MEMORIE

DELLA SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE (DETTA DEI XL)

NUOVE ESPERIENZE CHE RIFERMANO LE ANTECEDENTI SULL'ORIGINE DELL'ELETTRICITÀ ATMOSFERICA

(Appendice alla Memoria inserita nel tomo IV) [1])

del Socio LUIGI PALMIERI

Ricevuta il dì 10 Marzo 1886

Nella memoria antecedente descrivendo l'apparecchio a conduttore mobile con l'elettrometro bifiliare, io riassumeva i principali risultamenti dei miei lunghi studii sulla elettricità atmosferica, dimostrando come le osservazioni apertamente dicono che le manifestazioni elettriche dell'atmosfera corrispondono ad incredienti di umidità relativa, a genesi di caligini, di nebbie, di nubi, e divengono intensissime con la caduta della pioggia della grandine o della neve ancorchè ad una certa distanza dal luogo delle osservazioni. Ciò nonpertanto volli tentare una esperienza da laboratorio con la quale dimostrai che col condensamento dei Vapori si ha svolgimento di elettricità positiva. Sospettai allora che l' esperienza del *Volta* accuratamente rifatta avrebbe potuto dimostrare l'elettricità negativa del liquido dal quale il vapore si eleva e l'esperienza eseguita col debito accorgimento, riuscì pienamente affermativa.

Queste esperienze, o mal ripetute o del tutto ignorate, han fatto continuare la escogitazione d'ipotesi, più o meno strane, sull'origine dell'elettricità atmosferica. Per la qual cosa ho voluto in questi ultimi tempi far nuove esperienze sul proposito, le quali pienamente confermano i risultamenti già ottenuti, dimostrando che la origine prossima ed immediata delle manifestazioni elettriche dell'atmosfera è dovuta al condensamento dei vapori, e la origine remota o mediata di esse ripetersi deve dalla evaporazione.

Ma prima di passare alla descrizione di queste nuove esperienze stimo necessario descrivere l'apparecchio del quale mi sono giovato. Esso in sostanza è un elettroscopio di Bohnenberger unito ad un condensatore, con alcuni perfezionamenti che lo rendono squisito e sicuro.

[1]) V. Memorie della Società Italiana delle Scienze (detta dei XL), tradotta in tedesco dal signor Dischер ed in francese da' signori Marcillac e Brunet. Un sunto di quest'appendice fu letto all'Accademia di scienze fisiche e matematiche.

Il primo perfezionamento consiste nell'aver ridotto le pile a secco a forza costante. Si sa che queste pile, nei tempi umidi scemano di forza fino ad arrivare a zero, per ripigliarla nei tempi secchi. Io mi avvidi che le dispersioni non avvengono attraverso dell'aria umida, ma attraverso del vetro dell'astuccio in cui queste pile sono contenute.

I due poli nelle pile ordinarie sono in comunicazione con due ghiere metalliche che trovansi agli estremi dell'astuccio di vetro nel quale la pila è rinchiusa. Or quando il vetro per l'umidità dell'ambiente acquista sufficiente conduttività, i due poli della pila si scaricano l'uno sull'altro fino a renderla inattiva. Essendomi sperimentalmente assicurato di ciò, io pensai a fare in modo che la pila non toccasse le in-

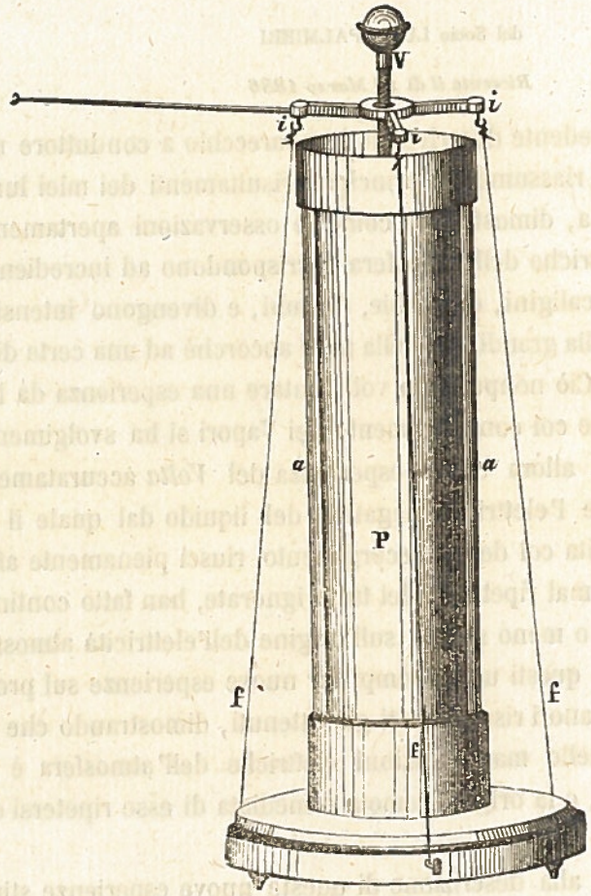

Fig. 1.

terne pareti del vetro, e che la ghiera superiore dell'astuccio non comunicasse col polo corrispondente della pila; ed allora questa si mantenne con la sua forza costante in tutti i tempi dell'anno.

Per dare un' idea di questa semplice ma importante modificazione basta volgere lo sguardo alla *fig. 1.ª* nella quale si vede la pila **P** che non tocca le pareti del

tubo di vetro, *a a*, la pressione nella parte superiore è esercitata da una vite **V** la cui madrevite ha tre bracciuoli, *i i i*, dagli estremi dei quali partono tre laccetti o cordoni di pura seta *f f f*, che divergendo si avvolgono a tre bischeri, girando i quali, secondo il bisogno, si obbliga la pila a mantenersi in centro e quindi isolata. L'esperienza mi ha dimostrato che i lacci di pura seta bene asciutti, isolano perfettamente le cariche delle più forti pile a secco ed altre anche maggiori. Laonde nei casi di prolungata umidità nell'ambiente, sarà solo utile, col calore, asciugare i lacci di seta.

Dopo ciò veniamo alla descrizione dell'elettroscopio condensatore.

Nella *fig.* **2.** **A B** è una cameretta o vogliam dire gabbia di lastre di vetro a pa-

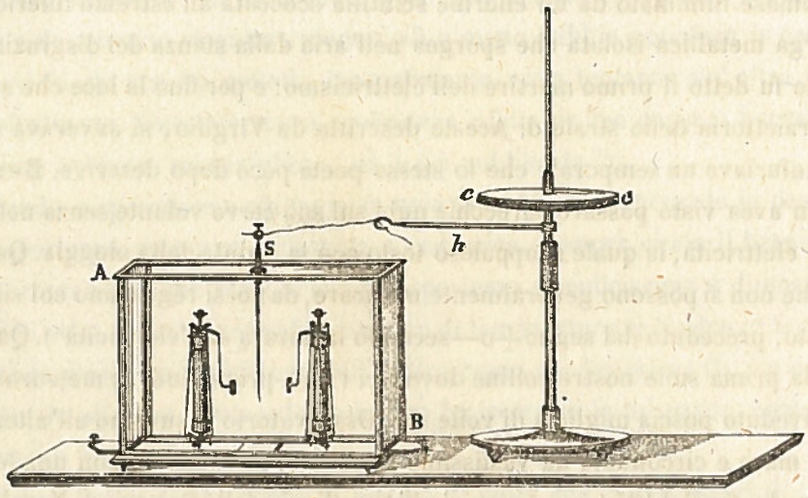

Fig. 2.

rallellepipedo, entro la quale sono le due pile a secco come quella ora descritta, che si possono avvicinare ed allontanare: il conduttore fisso **S** dal quale pende la foglia d'oro è isolato col mio mastice altrove descritto, il quale è il migliore isolatore solido che si conosca, incapace di coprirsi di quel sottilissimo velo di umidità che rende il vetro e l'ebanite tanto infedeli. Il condensatore *c c*, è formato di due piattelli di rame dorato; e dal piattello inferiore parte un bracciuolo *h*, terminato da un anello di platino o da una pinza secondo il bisogno, il quale, per un filo di platino si unisce all' elettroscopio. Anche il condensatore è isolato col mastice di sopra menzionato.

