

SOPRA ALCUNI FENOMENI METEOROLOGICI  
 CHE HANNO RAPPORTO COLLO SVILUPPO DI ELETTRICITÀ,  
 E DEL CALORICO NATIVO DEI CORPI

## MEMORIA

DEL DOTTOR AMBROGIO FUSINIERI

*Ricevuta adì 12 Dicembre 1837.*

Non occorre rammentare quanto siano ingombrate da oscurità le cause della massima parte dei fenomeni meteorologici. Due ne sono le ragioni; la mancanza di bastante progresso dei principj della Fisica, e il difetto di osservazioni. Ma è più la seconda che la prima. Se anche i principj della Fisica non sono ancora abbastanza avanzati per complete spiegazioni di que' fenomeni, quando vi sono osservazioni esatte, si trovano sempre nei principj conosciuti almeno dei barlumi circa le cause. Il difetto delle osservazioni porta a delle applicazioni precipitate accompagnate dall' errore. Di ciò ne ho mostrato un saggio co' miei scritti sulla rugiada. Con osservazioni ch' erano state ommesse ho dimostrato erroneo un sistema seducete ch' era stato anche coronato.

Fra i barlumi fin' ora ottenuti colle osservazioni vi è quello che le forze elettriche hanno una influenza generale nella produzione delle meteore, anche parlando delle più comuni. Ma come si sviluppano tali forze elettriche, quali modificazioni subiscano da quelle che si conoscono nei gabinetti di Fisica, e come concorrano a generare questo o quel fenomeno, tutt'occiò è ancora oscurissimo. Basti l' esempio della grandine. Ogn' uno comprende in confuso che vi concorrono principalmente le forze elettriche. Ma il come è ancora un problema da risolversi ad onta di un premio lusinghiero che un' Accademia ha proposto, il quale credo che resterà ancora

lungamente in sospenso, se non è per qualche favore che venga conferito.

Fra le cose meteorologiche di cui altra volta ho parlato (Annali delle Scienze 1831. p. 31. 192), ve ne sono alcune, allora toccate soltanto in succinto, che si connettono e coi progressi recenti delle teorie elettriche, e coi miei principj di meccanica molecolare. Tale connessione le rende vieppiù importanti; e vengo ora a darne maggiore sviluppo con dettaglio di osservazioni che dopo quell' epoca ho anche ripetute ed estese.

### §. I.

#### *Dei vapori gelati.*

Nell' inverno del 1826 per meglio sperimentare la evaporazione della neve a molti gradi sotto il gelo, che mi era dimostrata continua di giorno e di notte da molti esperimenti fatti segnatamente con campane di vetro, ho esposte in aperta campagna, essendo il terreno coperto di neve, delle bilancette a tre o quattro pollici della superficie, le quali contenevano neve contrabilanciata da pesi. Dopo qualche ora preponderava il peso, ma alle volte preponderava invece la neve se l'aria non era nitida. Di notte poi la preponderazione della neve era costante. Tuttociò mi ha mostrato che la formazione di vapore gelato dimostrata costante di giorno e di notte da altri esperimenti, era accompagnata da precipitazione di altro vapore gelato precedentemente ascaso; sicchè l'ascensione e la precipitazione erano contemporanee e continue; e le bilancette mostravano quale dei due effetti fosse il prevalente. Le propaggini lamellari, che per le notturne precipitazioni andava acquistando la neve alla superficie, attestavano pur esse quella contemporaneità di ascasa e discesa di vapori gelati; senza che ciò impedisse a lungo la diminuzione generale della neve per l'abbondante sua evaporazione diurna, per lo più superiore alla precipitazione.

Dico ch' erano vapori gelati, benchè qualche fisico non voglia riconoscerne l'esistenza perchè non vi si adattano bene le teorie formate nei gabinetti circa la costituzione dei vapori, la loro elasticità, ed il calorico latente. Erano certamente gelati perchè si trovavano in brevissimo tempo sollevati ed attaccati corpi, per esempio entro e fuori di una campana di vetro a temperature di più gradi sotto il gelo, come a  $-4^{\circ}$ ;  $-5^{\circ}$ ;  $-7^{\circ}$ ;  $-10^{\circ}$ ; e nel Gennajo dell' inverno 1830 ho sperimentato, che si erano sollevati dalla neve ed attaccati ai corpi in una notte in cui il massimo di temperatura alla distanza di alcuni pollici dalla neve era giunta a  $-16^{\circ}$ , 5.

Niuno certamente crederà di buona fede che a così basse temperature l'acqua gelata per convertirsi in vapore debba passare per lo stato liquido, onde poi gelarsi di nuovo nell'attaccarsi ai corpi.

## §. II.

*Di un calore fondente e volatilizzante che si sviluppa in contatto dell'acqua gelata coi corpi in genere e principalmente coi metalli, e più secondo ch'è minutamente divisa.*

1. In occasione di usare quelle bilancette ho osservato che la neve cominciava a sgelarsi a temperatura inferiore allo zero. Ciò avveniva precisamente in contatto della neve colla lance ch'era di ottone, e progressivamente si conformava in un corpo semitrasparente pel suo parziale disgelo che avveniva per azione del metallo.

Per fare esperimenti di confronto io ponea in seguito della neve in un vetro da orologio che collocava sopra una lance della bilancia e nell'altra nuda di metallo poneva altra neve che facesse equilibrio. La bilancetta era sempre sospesa colle sue lance a pochi pollici di distanza dalla superficie della neve che copriva il terreno. Non parlerò degli sbilanci che avvenivano ora da una parte, ora dall'altra per causa di ineguali evaporazioni e precipitazioni dei vapori. Quello che ora importa è che nella capsula di metallo la neve cominciava a

fondersi di sotto in contatto a  $-2^{\circ}$  circa, ed a  $-1^{\circ}$  si riduceva dopo qualche tempo liquida. Al contrario nella capsula di vetro sussisteva a lungo gelata anche fino a  $+1^{\circ} \frac{1}{2}$ .

Tali differenze erano così marcate e costanti nei molti esperimenti eseguiti, che mi mostrarono evidentemente un'azione del metallo a fondere la neve a temperatura inferiore allo zero, mentre il vetro sembrava avere per quel confronto la virtù opposta di mantenere la neve gelata al di sopra di quel termine.

Feci quindi questi altri esperimenti.

2. La temperatura della neve esplorata con un termometro essendo a più gradi sotto lo zero, per esempio a  $-3^{\circ}$ , io vi ponea a raffreddarsi egualmente un piccolo mortajo di vetro col suo pistillo, e un piccolo cucchiajo o di argento o di ferro forniti di manico di legno per poterli maneggiare senza comunicar loro il calore della mano. Indi prendendo della neve e collocandola nel mortajo la polverizzava assai fina. Così ridotta la sparpagliava leggermente ossia a piccole dosi e a molecole disgiunte sopra dischi di varj metalli del diametro di 9 centimetri, sopra altri dischi eguali di vetro, di resina, di agata, e di legno.

