

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"
Raccolta Museale

STRUMENTI BASATI SULL'EMISSIONE DI LUCE

SPETTROSCOPI e SPETTROGRAFI

Lo **spettroscopio** è uno strumento usato per l'osservazione e l'analisi spettrale della radiazione elettromagnetica visibile emessa da una sorgente. Esso è costituito da un collimatore, un elemento disperdente (prisma) e un cannocchiale (vedi, ad es., Fig. 1).



Fig. 1 - Spettroscopio su stativo a colonna, a 2 bracci, con prisma scoperto.
(a) collimatore, (b) prisma, (c) cannocchiale. Ditta Leitz (Germania). Inv. 125, Armadio S1.

Il *collimatore* è un tubo metallico, a volte regolabile in lunghezza, contenente lenti convergenti; esso termina dal lato rivolto verso la sorgente di luce con una fenditura di larghezza regolabile, dall'altro si affaccia su un supporto su cui si trova *l'elemento disperdente*, un prisma, che scompone la luce emessa dalla sorgente nelle varie componenti di lunghezza d'onda diversa. Il *cannocchiale*, simile al collimatore, è provvisto di un oculare per l'osservazione dello spettro d'emissione della sorgente. L'occhio distingue le componenti dello spettro emesso dal diverso colore. È da ricordare che negli strumenti a prisma la dispersione varia notevolmente con la lunghezza d'onda λ , diminuendo all'aumentare di λ . Il *potere risolutivo* è dato dal rapporto $\lambda/\Delta\lambda$, dove $\Delta\lambda$ è l'intervallo minimo di lunghezza d'onda tra due righe che lo strumento può risolvere alla λ osservata. Per un elevato potere risolutivo si usa una stretta fenditura all'ingresso del collimatore, che isola uno stretto fascio di luce, un sistema di lenti che fa convergere la luce sull'elemento disperdente e poi, nel cannocchiale, una lente che raccoglie la luce dispersa e forma l'immagine spettrale della luce emessa, righe o bande, sul piano dell'oculare.

Considerando lo strumento di Fig. 1, nell'oculare si osserva praticamente l'intero spettro visibile della sorgente, mentre lo spettroscopio di Fig. 2, con potere risolutivo molto maggiore, permette di isolare zone ristrette dello spettro di emissione a righe

della sorgente; in questo strumento il sistema che fa ruotare il prisma indica su una scala cilindrica la lunghezza d'onda che cade al centro dell'oculare.



Fig. 2 - Spettroscopio su stativo a colonna, a due bracci perpendicolari, con prisma coperto; scala di lettura delle lunghezze d'onda visibile. (Ditta Zeiss-Jena Germania) (Inv. 124, Armadio S1).

Uno **spettrografo** (vedi, ad es., quello di figura 3) si differenzia da uno spettroscopio perché consente di fotografare gli spettri su una lastra o pellicola fotografica, o di registrarli con altri strumenti, mentre lo spettroscopio consente solo l'osservazione ad occhio nudo. Ad esempio, in astronomia, uno spettrografo era applicato al telescopio in modo che la sua fenditura d'ingresso coincidesse col fuoco dell'obiettivo del telescopio; si otteneva così lo spettro della stella la cui immagine si forma nel fuoco.

