

Dipartimento di Chimica “G. Ciamician”
Raccolta Museale

INTERFEROMETRI

Gli interferometri sono strumenti nei quali l'osservazione di frange d'interferenza prodotte in opportune condizioni viene usata per eseguire misurazioni e determinazioni varie, come la misurazione di lunghezze, quella di indici di rifrazione ecc.

Interferometro di Fabry e Perot

Particolare menzione merita l'interferometro di Fabry e Perot (detto anche *étalon di Fabry e Perot*, costruito nel 1901) che consente di mettere in evidenza piccole differenze di lunghezza d'onda e che si usa in spettroscopia per la risoluzione delle righe spettrali più fini. È costituito (vedere schema fig. 1) da due lamine piane parallele e a facce semitrasparenti; il fascio luminoso monocromatico incidente, proveniente dalla sorgente, subisce una serie di riflessioni multiple fra le due facce, dando luogo a un gran numero di raggi emergenti che interferiscono fra loro e se facciamo convergere i fasci uscenti dall'interferometro con una lente su uno schermo, vedremo una serie di cerchi concentrici chiari e scuri come riportato in figura 1. Dalla distanza fra le frange si può risalire al valore di λ , conoscendo i dati relativi allo strumento usato.

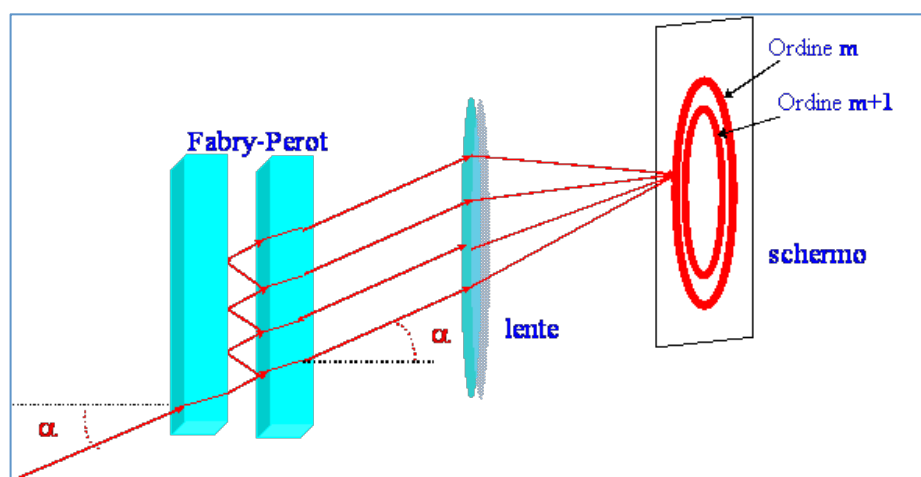


Figura 1 – Schema ottico di funzionamento
(da: www.itislanciano.it/web/lavori/ottica/Interferometro.html)

Nella nostra collezione è presente un interferometro di Fabry e Perot della ditta Hilger (Matr. n° 8.258.302/30280; inv. 484, Armadio 2P1)

Interferometro portatile Carl Zeiss

In campo chimico si usano prevalentemente interferometri che misurano la differenza tra gli indici di rifrazione di liquidi o gas in esame e quella di sostanze di confronto per mezzo di un sistema di bande d'interferenza lineari nere o colorate in un campo bianco. Dalle misure interferometriche si può risalire alla concentrazione di un dato componente di una soluzione o di una miscela di gas. L'accuratezza di questi interferometri è maggiore (fino a 1000 volte) dei vari tipi di rifrattometro e non richiede, inoltre, un controllo accurato della temperatura, come invece necessario nelle misure rifrattometriche.

Nella nostra collezione museale è presente un interferometro portatile per liquidi della ditta Carl Zeiss (Jena), risalente ai primi anni '30 del secolo scorso (Fig. 2).



