

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

Fisica. — *Sui vortici grandinosi, sulla ripulsione fra i chicchi, e sul rumore che precede la grandine.* Nota del prof. C. MARANGONI, presentata dal Socio BLASERNA.

« Nella critica fatta dal Bellani alla teoria di Volta ⁽¹⁾ è detto, fra le altre cose, che i chicchi di grandine dovrebbero eseguire un grandissimo numero di escursioni fra le due nuvole per ingrossare, mentre il numero degli strati nevosi e trasparenti, che costituiscono la grandine, è molto limitato. Questa seria obiezione vale anche contro la mia teoria; eccomi perciò a perfezionarla, introducendo un nuovo fattore, cioè il *moto vorticoso*, il quale varrà anche a spiegare meglio la sospensione della grandine.

« La teoria di Helmholtz sui vorticelli ci insegna che un filo vorticoso si comporta come un corpo solido che si trasporti entro un fluido. Esso è costituito da particelle che si muovono in tante circonferenze concentriche all'asse del filo. Coll'apparato di Tait ⁽²⁾ si producono dei vorticelli in forma di anelli, resi visibili col fumo del sale ammoniacco, nei quali la materia solida è trasportata nello spazio insieme al vorticello. Ingrandiamo il filo vorticoso, e ingrossiamo il polviscolo fino alla grossezza della grandine, e vedremo che i chicchi non potranno abbandonare il filo vorticoso, ma dovranno seguirlo nel suo moto; perchè, se per l'inerzia i chicchi tendono a muoversi nella direzione della tangente, l'aria che si muove in cerchio spinge sempre i chicchi verso il centro, come farebbe una forza centripeta.

« Osserviamo il fumo che si alza da una tazza da caffè: esso forma di tratto in tratto dei bellissimi vorticelli *a d'* (fig. 1), i quali seguono il moto ascendivo del fumo. Così una nube *bc*, che si muove rapidamente nell'aria tranquilla, produrrà all'ingiro dei vortici, che seguiranno la nube. I vortici furono di già invocati dal Faye, dal Secchi, dal Weyher ⁽³⁾, e da altri, per spiegare la grandine, ma in un senso ben diverso da quello che intendo di presentare. Questi fisici invocano le *trombe*, nella produzione

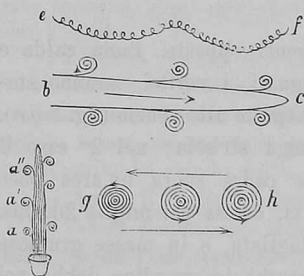


FIG. 1.
Vortici grandinosi.

⁽¹⁾ Opuscoli Matem. e Fisici di diversi autori. T. II, Milano, 1834-35, p. 85.

⁽²⁾ *Lezioni sopra alcuni recenti progressi della Fisica.* Fano, 1887, p. 294.

⁽³⁾ Il Weyher ha riprodotte le trombe con esperienze eleganti, ed ha riprodotto anche una grandine fittizia. Quest'ultima esperienza può spiegare il sollevamento di oggetti terrestri, ma non la formazione della grandine. *Sur les tourbillons, trombes.* Paris, 1889.

della grandine, per avere nello stesso tempo il moto vorticoso, e il freddo dell'aria aspirata dall'alto. Or bene, le trombe si devono escludere: 1° perchè esse hanno solo qualche metro di diametro, e la grandine cade sopra striscie larghe delle decine di chilometri; 2° perchè le trombe si fermano un istante su di un luogo, e la grandine dura a cadere delle decine di minuti. Non si possono ammettere neppure i cicloni, perchè questi si producono d'inverno, e la grandine cade d'estate; 3° perchè l'aria fredda delle alte regioni si riscalda nel discendere, per la compressione che subisce; ma ammesso pure che rimanga ancora freddissima, il calore specifico dell'aria, a volume uguale, è solo 0,0003 di quello dell'acqua; cosicchè la causa refrigerante invocata è un nulla di fronte al freddo prodotto dall'evaporazione.