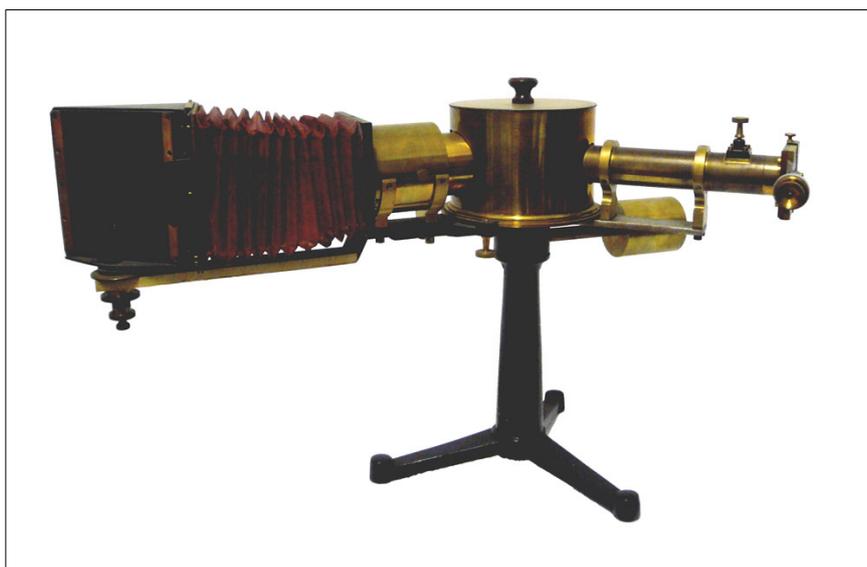


Fig. 3 - Spettrografo in ottone con camera di registrazione fotografica, su stativo a colonna; è dotato di dispositivo per variare l'angolazione e la distanza della camera (Inv. 127, Armadio S1).

FOTOMETRO A FIAMMA

Tra le tecniche fotometriche è da ricordare la fotometria a fiamma, basata sulla misura dell'intensità delle radiazioni emesse da un certo numero di elementi, quando questi vengono eccitati termicamente in una fiamma. Questo mezzo di eccitazione fornisce un'energia piuttosto bassa, inferiore a quella dell'arco elettrico o della scintilla, perciò gli elementi eccitati emettono un numero limitato di radiazioni di diversa lunghezza d'onda. In figura 4 è riportato lo schema a blocchi di un fotometro a fiamma, che mostra le parti essenziali costituenti, mentre in figura 5 è mostrato l'apparecchio presente nella nostra collezione museale.

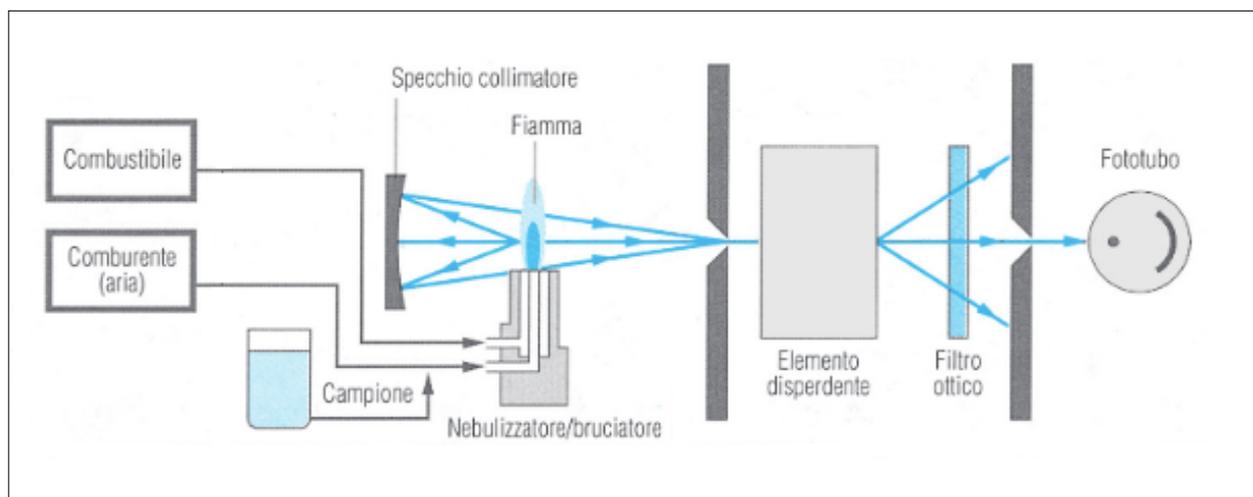


Figura 4 – Schema a blocchi di un fotometro a fiamma
(adattato da: http://online.scuola.zanichelli.it/analisichimicastrumentale/files/2014/01/10.2_Spettrometria-di-emissione-di-fiamma.pdf)



Figura 5 – Fotometro a fiamma della ditta Lange (inv. 286, Arm. 2P1).

