaste con *equabile polarizzazione* malgrado la diversissima inclinazione dei piani in cui cade il raggio incidente e sta il raggio riflesso rapporto al piano tangente il globo lunare; onde è un vero enigma per la teoria. Supponiamo infatti la luna in quadratura e consideriamo due raggi all'orlo del lembo, e l'altro al limite dell'ombra; nel primo il raggio riflesso è parallelo al piano tangente la luna, nel secondo gli è perpendicolare. Dopo di aver cercato variamente qual potesse essere la spiegazione di questo fatto, trovato che la polarizzazione lunare è solo comparabile a quella che si ha da una superficie coperta di piccole faccette riflettenti,

e dirette in tutti i sensi, qual è un ammasso di cristalli, e specialmente la carta smerigliata, e la carta di vetro usata nelle arti a pulire legni o metalli. Un cilindro coperto di questa carta ed esposto al sole presenta una polarizzazione quasi uniforme in tutta la sua superficie illuminata direttamente. Una tale coincidenza può portare a varie ipotesi sulla costituzione lunare, che io ometto pel momento; solo dirò, che ho voluto tentare qualche applicazione alla spiegazione della corona dell'eclissi. Perciò ho fatto una eclisse artificiale occultando l'immagine solare fatta da un obiettivo con un cilindro coperto di carta smerigliata e dispostolo in guisa che il suo bordo appena coprisse l'immagine focale, e guardando l'orlo di questo cilindro con un cannocchiale a distanza, sono restato sorpreso al vedere che realmente la linea terminatrice non è più netta come quando il corpo è liscio ed opaco, ma è sfrangiata e si vede una forte linea splendente che la termina, e se la carta è a grossa grana anche qualche raggio diffuso. Dietro ciò non mi pare impossibile che la superficie scabra e irregolarmente riflettente della luna possa avere qualche influenza nella formazione della corona.

Ma di qual natura siano queste faccette riflettenti è impossibile determinarlo, potendo essere minerali e vegetali. Così per esempio i nostri terreni vulcanici che riflettono tutti i molteplici cristallini di mica, e di pirosseni innumerabili raggi solari, sono un esempio assai consimile a questo della luna: un ammasso di ghiacci potrebbe produrre lo stesso effetto, ma può produrlo anche un ammasso di foglie vegetali a superficie della pagina superiore lustra, come sono quelle dell'alloro, dell'elce ec. Onde così non resta sciolto il quesito se vi sia nella luna vegetazione. Il punto più cupo e il più polarizzato che ho trovato fin'ora è il *mare serenitatis*. La catena degli *appennini* si solleva bianca sul fondo rosso e verde della prossima parte levigata più nera e la diresti coperta di neve; ciò non dipende certo dalla inclinazione de' raggi, giacchè sul quadrante lunare vi sono certo de' piani lisci che possono trovarsi paralleli alle faccette di questi monti, e che sono polarizzati; onde la mancanza di polarizzazione qui dipender deve dalla natura delle loro superficie.

Sarà possibile giammai conoscere se la materia riflettente è vegetale o minerale? Io non lo dispero: uno scrupoloso studio dell'angolo di massima polarizzazione, potrebbe rivelare l'indice di refrazione delle sostanze e forse così la loro natura. Le ricerche è vero diventano delicatissime e richiedono mezzi di precisione che pel momento non sono ancora a mia disposizione. Richiedono soprattutto gran pratica di strumenti ottici e un esame accurato dei mezzi attraverso i quali si guarda. Per ora mi sono limitato a riconoscere l'influenza dell'obiettivo, ed ho trovato esser essa minima cosa, e tale da non viziar punto sostanzialmente le conclusioni arrecate di sopra.

Dal fatto che Saturno e Giove e anche Marte non sono polarizzati, potrebbe dedursi che l'atmosfera di questi pianeti è analoga a quella delle nostre nubi. Io li ho osservati quando stavano in quadratura col sole, ma anche in questo caso l'angolo incidente sempre tanto poco si scosta dal riflesso, da farli stare quasi sempre come nel caso della luna prossima al plenilunio, e perciò da questo solo non si potrebbe concludere rigorosamente tale simiglianza. Però la variabilità delle fasce specialmente in Giove mette ciò fuor di dubbio. Singolare è quella che si osserva attualmente (Genn. 1860) cioè di una zona di color rossastro carico assai larga e suddivisa in 3 nell'emisfero australe; il qual colore si riproduce presso il polo boreale con forte intensità, mentre la regione equatoriale intermedia mostra zone tinte di non dubbio di giallo, verdino e bianco. Tal colore nelle fasce è nuovo per me, avendole per lo innanzi vedute sempre di color cenericcio.

Dai fatti esposti in questa Memoria risulta non essere ancora dimostrata insussistente l'atmosfera solare, ma che la corona può trarre origine in parte dallo stato della superficie lunare. Sulla natura delle protuberanze rosse, finora non saprei che dire: gioverà osservarle con più precisione che non si è fatto finora.