Le temperature dell'aria segnate da un termometro presso ai dischi erano nei varj esperimenti  $0^{\circ}$ ;  $-1^{\circ}$ ;  $-1^{\circ},5$ ;  $-2^{\circ}$ ;  $-2^{\circ},5$ . Prima di spargere la neve sopra i dischi io li lasciava esposti il tempo necessario onde acquistassero la temperatura dell'aria. La neve ch'io vi spargeva era sempre di qualche grado più fredda, per esempio come dissi a  $-3^{\circ}$ .

Ecco i risultati di un gran numero di esperimenti fatti a quelle temperature nell'inverno del 1826, e ripetuti con maggior distinzione anche negli inverni 1831 1832.

Sopra i dischi di zinco, di ferro, e di rame a tutte quelle temperature le minime molecole di neve si fondevano all'istante in goccioline. Pareva precisamente che toccassero metalli riscaldati al fuoco.

Le molecole maggiori si fondevano più tardi per esempio

in due o tre minuti secondi; e sempre più tardi secondo ch'eran maggiori, e secondo che la temperatura era più bassa entro i suddetti limiti.

Alla temperatura di  $0^{\circ}$ ; tutte le goccioline restavano liquide. Alle temperature di  $-1^{\circ}$ ;  $-1^{\circ},5$ ;  $-2^{\circ}$ ;  $-2^{\circ},5$  le più piccole che si eran fuse restavano pure liquide; ma altre alquanto maggiori si congelavano di nuovo. La nuova congelazione però non era totale. Siccome aveano la forma lenticolare restavano fuse al di sotto in contatto col metallo, e di sopra eran gelate di nuovo; per lo che quelle lenticole erano anche facilmente mobili sullo stesso metallo, mercè uno straticello di liquido frapposto.

Sugli altri dischi di vetro, resina, agata, e legno, simili molecole di neve a quelle temperature non si fondevano.

Il potere fondente si sviluppa dunque dai metalli per le cause di cui dirò qui sotto dietro ad altri esperimenti.

Ho osservato il seguente ordine circa i gradi di quel potere fondente, secondo la diversa natura dei metalli.

Sui dischi di zinco, di ferro, o di rame, la fusione era la più pronta.

Sopra dischi di stagno e di piombo era alquanto più tarda.

Sopra un disco di argento il ritardo era ancora maggiore.

Anche adoperando della brina, invece che neve polverizzata come sopra, ottenni consimili effetti. Io avea disposti sopra una tavoletta di pino quattro dischi, uno di argento, altro di rame, altro di zinco, ed uno di vetro, e li avea lasciati raffreddare come l'aria di cui la temperatura era  $0^{\circ}$ . Presi dei ramoscelli carichi di brina che ancora non si sgelava, la facea cadere raschiando sopra que' dischi. All'istante le molecole di brina in contatto coi metalli si sgelavano. Sul vetro subito non si sgelavano punto, e soltanto in seguito avveniva uno sgelamento parziale, tardo, e graduato. Lo stesso presso a poco avveniva delle molecole di quella brina che cadevano invece che sui metalli o sul vetro, sulla tavoletta di pino; cioè non si sgelavano punto nè all'istante nè in



breve tempo, ma soltanto in seguito lentamente e parzialmente, sempre dove toccavano il legno.

3. Importanti per le conseguenze circa le cause sono le seguenti ulteriori osservazioni.

Le lenticole gelate procedenti da disgelo dei briccioli di neve in contatto dei metalli con successiva congelazione dopo alcun tempo, per esempio di una mezz'ora, non si trovavano più ed erano tutte svanite per evaporazione; quantunque la temperatura si fosse mantenuta sempre sotto il gelo, nè fosse quindi accaduta nuova liquidazione; e ciò per la ragione che si formano come sopra (§. I), vapori gelati.

Mi è accaduto di vedere che da quelle goccioline gelate ed evaporate i dischi di rame, zinco e ferro avevano contratte evidenti macchie di ossido. Il disco di zinco avea varie macchiette di ossido bianco; quello di rame avea contratte alcune macchie bruno rossigne, e quello di ferro delle macchie brune. Tutte erano conformate in guisa che mostravano le tracce delle azioni chimiche delle goccioline evaporate; cioè formavano le loro basi.

Se quei metalli fossero stati bagnati estesamente d'acqua invece che da minime molecole, e se l'acqua fosse stata lentamente evaporata per dolce calore, non avrebbe lasciata certamente una traccia così marcata di ossidazione. D'onde ne segue che l'azione chimica di minime parti è in relazione più energica; il che combina colla energia che il Sig. De la Rive attribuisce ai gas ed ai vapori di sviluppare elettricità colle loro azioni chimiche sui metalli nelle sue recenti *Recherches sur la cause de la electricité Voltaïque. Genève 1836. pag. 73.*

Altre mie osservazioni mi hanno dimostrato che se i metalli avevano contratto un velame comunque leggerissimo di ossido per lunga esposizione all'aria, non avveniva in quei metalli la fusione dei briccioli di neve alle suindicate temperature, ma soltanto alla temperatura di 0° ed anche imperfettamente; cioè il disgelo era soltanto parziale.

Però se le molecole erano estremamente piccole non

mancavano di sgolarsi a  $-1^{\circ},5$ ; o  $-2^{\circ}$  quantunque vi fosse il velame leggero d'ossido.

In tali casi di mancato disgelo i briccioli di neve contraccavano una forte adesione alla superficie, talchè non si distaccavano neppure percuotendo i dischi sopra un corpo duro; e questo era effetto di parziale disgelo al contatto susseguito da congelazione, come di sopra si è veduto succedere.

Togliendo al contrario dai metalli il leggero stato d'ossido comunque invisibile, e rinnovando la superficie, tosto divenivano atti a fondere prontamente anche a  $-2^{\circ},5$  quei briccioli di neve che prima sussistevano gelati completamente anche a  $0^{\circ}$ .

4. Da tutto questo è ben chiaro fin d'ora che lo sviluppo di calore fondente dei metalli sulla neve a temperature inferiori allo zero era accompagnato da chimica azione delle minime parti di questa sopra quelli.

E siccome la fusione avveniva più pronta e a temperature più basse secondo ch'eran minori le molecole, nè lo stesso velame d'ossido la impediva riguardo alle molecole estremamente piccole; ne segue che la loro azione chimica era più energica a misura ch'eran minori.

La maggiore azione secondo la tenuità della materia mi ha indicato inoltre lo sviluppo di quella forza o calorico nativo di cui trattano i miei principj di meccanica molecolare, e come dirò in seguito.

Si vedrà qui sotto come dalla stessa azione delle suddette molecole sui metalli si sviluppasse anche la elettricità.

Ma prima è da vedersi cosa avvenisse, e quando io sparpagliava le molecole di neve a temperature inferiori alle suindicate sui dischi metallici e non metallici; e quando usava masse maggiori a temperature superiori.

