

DELLA MANIERA

DI FAR SERVIRE L' ELETTROMETRO ATMOSFERICO
PORTATILE (*) ALL' USO DI UN IGROMETRO
SENSIBILISSIMO.

MEMORIA

In cui si rischiarano molte cose intorno al trascorrimto
del fluido elettrico ne' Conduttori imperfetti

Del Sig. DON ALESSANDRO VOLTA.

§ I.

Come dal poco vigore dell' elettricità eccitata colle ordinarie macchine, e meglio dalla più pronta dissipazione della medesima può giudicarsi dell' umidità dell' ambiente.

Non v' è alcuno, il quale si sia qualche poco familiarizzato colle sperienze elettriche, che non conosca la grandissima influenza, che hanno l' umido e il secco sulla forza e sulla durata dell' elettricità eccitata colle ordinarie macchine; e che non giudichi più o meno così all' ingrosso al primo porvi mano della maggiore o minore umidità dell' ambiente. Con quale stento, se il tempo e il luogo, ove si sperimenta, sono molto umidi, si perviene ad eccitare una forte elettricità, comunque sia in buon ordine la macchina? E come presto la smarriscono i conduttori, per quanto sembrano

(*) Questo elettrometro sensibilissimo, e comodissimo inventato già da *Tiberio Cavallo*, e migliorato in appresso da *Sansone*, da *Bennett* e da noi pure, è omai rebo comune, consiste in due mobilissimi pendolini sospesi entro una boccetta di cristallo ad un cappellet-

to metallico, sopra del quale si adatta all' uopo una picciol' alla o verghetta parimenti metallica. Vegg. le *Tranf. Fil.*, e le mie *lettere sulla meteorologia elettrica* inserite nel *Giornale di Pavia* intitolato *Biblioteca officia d' Europa*, Lett. 1. 2. e 3.

bene isolati? Essa se ne va via e per l'aria vaporosa, e per l'umido velo che ricopre i sostegni isolanti, s'iano questi di vetro nudo, o intonacato di buona lacca, o d'altra vernice resinosa.

Questa dissipazione dell'elettricità ci porge, a ben riflettere, un indizio meno equivoco dell'umido che regna, di quello ce l'offra il giuoco stesso della macchina più o meno indebolito; conciossiachè il buono o cattivo stato e adattamento de' cuscini, dell'amalgama, ed altre circostanze influiscono troppo considerabilmente sulla forza dell'elettricità che si eccita; laddove riguardo alla durata della medesima in un dato conduttore isolato in una data maniera (es. gr. in una sfera, o cilindro di ottone sospesi a un cordoncino di seta, o sorretti da una colonnetta di vetro, o di cera-spagna) non v'è d'ordinario che l'umido dell'ambiente, e quello contratto dal sostegno isolante, che scemar possa tale durata dell'elettricità, ossia accelerarne la dissipazione.

Ecco dunque la prima e la più ovvia maniera di fare delle sperienze igrometriche col mezzo dell'elettricità. Abbiassi un conduttore metallico di discreta mole montato sopra un candeliere isolante, e munito ad una sua estremità di un buon elettrometro di *Henley* ossia *Quadrante-elettrometro*, e posto tal conduttore isolato in luogo discosto da altri conduttori, e insulavi una determinata dose di elettricità non molto grande, come sarebbe di 20 o 25 gradi del detto elettrometro, notisi quanto tempo passa prima che il pendolino suo sia caduto intieramente, o che è meglio, abbassato siasi fino a un dato punto, es. gr. a 5 gradi. Se l'aria è secca molto, lo si vedrà sostenersi per più minuti, ed anche qualche ora; all'incontro se è molto umida, alcuni secondi solamente: anzi ove l'isolamento sia di vetro nudo, e per forte non della migliore specie di vetro, avverrà ne' tempi e luoghi estremamente umidi, che si abbatta il pendolino del tutto in uno o due secondi, ed anche meno. Però è che truovo molto meglio, siccome per tutte le altre sperienze elettriche, così particolarmente per quelle di cui ora si tratta, d'impiegare un qualche migliore isolamento, servendomi a tal uopo di bastoni di vetro coperti di più mani di buona vernice d'ambra, o incrostati di ottima ceralacca:

ho allora il vantaggio, che anche nell'estrema umidità rimane teso ossia sollevato di alcuni gradi l'elettrometro, annesso al conduttore in tal guisa isolato, per più secondi dopo ricevuta l'elettricità; ma ho da un'altra parte l'incomodo, che di troppo lunga durata è poi questa elettricità infusavi, ogniquale volta l'aria non è gran fatto umida, e molto più nel gran secco, sostenendosi allora dei quarti d'ora, e delle ore intiere.

Il tempo pertanto compreso tra alcuni secondi, ed una o più ore, forma in queste sperienze la *scala igrometrica*: la quale, come si vede, è di una grandissima estensione; tale anzi, che diventa sommamente incomoda e impraticabile, niuno per avventura ritrovandosi, che volesse condannarsi per una semplice prova igrometrica di questo genere ad un'osservazione sì lunga e noiosa. In oltre è d'uopo dell'arredo di una macchina elettrica, o di un buon elettroforo per ogni volta, e dovunque voglia instituirsi una simile sperienza; ciò che la rende oltre modo imbarazzante: sicchè, anche per questo, chi mai vorrebbe intraprenderne una serie? Sperienze di questa sorte, che non sono (lo confesso io medesimo) di una grandissima importanza, si tralascian piuttosto che eseguirle a costo di tanto tempo e di tanti preparativi.

E' vero, riguardo al tempo, che esso può accorciarsi di molto, promovendo e sollecitando la dissipazione dell'elettricità, mercè di toccare il conduttore, che la contiene, con un altro cattivo conduttore, ma pur conduttore, cioè con un corpo mezzo tra deferente e coibente (cf. gr. con una sottil canna bene stagionata, con un bastoncino di legno secco, con una striscia di cuojo, o di cartone, con una funicella o semplice filo di refe, con una corda di minugia ec.) mercè, dico, di toccare quel conduttore elettrizzato con fissati corpi, e tenervi applicato un capo di essi mentre la mano impugna l'altro capo. Con ciò facendosi strada all'elettricità nel conduttore per trasfondersi nel suolo, comunque strada ella sia più o men difficile; se ne accelera di molto il decadimento e la dissipazione; e v'è anzi pericolo di un acceleramento troppo grande, a segno di fare svanire total elettricità a un tratto, se l'ambiente, e quindi i cor-

più semi-coibenti sopra menzionati espositivi, trovinsi più che mediocrementemente umidi.

Ad evitare pertanto siffatta perdita troppo precipitosa dell' elettricità, egli è molto spediente di tener unita al conduttore isolato una boccia di Leyden carica, sicchè abbia a scaricarsi essa pure mercè l' indicato tocco fatto col bastoncin di legno, colla striscia di cuojo, o di cartone ecc.: scarica, la quale, attesa la grande capacità di tali boccie, anche piccole, non può compiersi così ad un tratto; ma esige un tempo discreto di alcuni minuti cioè primi o secondi, giusta la natura di tali imperfetti conduttori, la loro mole sì in lunghezza che in larghezza o grossezza, e la quantità d'umido che contengono.

§ II.

In che modo scaricandosi il fluido elettrico per la via di conduttori imperfetti trascorra per essi; e quanto influisca alla maggiore o minore difficoltà e lentezza del tragitto la lunghezza, e la larghezza de' medesimi.

L'umidità è tra tutte una condizione, che moltissimo influisce alla celere o tarda trasmissione dell' elettricità; ed è quella che ci siam proposti di più diligentemente esaminare, per farne l'utile applicazione già accennata. Comechè però la maggiore o minore facilità e prontezza di un corpo non perfettamente deferente a portar via l' elettricità, onde son carichi sia un semplice conduttore metallico, sia una boccia di Leyden, in ragione del maggiore o minor grado di umidità di esso imperfetto deferente, e quindi dell' ambiente cui è stato ed è attualmente esposto, costituisca l' oggetto principale delle presenti nostre ricerche, non vogliam tralasciare di osservare qualche cosa anche intorno all' altra condizione sopra indicata della lunghezza e grossezza di quel qualunque deferente imperfetto, che vien impiegato a dissipare gradatamente la carica elettrica.

