

SILVIA GENCO\*

## La bilancia aperiodica di Pierre Curie

### The aperiodic balance of Pierre Curie

**Summary** – Pierre Curie was the physicist mainly known for his studies on radioactivity carried out with his wife Marie. These studies allowed him to win the Nobel prize in 1903. Nevertheless, he wasn't only a theoretical and experimental scientist but also an inventor.

He invented or improved several instruments, among which an innovative aperiodic balance is worth mentioning; at that time it was the first modern balance. He introduced in this measuring device solutions, which enhanced the performance and reliability of the weighting. The aperiodic balance was useful especially in chemical laboratory, where precision and quickness were very important.

**Key words:** Pierre Curie, aperiodic balance

### *La vita*

Pierre Curie nacque a Parigi, in Rue Cuvier, il 15 maggio del 1859, secondogenito di Sophie-Claire Depouilly e del dottor Eugène Curie. Il fratello Jacques-Paul, che a quel tempo aveva tre anni, diventerà in seguito suo collaboratore e lo sarà fino al 1890. Il padre Eugène, medico, sposò fin da giovane la causa repubblicana dell'egualitarismo e dell'anticlericalismo; amante delle scienze naturali avrebbe voluto dedicare la vita alla ricerca scientifica, cosa che non gli fu possibile. Mantenne comunque il culto della scienza fino alla fine della sua vita.

Pierre visse in condizioni economiche relativamente difficili e presto dovette sostenersi economicamente da solo, motivo che gli impedì di avere una formazione completa e regolare. D'altronde Pierre Curie si distinse fin da piccolo per il suo spirito sognatore e per un tipo d'intelligenza – definita da lui stesso «tarda» – caratteristiche poco compatibili con un curriculum scolastico regolare. I genitori si resero conto di questo e gli permisero di non frequentare alcun tipo di scuola. Fu così

\* Via Parisio 38, 40139 Bologna (Italia). E-mail: millecolori@alice.it



Fig. 1. In senso orario, dall'alto a sinistra: Jacques, Pierre, il padre e la madre [1].

istruito prima dalla madre e successivamente, per gli studi superiori, dal padre e dal fratello. La sua istruzione, completamente libera, non pesò quindi sulla sua intelligenza, come sarebbe altrimenti avvenuto se avesse seguito i pesanti carichi scolastici tradizionali del tempo, ma si può dire che gli permise uno sviluppo positivo delle sue capacità intellettuali e inventive. Poté trascurare anche gli studi classici a vantaggio di quelli scientifici; in particolare a 14 anni venne affidato ad un ottimo professore, A. Bazille, che lo istruì in matematica elementare e avanzata. Dimostrò presto di avere uno spiccato spirito geometrico e una grande facilità di visione dello spazio.

Due anni dopo ottenne la *bachelier ès sciences* e a 18 anni la *licence ès sciences*. A 19 anni gli venne offerto un posto come *préparateur* al laboratorio di Fisica della Sorbona, che fu costretto ad accettare per le precarie condizioni economiche in cui versava la famiglia.

Cominciò presto a pubblicare ricerche originali. La prima fu in collaborazione con il suo professore Paul Desains: determinò le lunghezze d'onda delle radiazioni termiche, con l'aiuto di una pila termoelettrica e di un reticolo formato da fili metallici. Successivamente, con il fratello Jacques, anch'egli *préparateur* al laborato-

rio di Mineralogia della Sorbona, si occupò delle simmetrie presenti in natura tramite lo studio sistematico dei cristalli emiedrici, da cui scaturì la scoperta dell'*elettricità polare*, chiamata *piezoelettricità*. Questa proprietà di particolari cristalli, detti emiedrici, che non possiedono simmetria centrale, fu utilizzata dai due fratelli per costruire vari strumenti di misura tra i quali *elettrometri*, strumenti che consentono di quantificare la carica elettrica presente su un corpo, innovativi per l'epoca. Proprio in questo periodo Pierre ideò anche la *bilancia di precisione aperiodica*, uno strumento che rivoluzionò il modo di pesare nei laboratori scientifici e industriali, velocizzando e semplificando le misure, ma preservandone la precisione.

