

L'ESPECTROSCOPI: UN INSTRUMENT BÀSIC PER A LA RECERCA EN EL SEGLE XX. CARACTERÍSTIQUES D'UN ESPECTROSCOPI DE LA FACULTAT DE FÍSICA

Santiago Vallmitjana i Ignasi Juvells

Laboratori d'Òptica. Departament de Física Aplicada i Òptica. Universitat de Barcelona.

Paraules clau: *espectroscopis, instruments òptics, anàlisi espectral.*

The spectroscope: a basic instrument for research in the XX century. Study of a spectroscope of the Physics Faculty.

Summary: *Spectroscopes are optical instruments used for analyzing the distribution of light as function of the wavelength (spectral distribution). Nowadays spectroscopes are based on interferential or diffraction phenomena but the first devices were based on prisms and the dispersive effect when the light is refracted through glass. In this work we present firstly several historical milestones leading to the development of the spectroscope. Secondly the study of a spectroscope belonging to the Universitat de Barcelona is made. The instrument, dated from the end of the XIX century, allows to be operated with a maximum of four prisms in order to improve the spectral resolution. A description and analysis of the instrument has been carried out. Finally a study of the datation is presented.*

Key words: *spectroscopes, optical instruments, spectral analysis.*

1. Introducció

Els espectroscopis són instruments òptics que s'utilitzen per analitzar la distribució d'una llum en funció de la longitud d'ona (distribució espectral). Donat que l'espectre de la llum és diferent segons el tipus de material que l'emet, l'anàlisi espectroscòpica és molt important per a l'estudi dels materials. Així, l'espectre d'emissió d'un gas monoatòmic (per exemple, una làmpada de sodi) és discret i està format per unes determinades longituds d'ona característiques de l'àtom emissor, conseqüència de la distribució quàntica dels nivells energètics del lligam entre els electrons i el nucli. Si l'emissor està format per molècules l'espectre està constituït per bandes, com a resultat de l'energia d'enllaç entre àtoms. Finalment, si es tracta de sòlids, amb un gran nombre de connexions energètiques, l'espectre és continu.

Encara que actualment molts espectroscopis es basen en fenòmens d'interferència (interferòmetre de Fabry-Perot) o de difracció (xarxes de difracció), els primers dispositius

estaven constituïts per prismes, i es fonamentaven en la dispersió de la llum quan es refracta a través de la superfície d'un vidre.

En aquest treball es presenten, en primer lloc, una sèrie de dades que configuren l'evolució històrica que va portar a la fabricació dels espectroscopis. Seguidament es mostra un espectroscopi de prismes, que es pot datar cap a les darreries del segle XIX, que pertany a la Universitat de Barcelona. Es tracta d'un instrument que permet incorporar fins a quatre prismes per tal de millorar la seva sensibilitat espectral. Es fa una descripció de l'espectroscopi, una anàlisi del seu funcionament i un estudi que porta a la seva datació.

2. Evolució històrica de l'espectroscòpia

Fins que no es van arribar a entendre els fenòmens espectroscòpics, la possibilitat de estudiar materials a partir de la descomposició espectral de la llum i la manera d'aconseguir-la, es van produir una sèrie de descobriments que, a poc a poc, van configurar les bases d'aquesta profitosa eina de recerca. Algunes dades importants d'aquesta evolució són les següents:

- 1621. W. Snell (1580-1626) descobreix empíricament la llei de la refracció.
- 1666. I. Newton (1642-1727) descobreix la dispersió de la llum blanca a través dels prismes.
- 1690. C. Huygens (1629-1695), en el *Traité de la Lumière*, proposa un model ondulatori.
- 1746. L. Euler (1707-1783) afirma que el color de la llum depèn de la longitud d'ona.
- 1800. W. Herschel (1738-1822) descobreix la radiació infraroja.
- 1801. J. W. Ritter (1776-1810) descobreix la radiació ultraviolada.
- 1802. W. H. Wollaston (1766-1828) canvia el forat per una esclatxa al realitzar la dispersió. Observa ratlles fosques a l'espectre de l'arc iris i també la llum ultraviolada.
- 1802. T. Young (1773-1829), a partir d'un model ondulatori, explica les interferències i mesura les longituds d'ona de diferents colors espectrals.
- 1814. J. Von Fraunhofer (1787-1826) descobreix les línies fosques de l'espectre del Sol. L'any 1823 inventa l'espectroscopi de prismes.
- 1832. Brewster i Gladstone estudien ratlles d'absorció. L'any 1860 publiquen fins a 2000 ratlles.
- 1846. Zantedeschi col·loca el prisma entre dues lents.
- 1850. M. Melloni (1798-1854) estudia la radiació infraroja (descoberta per Herschel) i demostra que es comporta com la llum ordinària.
- 1859. G. R. Kirchhoff (1824-1887) descobreix que cada substància té un espectre característic. Observa 754 ratlles d'absorció en l'espectre solar.
- 1861. R. W. Bunsen (1811-1899) i el mateix Kirchhoff identifiquen els elements químics del sol a partir del seu espectre.
- 1864. Huggins i Miller estudien espectres de la Lluna. Bunsen i Kirchhoff inventen tècniques d'anàlisi en el laboratori.
- 1913. N. Bohr (1885-1962) explica l'espectre d'emissió de l'hidrogen.
- 1929. E. Hubble (1889-1953) explica el desplaçament cap el roig i neixen les noves teories cosmològiques.

3. Descripció de l'espectroscopi

L'espectroscopi està format per un trípod de ferro, seguit d'una columna de llautó, que suporta una platina circular graduada, feta del mateix metall. Adossats a la platina, amb fixació, orientació i inclinació independent, es troben tres tubs també de llautó. Un és un col·limador, per fer paral·lela la llum d'entrada; l'altre és una ullera, que serveix per observar o analitzar els espectres, i el tercer és un sistema de projecció, que superposa una escala de referència sobre l'espectre final. Sobre la mateixa platina hi ha la possibilitat de col·locar-hi des d'un prisma fins a un màxim de quatre prismes, segons la resolució que es desitgi. Emprant els quatre prismes es pot arribar a obtenir resolucions de l'ordre de l'àngstrom.

El tub del col·limador té una esclatxa regulable en amplitud i orientació, situada al focus de la lent col·limadora, de manera que la llum segueix paral·lela fins a incidir als prismes.

El conjunt de prismes produeix, a més de la desviació per refracció, la dispersió de la llum segons les longituds d'ona. Els prismes estan articulats per adaptar-se els uns amb els altres i per aconseguir la desviació mínima, necessària per a les mesures.

El tub analitzador és un telescopi enfocat a l'infinit, que forma una imatge de l'esclatxa per a cada longitud d'ona incident.

Tots els tubs poden fixar-se en qualsevol punt de la perifèria de la platina. També poden girar al voltant d'un eix vertical i tenen ajust d'inclinació.

El tercer tub està situat a la sortida de l'últim prisma. Té una escala graduada en el focus d'una lent, de manera que porta la imatge a l'infinit i la introdueix al muntatge per reflexió a la cara de sortida del darrer prisma. Això fa que es pugui superposar aquesta imatge de l'escala graduada amb l'espectre i mesurar la separació relativa entre ratlles espectral. L'escala es pot desplaçar verticalment i horitzontalment mitjançant cargols micromètrics.

La preparació o posada en estació de l'espectroscopi és complicada, a causa de la gran quantitat d'elements mòbils amb ajustament micromètric. Un cop aconseguides les condicions òptimes d'observació, cal situar davant de l'esclatxa una làmpada patró amb les longituds d'ona conegudes, per tal de tenir una correcta referència entre les línies espectrals i les divisions de l'escala graduada, ja que la seva relació no és lineal.

4. Dades del fabricant i datació de l'aparell

Jules Duboscq (1817-1886) va ser un mecànic de gran habilitat que va fabricar i perfeccionar molts instruments òptics. Fotògraf de prestigi, va inventar l'estereoscopi o «Stereo-Phantastique Bioscope», consistent en un aparell binocular per a visió tridimensional a partir d'un parell de daguerreotips estereoscòpics. Perfecciona el sacrimetre de Soleil, el regulador electromagnètic, del mateix autor, l'heliostat de Foucault, el colorímetre de Folin i el compàs de navegació líquid de Ritchie. Premiat en les exposicions universals de Londres (1851) i París (1855), va ser oficial de la Legió d'Honor. Va publicar diferents descripcions dels aparells que va construir i el llibre *Règles pratiques pour la photographie*, editat l'any 1853.

