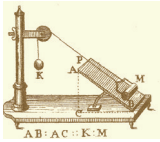

Esperimenti spettacolari con scintille e scariche elettriche

lauraserra247@gmail.com

Laura Serra
Ateneo di Scienze Lettere Arti di Bergamo

ABSTRACT
Amazing experiments, performed with the first electrostatic machines, showed sparks and electric discharges emanating from charged bodies. The use of more efficient equipment also allowed researchers to investigate the properties of electric discharges, even thanks to specially designed devices, such as the paper and the glass perforators. These devices, in addition to research purposes, were used throughout the nineteenth century for teaching, and precisely to actually show the properties of the electric discharge.

Lo studio dell'elettricità statica, nonostante le proprietà elettriche fossero note fin dall'antichità, ebbe inizio nella prima metà del Settecento, il secolo dei Lumi, nel quale il metodo scientifico assunse un ruolo da protagonista nello studio dei fenomeno naturali. La proprietà di caricarsi elettricamente, mostrata dal vetro strofinato, fu sfruttata per la costruzione di sorgenti di carica, le macchine elettrostatiche, nelle quali un globo o un cilindro di vetro, posti in rotazione e sfregati dalle mani o da un cuscinetto di crine rivestito di pelle, accumulavano carica elettrica. Questa, opportunamente raccolta da tubi di materiale conduttore, consentiva di realizzare esperienze singolari che avevano come protagoniste scintille e cariche elettriche.

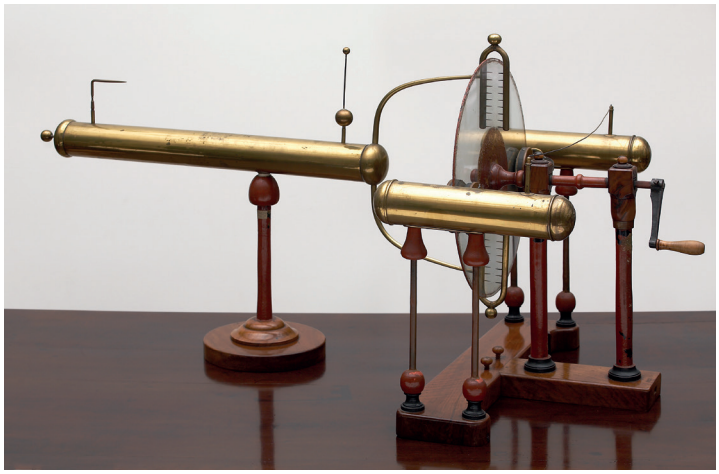

Figura 1. *Macchina elettrostatica a disco 41/E, 4/4 XVIII secolo. Gabinetto di fisica del Liceo classico Paolo Sarpi di Bergamo.*

Verso la fine del secolo XVIII il globo e il cilindro delle macchine elettriche furono sostituiti da un disco rotante intorno al proprio asse, che strofinava due coppie di cuscinetti rivestiti di pelle. La prima macchina di questo tipo fu realizzata da Jesse Ramsden (1735-1800), costruttore di strumenti londinese. Mediante lo strofinio

prodotto nella rotazione del disco, questo si carica positivamente, mentre i cuscinetti negativamente. Un grande conduttore terminante con delle punte metalliche affacciate al disco si carica positivamente per induzione.

Questo modello di macchina elettrica restò sostanzialmente invariato fino alla metà dell'Ottocento quando fu sostituito da modelli più efficienti che si basavano sull'elettrizzazione per induzione: la macchina ideata nel 1865 dal fisico tedesco Wilhelm Holtz (1836–1913) a dischi verticali paralleli, uno dei quali fisso e l'altro rotante[1], modificata nel 1867 con un modello a dischi orizzontali contrapposti e rotanti in senso inverso; la macchina proposta nel 1882 dall'inglese James Wimshurst (1852–1903), ancora oggi utilizzata nei moderni laboratori didattici.