La sua dedizione disinteressata alla ricerca scientifica gli fece aborrire per tutta la vita la possibilità di trarre profitto da essa, anche se non nascondeva soddisfazione quando riusciva a vendere le sue invenzioni.

A 24 anni Pierre dovette separarsi dal fratello; Jacques, infatti, si trasferì a Montpellier per un prestigioso impiego come mineralogista presso l'Università. La loro collaborazione continuò comunque nei mesi estivi.

Nel 1883 anche Pierre ottenne una nuova occupazione alla «École Municipale da Physique et Chimie Industrielles». Questa scuola, nuova a quell'epoca, non disponeva di alcuna struttura didattica organizzata: ciò impegnò molto il giovane scienziato, che dovette sistemare i laboratori personalmente. Nonostante tutto,



Fig. 2. Pierre Curie nel 1878 a 19 anni [1].

riuscì a condurre importanti studi di carattere teorico sulle simmetrie, in seguito ai quali formula il Principio di Simmetria, secondo il quale la simmetria (o la dissimmetria) presente nelle cause di un fenomeno deve essere preservata negli effetti anche come caratteristica geometrica.

Nel 1891 Pierre Curie cominciò una lunga serie di ricerche sulle proprietà magnetiche dei corpi a diverse temperature, che presentò come tesi di dottorato alla Facoltà di Scienze di Parigi. I risultati furono d'importanza fondamentale dal punto di vista teorico: ricordiamo la legge – detta oggi Legge di Curie – secondo cui «il coefficiente di magnetizzazione dei corpi varia in modo inversamente proporzionale alla temperatura assoluta»; altro importante risultato fu la scoperta di una temperatura – oggi chiamata Temperatura di Curie – al di sopra della quale i materiali ferromagnetici si comportano come paramagnetici.

Grazie a questi studi conobbe Maria Skłodowska, che sposò nel 1895 e con la quale si dedicò, fino alla fine della sua vita, alle ricerche sulla radioattività, che gli valsero il premio Nobel per la Fisica nel 1903, condiviso con la moglie Marie ed Henry Bequerel.

Assieme alla moglie scoprì, infatti, due nuovi elementi, il Radio ed il Polonio, che mostravano avere la particolare proprietà di emettere radiazioni che interagivano fortemente con i materiali biologici (fig. 3). Quest'ultima caratteristica ne permise l'applicazione nel campo della Medicina con la radioterapia che è tutt'oggi una cura necessaria per i malati di tumore. Inoltre, questo fenomeno, chiamato da loro «radioattività», aprì le porte allo studio dell'atomo e delle sue proprietà.

Pierre Curie morì a soli 47 anni, travolto a Parigi da un carro il 19 aprile 1906 [1, 2].

### *Pierre Curie l'inventore*

L'eccellente scienziato Pierre Curie, oltre ad essere un fine teorico e un abile sperimentatore, si distinse, come già accennato, anche come ingegnoso inventore e costruttore di nuove apparecchiature scientifiche, che hanno contribuito ampiamente al successivo sviluppo della Fisica e della Chimica. Inoltre migliorò strumenti di vario tipo applicando le conoscenze che man mano acquisiva durante i suoi studi.

L'orgoglio di Pierre per le sue invenzioni non stava soltanto nel puro interesse scientifico che potevano avere, ma anche nel successo della vendita dei suoi strumenti. I motivi di soddisfazione sicuramente non erano dovuti soltanto al denaro che ricavava, ma si devono cercare soprattutto nel fatto che chi comprava lo strumento dava prova di apprezzare il lavoro compiuto dallo scienziato [1].