In Figura 6 è mostrato lo schema dell'apparecchiatura completa, così come compare nel libretto di istruzioni. Si può notare quindi che nel nostro apparecchio mancano 3 componenti esterni: il pre-regolatore della pressione del gas combustibile, il compressore dell'aria (gas comburente) e l'apparato rivelatore (fotocella + galvanometro).

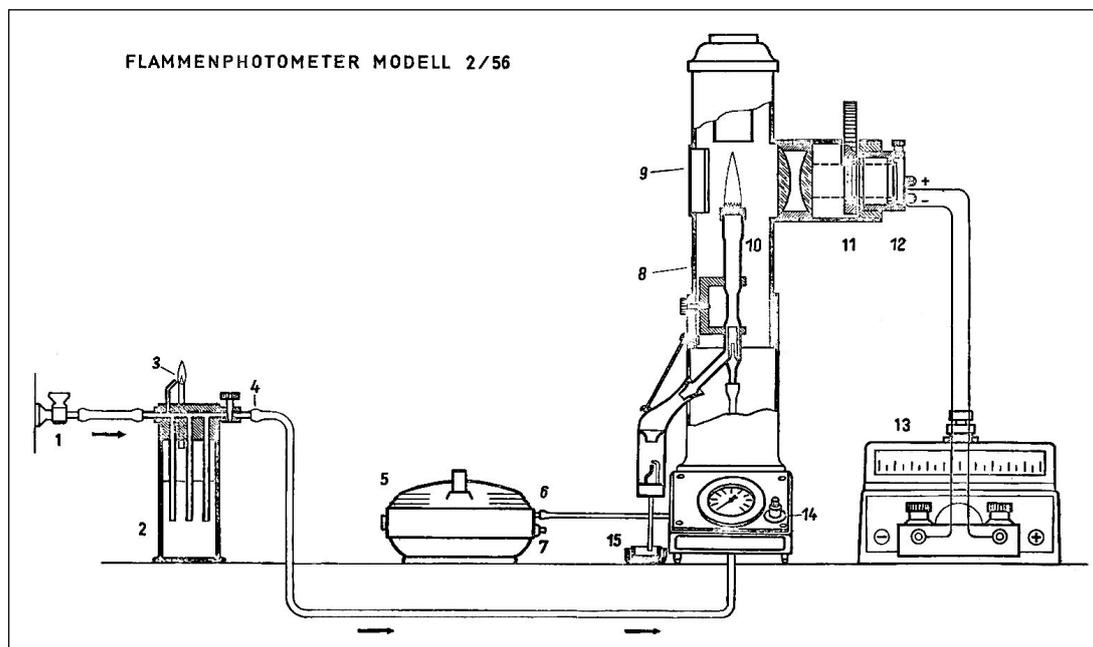


Figura 6 – Schema completo dell'apparecchiatura.

- a) pre-regolatore del gas combustibile; b) compressore dell'aria (comburente); c) pozzetto con soluzione da analizzare; d) vaporizzatore; e) camera di miscelazione con bruciatore; f) parte ottica di rivelazione (lenti, filtro a interferenza e fotocella); g) galvanometro.

Il campione da analizzare è una soluzione che viene immessa nella fiamma o mediante un fine capillare o un nebulizzatore, in condizione rigorosamente controllate. La soluzione analitica viene trasformata in aerosol e disgregata dalla fiamma con produzione di vapore atomico, che quindi viene eccitato con susseguente emissione di radiazione.

La luce emessa dalla fiamma è raccolta da un monocromatore con cui si isola una banda spettrale opportuna oppure, negli strumenti più semplici, come nel caso presente, è fatta passare attraverso adatti filtri di vetro colorato o ad interferenza che sostituiscono il monocromatore. L'intensità delle radiazioni isolate in questo modo viene misurata da una fotocella collegata ad un galvanometro o altro adatto strumento. Con un'accurata standardizzazione delle condizioni di lavoro è possibile risalire dall'intensità di emissione a una data lunghezza d'onda alla concentrazione dell'elemento che ha emesso quella radiazione, previa costruzione di una curva di taratura con soluzioni a concentrazione nota.