5. Colle regole suindicate (n.° 2) di raffreddare nella neve gli strumenti che adoprava a polverizzarla ed a spargerla diradata sui dischi, e di lasciar questi raffreddarsi come l'aria in aperta campagna, ho fatti i seguenti esperimenti.

Alle temperature di  $-3^{\circ}$ ;  $-4^{\circ}$ ;  $-5^{\circ}$ ; io esponeva dischi di zinco, di ferro, di rame, di resina, di legno, di agata, e di vetro, e vi spandeva sopra briccioli di neve. A quelle temperature non si fondevano neppure sui metalli. Invece entro un certo tempo sparivano senza passare per lo stato liquido, in virtù di quelle temperature, convertendosi come sopra (§ I) in vapori gelati.

Ho costantemente osservato che dai metalli la evaporazione delle molecole gelate era molto più sollecita che dagli altri corpi; il che era analogo alla fusione sui metalli e non sugli altri corpi a temperature un poco più elevate (n.° 2).

L'ordine più volte osservato delle più sollecite evaporazioni di quelle molecole secondo la natura dei corpi sui quali giacevano fu il seguente.

Dal zinco, dal ferro, dal rame, e dall'argento, le evaporazioni avvenivano a parità di circostanze più presto che dalla resina, da questa più presto che dal legno, e da questo più presto che dall'agata e dal vetro.

Come era avvenuto della fusione a più alte temperature, così anche la evaporazione delle più piccole molecole gelate era la più pronta. Mi son dato ad osservare più volte coll'uso della lente in qual modo avvenisse la diminuzione progressiva dei volumi; cioè se le particelle cristalline si rotondassero. Io facea tali osservazioni con visite alla sfuggita di quando in quando, per non influire col calore della persona. Non ho mai veduta molecola alcuna che nella progressiva diminuzione del suo volume si rotondasse. Conservavano invece tutte le loro forme cristalline cogli angoli e spigoli. Il che mi ha dimostrato nel modo il più immediato che l'acqua gelata partiva e si dissipava nell'aria senza disgelo alcuno, ed a strati o laminette superficiali; d'onde i vapori gelati indi nascenti doveano essere costituiti essi pure da molecole cristalline, le quali probabilmente si saranno ulteriormente suddivise in altri cristalletti minori dopo essersi volatilizzate.

6. Quantunque a dette temperature da  $-3^{\circ}$ , a  $-5^{\circ}$ , non



si fondessero le molecole di neve sui metalli, pure divenivano aderenti alle loro superficie in modo simile a quello che ho di sopra notato (n.° 3); senza però che tali adesioni togliessero la prontezza della evaporazione. Dipendevano quelle adesioni da un principio di fusione al contatto, susseguito da congelazione come ho detto al luogo citato.

7. Da questi secondi esperimenti a dette temperature (n.° 5) nelle quali le molecole gelate non si fondevano sui metalli risulta, che si sviluppava al contatto un calore volatilizzante le stesse molecole invece che fondente; e più al contatto dei metalli, che degli altri corpi, e coll'ordine di cui sopra secondo la diversa loro natura.

8. L'azione fondente o volatilizzante dei corpi in genere sulla neve, ma principalmente dei metalli con certa gradazione anche fra di loro dichiarata dagli esposti esperimenti molecolari, rende ragione dei seguenti effetti, e viene da questi confermata.

Ho detto di sopra (n.° 1) che la neve in una capsula di ottone cominciava a sgelarsi al contatto col metallo a  $-2^{\circ}$ , che a  $-1^{\circ}$  si sgelava interamente, e che al contrario in una capsula di vetro si manteneva gelata anche a  $+1^{\circ} \frac{1}{2}$ .

Però di sotto dove la neve era in contatto immediato col vetro io trovava alla temperatura  $0^{\circ}$  un principio di disgelo, il quale non progrediva, o assai lentamente. La neve acquistava fra le sue parti una certa coerenza per cui si potea levarla in corpo dalla capsula di vetro, ed era allora ch'io vedea la sua superficie inferiore, stata in contatto col vetro, bagnata da uno strato liquido sottilissimo.

Dunque anche in contatto col vetro alla temperatura  $0^{\circ}$  vi era un principio di fusione che non si manifestava punto superiormente.

Ho voluto vedere a temperatura superiore al gelo la differenza dell'azione fondente dei metalli sopra quella degli altri corpi usando masse notabili di neve invece di molecole.

Sopra una tavoletta di legno ho disposti tre dischi uno di zinco, altro di rame, ed uno di vetro; e li ho lasciati prendere la temperatura dell'aria che alle due ore pomeridiane era giunta a  $+2.^{\circ}$

Sopra ciascuno ed anche sopra la tavoletta ho collocata e distesa una certa quantità della neve che copriva il terreno, col mezzo di una spatola di legno, lasciata pure dapprima esposta alla temperatura dell'aria.

Appena che la neve toccava i metalli le parti minori si fondevano all'istante, ed il rimanente si adagiava tenacemente alle superficie formando al contatto un corpo molle e trasparente colla neve di sopra; corpo molle e trasparente che a quella temperatura si osservava essersi formato col tempo sotto la neve in contatto di tutti i corpi in genere. Al contrario sul disco di vetro e sulla tavoletta la fusione era molto minore che sui metalli.

In somma al contatto di questi si operava all'istante quella trasformazione della neve in corpo molle e trasparente per fusione parziale, che in contatto degli altri corpi avveniva soltanto in lungo tempo.

Ho anche osservato che la neve formatasi in corpo sui metalli vi aderiva tenacemente, sicchè a fatica si potea muovere sulle loro superficie pulite; mentre sul vetro e sul legno era molto più mobile e molto meno formata in corpo; ma sempre in contatto col legno e col vetro si fondeva molto più che al di sopra.

Quindi ho compreso che anche a temperature superiori allo zero l'azione fondente della neve vi era principalmente al contatto dei metalli, come molto più attivi degli altri a produrre l'effetto.

9. Cade sotto l'osservazione di chiunque si trova in campagna in tempo di neve che questa sparisce attorno i corpi molto prima di quella che copre il nudo terreno, e che la sua scomparsa è progressiva per ampj spazj, i quali si vanno dilatando attorno i corpi; e ciò avviene anche a temperature di molti gradi sotto il gelo.

Ora in virtù delle premesse numeri 4, 7 si comprende che quell'effetto ha origine anche dal calore fondente e volatilizzante che si sviluppa al contatto, calore ch'è bensì più forte al contatto dei metalli, ma che non manca mai qualunque sia il corpo.

La progressiva scomparsa della neve attorno i corpi dipende anche da un'altra causa; cioè dall'azione dei raggi solari sopra gli stessi corpi i quali comunicano il calore concepito all'aria contigua; mentre la neve riflettendo tutti i raggi non concepisce egual calore. Ma al principio del disgelo vi concorre certamente anche il suddetto calore che si sviluppa in virtù del contatto; calore di cui sarà qui sotto determinata la causa (§ III.)