Fra questi strumenti inventati o migliorati numerosi sono quelli per misure elettriche. Ad es., le proprietà piezoelettriche di alcuni materiali risultano particolarmente adatte a questo tipo di strumenti, come *l'elettrometro al quarzo* piezoelettrico, per citare il più famoso, ma non solo: la piezoelettricità fu anche utilizzata



Fig. 3. Marie e Pierre Curie nel loro laboratorio di ricerche [3].

come trasduttore in un *manometro piezoelettrico* (N.d.r. i manometri piezoelettrici sfruttano la proprietà di alcuni materiali, solitamente quarzo, di modificare la propria conducibilità quando al materiale stesso viene applicata una pressione [4]).

Tra le apparecchiature meccaniche sviluppate da Pierre Curie ci furono il *dinamometro a lettura ottica* e appunto *la bilancia aperiodica*. [5]

#### *La bilancia aperiodica*

Questa bilancia di precisione, di nuova concezione per l'epoca, permetteva di eseguire le pesate con una grande rapidità, grazie all'applicazione sotto i piatti di

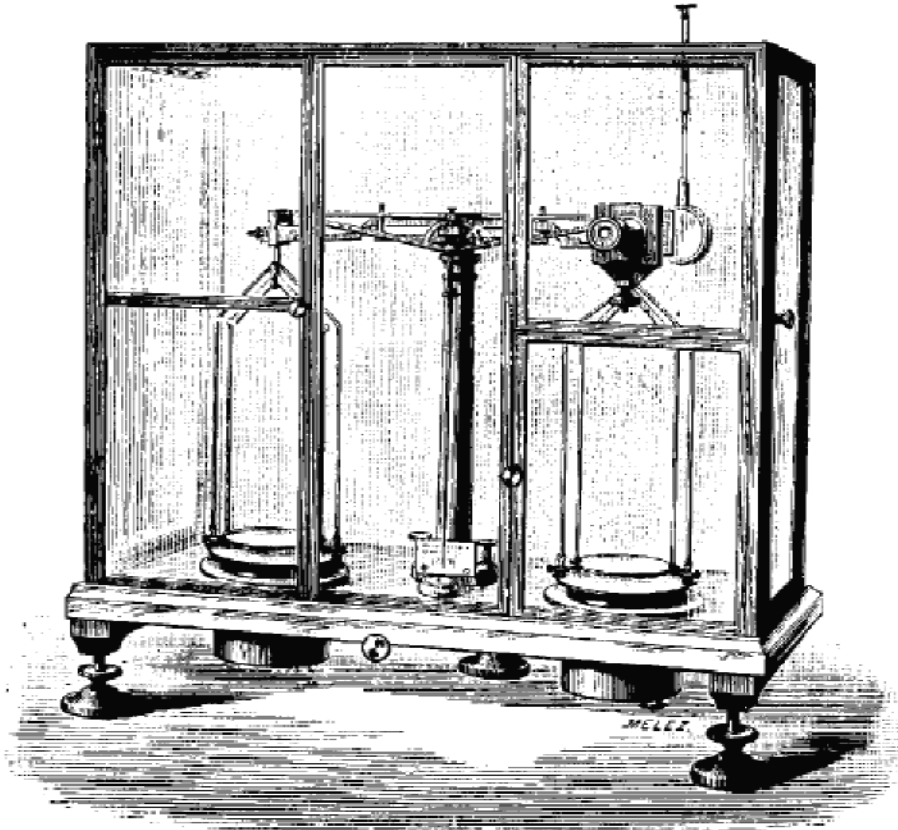


Fig. 4. Disegno della bilancia aperiodica di P. Curie [5].

un sistema di ammortizzazione ad aria ideato dallo stesso Pierre Curie, molto più efficace dei precedenti sistemi di ammortizzazione a liquido. Questa rapidità fu subito efficacemente utilizzata nei laboratori scientifici e industriali.

