

MATERIALS DIDÀCTICS DE L'ÀREA DE FÍSICA I QUÍMICA DEL CDEC

RECU LL D'EXPERIÈNCIES PER
L'ESTUDI DE L'ESTRUCTURA
ATÒMICA

Assesorament:

Imma Ros
Anna Aparicio

Assesorament:

Teresa Morató
Lluís Nadal

ESPECTROSCÒPIA.

Per Ana Aparicio Iguacel

INTRODUCCIÓ

En les experiències que es presenten es mostra la composició de les radiacions produïdes per diferents fonts lluminoses que serviran per introduir els alumnes en l'estudi dels espectres.

És important conèixer aquesta tècnica perquè dóna la possibilitat d'identificar els elements gasosos que contenen el sol i les estrelles.

Per revelar els espectres s'ha escollit una xarxa de difracció en lloc del prisma òptic per la seva senzillesa.

Les observacions que es fan són d'espectres d'emissió:

- continu (d'una bombeta d'incandescència)
- continu amb ratlles més destacades per la presència de mercuri (d'un tub fluorescent)
- discontinu (produïts en tubs de descàrrega de gasos a baixa pressió)

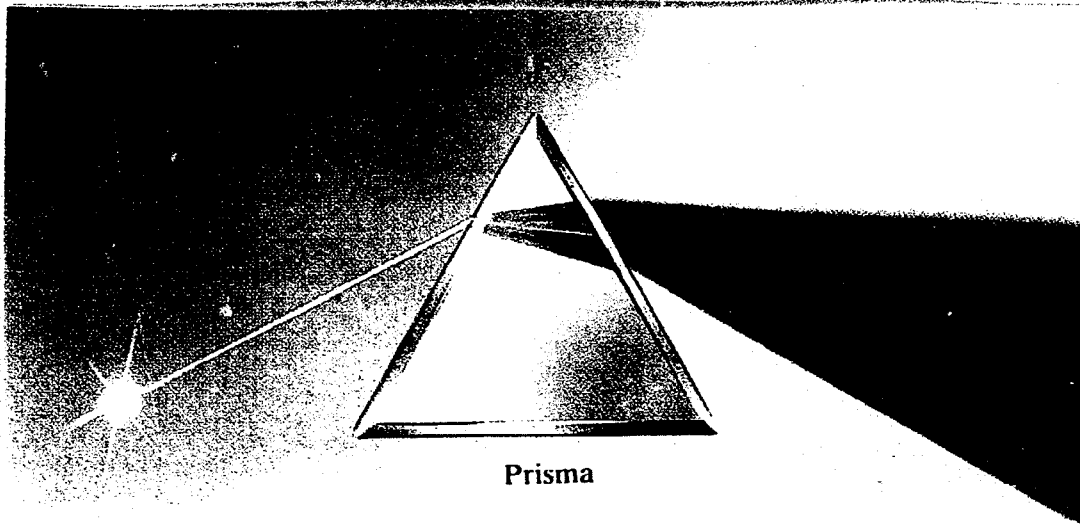
Per produir la descàrrega elèctrica en els tubs s'utilitza una font d'alta tensió de sortida regulable de 6 a 30 kV.

PRINCIPI (FONAMENT) DE L'ESPECTROSCÒPIA

Què és un espectre?

Un espectre és un conjunt de radiacions electromagnètiques que es posen de manifest mitjançant fotografies, gràfics o observacions directes en el cas que la seva freqüència sigui la d'una radiació visible.

Així, quan es fa passar un feix o un raig de llum blanca a través d'un prisma òptic, les radiacions electromagnètiques que constitueixen la llum se separen i es refracten les unes més que les altres. La llum que surt del prisma, recollida en una pantalla, apareix descomposta en diversos colors. El fenomen rep el nom de dispersió de la llum i el conjunt de radiacions que n'apareixen s'anomena *espectre òptic de la llum*. Cada radiació, segons la seva longitud d'ona, presenta diferents desviacions. Dins de l'espectre visible, el vermell és el que menys és desvia i el violet el que més. Entre les radiacions no visibles l'UV és la més desviada.



Dispersió de la llum blanca en un prisma òptic

Els cossos sòlids i líquids emeten, quan s'escalfen, espectres *continus*, és a dir, formats per radiacions de totes les longituds d'ona. En aquest cas, la distribució d'energia en l'espectre està determinada per la temperatura de la superfície emissora i no és característica de la substància que la forma.