Cominciando dunque dalla lunghezza, facilmente s' intende che quanto essa farà maggiore, maggiore ancora, cioè più continuata riuscendo la resistenza, che incontra il flui-

do elettrico nello trascorrere questo più lungo tratto di strada non del tutto libera, nel penetrare da un capo all'altro un tal corpo difficilmente permeabile (che è ciò che vuol dire cattivo conduttore, deferente imperfetto), dovrà del pari essere più lungo il tempo impiegato a vincere siffatta resistenza, a superare tali maggiori ostacoli. Non per questo però dobbiam conchiudere con troppa fretta, che una lista di cartone, di cuojo, d'avorio, una funicella di canape, una verghetta di legno ecc. di doppia e di tripla lunghezza, ci mettano appunto un tempo doppio e triplo a sottrarre e disperdere col lor toccamento l'elettricità, di cui sia carico un conduttore, od una boccia di Leyden: l'esperienza, che sola può decidere anche qui, come in tante altre cose, mi ha fatto vedere che non ha luogo tal giusta proporzione; cioè che la lunghezza del tempo resta indietro dal calcolo, non però moltissimo. Così se una striscia di cuojo es. gr. lunga un piede porti via la carica di una boccetta di Leyden, a segno di farla cadere da 25 gradi del quadrante elettrometro a 5 gradi, in tempo di 30 secondi; un'altra simile striscia lunga il doppio, cioè due piedi, impiegherà a fare lo stesso non già il doppio di tempo, che farebbe un minuto primo, ma notabilmente meno, cioè da 45 in 50 secondi solamente.

Molte sperienze in vero si richiederebbero, e fatte colla maggiore circospezione e accuratezza, per determinare di quanto precisamente cresca il tempo che vi vuole, acciò una data quantità e forza di elettricità venga rapita ad un conduttore, o boccia, mediante il tenervi applicata l'estremità di un dato cattivo conduttore, che tieni per l'altra estremità in mano; per determinare, dico, di quanto precisamente cresca il tempo all'uopo richiesto, secondochè, tutte le altre cose pari, codesto imperfetto conduttore si tiene più lungo: e siccome i risultati verosimilmente varierebbero per le differenti specie di essi imperfetti conduttori, quali sono i crini e le penne (sebbene questi più alla classe de' coibenti, che a quella dei deferenti appartengano), ogni fatta di pietre, tranne le preziose (che trovansi anch'esso per lo più veri coibenti), tutti i legni, gli ossi, i cuoj, e la carta, e i fili di lino, di canape, di corone, e l'acqua indurata in

ghiaccio, e infine, eccetto solo i metalli, tutti i corpi che non sono molto inzuppati d'umido; siccome, dico, per ciascuno di questi imperfetti deferenti varierebbero probabilmente i risultati riguardo alla proporzione, onde colla rispettiva lunghezza cresce il ritardo portato alla trasmissione dell'elettricità; così richiederebbesi niente meno che una serie di sperienze per ciascheduno. Or quelle, che fino ad ora ho fatto, sebben molte siano, è ben lungi che bastino. Posso dunque dire soltanto ciò che ho raccolto in generale e all'ingrosso; ed è: che una doppia lunghezza porta un ritardo di tempo maggiore di un terzo, e sovente più (come nell'esempio sopra recato si prolungano i 30 secondi a 45, o 50); ed una lunghezza tripla un ritardo prossimamente doppio, e piuttosto maggiore.

Venendo ora alle altre dimensioni, non così tosto per avventura giudicherassi, che una maggiore grossezza della verghetta di legno, della funicella di canape, della corda di minugia, oppure una maggiore larghezza della lista di cartone, di cuojo, d'avorio ecc. influisca cotanto a promuovere ed accelerare la dissipazione della carica elettrica, che fanno cotesti corpi col loro toccamento; e più d'uno farà sorpreso dicendogli io (ciò che coll'esperienza può facilmente verificarsi) che se una listerella di balena, di cartone, od altra simile, di una data lunghezza, abbia tale grossezza e larghezza, es. gr. di un pollice, sicchè impieghi, mediante il sopra indicato contatto, 45 secondi a distruggere una data carica elettrica; adoperandoli un'altra simile listerella e dell'eguale lunghezza, ma larga il doppio, cioè due pollici, impiegherà circa un terzo meno di tempo, val a dire da 30 secondi, a fare lo stesso; e la metà solamente, ed anche meno, cioè 20 secondi all'incirca, se sia di larghezza tripla.

Anche qui è ben lungi che si possa ancora determinare con precisione la differenza, che induce la maggiore o minore grossezza e larghezza dei cattivi conduttori nel tempo che impiegano a portar via, mercè il loro toccamento, una certa dose di elettricità; e nulla ancora sono in istato di aggiugnere a ciò che ho esposto all'ingrosso: solamente farò osservare, che più assai della grossezza contribuisce al celere

trascorrimo del fluido elettrico la larghezza del deferente imperfetto che si porta al contatto della boccia o d'altro corpo elettrizzato; talchè, dove una striscia di cuojo o di carta di tre pollici es. gr. in larghezza impiegherà solo la metà di tempo d'un'altra simile larga un pollice, e quindi di massa tre volte minore; una carta tripla in grossezza, ed un cuojo similmente triplo, ma dell'istessa larghezza, cioè di un sol pollice, accelereranno libbene anch'essi la dissipazione dell'elettricità, ma non già tanto quanto la carta e il cuojo tripli in larghezza, anzi pochissimo in confronto: e così pure un cilindretto di legno, ed una cordicella a budello, o pur di canape, di doppio diametro, e quindi di massa quadrupla, non porteranno tanta differenza, che arrivi a doppio men tempo impiegato nella esauritione della data quantità di elettricità; quando parrebbe che dovestero portarla anzi maggiore tale differenza, ed adrettare la cosa di più, sendochè per una doppia celerità basta, come si è qui sopra veduto, un aumento solamente triplo di massa, se questo sia in larghezza.

La cosa, che veniamo di osservare, parmi degna di molta considerazione: poichè sebbene già si sappia, e le sperienze tutto di ci comprovino, che la capacità di contenere l'elettricità vuolsi misurare non dalla massa de' conduttori, buoni o cattivi che siano, ma dalla loro superficie, e sì dalla *superficie libera*; qui nel caso nostro non si tratta di elettricità contenuta, e diciam così stagnante, la quale appunto nella sola superficie de' corpi vien confinata, ma di quella ch'è in actual moto, e trascorre realmente da un capo all'altro penetrando tutto l'interno de' corpi. Adunque pare che dividendosi, come le allegate sperienze evidentemente dimostrano, in molti rivi il fluido elettrico, che per tai cattivi conduttori tragitta, investendo tutte, diciam così, le fibre di essi, come altrettanti canaletti; dovrebbe la facilità sua di scorrere, e la celerità di questo suo tragitto essere in proporzione del numero di tai canaletti, e però in ragione della massa del corpo deferente. Or come va, che l'evento non corrisponde, osservando noi che viene assai più facilitata ed accelerata la trasmissione dell'elettricità per l'accrescimento di superficie, massime estesa in largo, che per quello

della massa, affai più per la larghezza che per la grossezza? Convien dunque dire, che quel fluido elettrico, che tragitta pel cattivo conduttore, scorra più volentieri lungo essa superficie, che per l'interiore del corpo; sebbene anche per questa interna via non poco se ne trasmetta, il che è indubitato.

E', dissi, indubitato che del fluido elettrico, il quale si scarica pe' deferenti massime imperfetti, sebbene il più scorra sulla superficie di essi, pur ne trapassa anche per l'interno: in prova di che, lasciando da parte infinite altre sperienze, basta la sopra indicata delle tre listerelle di carta, le quali sovrapposte l'una all'altra e strette insieme, se non abbreviano di metà il tempo entro cui, mediante il lor toccamento, si traduce e si dissipa una data carica elettrica, come lo abbreviano di metà, ed anche più, quando si uniscano esse lateralmente filo a filo, o che è lo stesso, si prenda una sola lista della stessa carta egualmente lunga, e tre volte larga; se, dico, le tre listerelle sovrapposte e strette insieme non abbreviano fino a ridurlo a metà il tempo, che s'impiega da una sola e semplice a trasmettere una data quantità di elettricità, lo abbreviano ad ogni modo notabilmente.