Su questa bilancia vennero montati dispositivi speciali per l'epoca:

1. un *micrometro* (m, m), dotato di una scala con varie divisioni, fissato all'estremità del giogo;

2. un *microscopio*, (Fig. 5, ingrandimento) fissato alle pareti della bacheca e puntato sul micrometro, dotato di un reticolo e un oculare;

3. *ammortizzatori ad aria* (A, A). Le *campane* o parti mobili degli ammortizzatori sono sospese al di sotto dei piatti: durante il movimento della bilancia questi penetrano più o meno nelle parti fisse degli ammortizzatori stessi. Questo sistema di ammortizzazione era già stato impiegato con successo in un elettrometro assoluto.

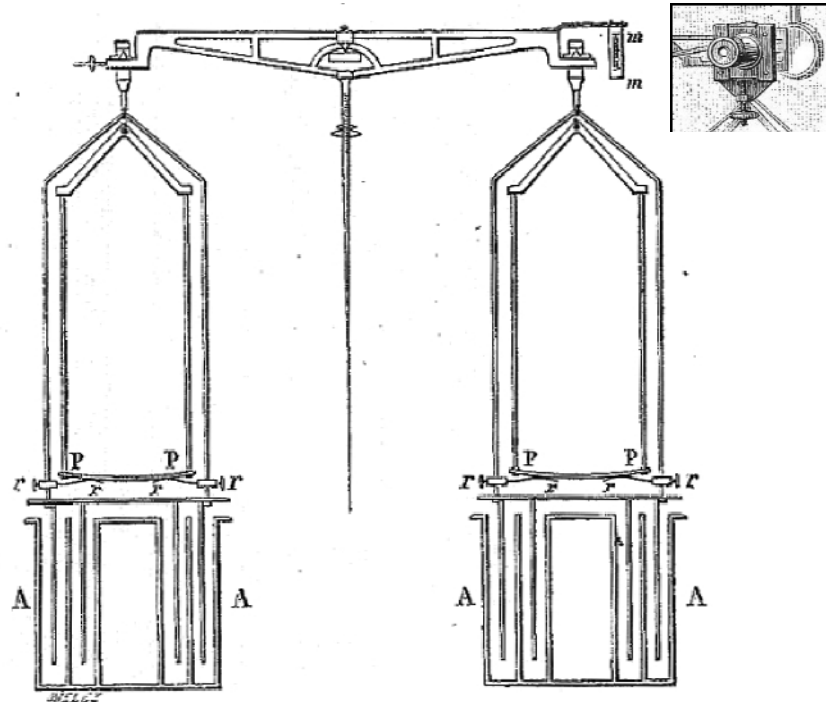


Fig. 5. Schema in sezione verticale della bilancia aperiodica; nella figura piccola (in alto a destra) particolare del microscopio. A indica gli ammortizzatori, *r* i supporti dei piatti con viti di regolazione, P i piatti [5].

I vantaggi di questo sistema sono molteplici:

- l'impiego del microscopio permette di porre il centro di gravità del giogo molto più in basso rispetto alle bilance ordinarie, consentendo una grande rapidità nei movimenti dello strumento;
- la grande distanza dallo spigolo del coltello centrale del centro di gravità permette di ottenere facilmente una calibrazione, tale che la sensibilità sia indipendente dal carico posto sui piatti;
- sotto l'influenza degli ammortizzatori, il giogo si ferma nella posizione d'equilibrio già dopo qualche secondo.

Il metodo di lettura con l'aiuto di un microscopio puntato sul micrometro mobile fissato all'estremità dell'apice di uno strumento, applicabile solo agli strumenti aperiodici, è molto vantaggioso: infatti, anche con un debole ingrandimento, si ha una sensibilità molto maggiore di quella delle scale a riflessione: il numero di divisioni sul micrometro può essere incrementato a piacere, senza incorrere in disagi particolari. Quindi, con questo metodo di lettura, gli strumenti sono più con-

tenuti come dimensioni, non comportano delle installazioni speciali di supporto e non necessitano dell'oscurità.

Le caratteristiche di questa nuovo tipo di bilancia la resero adatta per i laboratori chimici industriali in cui occorreva precisione e rapidità nelle pesate.