Tanmateix, si la font lluminosa és un gas a través del qual es produeix una descàrrega elèctrica, o una flama en la qual s'ha introduït una sal volàtil, l'espectre té un aspecte completament diferent. En lloc d'una banda acolorida contínua, n'apareixen uns pocs

colors, en forma de ratlles paral·leles aïllades. Cada ratlla és una imatge de l'esclatxa de l'espectroscopi desviada un cert angle que depèn de la freqüència de la llum que forma la imatge.

Aquestes ratlles són com l'empremta digital i així, la presència d'unes certes ratlles en un espectre indicarà que hi són presents uns determinats elements químics. Un espectre d'aquesta mena és un espectre *discontinu*.



Espectre d'emissió del sodi

Fins ara s'ha fet referència als espectres *d'emissió*, és a dir, als espectres que es poden obtenir en descompondre la radiació que emet una font emissora.

Hi ha uns altres tipus d'espectres anomenats *espectres d'absorció*. Aquests s'obtenen quan se situa una substància entre la font emissora de llum i el prisma. Així, aquesta substància absorbeix determinades radiacions que desapareixen de l'espectre i en el seu lloc apareixen zones o ratlles fosques.

Els espectres d'absorció es formen quan una radiació lluminosa composta (la solar o la procedent d'un llum) passa a través d'una substància i aquesta l'absorbeix totalment o parcialment.

En interceptar la llum procedent d'un focus lluminós mitjançant un vidre de color blau, situat entre el focus i el prisma d'un espectroscopi, queden absorbides totes les radiacions visibles menys el blau. Si intercalem vapor o gas d'una substància, entre la font lluminosa i el prisma òptic de l'espectroscopi, en mirar per l'ocular, observem una sèrie de bandes o ratlles fosques sobre l'espectre continu acolorit. Aquestes bandes o ratlles estan situades a la mateixa longitud d'ona dels espectres d'emissió d'aquests vapors o gasos. D'aquesta manera es compleix l'anomenada llei de Kirchoff, que diu: "tot cos absorbeix les mateixes radiacions que es capaç d'emetre".

Quan la substància que s'intercala, entre el focus i el prisma, és un gas, s'obté un espectre amb un conjunt de línies fosques situades en la mateixa posició que ocuparien les línies brillants en el corresponent espectre d'emissió.

L'estudi dels espectres d'absorció ha permès conèixer les substàncies químiques presents en el sol, ja que les ratlles fosques, que s'hi poden observar en un estudi aprofundit de l'espectre solar, són causades pels gasos que envolten el sol i que absorbeixen part de l'espectre continu.

Què és l'anàlisi espectral o espectroscòpia?

Alguns elements són fàcils de distingir pels colors que donen els seus compostos en ser escalfats a la flama, però la major part dels elements no són tan fàcils d'identificar. Cal un mètode de separació dels colors barrejats amb l'objecte de poder detectar petites diferències de color que l'ull no pot observar.

El primer pas és dispersar els diversos colors de la llum de manera semblant a la formació de l'arc de Sant Martí. Aquesta disposició de colors l'anomenem espectre.

Si es troben presents tots els colors en la llum d'un focus, l'observador veurà a través de l'espectroscopi un espectre continu (l'arc de Sant Martí). Si manca algun color, veurà una línia fosca en la posició del color absent. Si hi predomina algun altre, veurà una línia brillant en la posició apropiada.

L'anàlisi espectral va ser desenvolupada per primera vegada el 1860, i és una eina eficaç i delicada que ha fet possible gran quantitat de descobriments importants relatius a la naturalesa de la matèria. Actualment poden ser detectades quasi un milió de línies espectrals, i se'n coneix la posició exacta en l'espectre de més de 100.000.

L'anàlisi espectral es pot realitzar amb quantitats de matèria molt petita. L'espectroscòpia ens obre també la possibilitat d'anàlisi de substàncies presents en objectes distants com ara el sol i les altres estrelles.

L'espectroscopi

Un espectroscopi és un instrument que ens revela la composició d'un conjunt de radiacions, per la qual cosa s'utilitza per a l'observació d'un espectre. És a dir, serveix per analitzar fonts de radiacions en dispersar-les en entrar a l'aparell.

L'espectroscopi que farem servir en l'experiència és més pràctic i senzill que el del prisma òptic. Està format per un tub amb una escletxa a un extrem i una xarxa de difracció a l'altre.