Del resto le due proposizioni poco sopra avanzate, cioè che più agevolmente scorra il fluido elettrico sulla faccia de' conduttori imperfetti, che non per entro a' medesimi, e che la porzione che pur tragitta per l'interno e si divide e si dirami in quanti rivi più può, sono l'una e l'altra già da molto tempo note e dimostrate, ove si tratti di una scarica repentina e copiosa di tal fluido; e sì la seconda comprovata singolarmente dal non poterli effettuare la scarica istantanea di una boccia di Leyden, e quindi produrre la commozione, per una sottile striscia o filo d'acqua, la qual acqua si ha pure per un conduttore, se non perfetto come i metalli, passabilmente buono, e nè anche per un cilindretto della medesima grosso alcune linee, per poco che sia lungo: laddove una scarica più o men istantanea, più o meno completa, eccitatrice della solita commozione, si ottiene dandole passaggio per una più grossa, o meglio più larga lamina d'acqua, per un più grosso cilindro, insomma per un'ampia mole della medesima. Dal che manifestamente si vede, come una grossa piena di fluido elettrico, la

quale però tragitterebbe facilissimamente e senza alcun sensibile ritardo per un filo metallico sottilissimo, trovasi invece come in angusto alveo impedita e ritardata in una lamina o cilindro d'acqua largo più linee; ma che poi scorre bastantemente libera e quasi senza ritardo per un canale assai più grosso della stessa acqua. Diciamo dunque che questo fluido elettrico allorchè è in copia non tragitta per l'acqua unito e ristretto in un sol filo; ma in più fili o rivi si divide e scomparte, quanti gliene offre l'acqua, che è sul suo passaggio. Che se ciò fa nell'acqua, la quale, dopo i metalli e certi carboni, è il miglior conduttore, quanto più lo dee fare per gli altri corpi, che sono deferenti molto più imperfetti? Abbiam già veduto che in questi si divide anche una non tanto copiosa dose di tal fluido; e vedremo ben tosto che lo fa eziandio una picciolissima.

Riguardo allo scorrere il fluido elettrico provocato alla scarica più agevolmente sulla superficie che per l'interno degli stessi imperfetti conduttori, e fin dell'acqua stessa, ciò pure si manifesta, riguardo alle grandi piene di esso fluido, dalla viva e fragorosa scintilla, che compare nelle grosse scariche, e solca la faccia de' medesimi; formata tal scintilla, come si vede, dalla maggior quantità di esso fluido (non però da tutta), che schiva di penetrare que' corpi, ancorchè deferenti discretamente buoni, come per es. le membrane fresche e succose, i legni ancor verdi, e l'acqua medesima. Ma ciò, come si è già detto, non succede che nelle grandi scariche, quando il grosso torrente di fluido elettrico, perciò appunto che è troppo grosso, trova minore ostacolo e difficoltà a scorrere rasente la superficie del corpo, muovendo e spezzando l'aria contigua, di quello ne incontri a tragittare per l'interno dello stesso corpo, il quale, in qualità di non perfetto conduttore, gli oppone una resistenza tanto appunto maggiore, quanto più copioso è esso fluido, che incalza per passare tutto ad un tratto. Quando dunque la scarica non è così grande e poderosa, o quando pure essendo, l'imperfetto conduttore che la provoca (o forma una parte dell'arco scaricatore) eccede una competente lunghezza, non iscorgesi allora cotesto salto della scintilla sulla di lui faccia; e la scarica nulla di meno con, o senza com-

mozione, che vuol dire più o meno pronta, si effettua, secondo cioè che quel tal corpo è più o meno deferente. Diremo pertanto che in questo caso tutto il fluido elettrico passi per l'interno del corpo, e niente sulla superficie? Non già: una buona dose anzi ne scorre sopra questa, ma diffusa e ripartita in modo, che non ispezza punto l'aria, nè la smove, ciò che al scintillare è richiesto; mentre il resto parimenti ripartito permea l'interno corpo.

Così dunque avviene nelle mie sperienze, con cui provo- co la scarica non molto forte di una boccia di Leyden, o di un semplice conduttore, mercè il toccar questo o quella con un capo di una verghetta di legno, di una riga d'avorio, di una striscia di cuojo, di cartone ecc. più o meno lunghe e larghe, e più o meno umide, delle quali tengo in mano l'altro capo: avviene cioè, che tale scarica si faccia trascorrendo il fluido elettrico in gran parte comèchè invisibile sulla superficie di tali corpi, e in parte sotto e per entro; e dividendosi qui e là, quanto più può, in molti rivi: e che essa scarica si compia non già in uno o pochi impercettibili istanti, bensì in un tempo notabile di più secondi, ed eziandio di alcuni minuti primi; per essere quei corpi, qualora non trovinsi molto umidi, assai poco deferenti.

Intorno alle quali sperienze opportuno mi sembra di osservare, che se si concepisce pur facilmente con un poco di riflessione, come dovendo tragittare una copia considerabile di fluido elettrico per un corpo non molto permeabile, quali sono i conduttori imperfetti, si divide esso e scomparte, per incontrare nel totale una minore resistenza; in molti rivi; non si sarebbe per avventura creduto, nè forse io medesimo immaginato avrei e creduto, se l'esperienza non mel mostrava, che l'istesso succedesse anche ad una picciolissima quantità di questo fluido. Ma pure è così: allorquando la carica, o di un conduttore semplice, o di uno unito a qualche boccia di Leyden, è così debole, che non se ne può ottenere scintilla sensibile, bastando essa appena a vibrare di 10, o 12 gradi l'elettrometro sensibilissimo di Cavallo, cioè a far divergere i pendolini di 5, o 6 linee; anche allora una lista di carta, di cuojo, di balena ecc. che sia più larga, o assai più grossa, ma singolarmente più larga, offre più faci-
le

le e più sollecito passaggio a questa cotanto debole elettricità sicchè giunge a dissiparla in più breve tempo, di quello faccia un'altra lista in tutto il resto eguale, ma più stretta, o molto più sottile. Il che mostra ad evidenza, come anche la scarissima dose di fluido elettrico, che se ne va via in ciascuno dei molti istanti, pe' quali dura il disfacimento di così picciola elettricità, che se ne va via, dico, condotta da quell'imperfetto deferente, vi s'incammina e scorre non già ristretta ed unita in un sol filo, ma bene diffondendosi a tutta la larghezza di tal corpo, e investendone tutti quanti i fili; non altrimenti che a gran larghezza di acqua si diffonde (come abbiám veduto, e già si sapeva) un grosso torrente dello stesso fluido elettrico, per procacciarsi un più libero e pronto tragitto. Se però questo scomparto di una gran piena di fluido elettrico non cagiona punto di meraviglia, e si concepisce pur bene che così debbe avvenire; non può per lo contrario non cagionarne il vedere, come una quasi infinitamente picciola quantità dello stesso fluido, con una forza di espandersi che è appena sensibile, pur cerca anch'essa un'ampia via per tragittare, prendendo quanto più può il largo nello scorrere pe' conduttori imperfetti: la qual cosa non che essersi prima d'ora dimostrata, non si farebbe, torno a dire, per avventura creduta.

§ 3.

Sostituzione del semplice elettrometro atmosferico portatile agli altri apparati composti e voluminosi per le sperienze igrometriche indicate nel § 1: e come debbasi procedere per farle nella nuova maniera.

Ritornando ora dopo questa lunga, ma non inutile digressione, all'influenza, che ha lo stato più o men umido de' corpi imperfettamente deferenti, perchè più presto o più tardi si portin via, mediante il lor tocco, l'elettricità di qualsiasi conduttore o boccia; e ripigliando il discorso della facile applicazione, che può farsene all'igrometria, nel modo indicato nel § 1; mi giova richiamare quello che ivi ho proposto, essere cioè se non necessario, più che spediente di far intervenire una boccia di Leyden, almen piccio-

la; senza di che l'elettricità di un semplice conduttore, anche discretamente grande, si toglie mercè il contatto di quel qualunque imperfetto conduttore, che a tal uopo si adopera, in troppo brevi istanti, in un tempo quasi non misurabile, ove tal corpo (es. gr. legno, osso, carta, cuojo, od altro) trovissi considerabilmente umido, e molto più se, come accade talvolta, lo sia all'eccesso. Ma se per questa parte è utile che s'unisca la boccia di Leyden al conduttore isolato, il qual comunica coll'elettrometro, acciò vi si sostenga per un tempo misurabile, cioè alcuni secondi almeno, l'elettricità provocata a scaricarsi col toccamento d'uno o dell'altro di tai deferenti anche molto umidi; divengono per un'altra parte imbarazzanti tali prove a cagione degli apparati e preparativi necessarj, mentre appunto richiedesi oltre il resto anche una boccia di Leyden.