Si osserva anche un disgelo progressivo entro cavità chiuse da ghiaccio trasparente in cui si trasforma in alcuni luoghi la neve il che avviene spesso attorno corpi isolati, come sarebbe una pietra. Quel progressivo disgelo allora dipende dall'accumulamento di calore dei raggi solari, che ho scoperto avvenire di molti gradi entro vasi diafani, e più che entro vasi opachi, benchè questi sieno di metallo. (Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto 1831 pag. 39.)

Ma circa la scomparsa della neve per un calore o fondente o volatilizzante vi sono altri effetti curiosi dei quali non ho ancora penetrate abbastanza le cause, le quali mi propongo d'indagare ulteriormente spingendo le osservazioni.

Mi basterà qui accennare il seguente.

Sotto gli alberi svanisce progressivamente la neve e viepiù secondo che sono frondosi e forniti di piccoli ramoscelli. L'effetto comincia attorno il tronco, poi prosegue sotto i rami rivolti al sole; e finisce col diffondersi tutto all'intorno. Non si comprende che dall'alto al basso e a grandi distanze possano quegli effetti procedere dal riscaldamento dell'aria in contatto dei rami, la quale in aperta campagna e per le agitazioni a cui è soggetta viene continuamente rinnovata.

Circa quella influenza dei rami dall'alto al basso, e a

molta distanza, ho fatte delle singolari osservazioni ed istituiti degli esperimenti di confronto per indagarne la causa precisa, ma mi riservo di parlarne in altra occasione, dopo avere spinte più oltre le indagini, restandomi ancora da dilucidare alcuni punti di fatto.

10. Non finirò questo articolo senza avvertire, che effetto generale dello sgelamento della neve è quello di prendere una parte del calorico necessario alla sua liquidità, e che si rende latente, dai corpi vicini e quindi anche dalle parti precedentemente sgelate, le quali in conseguenza si gelano di nuovo.

Quindi si osserva formarsi sotto la neve in contatto dei corpi dei pezzi o lastre di ghiaccio trasparente dove appunto ha cominciato il disgelo come qui sopra (n.º 8). Così il terreno ch'era prima sgelato al cadere della neve, contraere poscia alle volte uno stato di gelo, quando quella si fonde per di sopra in virtù dei raggi solari o della temperatura dell'aria.

Tutto questo è conforme a cose conosciute; ma non è cognito il perchè nel passaggio dallo stato solido al liquido un corpo non prenda tutto il calore occorrente dalla sorgente comunque pervenne che determina la sua liquidità, e ne prenda invece una parte dove non vi sarebbe causa di sua fusione.

### § III.

*Sviluppo di elettricità contemporaneo a quello del calore fondente in contatto delle molecole gelate d'acqua coi metalli.*

1. Negli Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto 1831 pag. 203, 204 nell'atto di riferire lo sviluppo di calore fondente e volatilizzante in contatto di molecole di neve coi metalli a temperature inferiori al gelo, di cui sopra (§. II, 2, 3) accennai di avere osservato anche uno sviluppo di un'attrazione elettrica con corpi stranieri delle molecole di nuovo congelate dopo la fusione. Un Fisico, forse per la importanza della mia osservazione, fece mostra di non crederci. Ma la cosa nulla ha di strano, anzi lo sviluppo di elettricità

è un' effetto necessario dell' azione chimica esercitata dall'acqua sui metalli, e tanto più energica quanto più piccole sono le molecole, come si è mostrato di sopra direttamente coi fatti (§. II, 3, 4).

Io riferirò qui in dettaglio le mie osservazioni circa quello sviluppo di attrazione elettrica, tali quali le ho registrate subito dopo fatte negli inverni 1826, 1831, 1832.

1. Colle regole di cui al § II, n.° 2, io sparpagliava minute particelle di neve sopra dischi di rame, di zinco, e di ferro collocati a tre pollici circa dalla superficie della neve sopra supporti di legno. Il termometro vicino ai dischi segnava — 1°, 5. Quelle particelle tosto si fondevano, le minori più presto delle maggiori.

Le goccioline che si producevano sui dischi dalla fusione delle molecole di neve erano subito dopo rappigliate, e formavano tante piccole lenti di gelo. Io le trovava gelate toccandole con un festuco di paglia o col solito piccolo cucchiajo di ferro. Non aderivano quelle parti gelate al disco ma vi erano mobili sopra. Ho poi osservato che quelle piccole lenti o gocciole, anche bislunghe, gelate erano evidentemente attratte dalla estremità del piccolo cucchiajo di ferro che ad esse appressava. Cioè più e più volte osservai, che appressando loro quella estremità a piccola distanza correvano ad attaccarsi, ed anche vi rimanevano attaccate una dopo l' altra formando un piccolo corpo di gelo prolungato e aderente alla estremità del cucchiajo. Per esempio una piccola lente di acqua gelata correva tutta intera ad attaccarsi alla estremità del cucchiajo, e ciò avveniva alla distanza di una linea circa; e ripetendo questo sopra altri pezzetti di ghiaccio si agglomeravano a detta estremità uno dopo l' altro e in più serie formando una specie di piccola barba.

Anche con festuco di paglia o erba secca toccando quelle goccioline sui dischi metallici si palesavano gelate; ed ho anche rimarcati segni di attrazione, ma inferiori a quelli resi manifesti col cucchiajo di ferro.



Lo stesso esperimento l'ho ripetuto sopra un tavolo alto tre piedi, segnando allora il termometro  $-1^{\circ}$ . In questo caso le goccioline erano semigelate, e facilmente col tocco del cucchiaino di ferro si sgelavano affatto. Per altro vidi segni manifesti di attrazione, e l'aggregazione delle molecole che restavano semigelate alla estremità di quel piccolo strumento. Facendo l'esperimento sul tavolo ho adoprato un disco di rame.

2. Alla temperatura  $-0,5$  la minutissima neve sparpagliata sopra dischi di zinco e di rame si sgelava in goccioline lenticolari e poi si rappigliava. Quelle piccole lenti di nuovo gelate erano anche aderenti ai metalli; ma per lo più subito dopo eran mobili.

Ho fatto lo stesso esperimento anche sopra un disco di argento che da più di un'ora era collocato sopra supporti di legno a tre pollici dalla neve.

Colla punta di un grosso filo di ferro racchiuso in un tubo di vetro, ch'io tenea in mano, avvicinandola molto a quelle lenticole gelate, ma semigelate al di sotto in contatto del metallo perchè mobili, vidi manifesta l'attrazione di que' pezzetti gelati, giacchè vi correvano a piccola distanza, e restavano aderenti attorno la punta.

Lo stesso esperimento l'ho ripetuto con esito eguale anche sopra disco di zinco.