La xarxa de difracció és una làmina de plàstic que conté una gran quantitat de ratlles paral·leles (600 per mm) que actuen com a ranures molt fines i en conseqüència, produeix la difracció de les radiacions que queden disperses en dos espectres simètrics, però més desviat el vermell que el violat, al contrari que en el del prisma òptic.

PART EXPERIMENTAL

OBJECTIU

L'objectiu de les experiències és observar els espectres produïts tant en una bombeta d'incandescència com en la descàrrega elèctrica a través de vapors i gasos a baixa pressió.

Aquestes observacions permetran als alumnes adquirir els coneixements bàsics d'espectroscòpia i, com a conseqüència, facilitarà la introducció i una millor comprensió del tema de l'estructura atòmica.

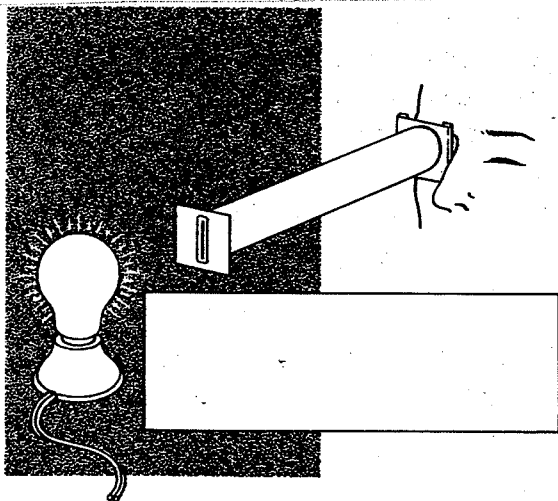
1.- OBSERVACIÓ DE LA LLUM D'UNA BOMBETA D'INCANDESCÈNCIA.

MATERIAL

Bombeta d'incandescència mat de 40 W o més potència.
Espectroscopi

PROCEDIMENT

Amb l'espectroscopi farem l'observació de la llum de la bombeta d'incandescència. La llum que cal observar ha de penetrar en l'aparell per l'escletxa, i la mirarem llum a través de la xarxa de difracció.



Observació de l'espectre d'una bombeta d'incandescència

A vegades pots regular l'amplada de l'esclatxa per veure l'espectre amb més claredat. Ja que l'observació es fa de forma directa, solament es poden observar les radiacions visibles.

OBSERVACIÓ

Si l'observació ha estat correcte, hauràs vist l'espectre del dibuix.

INTERPRETACIÓ

La llum que solen subministrar aquests tipus de bombetes és blanca. L'element fonamental d'una bombeta d'incandescència és un filament de metall, wolfram, que es fa incandescent pel pas d'un corrent elèctric.

Així, en passar el corrent elèctric pel filament, els electrons dels àtoms del metall s'exciten a nivells superiors, com a conseqüència dels xocs dels electrons del corrent elèctric. En tornar als seus nivells fonamentals, desprenen la diferència d'energia en forma de radiació. Com que aquestes diferències poden ser molt diverses, s'obté una gamma molt àmplia de radiacions, que en conjunt configuren l'espectre de la llum blanca.

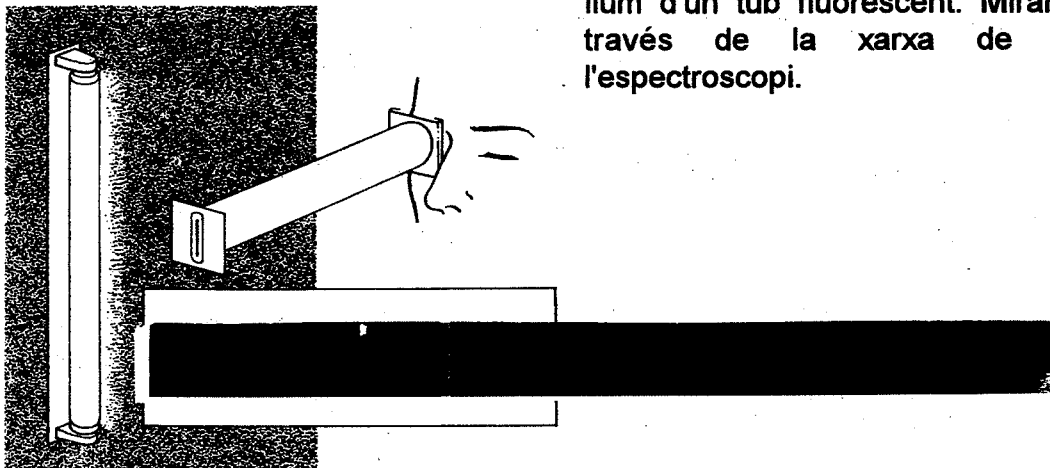
2.- OBSERVACIÓ DE LA LLUM D'UN TUB FLUORESCENT.