La fiamma eccitatrice può essere ottenuta con un gas combustibile, come propano, butano, acetilene e la combustione può essere alimentata ad aria o ossigeno. La fiamma più frequentemente utilizzata per la sua notevole energia di eccitazione è quella acetilene-ossigeno, con cui si può eccitare una quarantina di elementi. Generalmente con una fiamma si raggiungono temperature minori di 3000 K, che consentono di eccitare in modo significativo (e di determinare con adeguata precisione) soprattutto i metalli alcalini e alcalino-terrosi.

Referenze

- G. Morisi Chiorboli, *Riassunto delle lezioni del corso di "Esercitazioni di Chimica Fisica"* – I Parte, Università di Bologna, Ist. "G. Ciamician", A.A. 1958-59, pp. 390-391.
- http://online.scuola.zanichelli.it/analisichimicastrumentale/files/2014/01/10.2_Spettrometria-di-emissione-di-fiamma.pdf

FLUOROMETRO

Il **fluorometro** (oggi giorno chiamato più comunemente **fluorimetro**) è uno strumento di analisi che permette la determinazione qualitativa e quantitativa di una determinata sostanza presente in un campione, anche complesso, attraverso misure di luminescenza. L'analisi qualitativa si basa sulla forma e l'intervallo di lunghezze d'onda dello spettro di emissione della sostanza; le determinazioni quantitative si basano su curve di taratura ottenute misurando l'intensità di emissione di soluzioni campione a concentrazione nota ad una lunghezza d'onda opportunamente scelta.

Un **fluorimetro** è generalmente costituito da: a) una *sorgente luminosa*, che emette radiazioni nell'ultravioletto e/o nel visibile; b) la *cella* per contenere il campione in esame: la radiazione incidente eccita le molecole fluorescenti e la radiazione emessa viene misurata da un rivelatore posto a 90° rispetto alla direzione della luce eccitatrice, in modo da ridurre il disturbo della radiazione eccitatrice non assorbita dal campione. Negli **spettrofluorimetri** moderni un *monocromatore* (M1, figura 7) seleziona una banda più o meno stretta di luce da inviare sul campione, mentre un secondo monocromatore (M2) permette l'analisi spettrale della luminescenza emessa dal campione.

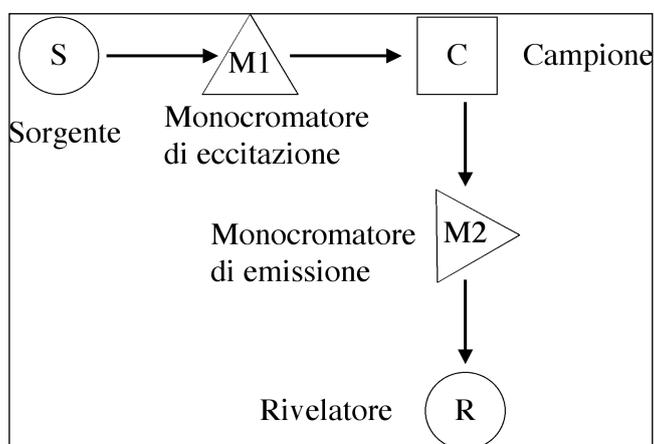


Fig. 7 - Schema a blocchi di uno spettrofluorimetro

Lo strumento presente nella nostra collezione museale (Figura 8) è un “antenato” dei moderni fluorimetri, con un alloggiamento orizzontale per la lampada eccitatrice e un alloggiamento superiore verticale per la cella del campione, senza filtri o monocromatori. L'analisi della luce emessa è fatta a occhio e ovviamente uno strumento del genere permette solo di stabilire se la sostanza è luminescente e il colore della luce emessa.



Fig. 8 - Fluorometro, Ditta Lange (Inv 191, armadio 2P1)