« I vortici grandinosi si generano attorno al nembo per la resistenza che questo incontra in un'aria asciutta, e si danno due casi principali: 1° il nembo si muove in seno all'aria tranquilla: allora si formano dei vortici che seguono il nembo (fig. 1 *b c*): il moto dei chicchi, relativo al vortice, è circolare; ma relativo allo spazio è *epicicloideale* (fig. 1 *e f*). Ora, intanto che i chicchi ruotano nel velo nevosio, e diventano negativi, il filo vorticoso verrà attirato dal nembo positivo; qui i chicchi diventeranno positivi, e il filo vorticoso sarà attirato dal velo nevosio. Dunque i vortici devono oscillare fra il velo nevosio e il nembo, e la traiettoria dei chicchi, rispetto all'aria ferma, è una *epicicloide ondulata* (fig. 1 *e f*). Essendo il moto vorticoso rapidissimo, e il moto sinuoso lento, i chicchi ingrosseranno molto in ogni vorticello, ma faranno poche oscillazioni dal velo al nembo. Così restano soddisfatte le giuste esigenze del Bellani. Noto ancora che il moto vorticoso diventa la causa principale, e l'azione elettrica la causa secondaria nella sospensione e nell'accrescimento dei chicchi.

« 2° caso. Può darsi che esistano due correnti opposte, l'una calda e umida, l'altra secca. Se le loro velocità sono uguali, i vortici saranno stazionari, e i chicchi compiranno dei cerchi anche rispetto allo spazio (fig. 1 *g h*). Nel 1° caso la grandine cadrà sopra di una lunga striscia; nel 2° caso il temporale sarà molto persistente, e la grandine cadrà sopra un'area poco lunga, come avvenne in quella descritta dal Volta, estesa per miglia 20×30.

« I vortici danno ragione della forma frastagliata, e in masse grumose che presentano i nembi grandinosi, e spiegano perchè la grandine debba poi cadere. I vorticelli di Helmholtz, in un mezzo *senza resistenza*, non potrebbero distruggersi; ma in un mezzo resistente, come l'aria, i vortici finiscono per esaurirsi. I piccoli vortici saranno i primi a disfarsi, e lasceranno cadere la grandine minuta; quelli più potenti dureranno più a lungo, e lasceranno cadere della grandine più grossa, come verifica l'osservazione.

« Per rintracciare la causa della formazione della grandine bisognerebbe trovarsi entro quel tenebroso e tremendo laboratorio dell'atmosfera, diceva il Bellani. Fortunatamente esiste una descrizione del prof. Lecoc di un simile

spettacolo ⁽¹⁾. Il lettore troverà, senz'altro commento, le prove della mia teoria nelle osservazioni del Lecoc, che riporto per estratto:

« Il 2 agosto del 1835 mi trovavo sul Puy-de-Dôme verso il mezzogiorno. Il cielo era sereno, il vento, di W; delle nuvole partivano dalle vette del Mont Dore col vento di S, che ho sentito solo verso le ore una pom. Dall'esistenza dei due venti prevedevo vicina la grandine. Si formavano nubi leggiere in alto col vento di W, e in basso nubi riunite a piccoli gruppi, che parevano precipitarsi gli uni sugli altri, e formavano grandi cumuli neri e densi, che i venti spostavano a malapena. La parte inferiore si allungava, formando una enorme protuberanza; poi cadeva un torrente d'acqua circoscritto. Così alleggerito, il nembo riprendeva la corsa; questo fenomeno si è ripetuto più volte nello spazio di un'ora. Intanto si era formata in alto una estesa cortina uniforme di nubi. Il vento di S spingeva velocemente, sotto questa cortina, delle nubi bianche; vento che è divenuto violento, e freddissimo sul Puy-de-Dôme. Lo strato inferiore di nubi era formato di enormi cumuli, che camminavano a diverse distanze col vento di S.

« Lampi vivissimi guizzavano da un cumulo all'altro, che qualche volta sembravano percorrere l'intero tratto dal Puy-de-Dôme al Mont Dore. Ma neppure un lampo scattò fra la cortina di nubi superiore e i cumuli inferiori.

« Allora veggio la grandine precipitare dai cumuli al suolo, e passarmi di faccia a 50 metri di distanza. La nube, che la spargeva, aveva i bordi dentellati, e offriva nei bordi stessi un movimento turbinoso, che è difficile di descrivere. Sembrava che ogni chicco fosse scacciato da una ripulsione elettrica; alcuni sfuggivano per di sotto, altri per di sopra; infine i chicchi partivano in tutti i sensi, ma il vento inferiore di S li dirigeva tutti verso il N. Dopo 5, o 6 minuti di questa straordinaria agitazione, che avveniva solo al bordo anteriore della nube, la grandine cessava, ma la nube continuava verso il N, con uno strascico di pioggia, che non arrivava al suolo. Allora un immenso lampo illuminava tutta la faccia inferiore del nembo, che toccava la vetta del Puy-de-Dôme.