Allorchè (1850) io cominciai i miei studî sulla elettricità atmosferica, facendo continue osservazioni con apparecchi propri, i quali come sono ora ridotti non temono

*

confronti, il primo fatto che fissò la mia attenzione fu la grandissima copia di elettricità che si appalesa con la caduta della pioggia, ancorchè tranquilla e non temporalesca, il cui influsso si può fare avvertire a considerevoli distanze poste intorno alle nubi che si risolvono in acqua, anche quando a tali distanze il cielo sia perfettamente sereno. Queste fortissime tensioni nascono con la pioggia, durano con essa e con essa spariscono. Solo allora è possibile ricavare scintille da' conduttori isolati e bene esposti, e solo allora si possono avere correnti co' galvanometri.

Dopo tanti anni di osservazioni ho dritto di affermare che mentre Dalibard e de Romas in Francia, Beccaria e Volta in Italia traeano vigorose scintille da' loro conduttori isolati e bene esposti, ad una certa distanza da essi, che potea essere di 60 chilometri, cadeva copiosa pioggia, grandine o neve. Dicasi lo stesso per Richman quando rimase fulminato da un'enorme scintilla scoccata all'estremo inferiore di una lunga verga metallica isolata che sporgea nell'aria dalla stanza del disgraziato osservatore che fu detto il primo martire dell'elettricismo: e per fino la luce che segnava di notte la traiettoria dello strale di Aceste descritta da Virgilio, si avverava mentre in distanza infuriava un temporale che lo stesso poeta poco dopo descrive. Beniamino Franklin avea visto passare parecchie nubi sul suo cervo volante senza notare alcun indizio di elettricità, la quale si appalesò tosto con la caduta della pioggia. Queste forti tensioni che non si possono generalmente misurare, da noi si registrano col simbolo ∞, cioè infinito, preceduto dal segno + o — secondo la natura dell'elettricità [1]). Questo fatto studiato da prima sulle nostre colline dove feci i miei primi studi di meteorologia elettrica, e riveduto poscia migliaia di volte sull'Osservatorio vesuviano all'altezza di 637 metri dal mare e circondato da vastissimo orizzonte, mi si rivelò con una legge semplicissima che fin dal 1854 io annunziai all'Accademia delle Scienze di Napoli, e che le osservazioni posteriori hanno sempre rifermata. Io meco stesso mi maravigliava come le fortissime tensioni che sorgono al cominciare la caduta della pioggia, grandine o neve e che durando con essa, con essa spariscono, non avessero chiamata l'attenzione degli osservatori. Ma non tardai ad intenderne la ragione pensando che prima di me era ignoto l'influsso elettrico che le piogge possono esercitare a grandi distanze ove l'osservatore può trovarsi a cielo sereno, ed in secondo luogo riflettendo che a quei tempi si credeva che le nubi fossero de' conduttori nuotanti nell'atmosfera i quali, senza saper come, si elettrizzassero più o meno fortemente ora di elettricità positiva ora di elettricità negativa, e che incontrandosi si scagliassero folgori a guisa de' guerrieri Caledonii dell'Ossian che combattevano con strali di nebbia. Ma io che ebbi

[1]) Di questo fatto si stimò potersi dar ragione con la maggiore conduttività acquistata dalla cordicella bagnandosi, ma l'eperienza da me ripetute allo stesso modo, smentiscono siffatta interpretazione.

frequenti occasioni di trovarmi fra le nubi che spesso investono l'Osservatorio, ebbi facile l'opportunità di sperimentare che se esse non si risolvono in pioggia non manifestano mai quelle tensioni delle quali di sopra è detto: se sono in via di condensamento si nota qualche cosa di più ben moderatamente, ma se passano senza bagnare i tetti e percorrendo le pianure della Campania si dileguano prima di giungere alla catena degli Appennini, non dànno indizii di elettricità propria.

Le tensioni crescenti che si notano contemporanee agli aumenti di umidità relativa, all'apparizione delle caligini e delle nebbie, mi parve che mostrasse anche a' meno veggenti che quando il vapore dell'ambiente si risolve in acqua o neve si ha svolgimento di elettricità positiva. Ad onta dell'evidenza de' fatti osservati, col desiderio di persuadere anche i più schivi, feci nel 1862 un' esperienza di laboratorio piuttosto vistosa e con esito favorevole, ma questa esperienza per lungo tempo ignorata e da nessuno ripetuta, giunse più o meno dubbia e confusa in certi climi algenti, e vi fu chi con un metodo inconcludente volle tentarne un' altra che riuscir dovea infruttuosa. Questa erronea esperienza rifatta da me come si conveniva è riuscita di una evidenza maravigliosa, ed è già pubblicata [1]).

Volendo risparmiare a chi legge la noia di andare riscontrando la descrizione di questa esperienza, estraggo dalla nota accademica di sopra citata il brano seguente:

« Recentemente son riuscito con un'esperienza semplicissima a dimostrare, che il vapore dell'aria, allorchè per abbassamento di temperatura si risolve in liquido svolge elettricità positiva. La squisitezza dell'elettroscopio condensatore da me perfezionato e descritto in altro mio antecedente lavoro ha, secondo io mi penso, contribuito alla felice riuscita della mia esperienza.

« Presi, dunque, una coppa di platino di circa dodici centimetri di diametro, e dopo di averla con diligenza isolata, la feci comunicare, mercè un filo di platino col piattello inferiore del condensatore. Fatta la prova, nel modo che tutti sanno, la foglia d' oro dell'elettroscopio rimase immobile, e lo stesso risultamento si ebbe sperimentando con la medesima coppa piena di acqua alla temperatura dell'ambiente.

« Empii allora la coppa di neve pésta e tenuto, come al solito, il piattello superiore per circa un minuto in comunicazione col suolo, elevandolo vidi la foglia d' oro accennare ad evidente elettricità positiva. Per la migliore riuscita dell'esperienza, giova, che nell'elevare il piattello superiore del condensatore la comunicazione dell'inferiore con la coppa di platino sia stata tolta.

« Dopo questi risultamenti stimai superfluo ricorrere a miscugli frigorifici per

1) V. *Rendiconto* della R. Accad. delle Scienze fis. e mat., di dicembre 1885, ed il num. 4 della *Lumière électrique*, gennaio 1866.

avere più notevoli abbassamenti di temperatura, non volendo togliere all'esperimento quella semplicità che la fa esente da qualsiasi interpretazione.

« Le indagini anzidette, furono più volte ripetute verso la fine di Agosto e nei primi giorni di Settembre di questo anno (1885) in un ambiente, che variò da 28° a 24°.

« L'esperienza ora descritta, essendo più agevole e spedita di quella da me fatta nel 1862, spero che potendo essere facilmente ripetuta, si finisca una buona volta di andare escogitando ipotesi sull'origine dell'elettricità atmosferica ».

Io dunque ho pieno diritto di ritenere come dimostrato che le manifestazioni elettriche dell'atmosfera derivano dall'incremento dell'umidità relativa, dalla genesi delle caligini, delle nebbie, delle nubi e massime dalla risoluzione di queste in pioggia, grandine o neve. Ecco perchè quando a ciel sereno si notano sopra i nostri strumenti tensioni notevolmente superiori alle consuete, prevediamo con sicurezza la prossima apparizione delle nubi e con probabilità anche quella della pioggia.

Non vorrei che si dimenticasse in proposito che la elettricità che si manifesta con la genesi delle caligini, nebbie o nubi tosto si sperde, mentre queste possono durare; solo la elettricità delle piogge dura con esse e con esse sparisce, onde la nube che si risolve in pioggia, grandine o neve è una vera sorgente di elettricità, per cui è agevole intendere come dallo stesso nembo possano partire centinaia di folgori senza mai scaricarlo, il che pe' meteorologisti fu sempre reputato un fenomeno incomprensibile, come per Cicerone era impossibile intendere come mai Giove con un sol fulmine fabbricato nelle interne fucine dell'Etna potesse poi scagliarne a migliaia ed averne sempre armata la sua destra.

Ma trovata la origine delle manifestazioni elettriche dell'aria o vogliam dire la causa prossima ed immediata di esse, si domanda quale sia la loro origine remota ossia la sorgente di quella elettricità che trovandosi per così dire latente nell'aria, può in un momento manifestarsi copiosissima.