Ho dunque pensato a far senza di tutti questi apparati, cioè di macchina elettrica o di elettroforo, di conduttore, d'isolatore, di boccia; e ad eseguire le stesse prove elettricometriche col semplice elettrometro di Cavallo tascabile, con quel sì comodo e prezioso strumento, di cui facciamo in oggi sì grand'uso, tanto per le osservazioni giornaliere intorno all'elettricità atmosferica, quanto per molte altre esperienze di elettricità artificiale. Quest' elettrometro, per poco che sia ben costruito, riceve prontamente l'elettricità da un bastone di ceralacca, il quale altronde si eccita con somma facilità mercè di stropicciarlo colla mano, con carta, contro le vesti non umide, ecc. riceve, dico, il nostro elettrometro di leggieri tanta elettricità quanta è necessaria a far divergere i suoi pendolini (sian questi semplici paglie alla mia maniera, sian listerelle di foglia d'oro alla maniera di Bennett, sian fili metallici terminanti in pallottoline di midollo di sambuco all'antica foggia di Cavallo e di Saussure) il più che diverger possono, cioè 6 8 10 linee, che segnano secondo la mia scala 12 16 20 gradi, e ad innalzarli anche di più, se il permette la capacità della boccetta in cui son chiusi; ricevuta la quale elettricità la conserva esso elettrometro così bene, che trovai di non averla perduta ancor tutta a capo di parecchi minuti secondi, ancorchè fiato sia lungamente, e continui a star esposto ad un'aria

fommamente umida, fol che non venga vifibilmente bagnato. Or fe l'elettricità foftenfi, e i pendolini non giungono a cadere del tutto per più minuti fecondi in un ambiente eftremamente umido, che faranno in uno men umido, in uno anzi fecco? E' facile l'immaginare che v'impiegheranno uno, due, tre, quattro minuti primi, un quarto d'ora, ed anche una o più ore, fe l'aria è fecciffima, e fecciffime quindi anche le pareti efterne della boccetta; e ciò è, che infatti succede.

Ma ecco di nuovo l'incomodo e il tedio di dovere far ad offervare troppo lungo tempo, per giudicare del grado di umidità dell' ambiente. Sebbene potrebbe abbreviarfi di molto quefto tempo, tenendo conto di quel folo che impiegano i pendolini a difcendere da uno ad un altro dato grado di elettricità, per efempio dai 12 ai 10 o agli 8 gradi. Ma che? facendoli così diverrebbe poi troppo breve il tempo, e quafi impercettibile qualunque volta l' ambiente fi trovasse molto umido, abbaffandoli allora i pendolini da 12 a 10 gradi in meno di un fecondo.

In vifta di ciò mi fon rivolto anche pel noftro elettrometro allo fpediente già spiegato ne' precedenti §§. del toccamento cioè da farfi con un conduttore imperfetto, onde affrettare l'ufcita e l'eftinzione dell' elettricità; mi fon, dico, rivolto di nuovo a quefto fpediente; ma qui con miglior efito: giacchè col medefimo, anzi maggiore rifparmio di tempo, ho ottenuto di lasciare una fufficiente eftenfione tra i due eftremi di grand' umido e di gran fecco, e di facilitare fommamente le offervazioni di paragone. Ho dunque provato a follecitare la diflipazione dell' elettricità indotta nell' elettrometro, mercè di toccare il fuo cappelletto o la picciola afta metallica di cui è formontato, con un corpo il quale non foſſe nè coibente nè buon conduttore, e con varj di queſti cioè di legno, carta, pergamenza, cuojo, avorio, penne, barbe di balena, refe, fetole, crini, corde di minugia, ed altri; ed ho veduto che la debole elettricità dell' elettrometro (la quale in vero altro che debole non può eſſere, e in niun modo ſcintillante) non veniva per tai toccamenti involata tutta, fe non a capo di alcuni fecondi; quand' anche l' ambiente, cui que' corpi ftavano

esposti, era umidissimo; e a capo solo di molti secondi, e d' uno, due, tre minuti primi, quand'era l'ambiente molto secco; e corrispondentemente nelle mezzane umidità: con una differenza cioè molto notevole per ogni picciola varietà ne' gradi d'umido; nel che, come si dichiarerà meglio in appresso, consiste il merito principale di queste sperienze igrometriche.

Dapprima avea provato a tener applicato al cappelletto dell'elettrometro l'uncino di una boccetta di Leyden carica quanto basta per far tendere di 10 12 o 15 gradi i pendolini, cioè debolissimamente; e mi serviva allora per dissipare sibbene poco a poco tal piccola carica, ma non tanto lentamente, che noiosa divenisse la sperienza; mi serviva o dei conduttori men cattivi tra li qui sopra accennati, od anche degli altri, ma ridotti in verghe o lamine di discreta grossezza e larghezza, e invece assai corte: la quale grossezza e larghezza massimamente fa sì che più presto tramettano l'elettricità, ciò che fa ancora la minore lunghezza, come abbiamo mostrato nel §. 2. Avendo però trovato, che bastava armare l'elettrometro della sua asta metallica lunga due piedi o poco più, per formarne un conduttore di sufficiente capacità, e che bastava ridurre a listerelle sottili e molto strette la carta, la pergamena, la balena, la parte cornea di una penna da scrivere ecc. perchè col loro tocco non involassero troppo presto l'elettricità di tal elettrometro armato; fui ben contento d'aver così semplificate al maggior segno queste sperienze: per le quali si vede, che altro più non si ricerca che l'elettrometro tascabile colla sua verghetta metallica, un bastoncino di cera-spagna, ed una di cotali listerelle, lunga soltanto uno, due, o tre pollici, e larga da una a due linee.

Or acciò per ogni prova resti sempre la lunghezza medesima della listerella semicoibente che ho scelta, senza di che non potrebbero essere comparabili le sperienze, adatto a ciascuna estremità di essa listerella una sottil' unghia metallica (come mostra la qui annessa figura); delle quali unghie una, che fa ufficio di manichino, prendo tra due dita, e l'altra la porto a toccare il cappelletto o l'astina dell'elettrometro, e ve la tengo applicata il tempo che bisogna.

Questa disposizione è anche vantaggiosa per ciò, che toglie che si tocchi colla mano il corpo medesimo semicoibente, sia penna, sia balena, sia carta, od altra materia; e che si cambi con ciò lo stato di umidità della medesima, pel calore di essa mano, per la traspirazione, ecc.

Ecco pertanto la maniera precisa, con cui fo l'esperienza. Assicuratomi che il mio elettrometro mantenga bene l'elettricità, cioè più d'un quarto d'ora dimorando in luogo discretamente asciutto, e un minuto almeno trasportato da questo luogo, o tirato fuori da tasca, ed esposto ad un ambiente il più umido che dar si possa (salvandolo solo da una pioggia che tutto lo bagni), lo elettrizzo col solito bastoncino di cera-spagna a segno, che i suoi pendolini di paglia (preferisco uno de' miei elettrometri a semplici paglie a quello di *Bennett* con fogliette d'oro, primieramente perchè non è bene, per le sperienze di cui si tratta, che sia troppo delicato, e con ciò suscettibile soltanto di debolissima elettricità; in secondo luogo perchè le paglie, non piegandosi come le dette fogliette, marciano con maggior precisione i gradi) elettrizzo, dico, il mio elettrometro tanto che i pendolini segnino 12 in 14 gradi, cioè le punte delle paglie si scostino una dall'altra 6 in 7 linee. Ciò fatto aspetto fino a che sian cadute da sè a 10 gradi giusti: allora tocco il cappelletto dell'elettrometro, o la verga metallica da cui è formontato, col corpo semicoibente che ho scelto per queste prove, cioè colla listerella di cartone, d'osso di balena, di penna, o qual essa sia, armata delle due unghie metalliche nel modo che ho sopra descritto; o a dir più giusto fo toccare, e tengo applicata a detto cappelletto o verghetta non la listerella propriamente, ma l'unghia metallica che essa porta in cima; e sto a vedere quanti minuti secondi passano prima che i pendolini, i quali cominciano sul momento a decadere visibilmente, sian abbattuti dai già detti 10 gradi a cui si trovavano immediatamente prima di tal toccamento, fino ai 2. Non aspetto che giungano a zero, perchè ci va più tempo ad estinguersi questi ultimi due gradi che per tutto il resto: e altronde è inutile; bastando per istituire il paragone la decadenza dai 10 fino ai 2 gradi.

Può farsi l'esperienza anche col semplice elettrometro non armato della vergchetta metallica; ma allora essendo pochissima l'elettricità contenuta ne' soli pendolini e cappelletto, se ne va via troppo presto.

Riducendo ora in un sol punto di vista l'espressione e la teoria di queste ultime sperienze, è facile comprendere dal fin qui detto che il numero de' minuti secondi, pe' quali si sostiene l'elettricità, malgrado l'indicato toccamento, debb' essere maggiore: 1°. secondo che il corpo impiegato a portar via cotella elettricità è di sua natura meno deferente: 2°. quant' egli è maggiore in lunghezza: 3°. quanto è minore in larghezza e grossezza (giusta ciò che riguardo a tali dimensioni abbiamo mostrato nel § 2.): 4°. finalmente a misura che trovasi più secco. E però, quando si determini la specie del corpo, e le sue dimensioni, resta per elemento variabile la sola umidità; e puossi per conseguenza giudicare dei gradi di questa dalla durata dell'elettricità nell'elettrometro, che viene col dato corpo toccato.