Il Gabinetto di fisica del Liceo Paolo Sarpi di Bergamo[2], che proviene dall'antico Collegio Mariano, conserva ancora oggi una pregevole macchina elettrostatica, costruita molto probabilmente dal macchinista Giovanni Albrici (1743 – 1816) negli ultimi anni del Settecento (Fig. 1)[3].

Fin dagli esordi l'uso della macchina elettrostatica ha consentito di disporre di una sorgente di cariche elettriche e di mostrare gli effetti spettacolari che ancora oggi vengono proposti agli studenti, a partire dalla repentina e rumorosa scarica elettrica che si può sprigionare dai conduttori elettrizzati. Gli spettacoli scientifici che nei primi anni del Settecento destavano grande interesse nei salotti avevano come protagonisti cavalieri e dame che, sollevati da terra mediante uno sgabello isolante, venivano elettrizzati con la macchina elettrostatica. Lo stupore del pubblico doveva essere grande quando, avvicinando un dito alla punta del naso del cavaliere, si vedevano scoccare scintille, oppure quando i capelli della dama si sollevavano nell'aria. Per riprodurre il fenomeno, oggi si usa il piumetto elettrico, una sorta di pennacchio le cui strisciole elettrizzate dello stesso segno si respingono sollevandosi.

Lo studio della distribuzione della carica elettrica nei conduttori e la scoperta che esse si addensano in prossimità delle punte, fenomeno alla base dell'invenzione del parafulmine, furono mostrati al pubblico, e ancora oggi agli studenti, con semplici apparecchi fra i quali il mulinello elettrico; questo è costituito da aste metalliche ricurve nello stesso senso, disposte a raggiera intorno ad un asse comune e poste in contatto con il conduttore della macchina elettrostatica. A mano a mano che le cariche si distribuiscono sulle aste metalliche addensandosi sulle punte, il mulinello si mette a ruotare in senso opposto al verso delle punte. Infatti le cariche elettriche che sfuggono dalle estremità acuminate ionizzano dello stesso segno l'aria circostante che quindi esercita un'azione repulsiva sulle punte stesse, provocandone la rotazione.

L'invenzione del primo condensatore, denominato bottiglia di Leyda, ha consentito di disporre di notevoli quantità di carica e di effettuare studi e ricerche. Le prime bottiglie di Leyda, ideate nella città olandese intorno alla metà del XVIII secolo erano composte da un vaso di latta (l'armatura esterna) con all'interno un vaso di vetro (materiale isolante) e un vaso di latta dotato di un uncino (armatura interna). Collegando l'armatura interna con il conduttore di una macchina elettrostatica e tenendo in mano l'armatura esterna, ci si accorse subito che la bottiglia poteva accumulare grandi quantità di carica, tanto da provocare forti scosse a

---

1 *Bagliori nel vuoto. Dall'uovo elettrico ai raggi X: un percorso tra elettricità e pneumatica dal Seicento ad oggi*, a cura di Giulio Peruzzi e Sofia Talas, Canova, Treviso 2004, p.101

2 www.museovirtualesarpi.it

3 Il gabinetto di fisica del Collegio Mariano fu istituito nel 1784 per volere di Lorenzo Mascheroni (1750 – 1800), all'epoca insegnante di filosofia naturale della scuola.

chi, tenendo con una mano la bottiglia, inavvertitamente toccava con l'altra mano l'armatura interna.

La possibilità di disporre di sorgenti di cariche anche molto elevate ha consentito l'approfondimento delle proprietà della scarica elettrica nell'aria, nei metalli, negli isolanti: lo studio degli effetti temici e meccanici della scarica elettrica fu affidato ad appositi apparecchi che entrarono a far parte della dotazione dei gabinetti di fisica ottocenteschi per mostrare, per quanto riguarda gli effetti termici, ad esempio, l'accensione delle polveri da sparo, dell'etere solforico, dell'alcool. Per studiare gli effetti meccanici della scarica elettrica furono ideati, in particolare, due apparecchi: il fora-carta e il fora-vetro.