#### *Dettagli tecnici della bilancia aperiodica*

Questi dettagli tecnici sono tutti ricavati dall'articolo originale di Pierre Curie [5].

La bilancia era originalmente montata su un piano di vetro, che sosteneva contemporaneamente la colonna centrale, la gabbia e le scatole degli ammortizzatori.

Il micrometro, dotato di una scala graduata, è disposto per funzionare su un'estensione di 300 mg. La scala graduata va da 0 a 200 divisioni ed ogni milligrammo viene diviso a metà per ottenere una risoluzione di 0,5 mg. Il micrometro può essere illuminato sia direttamente che tramite l'azione intermedia di uno specchio illuminatore.

Il giogo è dotato di diversi parti per la regolazione: a) una prima parte serve per la micrometria, per cui la direzione del giogo stesso deve essere regolata accuratamente; b) per la regolazione del giogo viene utilizzato un bottone a vite, mentre altre viti speciali servono per regolare la lunghezza delle braccia e l'altezza dei coltelli; c) un altro bottone a vite, situato nella parte superiore del giogo, permette di alzare o abbassare il centro di gravità. Se lo strumento viene ben calibrato è possibile avere una sensibilità fissa, indipendente dal carico sui piatti.

Il reticolo del microscopio è fissato su un pezzo in rame che può muoversi entro una scanalatura, sotto l'azione di una vite mossa da un bottone filettato.

#### *L'eredità di questa invenzione*

Uno degli ultimi modelli di bilancia aperiodica ammortizzata ad aria è la bilancia di precisione aperiodica «Galileo-Sartorius», di cui un modello del 1939 è conservato presso la Raccolta Museale del Dipartimento di Chimica «G. Ciamician» dell'Università di Bologna.

Nella suddetta bilancia i dispositivi innovativi che aveva introdotto Curie sono presenti, ma collocati diversamente, come si può vedere dalla figura 6:

1. il *micrometro*, m, che si trova alla base del supporto reggente il giogo;
2. il *microscopio*, M, fissato alle pareti della bacheca, dotato di un reticolo e un oculare puntato su uno specchietto che riflette l'immagine del micrometro;
3. gli *ammortizzatori ad aria*, A, (ovvero le campane o parti mobili degli ammortizzatori) sono agganciate al giogo. Inoltre, i nuovi ammortizzatori non sono più complessi come i primi, ma sono composti soltanto da due campane che si incastrano.

Questa bilancia è tutt'ora utilizzata presso i laboratori didattici dell'Università