Quanto alle varie specie di corpi, moltissimi sono quelli, che ho sperimentati a questo intento; e non pochi mi han promesso sulle prime buona riuscita. Ho posti dunque al cimento tagliuoli di legno, paglie, e foglie secche, fili, e stoffe di lino, di canapa, di cotone, di lana, carta comune da scrivere, carta sciugante, e d'ogni altra qualità; varie membrane, e cuoj, e pergamene; corde a budello, setole, crini; ossi, unghie, corni, avorio, testuggine, balena, penne: ma qual per uno, qual per altro inconveniente ho abbandonati quasi tutti questi corpi; e ristretto mi sono ormai a tre o quattro soli, cioè la pergamena sottile, l'osso di balena, l'avorio, e la parte cornea e lucida delle penne; tra' quali non sono ancor deciso a cui dare la preferenza. Varj, come i legni e le paglie, i fili di lino ecc. molte membrane e cuoj, quasi tutti gli ossi, la carta, li ho rifiutati, perchè divenivano troppo deferenti per un umido, che s'accostava al massimo, a segno che involavano tutta l'elettricità dell'elettrometro in meno d'un minuto secondo, quando l'igrometro a capello di *Saussure* mancava ancora di alcuni gradi dal giungere ai 100, che è il punto che indica l'umidità estrema, quella es. gr. della nebbia. Alcu-

ni altri, e sono le setole e i crini, li ho rigettati per un difetto tutto opposto, e voglio dire perchè divenivano quasi interamente coibenti ad un secco di 25, 30 gradi, o poco più, dell' istesso igrometro, quando cioè discende a soli 75 70 o 68 gradi della sua scala: il qual secco, sebben avven- ga di raro naturalmente in luogo coperto dal sole (ove debbesi consultare ogni igrometro, per giudicare dell' umido dell' ambiente; non mai al sole, che riscaldando la sostanza igrometrica verrebbe a disseccarla assai più dell' aria, che la circonda), pure qualche volta si osserva, ed anche maggiore. Ve n' ha pure tra i summentovati corpi, che vanno soggetti all' uno e all' altro di questi opposti difetti, che sono cioè troppo buoni conduttori per un umido estremo o quasi, e troppo coibenti per un secco alquanto più che mediocre; di tal indole è la carta, la quale inoltre è soggetta a variare nel grado di conducibilità indipendentemente dall' umido, divenendo sudicia, o in altro modo alterandosi; nè va esente da siffatti incomodi la pergamena, che abbandonerò forse anch' essa, riducendomi da ultimo all' osso di balena, o alla parte cornea delle penne, e all' avorio: dei quali corpi, altronde più consistenti, e di natura durevolissimi, e che, quando occorra, lavare si possono per renderli netti e mon- di, prendendo delle listerelle sottili larghe da una in due linee, e lunghe da uno a tre pollici, secondo che sperimentando trovasi convenire; queste quand' anche si tengano espo- ste lungamente ad un' aria umida all' estremo, alla nebbia ecc. schivando soltanto di bagnarle, non avverrà che spogliino mai l' elettrometro di tutta l' elettricità, nè che ve la fac- cian cadere dai 10 ai 2 gradi, come vogliamo, più presto di un minuto secondo, o mezzo almeno, e d' altra parte esposte le stesse listerelle all' aria più secca, che naturalmen- te dar si possa (ben inteso all' ombra), a un secco, in cui l' igrometro di *Saussure* segni 60 gradi, ed anche meno, non si comporteranno già a guisa di assoluti coibenti, ma più deferenti ancora che coibenti verranno a capo di dissi- pare l' elettricità dell' elettrometro in due o tre minuti pri- mi al più: durata sopportabile, e che non rende l' osservazio- ne troppo noiosa.

L' avvertenza di non esporre al sole la listerella di balena

od altra qualunque di cui ci vogliam servire, che altrimenti riscaldandosi si asciugherebbe di soverchio, e diverrebbe molto più secca dell' ambiente, è, come si comprende, della massima importanza. Quando dunque vogliasi far prova dell' umidità non sol dell' aria chiusa di una stanza, ma anche dell' eterna, si esponga la listerella fuori della finestra, e vi si lasci per alcuni minuti, badando che non vi dia il sole, e non vi sia dato dianzi in modo, che il sasso, od altro su cui vien essa posata, si sia notabilmente riscaldato.

All' istesso modo, che vuol guardarsi la listerella dal sole, debbesi difendere anche dalla pioggia, ricercandosi che sia umida quanto l' aria, ma non bagnata ed inzuppata. Si copra essa dunque convenientemente fuori dell' istessa finestra quando il tempo è piovoso, in guisa cioè che abbia libero il contatto dell' aria, ma nè goccia, nè spruzzo alcuno vi cada sopra.

L' esperienza igrometrica poi può farsi o fuori della stessa finestra, o dentro nella stanza. Se dentro, convien perdere men tempo che sia possibile, acciò la listerella ritenga il grado d' umido contratto all' aperto. Se fuori, conviene ancora, qualora l' aria si trovi estremamente umida, far presto cioè non lasciare esposto l' elettrometro troppo lungamente, nè il bastone di cera-spagna a tal umidità estrema; poichè questo allora difficilmente si potrebbe con istropicciarlo elettrizzare quanto conviene, e quello pure difficilmente prenderebbe i 10 o 12 gradi richiesti di elettricità, e presi perderebbero in pochi istanti, anche senza il tocco della listerella; onde equivoca e mancante riuscirebbe l' esperienza. Da ciò si comprende, che neppure nelle stanze umidissime hanno a rimanere per giorni ed ore l' elettrometro e il bastone di cera-spagna, ma riposti devono tenersi in qualche altro luogo discretamente asciutto; e di là poi devon prendersi l' uno e l' altro, o cavare allora di tasca, qualunque volta occorre di esplorare l' umidità estrema o quasi di un' aria tanto libera, che chiusa.

Tralascio altre piccole avvertenze, che si presenteranno da sè a chiunque vorrà applicarsi a queste prove; le quali sembran potranno cose da nulla ai poco intelligenti, ma a chi ama di internarsi nelle materie, non men dilettevoli che istruttive riusciranno.

Confronto delle nostre prove igrometriche cogli altri igrometri, singolarmente con quello di Saussure: estensione della scala di graduazione in cotale prove: e come, e fino a qual segno può anche il nostro divenire un igrometro comparabile.

Comechè le sperienze fin qui descritte, oltre all'essere curiose, abbiano la loro utilità; non pretendo io già che questa nuova maniera di esplorar l'umido di diversi luoghi e tempi debba generalmente preferirsi alle osservazioni de' migliori igrometri, quali sono quelli di Saussure a di de Lue, molto sensibili, e che più importa, comparabili. Sosterrò solo, che possono non di rado supplire a questi; e che ci offrono a certi riguardi qualche considerabile vantaggio sopra di essi, quantunque rimangano soggette tali nostre prove ad altri svantaggi e imperfezioni. Di questi vantaggi e svantaggi vengo ora a ragionare, e a porli più che posso in chiaro.

Il vantaggio principale, e il pregio più grande che ottengono le nostre sperienze, in cui facciam servire da igrometro l'elettrometro tascabile nel modo descritto nel § precedente, consiste nella grandissima estensione che si viene a dare alla scala igrometrica; cioè nel gran numero di gradi facilmente marcabili tra il termine di umidità estrema e un secco, che, se non è il massimo a cui giunger può l'arte, e neppure il più grande che dar si possa naturalmente, è però tale che ben rare volte s'incontra all'aperto, e nelle stanze non mai, o quasi mai: parlo di quel secco, che fa discendere l'igrometro a capello di Saussure dai 100 gradi, termine dell'umidità estrema, circa 40 gradi, cioè fin verso i 60. Ora qual è l'estensione, che abbiamo nelle nostre prove coll'elettrometro per tale mutazione nell'umido di 40 gradi? Quale cioè la differenza del tempo, che s'impiega a far cadere l'elettricità di cotesto elettrometro, mediante il conveniente toccamento della listrella semicoibente ecc. da 10 gradi a 2, siccome abbiamo prescritto? Grande oltre ogni credere; mentre va da un secondo, o mezzo secondo, a due o tre minuti primi, ed anche più. Se dunque contisi

anche un sol grado per minuto secondo, ecco 150, ecco 200 gradi corrispondenti a 40 dell'igrometro di *Saussure*, dal che si vede che tante minime mutazioni d'umido, le quali riescono insensibili, ovver minori di un grado nel detto igrometro, divengono oltre a un grado e due sensibili alle nostre prove, in cui è sì facile distinguere, e noverare i secondi.