Io non farò la storia delle ipotesi più o meno strane, più o meno ingegnose che i fisici immaginarono per lo più sopra alcune analogie non confortate da vere prove sperimentali. Alessandro Volta fece forse il primo la sua ipotesi, ma istituì l'esperienza che dovea verificarla, e facendo bollire acqua comune in una coppa di platino vide questa elettrizzarsi di elettricità negativa, usando il suo elettroscopio condensatore. Il Pouillet rifacendo l'esperienza del Volta con acqua stillata, non ebbe alcun segno di elettricità; ma usando soluzioni saline, da principio le cose procedevano allo stesso modo, e solo alla fine quando il sale perdeva l'estremo residuo di acqua, osservò manifesti segni di elettricità, la quale egli giudicò di origine chimica. Ora importa notare che oggi sappiamo che in cosiffatte indagini non si può ricorrere alla fiamma, e poi le bolle di vapore attraversando il liquido, gli opposti stati

elettrici vengono a neutralizzarsi. Parecchi sperimentarono con coppe o crogiuoli di platino fortemente riscaldati versandovi dentro qualche goccia d'acqua; durante lo stato sferoidale non si avea alcuna indicazione dal platino che non era in contatto con l'acqua, ma con l'abbassarsi la temperatura del metallo, l'acqua venendo in contatto con esso, in un rapido scroscio di bollimento spariva e l'elettroscopio in quel momento dava indizii manifesti di elettricità, ma questo fe' supporre che la medesima derivasse dall'attrito del vapore contro le pareti della coppa o del crogiuolo di platino. E così si conchiuse che la semplice trasformazione dell'acqua in vapore non è cagione di svolgimento di elettricità.

Altri fisici, come il Gerland, concedendomi la elettricità che deriva dal condensamento dei vapori, non sono disposti a concedermi quella dovuta all'evaporazione, sembrando ad essi ciò esser contrario al principio della conservazione dell'energia; e pure se io non avessi i fatti in mio favore, in virtù del principio medesimo mi sentirei autorizzato a sostenere il mio assunto. E veramente, se nel condensamento de'vapori ci ha restituzione di energia termica, una parte della quale, secondo il dotto fisico alemanno, sarebbe trasformata in energia elettrica, ne verrebbe per conseguenza che il calore restituito dal vapore che si converte in liquido dovrebbe essere minore di quello consumato per la conversione del liquido in vapore, il che l'esperienza non dimostra. Pare dunque assai più consentaneo alla diritta ragione il dire che nel condensamento de' vapori venga restituita un' energia elettropositiva spesa nell' evaporazione. E poichè uno stato elettrico non può nascere senza il suo contrario, ne viene per rigorosa conseguenza la genesi della elettricità negativa del liquido esposto all'evaporazione, in quella guisa appunto che mentre il calore si sperde per la evaporazione, il liquido sottostante abbassa la sua temperatura. E così sparisce del tutto la difficoltà da molti incontrata nel vedere col condensamento de' vapori rivelarsi una sola elettricità e non due secondo che dovrebbe intervenire. La elettricità del vapore occulta la sua tensione per l'enorme aumento di capacità che deriva dalla espansione, per manifestarsi col condensamento, e massime con la liquefazione, essendosi la negativa sperduta nel suolo. Ma lasciamo i ragionamenti e veniamo alla nuova dimostrazione sperimentale della elettricità negativa che si manifesta mentre l'acqua si converte in vapore. L'apparecchio del quale mi sono giovato è quello di sopra descritto.

Presi dunque un piattello di platino a fondo piano con orlo appena rilevato di qualche millimetro e dentro vi posi del platino nativo in minuti granelli, coprendo tutto il fondo del piattello. Riscaldato questo ad una temperatura alquanto elevata ma non all'incandescenza, lo collocai sopra un anello di filo di platino che comunicava col piattello inferiore del condensatore, e fatte le prove non si avea alcun indizio di elet-

tricità, ma versando su quella sabbia di platino piccola quantità di acqua, la foglia d'oro accennò a notevole tensione di elettricità negativa senza bisogno di giovarsi del condensatore. Con quella sabbia platinica si raggiunge il doppio scopo di evitare il troppo rapido raffreddamento, ed anche lo stato sferoidale in caso di elevata temperatura. Qui non si tratta di urto contro le pareti che mancano. Volli ripetere l'esperimento usando minutissimo lapillo vesuviano composto, come si sa, de' soliti silicati che formano la lava. Il risultamento fu lo stesso, ma convenne usare il condensatore, e ciò sicuramente per la pochissima conduttività del lapillo anzidetto.

Nel 1862 io avea già dimostrato in modo sicuro che nella genesi del vapore l'acqua ond' esso si eleva mostra elettricità negativa, e nella state dello scorso anno feci un'altra esperienza. Ma l'esperimento ora descritto essendo molto più facile spero che possa essere ripetuto, per non sentir più parlare d'ipotesi non confortate da veruna prova sperimentale.

Nel n.° 5 della *Lumière électrique* di questo anno leggo un sunto di una disamina critica del Sig. M. F. Jourdan di Berlino intorno alle diverse ipotesi sull'origine dell'elettricità atmosferica, redatto dal Dr. H. Michaelis, e chiamasi *hypothèse de M.r Palmieri* il fatto da me assicurato con le osservazioni e rifermato con l'esperienza, cioè che nel condensamento de'vapori ci ha manifestazione di elettricità, e questa dal Jourdan creduta ipotesi, messa a confronto con quella di Hoppe che al pari di parecchi altri ricorre all'attrito, dice che entrambi possono essere sostenute. Da alcune assertive poi del sig. Jourdan intorno alle manifestazioni di elettricità negativa, ho ragione di credere che egli non conosca con chiarezza la legge semplicissima secondo la quale la elettricità si manifesta con la caduta della pioggia, grandine o neve, ad onta che questa legge fosse stata non ha guari da me ripetuta nella memoria intitolata: *Leggi ed origine dell'elettricità atmosferica*, della quale la presente *appendice* deve reputarsi un comento. Dopo tanti anni di studi con metodi ed istrumenti nuovi, precisi e comparabili, e con tante migliaia di osservazioni fatte in siti opportuni, è malagevole disputare con uomini anco eminenti che o non han fatto mai osservazioni di questo genere, o per breve tempo con apparecchi poco meritevoli di fiducia.

Tale è il caso della lodata e pregevole memoria del Prof. Edlund di Stocolma. L'illustre autore avendo da suo pari studiato nel laboratorio i fenomeni delle induzioni unipolari, veduti prima dal Weber, crede di dare per fermo che col moto diurno di rotazione della grande calamita terrestre la elettricità del suolo si diriga verso l'atmosfera, guidata senza dubbio da'vapori che elevandosi dal suolo possono condurla in alto, e che questa elettricità tornerebbe verso la terra principalmente quando i vapori si risolvono in pioggia [1]).

[1]) *Le passage de la vapeur à l'eau liquifiée produit une condensation excessivement puissante d'électricité*

Dopo due anni, presentai alla nostra Accademia i risultamenti comparativi per tutti i giorni sereni occorsi nel biennio; e quando la Memoria fu messa a stampa vi potetti aggiungere anche le osservazioni del 1875.

La Specola Reale di Capodimonte avendo anch'essa intraprese osservazioni quotidiane di meteorologia elettrica, il diligente osservatore Faustino Brioschi ebbe cura di stampare i risultamenti ottenuti sulla detta Specola e sulla Specola Universitaria, e queste due serie di osservazioni furono per qualche tempo pubblicate nei Rendiconti della nostra Accademia, quantunque per ragioni economiche la detta pubblicazione non sia stata poi continuata.

Dalle osservazioni fatte risultava, che in tutte le giornate calme e serene le intensità elettriche indicate nelle stazioni inferiori, superano quelle delle stazioni più elevate, avendo così non aumento ma diminuzione con le altezze; salvo certe rare eccezioni delle quali ho potuto conoscere le origini.

Postosi parecchi anni or sono un apparecchio sul Piccolo San Bernardo, ad oltre due mila metri sul livello del mare, ed un altro all'Osservatorio Carlo Alberto in Moncalieri, si è anche trovato, che le tensioni misurate a Moncalieri sono superiori a quelle misurate sul Piccolo S. Bernardo.