Figura 2 – Interferometro portatile Carl Zeiss (inv. 214 e 215, Armadio 2P1)

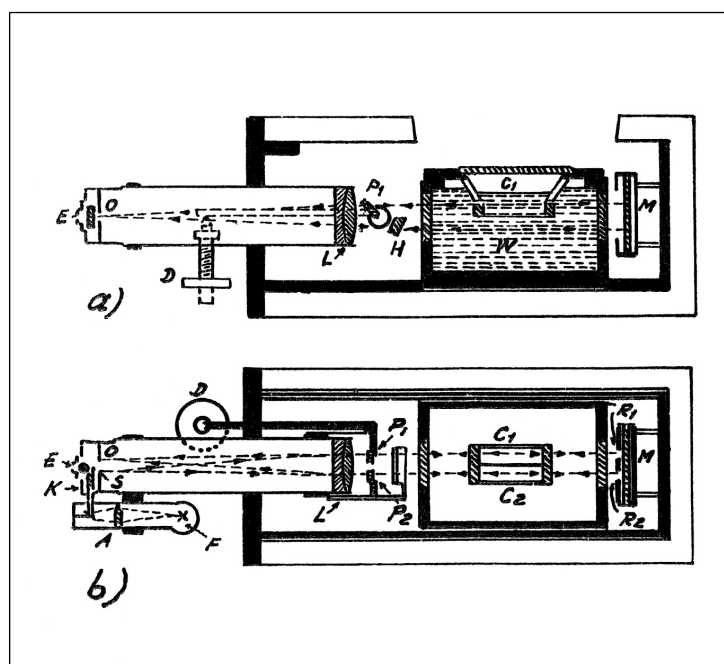


Figura 3 – Schema ottico dell'interferometro portatile Carl Zeiss
(da: G. Morisi-Chiorboli, Esercitazioni di Chimica Fisica –I Parte (A.A. 1958/59), pag. 246).

In figura 3 è riportato lo schema ottico visto dall'alto e di lato: la luce di una piccola lampadina ad incandescenza F viene indirizzata su una fenditura S posta di fianco all'oculare E, e passando attraverso un lente L, emerge sotto forma di raggi paralleli che attraversano le celle C_1 e C_2 contenenti il campione in esame e il riferimento, rispettivamente; tali celle sono immerse in un liquido per la termostatazione, generalmente acqua. I raggi emergenti, passando da due fenditure rettangolari identiche, R_1 e R_2 , vanno a colpire uno specchio M piano e vengono retroflessi attraversando nuovamente le celle C_1 e C_2 . Emergendo dalle celle, colpiscono nuovamente la lente L che li invia sull'oculare di osservazione dove formano una chiara figura d'interferenza osservabile ad occhio nudo.

Due fascetti di luce identici fanno un percorso analogo, però passando al di sotto delle celle C_1 e C_2 attraversando il liquido di termostatazione e andando poi a creare un sistema di frange di interferenza di riferimento fisso per tutte le soluzioni esaminate.

Nell'oculare E si osservano quindi due zone delimitate da una linea orizzontale: la zona inferiore è costituita dal sistema di frange di interferenza di riferimento, mentre quella superiore si riferisce al sistema di frange di interferenza originate dal passaggio attraverso C_1 e C_2 . Lo spostamento orizzontale della banda bianca centrale della zona superiore (dovuto allo sfasamento dei due raggi causato dalla differenza dell'indice di rifrazione delle soluzioni in C_1 e C_2) viene compensato ruotando il tamburo D, sul quale è riportata una scala graduata.

Per misure analitiche si possono costruire opportune curve di taratura con soluzioni di concentrazione nota, che per soluzioni sufficientemente diluite sarà una linea retta.

Referenze:

- Da: <http://www.itislanciano.it/web/lavori/ottica/Interferometro.html>

- Archivio Carl Zeiss: *Technical interferometer* Ident-Nummer 286 (1932) (Mess. 320/VII)

TORBIDIMETRI e NEFELOMETRI

Ai metodi di analisi colorimetrica si collegano direttamente i metodi "turbidimetrici" e "nefelometrici". Una sostanza in soluzione limpida può essere dosata quantitativamente, come abbiamo visto per gli spettrofotometri, per confronto diretto tra la luce trasmessa dal campione e quella trasmessa dal solvente: dal rapporto I/I^0 si ricava l'assorbanza della soluzione che è legata alla concentrazione del soluto dalla legge di Lambert-Beer. D'altra parte, in una dispersione colloidale parte della radiazione incidente viene diffusa per riflessione e/o rifrazione in tutte le direzioni.

Nella valutazione della luce diffusa si possono presentare due casi limite:

- 1) La luce incidente è assorbita in maniera notevole, per cui l'intensità del raggio emergente è particolarmente attenuata.
- 2) La luce è notevolmente diffusa dalle particelle in sospensione anche grazie a una serie di fenomeni di riflessione e di rifrazione da parte delle particelle sospese (effetto Tyndall) originando la cosiddetta luce di opalescenza.