E dico agevol cosa noverare e distinguere i secondi: ed anzi marcabilissimi riescono i mezzi e i quarti di secondo, ed altre più piccole frazioni; laddove non son molto distinguibili i quarti di grado nell'igrometro di *Saussure*. Ho provato molte volte, ed ognuno può provare, che in un minuto secondo si possono profere distintamente, ove contisi con celerità, i numeri uno, due, tre, quattro, cinque, sei; e contando nè così presto, nè troppo adagio, si arriva comodamente al cinque; e al quattro solamente, se si conta con posatezza: le differenze, che nascer possono son picciola cosa, e possono in molti casi trascurarsi. Io poi ho fatto l'abito di contare da uno fino a dieci in due secondi esattamente: ciò che mi risparmia in molte osservazioni, e segnatamente in quelle di cui ora si tratta, di consultar sempre l'orologio a secondi.

Se pertanto anche ad un umido estremo, all'umido es. gr. della nebbia e dell'aria rugiadosa, a quello che fa andare l'igrometro di *Saussure* a 100 gradi, cui non oltrepassa mai, io ho ancora nelle mie prove un minuto secondo pel tempo che tarda a cadere l'elettricità dell'elettrometro tentato col solito tocco ecc. dai 10 gradi ai 2: ecco un altro vantaggio, che s'aggiunge a quello della grande estensione, che abbiamo dal termine di tal umidità di 100 gradi fin ai 60 della detta scala di *Saussure*: questo nuovo vantaggio consiste in ciò, che si fa luogo a dinotare qualche cosa più in su dell'umido estremo segnato in tal igrometro. Infatti ove la mia listerella d'avorio, di penna, o di balena divenga, non che umida all'estremo, ma alquanto bagnata, porterà via l'elettricità dell'elettrometro in meno di un secondo, ma pure mi lascerà il tempo di contare quando fino a quattro, quando fino a tre, e quando fino a due, secondo che sarà più bagnata; e solo ove sia bagnatissima farà cadere a un tratto i

pendolini in un tempo sì corto e indiscernibile (come un quarto, un sesto, un ottavo di secondo), che sembrerà un istante.

Ma che? Se anche allora che questi cadono, o sembrano cadere all'istante, osservar possiamo qualche gradazione. A quest'effetto basta in luogo di applicare la listerella femicoibente al cappelletto, o alla picciol asta ond'è guernito l'elettrometro, farvela toccare soltanto di volo, e darvi con quella delle percosse, in guisa che piegandosi essa listerella, mentre colla punta solamente della sua unghia metallica colpisce detta asta, ne sfugga rapidamente il contatto. In questo modo avverrà, che si possano ripetere 8 10 15 di tali schiaffi ossia colpi celeremente vibrati prima che decada l'elettricità dell'elettrometro dai soliti 10 gradi ai 2, ancorchè la listerella, che s'adopera, per l'estremo umido dell'ambiente cui fu esposta, anzi per vera bagnatura, sia atta a distruggere tale elettricità in meno d'un mezzo secondo, se invece di percuotere con essa così alla sfuggita, si tiene al consueto modo applicata al cappello od asta dell'elettrometro.

Veduto come, e quanto le nostre prove igrometriche coll'elettrometro vanno più in là di ciò che segna l'igrometro a capello, per quel che riguarda l'umido estremo; giacchè indicano al di più varj gradi di *bagnato*, che tal igrometro non dimostra punto; passiamo ora a vedere fin dove arrivano riguardo al secco. Per verità qui restano molto addietro dal termine a cui giunge l'igrometro di *Saussure*, e di *de Luc*, vuol dire da quel secco estremo procurato coll'arte, d'onde comincia la loro scala di umidità, e ch'è segnato zero. Ho indicato sopra, che le mie prove s'estendono molto comodamente, ed offrono una assai grande scala dalla umidità estrema fino a quella segnata 60 gradi circa nell'igrometro di *Saussure*: or dirò, che poco più sotto può prolungarsi tale scala, cioè fino a 50 o 45 al più; giacchè divenendo per un secco maggiore di questo coibente del tutto o quasi, la solita listerella di penna, d'avorio, o di balena, più non vale a portar via l'elettricità dall'elettrometro, onde ve la lascia sussistere e dieci, e venti minuti primi, e qualche ora, se occorre: anzi anche allora, che l'igrometro suddetto segna soltanto 45 o 50 gradi divien noiosa di mol-

to l'esperienza coll' elettrometro, stantechè vi si sostiene l'elettricità malgrado il solito toccamento 4 5 6 minuti primi: il che è troppo per chi appena può tollerarne 2, 0 3.

Si come però un sì gran secco, che faccia discendere l'igrometro a capello sotto i 45 gradi, ed anche solo sotto i 50, non si osserva mai, o quasi mai naturalmente, potendosi solo produrre coll'arte in vasi chiusi per mezzo della calce viva, dell'alcali vegetale, e di altri sali deliquescenti; così non dee considerarsi per un gran difetto che le nostre prove igrometriche coll'elettrometro arrivino a stento fino ai 45 o 40 gradi, di tal igrometro, e non passino più innanzi. Che poi, se con altro artificio potessimo giungere, servendoci sempre del nostro elettrometro, a misurare un secco ancor molto maggiore, come infatti il possiamo, e mostrerollo in appresso?

Intanto però, dirassi, gli elettrometri di *Saussure* e di *de Luc* hanno due punti fissi, su cui regolare la loro scala di graduazione, cioè l'umidità estrema che segnano 100 e il secco estremo, non già naturale, che impossibile sarebbe di determinare, ma artificiale, notato 0: con che ottengono un igrometro *comparabile*. Ma come regoleremo noi la nostra graduazione per le sperienze igrometriche coll'elettrometro, mancandoci uno di questi punti fissi, cioè quello del secco estremo, e solo determinar potendò l'altro dell'umidità estrema? E come otterremo la comparabilità?

Qui altro mezzo non ho trovato che di regolare le sperienze sopra uno di quelli igrometri che sono appunto comparabili. Adunque prendendo per campione l'igrometro a capello di *Saussure*, riduco la mia listerella semicoibente, di cui voglio servirmi per portar via l'elettricità dal mio elettrometro, la riduco a tali dimensioni, onde impieghi 30 secondi giusti a far cadere i pendolini dai 10 ai 2 gradi, quando e dove il detto igrometro segna 80 gradi, che è un'umidità mezzana. Da principio riduceva la listerella a tali dimensioni, che per quella temperatura umida di 80 gradi impiegasse sol 10, o 15 secondi a portar via dall'elettrometro quella tal dose di elettricità, e mi riusciva bene quand'era l'aria più secca, ed anche quand'era più umi-

da, ma non molto oltre i 90 gradi: allora però che l'umido dell'ambiente passava i 93 o 94 gradi, era sì breve il tempo della speriienza, che diveniva pressochè insensibile; giacchè non durava il solito toccamento un secondo, e neppure un mezzo secondo, e colla mia maniera già indicata di contare uno, due, tre, quattro, ecc. non arrivava a due o tre, che già eran caduti intieramente i pendolini dell'elettrometro. Vidi dunque, che conveniva servirsi di una listerella più lunga e più sottile, tanto che impiegasse un po più di tempo a spogliare l'elettrometro della data dose di elettricità; v'impiegasse cioè alcuni minuti secondi anche per un umido di 95, o 96 gradi, e per quello di 98 e 100 un secondo e mezzo almeno, il che appunto si ottiene qualora essa listerella sia tale, che per l'umido di 80 gradi impieghi poco più poco meno 30 secondi. Potrebbe anche scegliersi lunga e stretta tanto che impiegasse più d'un minuto secondo, e più di due nell'umido quasi estremo di 97, o 98 gradi; il che renderebbe molto più sensibili le piccole mutazioni verso questo estremo, ossia verso i 100 gradi: ma come durerebbe allora la speriienza più di 30 secondi per la mediocre umidità di 80 gradi, e più di un minuto primo o di due quando l'igrometro segna solo 40 gradi, e più di tre, di quattro, per un secco di sei che lo fa discendere a 60 55 50 gradi; ed essendo che questa troppo lunga durata riesce di molta noja, torna meglio, per non incorrere in simile inconveniente, rinunciare ad una parte del sopra indicato vantaggio, e prendere un termine di mezzo. Questo termine dunque io ho preso scegliendo tra gli altri conduttori più o meno imperfetti l'avorio, l'osso di balena, la parte cornea delle penne, oppur anche la pergamena, per farne la listerella da adoprare nelle mie speriienze elettrico-igrometriche, e riducendola a tali dimensioni, che per l'umido di 80 gradi dell'igrometro di *Saussure*, che si può dire l'umidità mezzana, impieghi 30 secondi mercè di tenerla applicata all'asta dell'elettrometro, a farne cadere l'elettricità dai 10 gradi ai 2. Così disposte trovandosi le cose, le mie prove anche pel maggior secco naturale non durano mai più di 150 secondi, o al più 3 minuti primi: e d'altra parte per l'umido massimo durano ancora circa

un minuto secondo; o almen tanto da poter contare alla mia maniera uno, due, tre.