« Ho stimato prudente di recarmi sul Puy-des-Goules, dove ero alle ore 3. Esistevano ancora i due strati di nubi, ed il vento forte e freddissimo di S portava un nembo grandinoso molto carico, nel quale sono rimasto immerso per 5 minuti. I chicchi di grandine erano numerosi, grossi come le nocciole, rotondi ed ovali, formati di più strati trasparenti e opachi.

« I chicchi avevano tutti una grande velocità orizzontale; ma parevano devianti da una attrazione della montagna. Un grande numero di chicchi mi colpiva senza alcun male, e cadevano tosto. Intendevo distintamente il fischiare dei chicchi, o piuttosto un rumore confuso, formato da un'infinità di rumori parziali, che non potevasi attribuire ad altro che all'attrito dei chicchi contro l'aria ».

« Anche il P. Secchi, descrivendo un turbine grandinoso a Loreto, dice ⁽²⁾:

« Vedevo distintamente attraverso i vetri i grani di grandine aggirarsi in spire velocissime, aventi l'asse orizzontale; e benchè la grandine fosse così fitta, da rendere l'aria molto opaca, pure pochissimi grani ne cadevano sul tetto sottostante, ma erano aggirati dal turbine spaventoso che li risollevara, prima che toccassero il tetto ».

« Dunque i vortici grandinosi non sono una ipotesi probabile, ma un fatto bene accertato.

« *Ripulsione fra i chicchi.* Quasi tutte le relazioni sulla grandine concordano nel constatare che i chicchi, anche grossissimi, non risultano di più

(1) *Quelques observations sur la formation de la grêle.* Compt. Rend. Acad. Sciences, t. II, 1836, p. 326.

(2) Nuovi Lincei, 19 dic. 1875.

grani saldati; pochissimi citano dei chicchi gemelli. Occorre perciò trovare la spiegazione del fatto generale. I chicchi che trovansi in uno stesso vortice sono simili; tutti negativi, se sono nel velo nevoso; tutti positivi, se sono nel nembo; quindi in ogni vortice i chicchi si respingono. Ma potrebbero agglomerarsi i chicchi d'un vortice positivo con quelli d'un vortice negativo.

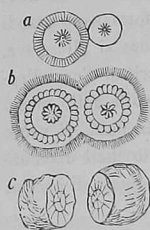


FIG. 2.

Chicchi gemelli.

In tale ipotesi i chicchi gemelli si toccherebbero colle superficie dissimili, nevosa dell'uno, e trasparente dell'altra (fig. 2 a). Ma ciò pare non si verifichi. Nella grandine di Firenze del 1869 (1), io osservai soltanto un chicco che aveva due nuclei nevosi, i cui centri distavano fra loro di 9 mm. e le stratificazioni erano, prima concentriche a ciascun nucleo, poi, al loro insieme (fig. 2 b), essi si toccavano colle superficie simili. Faccio notare la somiglianza che avevano questi chicchi coi *rocks drops*. Il sig. L. Lizioli osservò a Cassano d'Adda, nel temporale del 15 giugno 1892,

alcuni esemplari soltanto di chicchi saldati a due o più, che separati, presentavano l'aspetto c fig. 2; questi erano piccoli, e di ghiaccio tutto opaco, e non scorgevasi se vi fosse un nocciolo differente. — Dunque erano chicchi simili. Il prof. C. Melzi da Vaprio d'Adda, osservò nel 1876, o 77, nel detto paese, una grandine spaventosa che durò solo 2, o 3 minuti, ma che ruppe tutti i tegoli, e cadde su di una lunga striscia. I chicchi erano tutti della grossezza e della forma di un limone di giardino. Erano di ghiaccio trasparente e duro; alcuni offrivano leggiera stratificazioni verso la superficie; la maggior parte era formata di un grande numero di grani rotondi, grandi come i ceci grossi, ed erano di ghiaccio trasparente, ma nel centro presentavano una piccola massa di ghiaccio spugnoso. I chicchi stessi, disposti senza simmetria, erano cementati da ghiaccio trasparente. Ecco un'anomalia che diventa regola; ma ancor qui noto che tutti i chicchi erano simili.