Nella figura 2 è mostrato il fora-carta conservato nel Gabinetto di fisica del Liceo Sarpi, costituito da un piedistallo cilindrico in ottone che sorregge due punte metalliche isolate fra loro e affacciate, in modo che la loro distanza possa essere variata allentando una vite laterale; una scanalatura nella base consente di porre un cartoncino tra le punte, che quindi lo toccano da parti opposte.

Figura 2. *Fora carta 29/E, 2/4 XIX secolo; dimensioni d: 80 mm, h. 200 mm. Gabinetto di fisica del Liceo classico Paolo Sarpi di Bergamo*

Collegando alle armature di una bottiglia di Leyda sufficientemente potente le punte dello strumento, fra di esse avviene una scarica elettrica che crea un foro nel cartoncino.

Il fenomeno è la conseguenza del fatto che la carta, che è un cattivo conduttore, sottoposta ad una differenza di potenziale si polarizza, accumulando sulle due facce cariche di segno opposto rispetto alle punte; superando però un determinato valore del potenziale, caratteristico del materiale e definito potenziale disruptivo, la resistenza dell'isolante alla ricombinazione delle cariche viene meno e si crea un percorso conduttore nella carta, di scarica improvvisa e violenta che distrugge la carta stessa, provocando, fra l'altro, bordi rilevati da entrambe le parti del cartoncino.

Il fenomeno analogo avviene nel vetro e l'apparecchio che lo illustra è il fora – vetro.

Figura 3. Fora vetro 28/E, 2/4 XIX secolo; dimensioni: 210 mm x 210 mm, h. 220 mm. Gabinetto di fisica del Liceo classico Paolo Sarpi di Bergamo.

Quello rappresentato in figura 3 è formato da due colonnine isolanti in vetro e da un cilindro dello stesso materiale montati sopra una base rettangolare di legno lu-

cidato. Una piastra rettangolare in ottone unisce tra loro le due colonnine e porta infissa al centro un'asta a punta, che termina appena sopra l'orlo del cilindro in vetro, in corrispondenza del suo asse. Lungo tale asse è infissa un'altra asta, più corta della precedente, la cui punta è appena al di sotto dell'orlo del cilindro. Una lastra di vetro viene attaccata al bordo del cilindro con del mastice in modo che le punte siano affacciate. Per la riuscita dell'esperimento è necessario che si ponga una goccia d'olio in corrispondenza delle punte, evitando così che la scarica elettrica scorra sul vetro. Collegando le punte metalliche alle armature di una potente bottiglia di Leyda, la scarica che attraversa il vetro produce un foro.

La violenza della scarica elettrica, questa volta nell'aria, era dimostrata anche con un altro apparecchio, il termometro di Kinnersley, mostrato in figura 4.

Figura 4. Termometro di Kinnersley 30/E, 3/4 XIX secolo. Dimensioni: d = 110 mm, h = 390 mm. Gabinetto di fisica del Liceo classico Paolo Sarpi di Bergamo.

Un cilindro in vetro, chiuso alle estremità da tappi in ottone, appoggia su una base circolare dello stesso metallo. All'interno del cilindro, lungo il suo asse, si trovano due asticciole metalliche terminanti con una pallina la cui distanza può essere regolata. La parte inferiore del cilindro comunica lateralmente con un tubicino di vetro. Se si introduce dell'acqua nel cilindro in modo che il suo livello sia appena al di sotto della sfera inferiore e si collegano le sfere alle armature di una bottiglia di Leyda, la scarica produce una forte espansione dell'aria e l'acqua viene proiettata violentemente nel tubo laterale.

Gli strumenti citati, come è stato detto, avevano da un lato un uso dimostrativo per gli studenti, dall'altro servivano per effettuare studi e ricerche.

Il fora-carta fu utilizzato, ad esempio, dal fisico italiano Emilio Villari (1836 – 1904) per indagare le proprietà della scarica elettrica, analizzando il diametro dei fori prodotti nel cartoncino. Nella memoria presentata nel 1880 all'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, lo scienziato descrive l'apparato sperimentale, costituito appunto dal fora-carta collegato ad una batteria di bottiglie di Leyda, in modo da poter variare sia la carica che il potenziale; per rendere agevole la misura del diametro, le immagini dei fori prodotti erano ingranditi dalla proiezione mediante una lanterna di Duboscq. Le conclusioni a cui lo scienziato perviene stabili-

scono che il diametro dei fori è indipendente dalla lunghezza della scarica e dal suo potenziale; l'area del foro, invece, risulta direttamente proporzionale alla carica.