Io dunque mi son maravigliato vedendo che o ancor si trova ripetuto, che l'elettricità atmosferica cresce con le altezze, o che osservatori di merito si propongono di fare tali osservazioni, come tentativi non ancora fatti. Mi duole che questo venga in mente a qualche dotto osservatore italiano, il quale avrebbe il dovere di non ignorare quello che in Italia si è fatto in proposito.

Per la qual cosa, senza estrarre dai miei registri altri 10 anni di osservazioni fatte dal 1875 fin'ora, per dare un saggio di quello che ho asserito, prendo lo scorso mese di febbraio, con alcuni giorni di marzo, e ad onta delle continue variazioni del tempo, pure i numeri che rappresentano i valori dell'elettricità atmosferica alla Specola Universitaria, alla Specola R. di Capodimonte ed all'Osservatorio Vesuviano, mostrano ad evidenza quello che dico. Prendo una sola osservazione al giorno, alle ore 3 p. m., perchè il bullettino quotidiano meteorologico che la Specola di Capodimonte dà ad alcune nostre gazzette, questa sola riporta.

Credo utile notare che sebbene le stazioni da me citate non siano nella stessa verticale, pure i risultamenti costanti per anni interi di osservazioni, dimostrano a sufficienza la falsità della vecchia credenza, e credo anche necessario avvertire che volendo fare osservazioni sulla stessa verticale, bisognerebbe tenersi negli angusti limiti dell'altezza di un fabbricato, non evitando le perturbazioni che nascono quando in vicinanza degli apparecchi, e specialmente di sopra del loro livello, si trovino altri corpi, e però i risultamenti non potrebbero avere alcun significato. Più volte, in gior-

ni feriali, ho messo l'apparecchio portatile nell'atrio della nostra Università, che pure è di una ampiezza considerevole, ed in tempi ordinarii non ho potuto avere alcuna indicazione.

Un'asta dei parafulmini sull'Osservatorio Vesuviano che è alquanto prossima al conduttore mobile, e che si eleva presso a poco fino al punto ove questo arriva nella sua corsa, sottrae all'osservazione libera tre o quattro gradi di tensione, per cui conviene abbassarla nelle ore delle osservazioni, essendo appositamente articolata nella sua base. Ecco perchè giustamente il Prof. Wilde, Direttore dell'Osservatorio fisico centrale di Pietroburgo, mi domandava, alcuni anni or sono, a quale distanza dal parafulmine egli poteva collocare il conduttore mobile, senza riceverne perturbazione; e ricordo che furono fatti da me in quella occasione appositi studii per dare una precisa risposta all'illustre osservatore.

Dimostrato evidentemente prima da Peltier e poi dalle mie lunghe osservazioni, che l'elettricità che s'appalesa sopra i nostri conduttori bene esposti ed isolati, è indotta e non comunicata ad essi dall'ambiente circostante, ed avendo credo a sufficienza dimostrato che l'elettricità inducente è nell'atmosfera, conviene supporre una zona inducente, ad una certa altezza, sul capo dell'osservatore, la quale si ha ove l'umidità relativa cresce pei vapori che pervengono dal suolo in una regione più fredda, o per correnti aeree di temperatura diversa che si sovrappongono. Risulta infatti dalle osservazioni di areonauti intelligenti, tra quali ricordo il Flammarion, che elevandosi nell'aria s'incontra sempre una certa zona d'umidità relativa massima, la quale talvolta rasenta il suolo e tal'altra sta ad altezze superiori ai mille metri. In vece di una sola zona, nella quale l'umidità relativa cresce, possono alle volte formarsene due o più a diverse altezze.

Quando dunque questa zona inducente è più elevata, siccome interviene principalmente nelle ore calde della stagione estiva, in alto si ha più che in basso, ma se questa zona è più prossima al suolo o in vicinanza di questo se ne forma un'altra, può bene accadere l'opposto. Ed allorchè il conduttore mobile capiti nell'interno di questa zona, le intensità delle indicazioni potranno avere differenze ch'è agevole prevedere. E se per avventura una caligine o una nebbia si formi in vicinanza del suolo, si avrà nuova ragione per avere in basso indicazioni più considerevoli. Così puossi agevolmente intendere eziandio perchè le ore de'massimi del periodo diurno non siano le stesse a tutte le altezze, siccome fu da me altra volta notato.

Nello specchietto che si pone in fine di questa nota non solo si vede mantenuta la legge da me indicata, salvo qualche rara eccezione, ma si può anche notare in quali condizioni si abbia elettricità negativa, e come con la caduta della pioggia le tensioni o potenziali smisuratamente crescono da non potersi più misurare.

Quest'ultima cosa era stata intraveduta e sospettata da molti, Volta, Kämtz, Herchel ecc., ma solo io finora l'ho ricavata da numerose osservazioni e da parecchie sperienze, l'ultima delle quali è di una semplicità ed evidenza maravigliosa. Fin qui dunque l'Edlund, asserisce in parte una cosa vera sospettata da parecchi e solo da me dimostrata.

Ma se il condensamento de'vapori sia per incremento di umidità relativa, sia per genesi di caligini, di nebbie o di nubi, e massime per risoluzione di queste in pioggia, grandine o neve dà origine a manifestazioni elettriche, si può domandare come questa elettricità più o meno latente fu impartita all'atmosfera, per manifestarsi con intensità tanto variabile sopra i nostri apparecchi?

Qui il Sig. Edlund ed io siamo di accordo nel farla trasportare dal vapore aqueo che si eleva dal suolo, con questa notevole differenza che a me basta il fatto stesso della evaporazione ed il dotto fisico svedese ricorre alla induzione unipolare. Io ho provata la mia tesi, ma vorrei che il Prof. Edlund provasse la sua, giacchè non credo che si possa negare un fatto per amore di una ipotesi ancorchè bella e seducente. Son sicuro che quando l'eminente professore di Stocolma scriveva la sua memoria era perfettamente ignaro de'miei lunghi studî che avevano da gran tempo preceduto i suoi: avrebbe ripetute le mie esperienze prima di scrivere così: *On peut faire observer que des expériences faites au laboratoire n'ont jamais reussi a prouver definitivement que l'evaporation produit de l'électricité*, p. 52. Supposto che la elettricità derivasse dall'evaporazione, essa, dice l'Autore, dovrebbe esser maggiore nella state; ed io rispondo che così è, ma siccome per manifestarsi bisogna che il vapore si condensi, così quando ciò accade si hanno le fortissime tensioni elettriche delle piogge estive che spesso diventano temporalesche.

Il professore Klossovski dell'Università di Odessa che ha fatto un importante lavoro statistico sopra i temporali che si manifestano nell'impero Russo, conchiude scrivendo: *Ainsi les facteurs favorobles à la descharge de l'activité électrique sont une temperature élevée, un certain degré d'humidité et une quantité suffisante de depôts atmospheriques*; e parlando delle ore nelle quali ne'mesi estivi ricorrono più frequenti i temporali, nota che queste corrispondono al massimo diurno della temperatura e della umidità assoluta. In queste congiunture se una corrente d'aria fredda sopraggiunge ad una certa altezza, potrassi avere non solo un rapido annuvolamento, ma eziandio grandi rovesci di pioggia che in poco tempo danno i 20 o 30

etc. Edlund, Origine de l'électricité atmospherique etc., p. 78. Ed alla pag. seguente dice: *La liquefaction de la vapeur d'eau n'augmente en aucun façon la quantité d'électricité qui se trouve dans l'air, mais elle en accroît par contre à un haut degré la tension.*

millimetri che nelle stagioni piovose raramente si raccolgono in una intera giornata [1]).

La capacità elettrica del vapore cresce con la espansione ed il potenziale o la tensione che dir si voglia scema o anche sparisce per mostrarsi con la condensazione. Del resto quando il Prof. Edlund facendo rotare una calamita intorno al suo asse, circondata da un'atmosfera propria, giungerà a dimostrare che la calamita dà segni di elettricità negativa e l'atmosfera di elettricità positiva, allora solo sarà possibile una nuova disamina della quistione; ma fino a che a' fatti da me osservati ed alle sperienze eseguite si contrappone un'ipotesi, io credo che non sia cosa seria il disputare.

---

[1]) Anche Giovanni Boccaccio avea notato i rapidi annuvolamenti nella stagione estiva. Nella giornata V, nov. VII del suo Decamerone, dice: *Avvenne sì come noi veggiamo talvolta di state avvenire, che subitamente il cielo si chiuse di oscuri nuvoli* ecc. E nella novella V della giornata sesta ripete la stessa cosa scrivendo: *Avvenne come spesso di state veggiamo avvenire, che una subita piova gli soprapprese* ecc.