3. Alla temperatura  $-4^{\circ}$  ho sparpagliata della neve polverizzata assai minutamente sopra dischi di zinco, di rame, di ferro, di stagno e di argento, di recente levigati, e sopra due altri di vetro e di pino. In nessuno si è svolto calore atto alla fusione. Dopo un quarto d'ora circa trovai che dai metalli si erano volatilizzate tutte le molecole di neve; e dai dischi di vetro e di legno se n'era volatilizzata soltanto una parte. Si noti che assai poca ne avea sparpagliata sulle superficie, e in tutte quantità eguali.

In seguito il termometro segnava  $-3^{\circ}$ , e a causa della mia presenza subito dopo  $-2^{\circ},5$ . Sparsa col piccolo cucchiaino di

ferro della nuova neve sminuzzata sopra quelle superficie, e sempre in quantità eguali, osservai quanto segue.

Sui dischi di zinco, di ferro, e di rame si fondeva all'istante, sul disco di stagno la fusione era un poco più tarda, e sul disco di argento si fondeva pure ma con ritardo ancora maggiore. Sui dischi di vetro e di legno non si fondeva.

Sono stato in osservazione se goccioline sgelate al momento del contatto si congelassero di nuovo, e se di nuovo congelate venissero attratte da una punta straniera o dal piccolo cucchiajo di ferro ch'io adoprava, come mi era accaduto anteriormente. Di fatti sui dischi di zinco, di rame, e di ferro molte di quelle goccioline lenticolari procedenti dalla fusione di contatto dei briccioli di neve si erano di nuovo congelate a metà, e in tale stato si attaccavano alla estremità o spigolo del piccolo cucchiajo di ferro; sicchè ottenni abbastanza un saggio di ripetizione delle precedenti esperienze.

La temperatura fu sempre  $-2^{\circ},5$  durante tutto l'esperimento, perchè il termometro la segnava ancora quando soddisfatto della ottenuta conferma mi sono partito lasciando tutto al suo posto.

Ritornato poco dopo trovai che la temperatura era ancora la stessa  $-2^{\circ},5$  e che dai metalli erano scomparse tutte le molecole. Al contrario sul vetro e sul legno ve n'era ancora una parte allo stato di gelo, ed altra erasi volatilizzata.

Due ore dopo segnando il termometro  $0^{\circ}$  sparpagliai della neve sopra tutti i dischi col solito cucchiajo di ferro. Sopra quelli di metallo la fusione era momentanea se anche ve ne gettava in abbondanza oltre l'usato. Sui dischi di vetro e di legno non si fondeva se non che assai lentamente, e al solo contatto.

## §. IV.

*Circa le cause dei fatti esposti. Nuova prova immediata dello sviluppo di elettricità per azione chimica nella Pila di Volta. Dipendenza di detti effetti dal calorico nativo dei corpi.*

Tutti i Fisici comprendono di quale importanza sia la cognizione delle forze molecolari generatrici dei fenomeni elettrici, magnetici, capillari, e di tutti quelli della materia organica; anzi in genere di tutta la natura; e nello stesso tempo quasi tutti disprezzano o almeno non curano le osservazioni dei minuti fenomeni. È questa una vera contraddizione con se stessi. Si abbandonano invece a sistemi fantastici creando sostanze imponderabili ed atomi materiali, e distribuendo colla immaginazione sì a quelli che a questi delle forze primigenie per applicar poscia tutto questo alla spiegazione dei fenomeni. Finchè si proseguirà con questo metodo chimerico, invece che consultare la natura nelle sue minute operazioni, cause di tutti i grandi effetti sensibili, non si farà che comporre volumi di errori, i quali arresteranno ancora per lungo tempo i veri progressi della scienza teorica.

Le osservazioni ed esperimenti di cui sopra, fatte in aperta campagna hanno importanza appunto perchè riguardano azioni molecolari. Ora mi accingo a mostrare la connessione dei fatti esposti colla teoria elettro-chimica della elettricità; e rimontando più in alto anche co' miei principj di meccanica molecolare che ho tratti non dalla fantasia, com'è di costume, ma dalle esperienze.

Un primo risultato ottenuto è lo sviluppo di calore fondente o volatilizzante le molecole (§ II) in contatto di metalli a temperature di più gradi sotto lo zero. D'onde viene quel calore? Vi rispondono altri fatti contemporaneamente rilevati, che viene da azione chimica di quelle molecole sui metalli. Tali fatti sono 1.º le evidenti marche di ossidazione che lasciano sui metalli quelle molecole dopo evaporate; 2.º l'impedimento allo sviluppo del calore fondente che oppone

un velame comunque leggerissimo di ossido che contratto abbia il metallo, velame che toglie appunto o diminuisce l'azione chimica; 3.° il minore sviluppo di quel calore foudente nel contatto dell'argento in confronto di metalli più ossidabili (§ II, numeri 2, e 3).

Un secondo risultato è la nuova congelazione delle molecole dopo essersi fuse in contatto dei metalli se la temperatura era inferiore a 0.° Di ciò si comprende facilmente la causa; il calore sviluppato a primo tratto dall'azione chimica non potea per la celerità del suo sviluppo essere subito tolto dal freddo dell'aria, ma veniva sottratto in seguito. Per altro la continuazione dell'azione chimica svolgendo sempre nuovo calore, si mantenea fra le molecole gelate ed il metallo uno straticello liquido che le rendea mobili sulla superficie; e inoltre ivi l'aria non penetrava a togliere col suo freddo quel perenne calore in modo da produrre nuova congelazione.

Terzo risultato è lo sviluppo di un'attrazione fra quelle molecole prima fuse e poi di nuovo gelate con corpi stranieri e massime con uno spigolo o punta di metallo (§ III). Quell'attrazione anche alla distanza di una linea si mostra da per se stessa di carattere elettrico. Ma qui è noto dalle teorie, massime le più recenti, che l'azione chimica dei liquidi sui metalli è sorgente di elettricità; che il metallo si costituisce negativo ed il liquido positivo. Laonde quelle molecole di nuovo gelate erano elettrizzate positivamente; per lo che doveano essere attratte da qualunque corpo neutro, e massime dalla estremità acuminata di un metallo. Le prime molecole attratte scaricandosi della loro elettricità divenivano atte in conseguenza ad attrarne delle altre, d'onde la loro riunione in più serie attorno la estremità del corpo straniero, come mostra il fenomeno.

Ecco dunque che mentre la teoria elettro-chimica porge la chiara spiegazione del fenomeno osservato; questo dal suo canto mostra in un modo immediato che dall'azione chimica dell'acqua meteorica sui metalli si sviluppa elettricità assieme

col calore; d'onde anche nella Pila di Volta calore ed elettricità deonò procedere dall'azione chimica dei liquidi sui metalli.

Fin qui parlano abbastanza le teorie generalmente ammesse di sviluppo di calore e di elettricità col mezzo delle azioni chimiche; ma le stesse teorie non rispondono ad altri fatti qui sopra rimarcati nelle mie osservazioni; cioè.