La casa Duboscq va ser constituïda l'any 1849 com una escissió de la casa Soleil. El seu fundador va ser Jules Duboscq, gendre de Soleil, que la va dirigir des de 1849 fins el

1883, any en què es va associar amb Philippe Pellin, que la va dirigir a partir de la mort de Duboscq, esdevinguda el 1886.

Tenint en compte l'escrit de la regleta que parla de *Jules Duboscq i Ph. Pellin* com associats, es podria datar l'espectroscopi en el període 1883-1886, que és quan va existir tal associació. També podria ser una mica posterior pensant en la possibilitat que el nom de l'empresa es mantingués després de la mort de Duboscq.

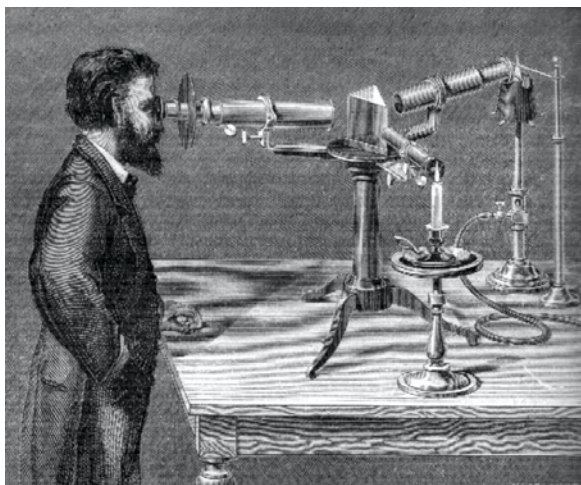
Pel que fa a la història d'aquest espectroscopi dins la Universitat de Barcelona, probablement es va fer servir com aparell de recerca durant la primera meitat de segle. Nosaltres vàrem entrar-hi en contacte amb ell cap a la segona meitat dels anys seixanta, quan s'utilitzava al laboratori d'alumnes de Física, per fer pràctiques d'Òptica. Durant molts anys, tots el alumnes de la nostra Facultat el van fer servir, fins que l'any 1993 va ser retirat i substituït per un altre de més modern, si bé no millor. Un cop restaurat (any 1993) va passar a formar part del fons d'instruments científics antics de la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona.

Bibliografia

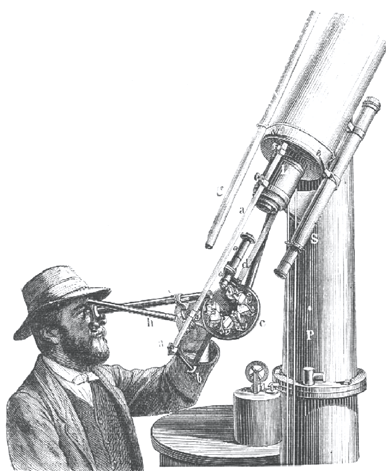
ARCIMIS, A. T. (1901), *Astronomía Popular*, Barcelona, Montaner y Simón Ed.
<http://www.bibliotheque.polytechnique.fr./bibliotheque/BioDuboscq.htm>
<http://llg.sergi5.com/musee.htm>