NOTA I.

Sulle variazioni dell'elettricità atmosferica con le altezze

Più volte fu asserito, che le manifestazioni elettriche dell'atmosfera crescono d'intensità al crescere delle altezze. Ma fino a che le osservazioni di meteorologia elettrica non furono comparabili, non era possibile fare osservazioni simultanee a diverse altezze e paragonarle tra loro.

Raggiunto da me questo scopo, mercè l'elettrometro bifiliare ed il conduttore mobile, mi diedi la pena di stabilire osservazioni contemporanee tra la Specola Universitaria e diversi punti della nostra città, ad altezze più o meno elevate. Con un apparecchio portatile feci osservazioni sul campanile di S. Chiara, sul forte di S. Elmo, sulla Specola di Capodimonte, sul molo nuovo di S. Vincenzo, cioè quasi al livello del mare ecc., e nelle ore medesime il Prof. Semmola faceva osservazioni alla Specola Universitaria. Messi d'accordo i nostri orologi, ciascuno di noi elevava il conduttore nelle ore convenute. Fatto il confronto, non sempre si verificò la maggiore tensione alle maggiori altezze, onde nel mese di luglio verso le ore 7 del mattino la maggior tensione si aveva presso al livello del mare, sul quale vedevasi una leggiera caligine.

Avuta più tardi (1872) la concessione del telegrafo tra la Specola Universitaria e l'Osservatorio Vesuviano, stabilii una serie di osservazioni sincrone fatte più volte al giorno, non mai meno di quattro, elevando simultaneamente i conduttori ad un segnale convenuto tra le due stazioni.

Nel giorno 10 febbraio p. e. piove verso NNE della Specola Universitaria, la pioggia arriva alla Specola di Capodimonte, ma non piove nè all'Università nè al Vesuvio. La tensione diviene ∞, positiva a Capodimonte, negativa alle altre due stazioni, secondo la legge da me trovata.

Ne' giorni 21 e 22 dello stesso mese la pioggia più estesa cadeva in Napoli ed al Vesuvio, e per tutti si ha infinito positivo.

Il giorno 23 da noi si ha — 8, 12 a Capodimonte e 16 al Vesuvio. Si vedea una pioggia sul mare. Dicasi lo stesso pe' giorni 26 e 28.

Dal dì 8 al 13 marzo, con vento di NE piuttosto forte, all' Università si avea più che a Capodimonte, ed all'Osservatorio vesuviano si avevano tensioni che superavano quelle dell'Università. Del che si dà ragione ponendo sopra la nostra città una zona inducente molto bassa, oltre la quale si trovava l'apparecchio di Capodimonte, ed un'altra zona inducente posta ad un livello superiore a quello dell'Osservatorio vesuviano. Ecco perchè quando le altezze differiscono di pochi metri generalmente si nota incremento con le maggiori elevazioni.

L'altezza della Specola universitaria sul livello del mare è di 57^{m}, quella di Capodimonte di 149 e finalmente di 637^{m} quella dell' Osservatorio vesuviano.

Giova finalmente avvertire che un grado elettrometrico corrisponde alla tensione che si ha da una coppia della mia *pila campione*, il cui polo positivo comunica con l'elettrometro ed il negativo col suolo. Questa pila che trovasi già da molti anni descritta negli *Annali dell'Osservatorio Vesuviano* è formata di 30 lamine quadrate di zinco ed altrettante di rame di 5 centimetri di lato, diligentemente isolate, unite per tensione ed immerse in acqua distillata contenuta in altrettanti bicchieri di vetro verniciati di gommalacca e posti sopra piedi isolanti. Il polo positivo di questa pila si fa comunicare con l'elettrometro ed il negativo col suolo: la deviazione dell'indice dell'elettrometro si mantiene costante per parecchi giorni, purchè non si trovi in un ambiente soverchiamente umido.

Io credeva che, innanzi all'evidenza de' fatti, i vecchi errori dovessero sparire, e pure di tempo in tempo li vedo riprodotti.

Nel congresso meteorologico internazionale tenutosi in Roma, io dimostrai in qual conto dovessero aversi le curve ottenute con l'apparecchio grafico Thomson perfezionato da Mascart, e rammento che l'eminente meteorologista francese pubblicamente dichiarò, che il mio apparecchio potea servire a verificare i risultamenti degli altri. La semplicità, la speditezza, la precisione sono le doti principali di esso. Leggendo le pregevoli memorie del Roiti e Pasqualini, che usano l'apparecchio grafico Thomson-Mascart, si notano già alcuni de' molti inconvenienti del detto apparecchio, il quale, ove si hanno mezzi e personale adatto potrebbe essere di qualche utilità, qualora si abbia l'apparecchio a conduttore mobile con l'elettrometro bifiliare, specialmente come ora è ridotto, per dare a quelle curve le necessarie correzioni ed interpretazioni.

Con l'apparecchio Thomson perfezionato da Mascart ad onta dell'acido sol-

forico, non si evitano le dispersioni che rendono le curve infedeli rappresentanti delle tensioni. La pila che dà le opposte tensioni a' quadranti dell' elettrometro può aversi costante per alcuni giorni, ma le tensioni polari non vanno esenti da dispersioni. Corre un certo tempo prima che l'indice dello strumento raggiunga il suo deviamento definitivo, e quindi lo strumento non solo non è pronto nelle indicazioni, ma alcune variazioni è incapace a registrarle. Figuratevi un termometro a grandissimo bulbo esposto all'ambiente e ditemi in qual conto terrete le sue indicazioni, specialmente se le variazioni della temperatura dell'ambiente siano notevoli e frequenti.

I fenomeni poi della vena liquida che io studiai nel 1850, suggerirono anche a me l'idea di applicarli alle osservazioni di meteorologia elettrica, ma le difficoltà di avere per lungo tempo costante la velocità di scolo, la necessità di dare alla vena liquida la stessa caduta, le perturbazioni nascenti dalle agitazioni prodotte dal vento sulla vena che discende, la sospensione del moto co' geli e massime il non poter valutare le dispersioni ecc., mi fecero preferire il metodo del conduttore mobile che, isolato a mio modo nell'interno della cameretta, quasi mai non patisce dispersioni, e quando ve ne furono, lo strumento ve le dice e ve ne dà la misura.

Nel congresso meteorologico internazionale tenutosi in Roma, dietro la discussione avvenuta tra me e Mascart fu deciso, che si facessero osservazioni comparative con entrambi i metodi, ma finora, per quanto io mi sappia, non v' è alcun osservatorio nel quale questo studio comparativo siasi intrapreso.

Osservazioni contemporanee di elettricità atmosferica

Fatte alla Specola Universitaria, alla Specola di Capodimonte ed all' Osservatorio Vesuviano

in Febbrajo e Marzo 1886, alle ore 3 p. m.

Giorni	Spec. Un.	Spec.Cap.	Oss. Ves.	Stato del cielo	Giorni	Spec. Un.	Spec.Cap.	Oss. Ves.	Stato del cielo
Feb. 1	50	43	20	quasi ser.	Feb. 23	— ∞	12	16	nuvoloso
2	46	32	12	nuvoloso	24	22	20	16	quasi ser.
3	26	17	30	sereno	25	54	13	9	misto
4	28	21	16	misto	26	— 62	16	12	nuvoloso
5	52	30	11	nuvoloso	27	37	37	9	nuvoloso
6	38	26	18	sereno	28	— ∞	22	16	nuvoloso
7	60	55	4	nuvoloso	Marz. 1	35	24,5	21	sereno
8	34	18	20	misto	2	48	45	40	sereno
9	12	10	manca per forte vento	nuvoloso	3	10	10	7	nuvoloso
10	— ∞	+ ∞	— ∞	piovoso	4	26	18	10	quasi ser.
11	38	20	10	misto	5	32	15	23	quasi ser.
12	44	27	11	misto	6	26	18	11	nuvoloso
13	40	32	15	nuvoloso	7	28	25	18	misto
14	28	25	18	quasi ser.	8	26	20	36	quasi ser.
15	62	44	27	misto	9	40	22	36	misto
16	48	50	15	misto	10	34	18	44	quasi ser.
17	30	16	14	sereno	11	26	20	28	quasi ser.
18	32	20	18	misto	12	34	10	32	quasi ser.
19	40	26,2	15	misto	13	29	15,2	38	nuvoloso
20	62	42	12	nuvoloso	14	42	20	11	nuvoloso
21	+ ∞	+ ∞	+ ∞	piovoso	15	32	29	9	quasi ser.
22	+ ∞	+ ∞	+ ∞	piovoso	16	46	21	— ∞	nuvoloso

Nota II.