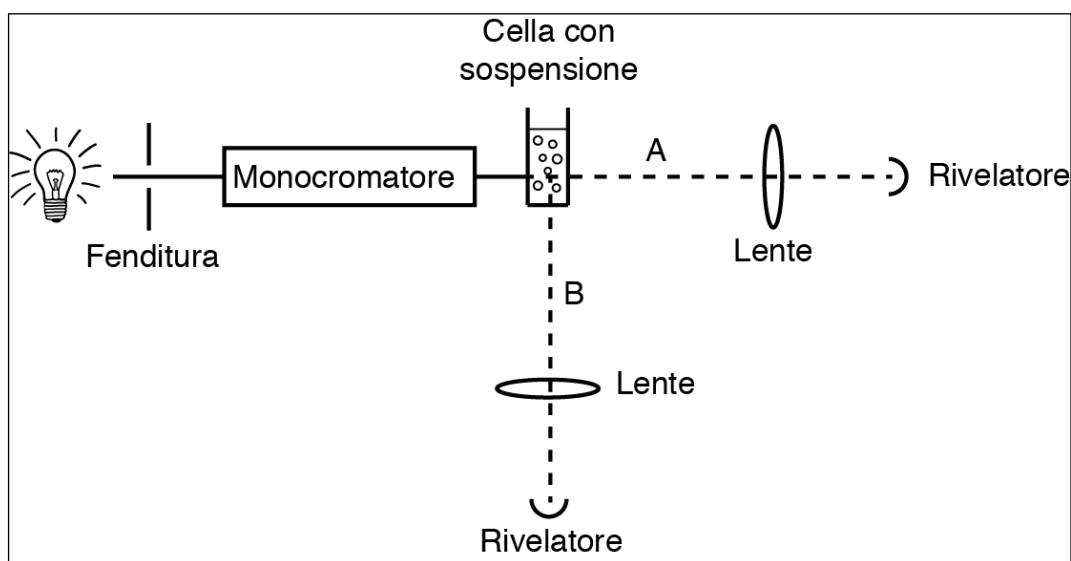


Fig. 4 – Schema a blocchi di un turbidimetro (caso A) o nefelometro (caso B) (adattata da ref. 1).

Se l'intensità della radiazione diffusa è sufficientemente piccola, si può misurare l'intensità della luce trasmessa a 180° (Figura 4, cammino A) con appositi apparecchi detti "torbidimetri" ma si possono anche usare, senza apprezzabile errore, i normali colorimetri o spettrofotometri. Dalla misura dell'intensità della luce trasmessa dalla soluzione e dal solvente si ricava la *turbidanza* ($\log I/I_0$, analoga all'assorbanza) che dipende dalla concentrazione dell'analita, con una legge analoga a quella di Lambert-Beer. La precisione analitica tuttavia non è notevole, tra il 5 e il 10%. Per la riproducibilità della determinazione occorre che la sospensione sia dotata di notevole stabilità e non tenda nel tempo a formare un precipitato; a tale scopo si aggiungono opportuni stabilizzanti detti colloidali protettori.

Quando invece il fenomeno di diffusione è molto più intenso rispetto all'assorbimento, come nel caso di una fase dispersa estremamente fine, allora conviene misurare l'intensità della luce diffusa dalla sospensione a 90° (o altro angolo opportuno) rispetto a quella della radiazione incidente (Figura 4, cammino B), con appositi apparecchi chiamati "nefelometri" o "Tyndallometri" che, come i torbidimetri, possono essere a visione diretta o a ricezione fotoelettrica. Le relative misure sono dette nefelometriche.

Nella nostra collezione museale è presente un modello di torbidimetro della ditta Lange (risalente agli anni '50 del secolo scorso), riportato in figura 5.



Figura 5 – Torbidimetro Lange (inv. 288, Arm. 2P1).

Altri strumenti della nostra collezione che possono funzionare come torbidimetri sono il colorimetro Lange (a ricezione fotoelettrica), lo Spectronic 20 e lo spettrofotometro Beckmann DU, mentre il fotometro di Pulfrich (a visione diretta) può funzionare da nefelometro utilizzando un'apposita testata (vedere le rispettive schede descrittive).

Referenze:

- 1) <http://www.chimicamo.org/chimica-analitica/turbidimetria-e-nefelometria.html>
- 2) <http://digilander.libero.it/domenicolaforteza/entranel sito/lachimica/tecnicheanalitiche/metodispettrofotometrici/turbimetria.pdf>