Che sugli stessi metalli il calore sia fondente, sia volatilizzante, si sviluppava maggiore del proporzionale secondo che eran piccole le molecole gelate, per lo che le minime si fondavano a temperature a cui le maggiori resistevano; ed alla stessa temperatura le minori erano le più pronte a fondersi e volatilizzarsi (§ II, 2, 3).

Che anche in contatto del vetro e più in contatto del legno e delle resine si sviluppava una certa quantità di calore fondente benchè molto minore che sui metalli, per cui alla temperatura 0° si formava uno strato liquido comunque leggero che progressivamente si aumentava fra que' corpi e la neve sovrapposta, mentre di sopra si conservava allo stato naturale; e ciò quantunque niun'azione chimica fosse sensibile fra la neve e que' corpi, nè si potesse supporre nel caso del vetro (§ II, 2, 7).

Che generalmente in modo analogo fra la neve ed ogni corpo che vi sia sottoposto si forma col tempo uno strato liquido mentre la neve al di sopra resta al suo stato naturale, strato liquido il quale poi sovente si converte in gelo trasparente o per abbassamento ulteriore della temperatura dell'aria, o per disgelo superiore che assorba da quello calore allo stato latente (§ II. 8.).

Dunque anche senza azione chimica sensibile si sviluppa un calore fondente o volatilizzante in contatto di molecole gelate d'acqua coi corpi solidi. Al che le teorie ammesse non rispondono.

Di questi fatti ulteriori si rende ragione coi miei principj di meccanica molecolare, ossia collo sviluppo del calorico nativo



sempre maggiore secondo la tennità a cui viene ridotta la materia, e di cui i corpi sono dotati più o meno secondo la diversa loro natura.

Il mio principio tratto da lunga serie di esperienze è, che fra le parti della materia grandemente attenuata si sviluppa una forza di repulsione, la quale tende a dividere le parti con sempre nuovo sviluppo della stessa forza; cosicchè ogni divisione divien causa di nuovo sviluppo della stessa forza; e così progressivamente. Per lo che la ho chiamata *forza di espansione*. E siccome la stessa forza, più e meno energica secondo la varia natura delle sostanze, è anche principio di calore, sotto questo rapporto la ho chiamata *calorico nativo*.

Ho trovato inoltre che quella forza interviene essenzialmente nelle combinazioni chimiche, producendo divisioni interne e reciproche delle sostanze, e riducendo in tal modo al contatto le molecole da combinarsi, le quali allora agiscono per mutua attrazione. D'onde ho mostrato che senza il suo esercizio le combinazioni chimiche non potrebbero avvenire, perchè le molecole da combinarsi non si ridurrebbero al contatto; e di conseguenza ho anche mostrato che l'esercizio di quella forza precede le stesse combinazioni; e tuttociò sempre colla scorta delle esperienze.

Ho pure mostrato che da quel principio sorge il calore delle chimiche azioni, cioè perchè si svolge dai corpi colla divisione delle parti il calorico nativo.

Infine per i suoi caratteri la stessa forza si è manifestata essere anche il principio comune delle due elettricità, per due modificazioni fin' ora ignote. Ma nel maggior numero di casi da me osservati del suo originario sviluppo, agisce come semplice forza repulsiva fra le parti della materia, senza spiegare il carattere di forza elettrica, come in que' casi semplicissimi si sviluppa ed agisce senza produrre chimiche azioni.

Questi principj si trovano esposti colle loro prove sperimentali negli Annali delle Scienze del Regno Lombardo Veneto del 1833. Si veggano al proposito presente segnatamente

le Proposizioni 2, 7, 8, 9 alle pag. 29-36, e le Proposizioni 24, 26, 28, 29, 30 alle pag. 85-92.

Con questi principj si rende ragione e di ciò che avviene sui metalli secondo i fatti suesposti, e di tutte le loro circostanze, e dei fatti ulteriori a cui le teorie ammesse non rispondono.

Le molecole di neve o di brina in contatto dei corpi acquistano la tenuità opportuna allo sviluppo della suddetta forza di espansione o calorico nativo; e ciò a causa anche delle minime asprezze superficiali di essi corpi. Ogni più piccolo principio di tenuità opportuna a quello sviluppo dà origine alla suddetta progressione alternativa e crescente. Cioè ogni minima divisione di parti è causa di sviluppo di quella forza di espansione o calorico nativo; questa è causa di divisione ulteriore per cui si sviluppa nuova forza, e così progressivamente.

Dove vi è azione chimica, come fra le molecole d'acqua gelata ed i metalli, il calorico nativo atto alla loro fusione a certe temperature, o alla loro volatilizzazione a certe altre, procede e dalla stessa acqua e dagli stessi metalli che ne sono riceli (l. c. Prop. 8, pag. 35.). Lo stesso calorico nativo è anche il principio della elettricità che si sviluppa e che si è osservata (§ III).

Quanto più piccole sono le molecole, più vigoroso è lo sviluppo di detta forza principio di calore (l. c. Prop. 9 pag. 36. Prop. 30, pag. 92). Quindi le loro fusioni a temperature minori secondo che sono piccole; ed alla stessa temperatura le loro fusioni o volatilizzazioni più pronte (§ II, 2, 5).

Dove l'azione chimica è nulla o insensibile, come al contatto delle dette molecole col vetro, o con resine, o con corpi vegetabili, il calorico nativo procede in tutto, o per la massima parte, dalla sola acqua che n'è povera. Dunque nè fusione nè volatilizzazione pronta, come nel caso di azione chimica sui metalli, ne' segni sensibili di elettricità.

Però il calorico nativo benchè scarso dell'acqua e lentamente sviluppato, accumulandosi col tempo fra quelle molecole e la superficie del corpo genera la loro fusione. Quindi uno strato liquido che si genera fra la neve ed i corpi sottoposti il quale alle volte si gela di nuovo per le cause susposte (§ II numeri 8, 9).

### § V.

*Col calorico nativo si rende ragione dello sviluppo di elettricità dalle chimiche azioni, e dello sviluppo di queste dalla elettricità.*

Si sapea, secondo le esperienze, che dall'azione chimica sorge la elettricità; e che dalla elettricità sorge l'azione chimica. I fatti della Pila di Volta mostrano in un modo distinto che i due effetti sono a vicenda l'uno causa dell'altro. E da que' fatti ho concepita anche ivi una progressione alternativa; cioè che una minima azione chimica svolga da principio una minima elettricità, che questa sia causa di aumento della stessa azione chimica, e questa accresca lo svolgimento della elettricità; e così progressivamente fino a un certo limite, parlando della Pila (Annali delle Scienze ecc. 1834 pag. 54).

Ma non si sapeva poi come l'azione chimica sviluppasse elettricità, nè come dalla elettricità sorgesse l'azione chimica. Si sapeva cioè che un effetto segue l'altro, ma non come uno produca l'altro. Mancava la cognizione del nesso fra i due effetti.