Bibliografia

P. Brenni, *Gli strumenti di Fisica dell'Istituto Tecnico Toscano. Elettricità e Magnetismo*, Le Lettere, Firenze 2000

A. Clerc, *Fisica popolare*, Edoardo Sonzogno Editore, Milano 1885

A. Ganot, *Traité de physique, vingt-unième edition*, Hachette, Paris 1894

W. D. Hackmann, *Catalogue of Pneumatical*, Magnetical and Electrical Instruments, Museo di storia della scienza, Giunti, Firenze, 1995

G. Peruzzi, S. Talas (a cura di), *Bagliori nel vuoto. Dall'uovo elettrico ai raggi X: un percorso tra elettricità e pneumatica dal Seicento*, Canova, Treviso 2004

www.museovirtualesarpi.it

www.coe.ufrj.br/~acmq/holtz.html

bagliorinelvuoto.scienze.unipd.it/elettricita/elettricita13.html

Un esempio di *citizen science*

In una visuale di campo largo, realizzata dal telescopio spaziale *James Webb*, si possono vedere Giove con i suoi deboli anelli, un milione di volte meno luminosi del pianeta, e due minuscole lune chiamate Amalthea e Adrastea.

Le immagini prese nello spazio sono composte da dati grezzi digitalizzati che vengono calibrati allo *Space Telescope Science Institute* (STScI), e resi disponibili ai ricercatori per le loro ricerche. A questi si affiancano astronomi non professionisti, diremmo astrofili, che come *citizen scientist* elaborano le immagini nelle banche dati. È questo il caso di Judy Schmidt di Modesto in California che da oltre un decennio collabora con la NASA. Per l'immagine che include i minuscoli satelliti, ha lavorato con Ricardo Hueso, un ricercatore, che studia le atmosfere planetarie all'Università dei Paesi Baschi in Spagna (blogs.nasa.gov/webb/2022/08/22/webbs-jupiter-images-showcase-auroras-hazes/).

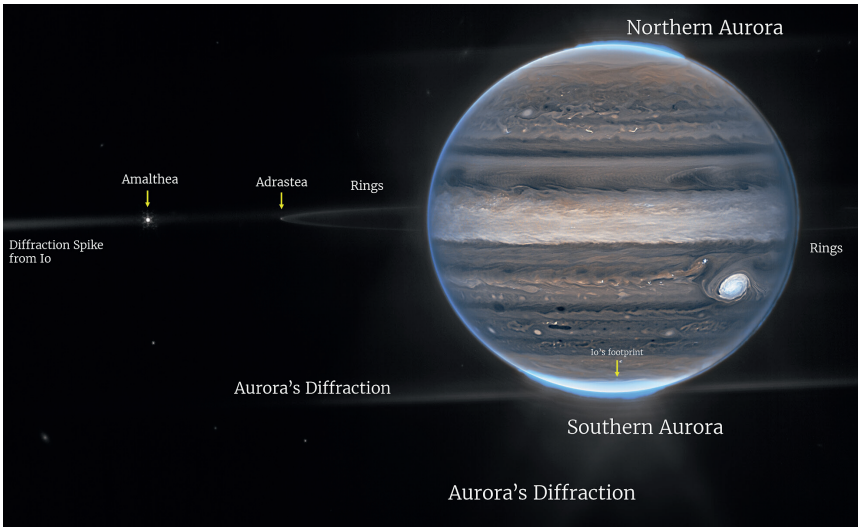

Foto realizzata nel vicino infrarosso (NIRCam) dal telescopio *James Webb* l'8 agosto 2022 utilizzando due filtri. Credits: NASA, ESA, CSA, Jupiter ERS Team; image processing: Ricardo Hueso (UPV/EHU) e Judy Schmidt