Se l'elettricità del suolo sia inducente o indotta

Le indagini di Peltier, dopo le sperienze di Sausurre e di Erman, avrebbero potuto essèr sufficienti a dimostrare che la elettricità che noi possiamo osservare sopra i conduttori bene esposti all'aria libera è indotta e non comunicata dall'aria circostante; ciò non pertanto io non vedendo tutti di ciò persuasi, esposi in parecchie memorie le prove sperimentali da me aggiunte a quelle che per lo innanzi si erano avute. Non saprei che dire a coloro che pur avendo un merito eminente ma non studi perseveranti di meteorologia elettrica, propongono sperienze inconcludenti per avere la misura del potenziale dell'aria in un dato luogo, ponendo l'osservatore in un fosso per vedere la elettricità che gli giunga da un conduttore in cima del quale ci sia un moccolo acceso. La poca serietà di queste indagini era chiara anche prima delle mie sperienze sulla elettricità che si svolge nella combustione. *Quandoquidem bonus dormitat Homerus.*

Se dunque la elettricità che si appalesa sopra i conduttori isolati e bene esposti deriva da induzioni, si può domandare dove la inducente si trovi. Peltier suppose la terra essere un globo dotato di elettricità propria negativa, circondato da un invoglio coibente, ch' è l'atmosfera, e gli spazi planetari li suppose dotati di elettricità positiva. Or questa ipotesi che fu la meno fortunata di tutte, dopo circa mezzo secolo è stata, in parte, evocata dall'oblio e sostenuta da Pellat [1]). Quest'abile fisico crede che l'assunto di Peltier resta dimostrato dal vedere che col tempo bello il potenziale delle falde d'aria cresce con le altezze partendo dal suolo. Rispondo al Pellat che disgraziatamente le osservazioni contemporanee e comparabili fatte alla Specola della nostra Università, all'Osservatorio di Capodimonte ed all'Osservatorio Vesuviano non meno di quattro volte al giorno per lunga serie di anni, e quelle fatte all'Osservatorio di Moncalieri ed al Piccolo S. Bernardo, smentiscono cotesta affermazione più volte ripetuta. Supposto intanto che la cosa procedesse così, il sig. Pellat soggiunge: *Or quand le potentiel du milieu isolant augment en s'eloignant de la surface d'un conducteur, celle-ci est chargé d'électricité negative.* Ma domando io, non avverrebbe lo stesso se stando quel conduttore ad un potenziale nullo vi fosse alla parte opposta un'elettricità inducente positiva? [2]). Ricordo che Peltier per mostrare

[1]) Journal de Physique fondé par d'Almeida. Janvier 1885.

[2]) La proposizione del Pellat è troppo assoluta e però non può sempre ritenersi vera, come appunto interviene nel caso presente in cui allontanandoci dal suolo ci avviciniamo alle falde inducenti dell' atmosfera.

In quanto poi all' aumento del potenziale con le altezze mi rimetto a' fatti esposti altrove. Solo voglio qui ricordare

la giustezza della sua ipotesi poneva nella stessa verticale due conduttori elettrizzati di elettricità opposte distanti tra loro per circa tre metri, stando di sopra il positivo e di sotto il negativo, e con apposito elettroscopio collocato tra essi, elevandolo ed abbassandolo, riproduceva i fenomeni che si verificano nell'aria libera. Ma ci fu chi giustamente fece notare che que' fenomeni si avveravano egualmente e nello stesso modo o col solo conduttore di sopra positivo o col solo conduttore di sotto negativo. Ecco forse la ragione per la quale il Pellat stima di non tener conto nè della elettricità dello spazio, nè di quella dell'atmosfera.

Mancando la verità del fatto fondamentale dal quale muove il Pellat, e non essendo neppur legittima la prima conseguenza che deduce, credo potermi astenere dal seguire l'Autore quando afferma altri fatti che osservazioni ripetute per lunghi anni e con istrumenti e metodi precisi non confermano, e quando non computi matematici rigorosi e giusti, giunge a conclusioni formalmente vere, ma materialmente false, come direbbero i logici.

Io credeva veramente di aver dimostrato che la elettricità inducente risiede nell'atmosfera e l'indotta nel suolo, ma poichè molti fisici spesso eminenti, senza aver fatto studii speciali di meteorologia elettrica con apparecchi opportuni, ignari de' miei lunghi studii, si credono in diritto di sentenziare, così voglio addurre altre prove che spero valgano a rimuover ogni dubbio in proposito.

Si sa che quando un conduttore isolato sta sotto l'influsso di un corpo elettrizzato ed abbia punte rivolte verso l'inducente, questo conduttore indotto si caricherà della stessa elettricità dell'inducente ed a spese di questa, come se l'indotto fosse messo in una certa comunicazione con l'inducente. Se le punte si trovassero nell'estremo opposto dell'indotto, questo si caricherebbe di elettricità contraria come

che facendosi da molti anni osservazioni simultanee non meno di quattro volte al giorno alla Specola universitaria (m. 57 sul mare), alla Specola di Capodimonte (m. 149) ed all'Osservatorio vesuviano (m. 637), risulta:

Che dividendo l'anno in due stagioni che diremo invernale ed estiva, e scegliendo le giornate regolari, si trova che nella prima le tensioni elettriche all'Università sono sempre notevolmente maggiori di quelle che si hanno all'Osservatorio vesuviano, salvo qualche rarissima eccezione col dominio di venti boreali. Nella stagione estiva, nelle ore della notte si avvera lo stesso, sebbene con differenze meno forti, ma nelle ore diurne la legge s'inverte. V. *la Memoria inserita nel Vol. VI degli* Atti dell'Accademia di Scienze fisiche e matematiche (Società Reale di Napoli).

Eleviamoci a maggiori altezze come sul Piccolo S. Bernardo a 2160 metri sul mare, e le osservazioni simultanee e comparabili fatte sei volte al giorno con l'Osservatorio di Moncalieri, ci diranno che le tensioni elettriche si mostrano costantemente minori col crescere delle altezze.

Nelle ore diurne intanto dalla Stagione estiva, quando all'Osservatorio vesuviano si hanno tensioni maggiori che all'Università, Capodimonte, posto ad altezza intermedia, dà quasi sempre la tensione minima.

Quest'ultimo fatto fa necessariamente supporre almeno due falde o strati atmosferici induttori, uno molto basso che si fa sentire di più alla Specola universitaria ed uno a grande altezza che si fa avvertire meglio all'Osservatorio vesuviano. Non vorrei che si dimenticasse che i massimi ed i minimi del periodo diurno non si hanno alle stesse ore ad altezze diverse.

se avesse comunicato in certo modo col suolo. Ciò posto esponiamo all'aria libera un conduttore verticale isolato, con punte nell'estremo superiore, e ne' tempi ordinarii avremo elettricità positiva. Suponendo ora che la inducente fosse quella del suolo negativa, rivolgendo il conduttore con le punte in basso dovremmo vedere in esso elettricità negativa, e pure dalle mie esperienze risulta che o non si ha nulla o debole elettricità positiva.

Ancora, se questo conduttore verticale con punte nella parte inferiore soggiacesse all'influsso della elettricità negativa del suolo, dovrebbe caricarsi di questa, e pure l'esperienza dimostra il contrario.

In oltre se l'elettricità inducente fosse nel suolo, allorchè un conduttore abbassandosi mostra elettricità negativa, questa dovrebbe apparire massima al contatto del suolo stesso nel quale si vuol supporre esser posta la inducente, e pure essa allora sparisce.