Il mio principio del calorico nativo spiega quella connessione, e la reciproca dipendenza dei due effetti; e ciò per essere quel calorico tanto una forza agente nelle chimiche combinazioni, quanto il principio comune delle due elettricità. Ecco in qual modo.

Quel calorico o forza di espansione delle due sostanze è causa delle loro divisioni interne e reciproche con iscambiabili irruzioni, e quindi delle combinazioni delle molecole poste a mutuo contatto, agendo allora le loro attrazioni. In ciò consiste

l'azione chimica. Ogni divisione è causa di nuovo sviluppo di calorico nativo, questo è causa di divisione ulteriore, e lo stesso calorico è insieme il principio comune delle due elettricità. Dunque le elettricità si sviluppano assieme colle chimiche azioni. Reciprocamente come il calorico nativo di nuovo svolto è causa di progresso ulteriore dell'azione chimica, così anche la elettricità in cui si trasforma quel calorico è causa dello stesso progresso.

Siccome però l'azione chimica è costituita di due parti; cioè la divisione delle due sostanze in molecole, e l'attrazione delle une colle altre, quando in virtù di quella divisione interna e reciproca sono poste a mutuo contatto; così in certo modo è impropriamente detto che l'azione chimica svolge elettricità; bisogna dire invece che la divisione delle parti, cioè la prima operazione che ha luogo nell'azione chimica, è la causa di sviluppo di elettricità. Dal che si scorge che quello sviluppo ha una stretta analogia con quello che procede dal fregamento; anzi che la causa è la stessa. Io poi ho spiegato col principio del calorico nativo anche il calore che si svolge col fregamento dei corpi ( *Annali delle Scienze ec. 1833 pag. 98, Prop. 3a* ).

## § VI.

*Lo sviluppo di calore fondente e voltilizzante è causa di scarsa di brina e di rugiada sui metalli. La potenza delle punte e degli spigoli ad aggregare le molecole di brina è un effetto di carattere elettrico dipendente da sviluppo di calorico nativo.*

1. Ora si comprende la causa per cui sulle superficie dei metalli scarseggia grandemente la brina in confronto degli altri corpi. Dico che scarseggia perchè lasciandoli a lungo esposti nelle notti invernali calme e serene, un' assenza assoluta non vi è mai. Anzi ai loro spigoli si forniscono di brina molto bene, come dirò qui sotto.

La causa cioè è lo sviluppo del calore fondente e voltilizzante che si sviluppa in contatto coi metalli delle molecole di

gelo nuotanti nell'aria, e costituenti i vapori gelati, dai quali viene prodotta la brina nelle notti di basse temperature (§§. I, II).

2. Per la stessa causa manca nelle altre stagioni la rugiada sui metalli, o vi scarseggia in confronto degli altri corpi. Allora sono le molecole d'acqua liquida che in contatti dei metalli per l'azione chimica che vi esercitano, ed energica secondo la loro tenuità, vengono volatilizzate pel calore che da quell'azione si svolge.

È poi chiaro che essendosi trovato sviluppo di elettricità assieme col calore fondente, per l'azione chimica delle molecole gelate sui metalli (§. III), elettricità dee pure svolgersi anche nelle altre stagioni al contatto coi metalli del vapore notturno che forma la rugiada.

3. Co' miei scritti circa la causa della rugiada e della brina, pubblicati negli Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto, ho dimostrato colla scorta di esatte osservazioni che l'una e l'altra procedono da un vapore notturno che ascende di notte dal terreno, e anche dalla stessa neve; vapore che d'inverno può essere gelato (§. I), il quale è più caldo dell'aria soprastante, e si condensa in contatto di questa e dei corpi freddi come la stessa aria. Nei medesimi scritti ho dimostrato in più modi essere fallace la teoria comunque seducente del fisico Inglese Wells, che faccia consistere la rugiada e la brina in una precipitazione sui corpi dell'acqua di saturazione esistente nell'aria anche di giorno; e ciò per un raffreddamento di essi corpi al di sotto dell'aria generato da irraggiamento del loro calore negli spazj celesti; ipotesi di cui il massimo fatto è di non tener conto del vapore notturno ascendente più caldo dell'aria soprastante, ch'è un fatto costantissimo e incontrastabile.

Secondo quella teoria ai metalli non si attaccherebbe nè rugiada nè brina, per questo perchè non si raffreddano al di sotto dell'aria per difetto d'irraggiamento del loro calore negli spazj celesti. Ma ciò importerebbe che fossero assolutamente privi di brina, e invece soltanto ne scarseggiano in



confronto di altri corpi; e di più importerebbe che ne restassero privi anche gli spigoli; e invece anche gli spigoli dei metalli ne restano bene forniti.

Nelle mie Memorie ho addotta anche questa fra le tante incoerenze di quella dottrina coi fatti; ora poi, più che non feci allora, ho mostrata la vera origine della scarsezza di brina sui metalli, cioè dipendentemente da un'azione chimica delle molecole al contatto la quale svolge un calore che le volatilizza.

Resta a parlare dell'attaccarsi della brina abbondantemente agli spigoli degli stessi metalli.

4. Premetto sempre che il vapore notturno, o gelato nell'atto stesso della sua sortita dal terreno o dalla neve, o che si gela dopo sortito nell'aria, subisce uno stato di condensazione e di precipitazione, perchè trova l'aria soprastante più fredda di se stesso, e i corpi freddi come questa; siccome i miei esperimenti esposti in dette Memorie hanno dimostrato. L'attaccarsi dunque sia della rugiada, sia della brina ai corpi, ha per causa generale il maggior freddo di essi in confronto del vapore anche gelato che ascende.

Sulle superficie metalliche si precipita pure per la stessa causa quel vapore, ma subito dopo il calore che si sviluppa per l'azione chimica lo volatilizza. Nello stesso tempo si sviluppa elettricità come si è veduto (§ III) e il metallo contrae la negativa. Questa tende, come è noto, a dissiparsi per le estremità acuminata e degli spigoli. Ivi dunque attrae le molecole di gelo nuotanti nell'aria, e queste attratte partecipando dello stesso stato elettrico, ne attrae delle altre, e così successivamente formandosi delle frange o barbe di brina, come avviene in fatto. L'azione delle molecole sulla superficie che svolge elettricità è continua, quindi è perenne quell'attrazione agli spigoli. Per altro le molecole una volta aggregate continuano ad esserlo anche per le attrazioni di coesione fra di loro, e di adesione col metallo.

5. L'aggregazione delle molecole di brina in forma di barbe o frange agli spigoli avviene su tutti i corpi, anzi agli

spigoli dei corpi non metallici riesce più abbondante; ma non è egualmente facile renderne ragione, benchè il fenomeno per se stesso e massime col confronto del caso dei metalli si mostrò di carattere elettrico.