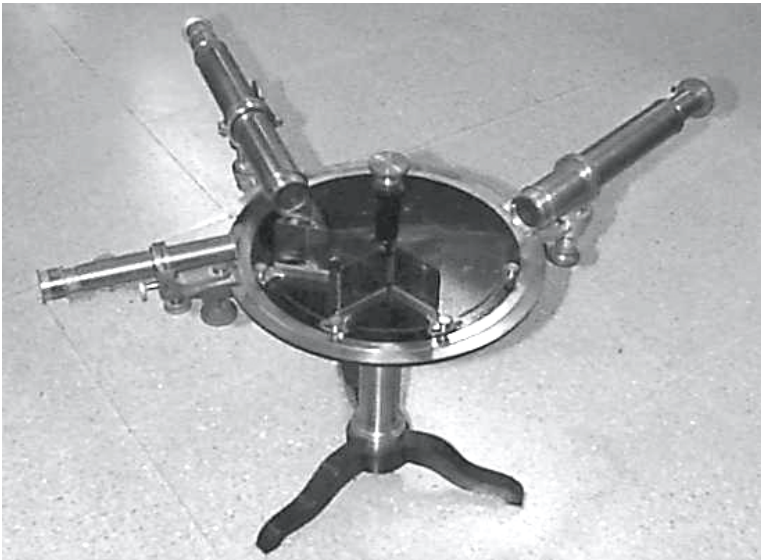
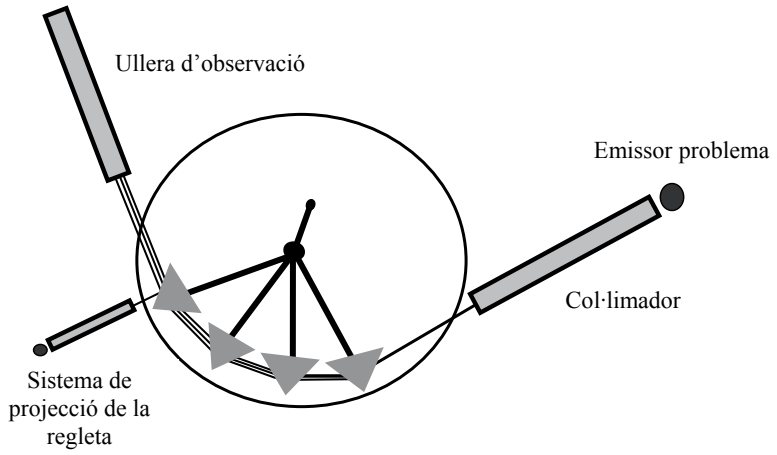
Isaac Newton mostrant la descomposició de la llum per un prisma.



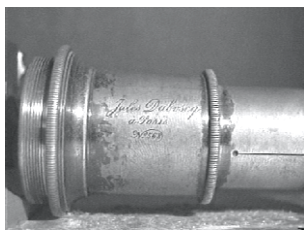
Dibuix de finals del segle XIX que representa un espectroscopi de prisma amb escala graduada (model simplificat de l'estudiat (Arcimis, 1901)).



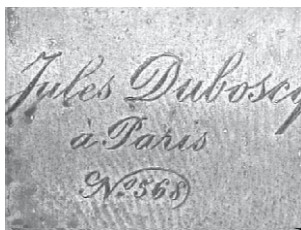
Telescopi de Locket amb un espectroscopi acoblat (Arcimis, 1901).



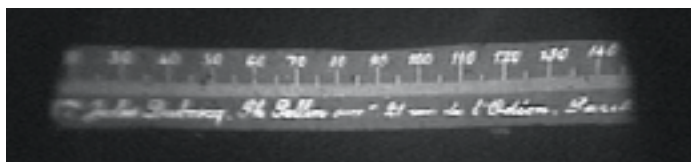
Espectroscopi: Esquema i fotografia.



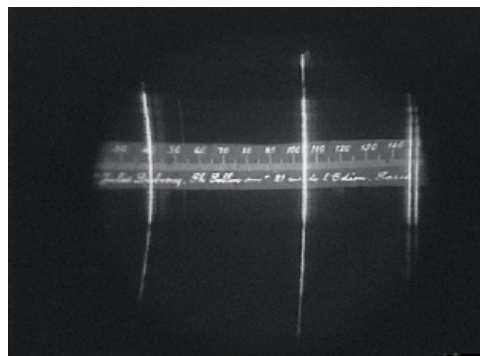
Ocular amb el nom del constructor



Ampliació del nom del constructor



Escrit a la regleta: *M. Jules Duboscq, Ph. Pellin ..., 21 Rue de l'Odeon. Paris.*



Fotografia de l'espectre del mercuri.



Fotografia amplificada de l'espectre del sodi. El doblet correspon a la ratlla groga i la diferència és de 6 Å.