Ma è egli poi facile di ridurre la listerella, che si è scielta, a tale stato, che faccia durare la prova 30 secondi giusti per quell'umido che tiene l'igrometro di *Saussure* a 80 gradi? Anzi facilissimo, sol che si proceda colla debita attenzione e pazienza nei reiterati tentativi, che convien fare. Cominciisi dunque a tagliar fuori cotesta listerella d'avorio, di penna, o di balena larga due linee circa, e lunga tre o quattro pollici; e cogliendo il tempo, che l'anzidetto igrometro segni li prefissi 80 gradi, si faccia di tal listerella la prova: impiega ella a distruggere col suo toccamento l'elettricità di eilo elettrometro dai 10 gradi ai 2 più tempo dei 30 secondi che vogliamo? Si accorci allora troncandone un pezzo, e si riprovi: se scorgesi che metta ancor troppo tempo, si torni ad accorciare, e ciò a più riprese, finchè si trovi che vada bene. Che se avviene, per aver oltrepassato un poco il limite nell'accorciarla, il contrario cioè che in meno dei 30 secondi porti via quella listerella l'indicata dose d'elettricità dall'elettrometro, si ritagli in guisa che divenga più stretta: con che otterraffi (giusta quanto si è mostrato nel §. 2.) maggior ritardo nel trapasso dell'elettricità. Per tal modo ritagliando la nostra listerella or nella lunghezza, or nella larghezza, e poco per volta si arriva, mercè di molta pazienza, come avvisato già abbiamo, ad ottenere il giusto punto, cioè che per 80 gradi di umido dell'igrometro di *Saussure* faccia ella cadere l'elettricità dell'elettrometro, guernito del suo piccolo conduttore od asta metallica, da 10 gradi a 2 nel tempo di 30 secondi esattamente.

Or ecco come diventa anche il mio un igrometro fino ad un certo segno comparabile. Tosto che io l'ho ridotto a darmi giusto 30 secondi per 80 gradi dell'igrometro di *Saussure*; è pur forza che mi dia sempre un dato numero di secondi di più, e un dato numero di meno, per un dato numero di gradi al di sotto, e al di sopra di quelli 80. Invero è cosa molto penosa e difficile il determinare quanti secondi corrispondano a ciascun grado dell'igrometro di *Saussure* (che facciam servire per termine di paragone) dai

100 sino ai 60 e più basso ancora: cioè quanti secondi impieghi la nostra listerella a far cadere l'elettricità dell'elettrometro da essa toccato, per l'umido di 99 gradi, poi di 98, di 97 e via discorrendo. Ma fatto ciò una volta con accuratezza, e trovato con reiterare le sperienze, che si abbiano i medesimi riscontri, può formarli una tavola di rapporto, in cui ciascuna delle nostre prove elettrico-igrometriche ci dia il grado corrispondente dell'igrometro di *Saussure*. Qualora poi non vogliasi che un presso a poco, potrà bastare di determinare coll'esperienza il numero de' minuti secondi per ogni 5 gradi di detto igrometro; e si potrebbe anche esser contenti di limitarsi tra i 100 e i 70 gradi, nell'intervallo de' quali sogliono accadere le mutazioni nell'umidità dell'aria; rarissimo essendo il secco che faccia discendere più abbasso l'igrometro medesimo.

Mi si domanderà s'io ho già fatte queste prove, e costrutta l'indicata tavola. Al che risponderò, che delle prove ne ho fatte moltissime; ma con diversi semiconduttori o conduttori più o meno imperfetti, ad oggetto di scegliere il migliore, e con dare alle listerelle formatene maggiore o minore lunghezza, maggiore o minore sottigliezza, onde vedere quanto più lentamente o meno involanero l'elettricità all'elettrometro: variando nel qual modo le sperienze poco ancora mi son fermato alle listerelle d'avorio, di balena, e di penna, ridotte giusto a tali dimensioni, che facciano cadere l'elettricità del mio elettrometro a paglie dai 10 gradi ai 2 in 30 secondi precisi per quell'umidità, che è segnata 80 gradi nell'igrometro a capello di *Saussure*: tanto solo cioè mi ci son fermato, quanto vi voleva per assicurarmi che cotal disposizione della listerella lasciando luogo alle prove dei gradi estremi d'umido, non rende quelle di un gran secco, ed anche del massimo naturale, soverchiamente lunghe e noiose, come ho sopra mostrato. Ho intanto confrontati varj termini intermedj; ma non già tutti i gradi tra i 100 e i 70 o 60 dell'igrometro di *Saussure*: anzi non l'ho fatto neppure di cinque in cinque compitamente. A questo travaglio, ch'efige maggior comodo e tempo, mi propongo d'applicarmi quanto prima: esso è tale del resto, che ora che son posti i fondamenti, ognuno può farlo da sè.

Resta però a vedere, se prendendo diverse listerelle e riducendo ciascuna a tal lunghezza e sottigliezza, che all'umido di 80 gradi abbian tutte bisogno di 30 secondi giusti per portar via col lor toccamento tanta elettricità all'elettrometro, da farne cadere i pendolini da' 10 gradi a' 2 come ho fissato, resta, dico, a vedere, se tutte poi cammineranno di paro per tutti gli altri gradi di maggiore o minore umidità; se impiegando una cf. gr. 4 secondi per l'umido di 95 gradi, e 50 secondi per quello di 75 gradi, tutte le altre faranno lo stesso, e si corrisponderanno esattamente; oppure se discorderanno, impiegando chi 3, chi 4, chi 5 secondi per lo stesso umido di 95 gradi; chi 40, chi 50, chi 60 secondi ecc. per quello di 75 gradi. Se questa o simil'altra discordanza avesse luogo, è facile comprendere che, comunque riuscissero comparabili coll'igrometro di *Saussure* le prove elettrico-igrometriche fatte con questa o con quella determinata listerella, già non sarebbero comparabili fra di loro le prove dell'una con quelle dell'altra; e che converrebbe far una tavola di rapporto per ciascuna: converrebbe che chiunque vuol seguire tali sperienze, facesse con quella listerella, ch'egli si è preparata, le prove confrontate a tutti i gradi uno per uno, o almen di 5 in 5 dell'igrometro che serve di campione, e sopra queste costrutta la sua tavola si servisse in seguito sempre dell'istessa listerella; poichè mutandola, ancorchè combinasse la nuova colla prima nel dare i 30 secondi richiesti per 80 gradi dell'igrometro di *Saussure*, come poi potrebbe accertarsi dell'accordo per tutti gli altri gradi, se una non serve di norma certa per l'altra?

Ma quanto il dubbio di tali discordanze ed anomalie sembra fondato e sulla ragione e sull'esperienza pe'corpi di diversa indole e natura; altrettanto pare che debba escludersi pe'corpi della stessa specie. Se dunque ci atterremo o al solo avorio, o alla sola balena, non v'è ragione di credere che le piccole accidentali differenze tra avorio ed avorio, tra osso ed osso di balena indur ne debbano una così notevole, da progredire due di queste affatto discordemente nella conducibilità pe'varj gradi d'umido superiori ed inferiori agli 80, quando sono stati ridotti a coincidere esattamente per questo termine medio di naturale umidità. E' ben vero che l'esperien-

za mi ha fatto vedere, che due listerelle di balena, le quali pareano egualissime, e così due d'avorio affatto simili in apparenza, differivano notabilissimamente una dall'altra nella virtù di condurre l'elettricità, tal che conveniva dare a questa assai maggiore lunghezza o assai maggiore sottigliezza, che a quella, acciò impiegassero ambedue l'istesso tempo a portar via egual dose di elettricità: ma quando finalmente a questa differenza si è rimediato col compenso giusto delle rispettive dimensioni, quando son ridotte le due listerelle della stessa materia al segno, che sì l'una che l'altra, coll'istessa umidità di 80 gradi, fa cadere i pendolini dell'elettrometro da 10 gradi a 2 in un tempo eguale, cioè di 30 secondi, non si vede perchè non debbano anche per ogn'altro grado di umidità fare gli stessi passi ambedue, e mantenere un perfetto accordo. Del rimanente convenendo che son queste semplici conghietture, mi riservo a deciderne colla sperienza, che non ho ancora abbastanza consultata su tal punto.