Nell'articolo del Pellat quello che ci ha di preciso sono le formole matematiche, ma disgraziatamente esse sono prive di contenuto pe' numerosi errori di fatto da' quali il detto autore prende le mosse. Egli per esempio afferma che *par les temps couverts.... le sol est tantot électrisé négativement, tantot positivement.* Ciò non è vero affatto, senza la caduta di pioggia grandine o neve, specialmente ad una certa distanza dal luogo delle osservazioni, secondo la legge da me trovata fin dal 1854, confermata da Adolfo Quetelet e da altri, e poi spesso ricordata. Prima di scrivere sopra un dato argomento bisognerebbe saper quello che erasi fatto per lo innanzi. Noi altri italiani spesso trascuriamo di sapere le cose nostre, ma poniamo grande premura nel conoscere quello che si fa presso le altre nazioni. Se il Sig. Pellat avesse avuto notizia della legge anzidetta si sarebbe espresso in modo da dire che con la caduta delle piogge si hanno zone fortemente positive ed altre fortemente negative a distanze talvolta molto brevi e tal'altra di parecchi chilometri. E siccome il suolo che non è punto isolante per la elettricità cinetica o dinamica che dir si voglia, molto meno potrebbe esserlo per la elettricità statica, così quando con osservazioni simultanee trovo, non dico tra la Specola dell'Università e l'Osservatorio vesuviano, ma tra la detta Specola e l'Osservatorio di Capodimonte, forti ed opposte elettricità, non posso supporre che due porzioni di suolo così vicine abbiano elettricità opposte senza che siano eccitate per induzione dalle zone atmosferiche soprastanti.

Ma dopo di avere dimostrato con osservazioni ed esperienze la vera origine della elettricità meteorica, stimo superfluo aggiungere altre prove per conchiudere che la elettricità inducente è nell' atmosfera e la indotta nel suolo.

Il Pellat dichiarando sicura *(certaine)* la presenza di uno strato di elettricità negativa alla superficie del nostro Pianeta, domanda: Ma donde deriva questo strato di

elettricità negativa? Egli risponde che ci è stato sempre, cioè che la terra lo ebbe fin dai remotissimi tempi della sua formazione, e non può perderlo, essendo perfettamente isolata nello spazio.

Quello che posso dire al Sig. Pellat è che l'unica prova sperimentale della elettricità de' corpi sporgenti alla superficie della terra si ha da' fenomeni da me scoperti e studiati fin dal 1850 e riassunti ultimamente nel Vol. VI delle *Memorie della Società Italiana delle Scienze*. Risulta dunque da quelle indagini, che tanto a ciel sereno quando a ciel nuvoloso, ma senza pioggia, grandine o neve ad una certa distanza, con orizzonte perfettamente libero, avvicinando due corpi conduttori in direzione perfettamente orizzontale si ha manifestazione di elettricità negativa la quale sparisce se uno de' due che era isolato si faccia per un momento comunicare col suolo, e poi con l' allontanamento sempre in direzione orizzontale, si avrà elettricità positiva. In tali congiunture l'elettricità atmosferica in qualunque modo esplorata si troverà sempre positiva, ma quando in qualsivoglia modo esplorata essa si mostra negativa, il che accade solo allorchè piove ad una certa distanza, ancorchè il cielo sia sereno nel luogo delle osservazioni, allora si ha con l' avvicinamento elettricità positiva e negativa con l'allontanamento. Le tensioni che si osservano con l'avvicinamento o con l'allontanamento sono per intensità varie come quelle che si hanno con gli apparecchi ordinati alle osservazioni di meteorologia elettrica, e quantunque di minore intensità, pure nè seguono perfettamente le fasi non solo per la intensità ma eziandio per la natura, mostrando cioè elettricità negativa nel suolo quando quella dell'atmosfera è positiva, e l'inverso in caso di elettricità negativa dell'atmosfera, che non si ha senza la caduta di pioggia grandine o neve ad una certa distanza dal luogo delle osservazioni.

Se dunque la elettricità del suolo per intensità corrisponde a quella dell' aria, per modo che cresce o scema con essa, ma è sempre di opposta natura, è chiaro anche per questo che sia da reputarsi elettricità indotta.

Nota III.

L' elettricità statica e dinamica nell' atmosfera.

L'elettricità statica o di tensione rappresenta un' energia potenziale pronta a tradursi in energia cinetica ed a produrre un lavoro. Ma non si può dire che siffatta elettricità sia rigorosamente in equilibrio nel corpo che la possiede, perocchè da se

stessa gradatamente sparisse, il che vuol dire che veramente è in moto. Ciò non pertanto cotesta elettricità si esplora e si misura con apparecchi elettrostatici, elettroscopi, elettrometri, inetti ad indicare la elettricità cinetica o le correnti propriamente dette le quali si palesano e si misurano con appositi strumenti. E quantunque ogni elettricità statica possa tradursi in elettricità cinetica, pure si richiedono certe condizioni per avere ciocchè più propriamente si chiama corrente, da potersi mòstrare col galvanometro. Ci ha delle sorgenti più acconce a dare elettricità statica come per esempio la macchina elettrica, ed altre che più direttamente sono opportune a dare correnti come la pila; sebbene si riesca con alcuni accorgimenti ad avere correnti dalle prime e tensioni elettrostatiche dalle seconde. Fu il mio vecchio amico Daniele Colladon, per quanto mi ricordo, che con un galvanometro opportunamente modificato ottenne correnti dalla macchina elettrica, come il Gassiot trasse vigorose scintille dalla pila.

Ciò posto l'elettricità atmosferica derivando dal condensamento dei vapori aquei che giungono nelle falde più fredde dell'aria, che non è un buon conduttore, assumer deve l'aspetto di quella che si disse statica o di tensione, e quindi atta nelle condizioni opportune a tradursi in folgori. Per la qual cosa gli strumenti usati, sia per mostrarne l'esistenza e la natura, sia per misurarne l'intensità, furono quasi sempre di pertinenza dell'elettrostatica. Ma il Colladon ch'era riuscito a far parlare il suo galvanometro nel circuito della macchina elettrica fin dal 1826, pensò di applicarlo allo studio della meteorologia elettrica. L'esempio non rimase senza imitatori, ma pochi per quanto mi sappia si contentarono del solo galvanometro rinunziando agli elettrometri. Anche io tanto all'osservatorio vesuviano quanto alla specola universitaria posi il galvanometro accanto all'elettrometro e vidi che in tempo di piogge si hanno notevoli deviamenti particolarmente entro le zone da me altrove descritte, da far distinguere con le correnti discendenti o ascendenti le zone positive o negative. Ma nei tempi ordinari i deviamenti sono piccolissimi o nulli, e non mi pare agevole aver misure comparabili. Ad evitare le perturbazioni che le correnti elettriche dell'atmosfera avrebbero potuto arrecare al magnètismo degli aghi galvanometrici, io aveva anche ideato un dinamometro elettromagnetico, ma persuaso che gli strumenti più opportuni per le osservazioni di meteorologia elettrica dovessero appartenere all'elettrostatica, trascurai per fino la esecuzione del mio elettrodinamometro.

Ora son lieto di vedere che il Nestore degli studiosi dell'elettricità meteorica in una recente comunicazione all'Accademia della Scienze di Francia non ripudia il metodo del conduttore mobile da me usato, e conviene con me nel riconoscere *que tout nuage qui se résout en pluie est une source continue d'électricité*, ma crede che questa elettricità venga dalle falde superiori dell'atmosfera aspirate dalle correnti aeree discendenti generate dalla caduta stessa della pioggia. E soggiunge che se il mio con-

duttore mobile prontamente elevato si elettrizza, lo stesso dovrebbe intervenire se rimanendo esso immobile, l'aria soprastante prontamente scendesse. Or questo concetto a prima vista così giusto, non credo che sia applicabile al caso nostro, essendo ormai risaputo che ogni corpo che prontamente si avvicina al suolo, nei tempi ordinari, mostra elettricità negativa: ecco perchè mentre sotto la pioggia si ha forte elettricità positiva indotta, pure le gocciole che partono elettrizzate dalle nubi non arrivano al suolo con segni evidenti di elettricità propria. Il fumo nelle grandi eruzioni del Vesuvio è fortemente elettrizzato di elettricità positiva, ed intanto la cenere che cade da esso giunge al suolo con elettricità negativa; ma se il conduttore prontamente si eleva si avrà elettricità positiva, e ciò si dimostra in modo facilissimo, giacchè tenendo fermo il conduttore, la cenere che cade sul disco terminale di esso lo elettrizza negativamente, ma se il conduttore prontamente si elevi, mostrerà elettricità positiva.