« Se i chicchi dissimili non si attraggono, bisogna ammettere che quelli d'un vortice negativo, passando nello strato nebbioso, aumentino progressivamente di potenziale elettrico; e i chicchi d'un vortice positivo, diminuiscono gradatamente di potenziale, passando dall'uno all'altro strato (nebbioso e nevoso). Così i chicchi, che in distanza erano dissimili, in prossimità diventano simili. Ecco una nuova, ma, questa volta, benefica azione dell'elettricità, che si oppone alla formazione di enormi agglomerazioni di chicchi di grandine. Fanno eccezione gli aggruppamenti di cristalli, descritti nella precedente Nota, (fig. 4 a e b) formati di grani dissimili.

« *Rumore che precede la grandine.* Escluso l'urto fra i chicchi, essendo eccezionale; escluso lo scoppio dei chicchi, che non è provato, e che sarebbe impercettibile a distanza, rimane la spiegazione di M. Lecoc: che

(1) Rivista scientifico-industriale del prof. G. Vimercati, 1893, p. 133.

quel rumore sia dovuto alla resistenza dei chicchi contro l'aria. In conferma di ciò rammento il sibilare delle palle da fucile, e un curioso fenomeno che osservò lo sventurato viaggiatore G. M. Giulietti (1):

« Nella Foresta fra Magan ed Ali-beni, detta di Gheldabbàl, odesi col soffiare dei venti uno strano concerto di sibili acuti, ch'io attribuisco alla conformazione speciale delle spine delle acacie atrofizzate da una singolare malattia che le riduce in tanti fischiotti, di figura poco dissimile dalle ocarine, malattia prodotta dalla puntura d'un insetto ».

« Ma è probabile che al fischiare dei chicchi si unisca il crepitio elettrico, come afferma d'aver udito il P. Secchi (2). — Io mi figuro che fra il velo nevosio e il nembo avvenga un crepitio elettrico, paragonabile al fruscio elettrico delle macchine Holtz.

« Il prof. G. Tolomei, in una cortese rassegna (3) sulla mia *genesì della grandine*, ha esposte le sue difficoltà; su alcune di esse avevo risposto nella precedente 2ª Nota, e rispondo nella presente; ma sulla difficoltà, che la grandine possa fondere avanti di toccare terra, tratterò in una prossima Nota ».

Chimica-Fisica. — *Azione dei solventi neutri sulla velocità di formazione del joduro di trietilolfina.* Nota di G. CARRARA, presentata a nome del Corrispondente R. NASINI (4).

« In una mia precedente Nota studiai la velocità di reazione tra il joduro d'etile ed il solfuro d'etile da soli ed in presenza d'acqua; in questo lavoro esamino l'influenza di alcuni solventi neutri sulla velocità di questa reazione.

« La questione del come la velocità di una reazione vari con la natura del mezzo nel quale essa si compie, sin qui non è stata oggetto di molti studi, malgrado il grande interesse che essa presenta: può dirsi che su tale argomento non ci sono che le esperienze del Menschutkin (5), il quale esaminò l'influenza di molti solventi (ventitre) sulla velocità di formazione del joduro di tetraetilammonio, ottenuto dal joduro d'etile e dalla trietilammina. Il Menschutkin operò nel seguente modo: pose un volume di miscuglio equimolecolare di joduro d'etile e trietilammina in 15 volumi del solvente e scaldò in tubetti chiusi a 100°; la determinazione del joduro formatasi la fece per semplice titolazione del jodio. Egli verificò che era applicabile

(1) Giuseppe Maria Giulietti, Memorie pubbl. dalla sorella Elena Giulietti-Venco. Firenze, Tip. Barbèra, 1882, p. 45.

(2) Bull. Oss. Coll. Romano. Vol. XV, 1876, p. 73.

(3) L'elettricità. 14 genn. 1894, p. 20.

(4) Lavoro eseguito nell'Istituto Chimico della R. Università di Padova.

(5) N. Menschutkin, *Ueber die Affinitätskoeffizienten der Alkylholoide und der Amine.* Zeitschrift für Physikalische Chemie, VI, pag. 41, anno 1890.