Ma dato anche, che per niun modo potesse ottenersi un' esatta comparabilità nelle nostre prove elettrico-igrometriche, dovrà dirsi perciò che a nulla esse valgano? E non basta per accordar loro qualche pregio, che ci indichino chiaramente le più picciole differenze di umidità dell'ambiente, quelle fin anche, che non sono marcabili dal sensibilissimo igrometro a capello? Or egli è così in fatti: e basta richiamarci, che per un grado di questo, ed anche meno, le nostre prove ci presentano la differenza di più di un minuto secondo, divisibile facilmente in cinque o sei tempi: basta dire, che da una stanza all'altra, anzi da un angolo all'altro dell'istessa stanza, si nota da noi non di rado la differenza di più secondi: infine, che va la differenza da un secondo a più di 100 per non più di 25 o 30 gradi dell'igrometro di *Saussure*, dai 98 cioè o dai 100 ai 75 73 o 70. In una sì grande estensione pertanto della nostra scala può giudicarsi convenientemente delle differenze nell'umido dell'ambiente, ancorchè manchi quell'esatta comparabilità, che pur si desidererebbe.

E giacchè son venuto a parlare delle differenze d'umido nelle stanze, non voglio lasciar di dire, che in queste prove

singolarmente riesce bene il mio processo, quantunque riesca non male eziandio per esplorar l'umido e il secco dell'aria aperta. La ragione è che nelle stanze non suol variare l'umido, che dai 95 ai 75 o al più 70 gradi dell'igrometro di *Saussure*; entro ai quali limiti l'osso di balena, la penna, l'avorio (siccome ancora la pergamena, la carta, ed altri corpi, se di questi uno voglia servirsi) non diventano nè troppo conduttori, nè troppo coibenti; onde non è mai che la listerella che si è scelta e preparata di conveniente lunghezza e larghezza impieghi nè meno di 2 o 3 secondi, nè più di 50 o 60 per far cadere i pendolini del mio elettrometro a paglie sottili da 10 gradi a 2. All'aria aperta all'incontro va non di rado l'igrometro a 98 ed anche 100 gradi, termine dell'umidità estrema; nel qual caso la nostra listerella ruba tutta l'elettricità dell'elettrometro in un secondo, o meno (supposto che rubi, come si richiede, in 30 secondi i soliti 8 gradi, da 10 cioè a 2): il che non è sì facile a farsi con precisione; onde per meglio misurare siffatto umido è d'uopo ricorrere allo spediente più sopra descritto, che è di toccar di fuga replicatamente con essa listerella l'asta dell'elettrometro, e noverarne i colpi.

In quella maniera che all'aria aperta l'igrometro va sovente fino al termine dell'umidità estrema, ciò che non suol fare nelle stanze; discende anche talvolta sotto i 70 gradi, a 65 60, e, sebben rarissimo volte, se pur non s'espone al sole, anche a meno: pe' quali secchi la listerella semicoibente qualunque sia fa così male l'ufficio di conduttore, che lascia passare più di 100 e di 200 secondi, prima d'involare all'elettrometro, col toccarne il cappello o l'asta, e starvi al modo solito applicata, l'elettricità dai 10 agli 8 gradi: il che rende, come più d'una volta si è accennato, troppo tediosa l'osservazione.

§ 5.

Altra nuova maniera di prove igrometriche coll' istesso elettrometro portatile, allorchè un gran secco vende o troppo incommode, o impraticabili quelle alla maniera già descritta.

Allorquando avviene che tutti o quasi tutti que' corpi, i

quali nello stato ordinario ci si mostrano imperfetti conduttori, o mezzo tra deferenti e coibenti, e che perciò io chiamo semi-coibenti, diventino per un secco straordinario quasi coibenti del tutto; nel qual caso le sperienze igrometriche alla maniera sopra descritta riescono o troppo noiose e incommode, od anche affatto impraticabili; allora conviene ricorrere ad altro spediente, per arrivar a conoscere e distinguere i gradi di questa secchezza: ed ecco quello che mi è suggerito, non dipartendomi dal caro mio elettrometro.

Prendo una riga d'avorio, o meglio una striscia di pergamina, larga da uno a due pollici, e lunga otto o dieci; (se è di più, tanto meglio); questa strofinata bene con due dita, o altrimenti, con che, per ritrovarsi appunto secca, facilmente si elettrizza, la presento al cappello o all'asta dell'elettrometro, senza farvela toccare; e sto osservando, e notando per quanto tempo dura in essa striscia l'eccitativa elettricità, e si fa sentire all'elettrometro; cioè per quanti secondi, presente quella, stanno aperti i di lui pendolini. Comunemente una buona pergamina monda e netta comincia a far dar segni all'elettrometro nostro, strofinata come s'è detto, ove l'ambiente cui è esposta segni 80 gradi all'igrometro di *Saussure*: ma questi segni si riducono ad un cenno di aprirsi e scostarsi, o ad una divergenza sibbene di più gradi dei pendolini, ma passeggera e istantanea; per aver anche la quale conviene tenere la striscia di pergamina parallela all'asta dell'elettrometro, e distante sol due o tre pollici, nel tempo stesso che si scorre giù rapidamente colle due dita; con cui si stringe e strofina. Se si stropiccia tenendola più lontana, e si presenta dopo all'elettrometro, anche colla maggiore celerità possibile, non si han segni di elettricità, che già è svanita: essa, dico, è svanita, e non si han segni adoperando così, quando l'ambiente è troppo umido, o lo è anche sol mediocrementemente, e fin se comincia sotto dell'umidità mezzana a dominare il secco, quando cioè l'igrometro di *Saussure* segna 80 gradi, oppur solo 75 e 74. Più sotto verso i 72 o 70 gradi comincia l'elettricità della pergamina stropicciata a sostenersi; e quindi a fare star divergenti i pendolini dell'elettrometro qualche secondo; e infi-

ne molti secondi, e sempre più a misura che l'igrometro dinota maggiore secchezza.

Non debbo qui tralasciar di dire, che, invece della striscia di pergamena, serve pur anche bene una di carta comune da scrivere; col solo divario, che questa non comincia a dar segno neppure dell'elettricità *momentanea*, di quella intendendo, che fa alcun poco oscillare i pendolini all'atto stesso che si strofina la striscia davanti l'asta dell'elettrometro; non comincia, dico, a dar segno, se non per un secco, che porti l'igrometro di *Saussure* verso i 70 gradi; e non comincia poi a dare segni più o meno durevoli, tali cioè, che facciansi sentire ai detti pendolini pel tempo di alcuni secondi, se non varj gradi più sotto, vale a dire per un secco assai più grande, e che mai o quasi mai accade naturalmente. Gli è perciò, e perchè la carta è più soggetta a rompersi e a guastarsi, che preferisco la pergamena: quale preferisco anche al feltro, al panno, e ad altre stoffe, che possono sibbene servire, ma che son soggette ad alterarsi in più maniere.

Ma sia la pergamena, o qualunque altro semicobente, che si prescelga per tali sperienze, ecco in queste un altro genere di prove elettrico-igrometriche, di cui valer ci possiamo ne' tempi e luoghi, in cui domina tale secchezza, che male riuscirebbero le prove, o il tedio ci apporterebbero di una lunghissima durata, tenendoci all'altro metodo, che abbiamo sopra ampiamente descritto. Il nuovo che or qui proponiamo, e che è riservato ai secchi straordinarj, cominciando dai 70 gradi circa dell'igrometro di *Saussure*, non saprei dire ancora fino a qual segno di secchezza possa giungere: certo è però, che secco naturale non si dà, a cui non giunga e l'oltrepassi; sicchè può servire eziandio, se non pel massimo secco artificiale, per molti gradi che vi s'accostano, e che rendono non sol l'osso di balena, la penna, l'avorio, la pergamena, la carta, ma ogn'altro conduttore imperfetto, o semicobente, cobente perfetto.

Ciò basti per ora di questa nuova maniera; che abbiain fatto poco più che indicare; e che a miglior occasione forse spiegheremo più ampiamente, ed estenderemo ad altre applicazioni.