Ripigliamo un dei miei esperimenti dal 1850 sulla vena liquida discendente del quale molti anni dopo si è stimato potersi giovare per lo studio della elettricità meteorica. Si prenda un vaso metallico forato in fondo con uno o più fori, e si esponga all'aria libera in sito eminente, cioè non dominato da corpi circostanti. Empito il vase di acqua ed isolato, esso vi darà elettricità positiva; gli zampilli daranno la stessa elettricità in vicinanza del vase, ma più sotto mostreranno elettricità negativa, la quale diverrà più cospicua se il vase superiore non sia isolato.

Ma pur concedendo tutto quello che il Colladon desidera, le tensioni che si osservano elevando il conduttore nelle giornate calme e serene saranno sempre acconce a dare la misura delle intensità dell'influsso della elettricità atmosferica la quale, come si dirà, non risiede ad altezze molto considerevoli, anzi non di rado è poco elevata dal suolo. E vedendo queste tensioni farsi notevolmente maggiori sempre che il vapore aqueo giunga dove il freddo il colga, pare inutile invocare un'altra cagione per la elettricità che si appalesa con la caduta della pioggia, grandine o neve; imperciocchè se l'elettricità cresce con l'umidità relativa, diviene più intensa con la formazione delle caligini, delle nebbie e delle nubi, raggiungendo i suoi massimi quando i vapori si risolvono decisamente in acqua o neve ed in proporzione della rapidità e della copia dei rovesci, mi pare strano il non riconoscere questi massimi, conseguenza legittima del massimo condensamento de' vapori, specialmente dopo le sperienze di laboratorio tanto semplici ed evidenti ultimamente da me istituite.

Credo che il mio illustre amico nel tempo in cui scriveva la sua importante nota accademica sopra menzionata non avesse ancora avuta notizia delle mie ultime sperienze sulla elettricità che si svolge quando l'acqua si risolve in vapore, e quando il vapore dell'ambiente si risolve in acqua, altrimenti forse non avrebbe detto che *la condensation aqueuse ne produit pas d'électricité notable.* E pure il suo collega

Prof. Oltremare dell' Università di Ginevra nel primo volume del 3.° periodo degli *Annali delle Scienze fisiche e naturati della* B. U. scrivea: *Il est reconnu que toute condensation est nécessairement accompagnée d'un dégagement d'électricité* ecc.

Potrei citare parecchie osservazioni del Colladon dalle quali apparirebbe la legge da me formolata fin dal 1854, ma mi contento di riferire ciocchè dice nel Vol. II. pel 3.° periodo degli *Archivi* di sopra menzionati: *En général, la partie plus dense et plus elevée d'un nimbus, surtout s'il en achappe une averse, donne des signes intenses d'électricité positive et détermine par son influence..., la distribution de l'électricité positive, nulle, ou négative* ecc. p. 9.

Il mio illustre amico a rafforzare il suo concetto della elettricità che dalle alte regioni dell'atmosfera viene col cader della pioggia aspirata verso la terra, soggiunge *que c'est un fait généralment demontré en toute saison que les couches d'aire supérieures aux nuages sont électrisées positivement par rapport au sol.* Queste parole mi fanno sospettare che il dotto Autore creda, come molti credono, che la elettricità atmosferica cresca con le altezze. Per la qual cosa non sarà inutile ricordare quello che da osservazioni comparabili e simultanee, fatte a diverse altezze, con piena evidenza si ricava.

Le osservazioni contemporanee fatte ad altezze che differiscono di 20 in 30 metri danno quasi sempre una prevalenza al luogo più elevato, prevalenza che cessa di essere costante con maggiori differenze di altezze. Ecco perchè io ritengo vere le osservazioni del napoletano Tiberio Cavallo fatte sulla cupola di S. Paolo a Londra quantunque non perfettamente sincrone e non esenti dalle, ora note, perturbazioni derivanti dalla presenza delle pareti della cupola [1]).

Le osservazioni contemporanee fatte dal 1876 fino al 1881 non meno di tre volte al giorno, 9 a. 3, p. e 9 p., alla specola universitaria, 57^{m} sul mare ed alla specola di Capodimonte a 149^{m}, pubblicate nei nostri *Rendiconti* ed anche in quaderni separati, basterebbero a mostrare come spesso la elettricità del luogo più elevato risulti minore di quella del luogo più basso. La cosa acquista maggiore evidenza con differenza di altezze più grandi. Dal 1872 finora alla Specola universitaria ed all'Osservatorio vesuviano (637^{m} sul mare) si fanno a segno di telegrafo non meno di quattro osservazioni al giorno perfettamente sincrone, e nel Vol. VI degli *Atti* dell'Accademia, delle Scienze Fis. e Mat. di Napoli si trova inserita una memoria nella quale sono esposti i

[1]) Ecco come il celebre elettricista si esprime: « In un luogo più elevato l' elettricità è più forte che in uno più « basso ; poichè avendo provato l' elettrometro atmosferico tanto nella ringhiera di pietra che in quella di ferro sulla « cupola della Cattedrale di S. Paolo di Londra, trovai che le palle divergevano molto più in quest'ultimo luogo, che « nel primo meno elevato; di dove apparisce che se questa regola ha luogo a qualunque distanza dalla terra, l'elettri- « cità nelle regioni superiori dell'atmosferica bisogna che sia estremamente forte ». Tiberio Cavallo, *Trattato completo d'elettricità.* Tradotto in Italiano dall' originale inglese. Firenze 1779, pag. 468.

valori delle tensioni osservate per tre anni. Non ho pubblicate quelle degli anni seguenti perchè le medesime rifermano perfettamente le conclusioni alle quali ero pervenuto e che formolava così:

« 1.° Dividendo l'anno in due stagioni, che dirò invernale ed estiva, si trova che « nella prima l'elettricità dell'aria all'Osservatorio vesuviano è notevolmente minore « di quella che si osserva in Napoli, salvo qualche rara eccezione col dominio dei « venti boreali.

« 2.° Nella stagione estiva e nelle giornate regolari quasi sempre le tensioni al- « l'Osservatorio superano quelle che si notano all'Università, ma solo nelle ore del « giorno; giacchè nella notte si avvera il contrario ». Ma ho ragione di credere che a maggiori altezze le tensioni si facciano costantemente decrescenti, e questo lo deduco dalle osservazioni contemporanee che si fanno al piccolo S. Bernardo ed a Moncalieri. Ecco come si esprime il P. Denza in una nota letta all'Accademia delle Scienze di Torino: « Però dall'esame delle osservazioni del Piccolo S. Bernardo che « trovasi a 2160 metri sul livello del mare, e dove le osservazioni elettriche s'inco- « minciarono nel dicembre del 1875, e si fanno come a Moncalieri, sei volte al gior- « no, rimane evidentemente confermata la legge già ammessa, che cioè: La tensione « elettrica dell'atmosfera, nelle condizioni normali di questa, diminuisce con l'altitu- « dine ».

Non è dall'altezza assoluta, come bene avvertiva il Sausurre nei suoi viaggi sulle Alpi, che dipende la maggiore tensione, sibbene dalla relativa del luogo, che non deve essere dominato de' corpi circostanti. Onde, come nota egli stesso, sul Colle del Gigante e sul Monte Bianco ebbe meno di altri siti più bassi egualmente bene esposti; forse, dice il Belli, per la minore grossezza del soprapposto strato atmosferico elettrizzato in più.

Stimo degno dell'attenzione di tutti, e particolarmente di coloro che ad onta dei fatti amano andare uccellando ad ipotesi, che nella stagione estiva quando nelle ore diurne all'Osservatorio vesuviano si hanno tensioni elettriche maggiori di quelle che si notano all'Università, alla Specola di Capodimonte cioè ad altezza intermedia, si ha generalmente una tensione minima. Per modo che la elettricità prima scema col salire e poi cresce.

Il Belli nel riferire le osservazioni del Beccaria sulle più forti indicazioni elettriche che si avevano dai suoi fili metallici esposti all'aria libera nelle ore in cui formavasi la rugiada, soggiunge: « E qui a mio credere si nasconde qualche verità importante per la meteorologia elettrica ». Or questa verità che il dotto Professore di Pavia intravedeva, se vivesse, sarebbe lieto di vedere ora sperimentalmente dimostrata.

finita stampare il dì 15 Giugno 1886