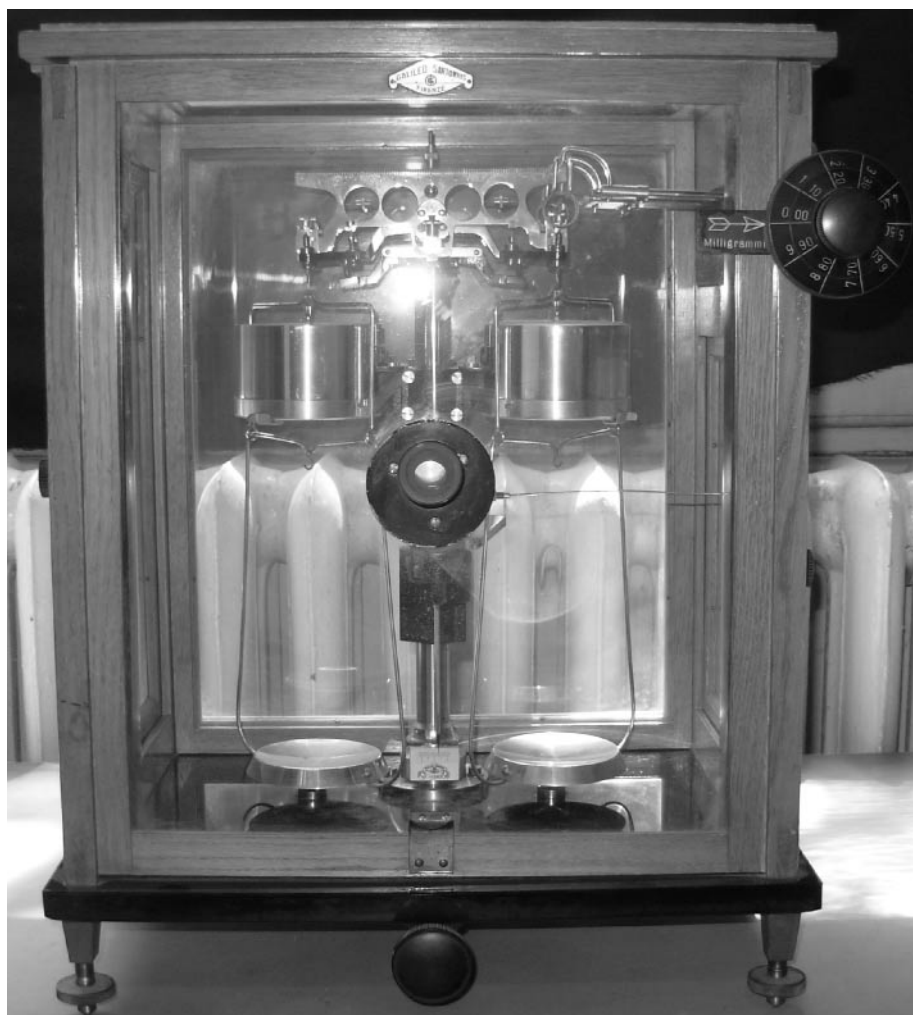


Fig. 6. Bilancia aperiodica di precisione, conservata presso la Raccolta Museale del Dipartimento di Chimica «G. Ciamician» dell'Università di Bologna. A, ammortizzatori; M, microscopio; m, micrometro.

«La Sapienza» di Roma, proprio per le caratteristiche che fecero di questo strumento un'innovazione per l'epoca, cioè la rapidità di misura e la precisione.

### *Conclusioni*

La figura di Pierre Curie viene generalmente associata agli studi sulla radioattività, trascurando i suoi contributi nei campi della fisica della materia, della cri-

stallografia e della simmetria. Oltre a questo, non è molto nota la sua grande capacità come inventore.

Fra gli strumenti da lui ideati troviamo anche l'utile e innovativa bilancia aperiodica di precisione, che rese più precisa e più rapida la misura delle masse.

Questa bilancia è appunto stata progettata e fornita di dispositivi studiati per migliorarne l'utilizzo nelle normali procedure di laboratorio, cioè gli ammortizzatori ad aria, il micrometro e il microscopio.

La bilancia aperiodica inventata da Pierre Curie, dotata di ammortizzatori ad aria e di un microscopio per lettura ottica, è rimasta invariata nella sua progettazione fino alla metà del secolo scorso, quando sono state introdotte alcune modifiche sul collocamento di questi dispositivi aggiuntivi.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Quinn Susan, *Marie Curie: una vita*, Collana Le vite, Editore Bollati Boringhieri, Torino (Italia), 1998, pp. 520.
- [2] Curie Marie, *Pierre Curie*, Collana Tessere n. 47, CUEN, Napoli (Italia), 1998, pp. 124.
- [3] <http://www.tamu-commerce.edu/physics/links/mpcurie.jpg>
- [4] Per approfondimenti vedi, ad es.: (a) S. Longo, M. Petti «Misure e controlli idraulici»; McGraw & Hill, 2006, p. 139; (b) <http://ishtar.df.unibo.it/mflu/html/manmet.html>; (c) F. Ricci, Dispense di Fisica e Tecnologia del vuoto, in: [www.roma1.infn.it/people/luci/labo\\_termo/Vuoto\\_parte2.pdf](http://www.roma1.infn.it/people/luci/labo_termo/Vuoto_parte2.pdf).
- [5] Curie Pierre, *Œuvres de Pierre Curie*. Éditions des archives contemporaines, Montreux (Francia) 1984, pp. 621.