Le molte osservazioni che ho fatte nel proposito mi dimostrarono la generalità e la costanza di quell'effetto; su di che passo a dare qualche dettaglio.

Lungo gli spigoli e sulle punte o di erbe, o di fusti e di rami, è sempre abbondante l'aggregazione delle molecole gelate per sovrapposizione. Le superficie lisce dei rami o foglie ne sono pressochè spoglie. Le erbe pelose al contrario ne sono abbondantemente ricoperte anche alle superficie, oltre averne il contorno riccamente fornito. Le foglie tutte o verdi o secche hanno i loro perimetri carichi di abbondantissima brina, mentre manca o scarseggia sulle rotondità dei tronchi e dei rami grossi. I rami minuti ne sono forniti, e vieppiù secondo che sono sottili, ossia quanto più si avvicinano allo stato di spigolo o punta; cosichè le gemme prominenti dai ramoscelli ne sono più cariche degli stessi ramoscelli. Se un grosso tronco di albero è reciso o infranto, mentre pochissima è la brina attaccata alla sua rotondità e alle parti bene recise; tutti gli spigoli e tutte le estremità puntate ne sono fornite, e vieppiù secondo che sono tenui.

Anche lastre di ghiaccio che abbiano contorni acuti, si forniscono alla notte sopra questi di frange di brina.

La terra lavorata e non coperta di vegetabili contiene brina assai meno che i vegetabili. Se ne forniscono le piccole prominenze; e i frantumi di vegetabili secchi che vi sono sempre da per tutto sulla terra, son questi che si coprono di brina, seguendo sempre la legge di disposizione a frange alle estremità. Ebbi anche ad osservare che nella composizione di quelle frange le propaggini affettano sempre le forme lamellari ed il parallelismo fra di loro.

Vi è dunque da per tutto nell'aggregazione dei cristallini della brina un'azione crescente secondo la tenuità della

materia; ed è tanta l'azione della materia attenuata in quell'effetto, che alcune bave di ragno mi è accaduto vederle acquistare il diametro almeno di una linea col mezzo di quelle aggregazioni.

6. L'azione crescente secondo la tenuità della materia negli effetti ora descritti è conforme ai miei principj di meccanica molecolare, ma non ho potuto finora determinarla con precisione per mezzo di esperimenti diretti. La spiegazione di attaccarsi la brina agli spigoli dei metalli per attrazione elettrica (n.º 4) non si applica colla stessa facilità ai casi degli altri corpi vegetabili e inorganici. Si potrebbe concepire anche su di quelli tenuissime azioni chimiche delle molecole d'acqua che sviluppassero colla loro continuazione una elettricità agente agli spigoli ed alle punte; ma ho osservato che il vetro sul quale azione chimica non si può supporre, mentre si carica abbondantemente di brina alle sue superficie benchè liscie, nello stesso tempo contrae ricche frange di brina a' suoi spigoli, seguendo in ciò la legge generale degli altri corpi.

7. Bensì tanto sul vetro quanto sui metalli, ove eran più liscie le superficie io trovava espansa in lamine sottilissime e continue la brina, il che attestava che le molecole eran passate per lo stato liquido quantunque la notturna temperatura fosse stata sempre di più gradi sotto il gelo. Tali laminette o macchie gelate erano dentate nei loro contorni, oppure terminate con orlo più rilevato del rimanente; circostanze queste che mi davano il segnale di una resistenza incontrata nella ulteriore espansione, e il conseguente effetto di reazione in contrario secondo uno dei miei principj di meccanica molecolare. (Annali delle Scienze ec. 1833 Prop. 14, pag. 39).

Quindi ancora io vedeva in ciò lo sviluppo di calorico nativo avvenuto dall'acqua meteorica gelata in contatto non solo dei metalli ma anche del vetro; per cui passando per lo stato liquido avea esercitata la sua forza di espansione in superficie, e poi si era di nuovo gelata.

Non mancava dunque mai quello sviluppo al contatto delle molecole qualunque fosse il corpo, benchè l'azione chimica fosse nulla o insensibile, come anche da altri fatti di sopra è risultato (§. II, 8). Nè dovea quindi mancare lo sviluppo di elettricità di cui il calorico nativo è principio (§. V). Che la elettricità possa svolgersi anche dove non vi è chimica azione propriamente detta ossia con intacco di massa, e per le sole espansioni superficiali prodotte dal calorico nativo, è questa una conseguenza immediata del principio che quel calorico è bensì causa tanto delle azioni chimiche quanto delle forze elettriche, ma nei casi più semplici del suo sviluppo agisce senza produr chimiche azioni (§. V); per lo che senza di esse può anche essere causa di elettricità. Questa deduzione la ho applicata ne' miei scritti circa la sorgente della elettricità nella Pila di Volta, per rispondere ai casi in cui non è manifesto che il liquido intacchi i metalli.

8. Quando all'attaccarsi della brina ai corpi concorrono forze elettriche, necessariamente le stesse forze deono concorrere a produrre anche l'adesione delle stesse molecole allorchè son liquide, cioè della rugiada, com'è facile da comprendere, essendovi sempre la stessa causa qui sopra determinata, cioè lo sviluppo del calorico nativo col mezzo del contatto. Ciò per altro non deroga punto alla causa generale della precipitazione di que' vapori notturni o gelati o liquidi ascendenti nel terreno, sia nell'aria più fredda che incontrano, sia sui corpi freddi come l'aria. La precipitazione è il primo effetto, l'adesione per virtù elettrica sviluppata come sopra col mezzo del contatto è il secondo.

È stata fatta qualche osservazione circa le disposizioni delle molecole di rugiada sui corpi che indicano il concorso di azioni elettriche; ed io pure ho ravvisata la sua disposizione a globetti appunto sulle parti acuminata a imitazione della brina; ma su di ciò non ho proseguito.

9. Infine devo anche notare che formando una coppia di due dischi metallici eterogenei alla maniera di Volta (zinco

e rame), e lasciandoli esposti in notte di brina, non ne acquistavano nè più nè meno di altri dischi consimili senza essere accoppiati. Essendo un effetto elettrico quello di contraerne agli spigoli (n.° 4), quella indifferenza del contatto eterogeneo stà contro la teoria dello stesso Volta.

10. Finirò come ho cominciato; cioè col dire che i fenomeni meteorologici sono in gran parte involti da oscurità circa le loro cause, che le teorie fisiche fin' ora conosciute possono soltanto somministrarne dei barlumi, quando sieno esatte le osservazioni, e che in molti casi si trovano le tracce di azioni elettriche, ma non ancora bene determinate, e senza conoscere abbastanza nè come agiscano nè quali siano le loro modificazioni. Nello stesso tempo soggiungo che in questa Memoria ho dato dei saggi d'influenze delle azioni molecolari secondo i miei principj sperimentali nei fenomeni meteorologici, e dei saggi di azioni particolari abbastanza determinate in alcuni di que' fenomeni del calorico nativo con isviluppo di elettricità.