MATERIAL

Tub fluorescent
Espectroscopi

PROCEDIMENT

Amb l'espectroscopi farem l'observació de la llum d'un tub fluorescent. Mirarem la llum a través de la xarxa de difracció de l'espectroscopi.



Observació de l'espectre d'un tub fluorescent

OBSERVACIÓ

Si l'observació ha estat correcte, hauràs vist unes línies més destacades sobre l'espectre continu.

INTERPRETACIÓ.

Els tubs fluorescents solen contenir argó i criptó i una petita quantitat de mercuri (en part vaporitzat) a baixa pressió dintre d'un tub revestit interiorment d'una pols fluorescent. Als extrems del tub hi ha elèctrodes.

En produir-se la descàrrega elèctrica, els electrons bombardejaran els àtoms de mercuri, excitant temporalment a nivells superiors un electró. Aquest, en tornar al seu nivell estable anterior, allibera unes radiacions electromagnètiques, principalment ultraviolades i no visibles (253 nm). Quan aquestes colpegen el revestiment fluorescent es transformen en una llum blanca, pràcticament idèntica a la llum del dia, en la qual es detecten a l'espectre unes línies més intenses que demostren l'existència de mercuri dintre del tub.

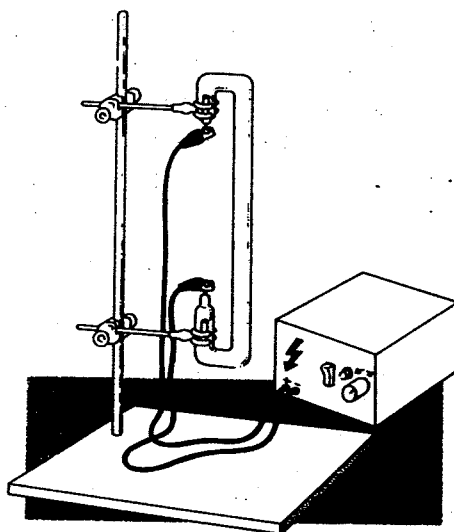
3. OBSERVACIÓ DE LES RADIACIONS DE TUBS DE DESCÀRREGA EN GASOS.

MATERIAL

Tubs de descàrrega en gasos, de Hg, Ne, He.
Font d'alimentació de sortida regulable de 6 kv a 30 kv.
Suport amb pinces.
Cables de connexió.
Espectroscopi.

PROCEDIMENT

Per observar els espectres dels tubs de descàrrega fes el muntatge següent:



1) Col·loca el tub d'He en posició vertical, paral·lelament al suport de ferro, i el subjectes per cada extrem al tub de ferro.

2) Uneix amb dos fils de connexió cada extrem del tub de descàrrega a la font d'alimentació. Posa el potenciòmetre al mínim (girat completament a l'esquerra).

3) Per PRECAUCIÓ, fes la connexió de la font d'alimentació a la xarxa de 220 V en l'últim moment, quan hagi comprovat que són correctes les connexions entre el tub i la font d'alimentació.

Una vegada comprovada la connexió, prem l'interruptor de la font d'alimentació.

4) Amb el potenciòmetre has d'anar augmentant el voltatge (girant cap a la dreta), fins que es vegi la llum amb suficient claredat, però és millor no arribar al màxim del potenciòmetre per evitar de cremar el tub.

5) Amb l'espectroscopi observa les radiacions emeses pel gas He contingut al tub (procura que l'esclatxa de l'espectroscopi quedi paral·lela a l'eix del tub)
Per veure l'espectre amb més claredat hauries d'enfosquir l'habitació i apropar molt l'espectroscopi al tub de descàrrega.

6) Per observar el següent tub de Neó:

.Apaga la font d'alta tensió

.Posa el botó en la posició del mínim (cap a l'esquerra).

.Per precaució, desconnecta la font de la xarxa

.Treu el tub de descàrrega del suport.

7) Repeteix tot el procés descrit en els apartats de l'1 al 5 fent servir el següent tub de descàrrega.

OBSERVACIONS

Si les observacions han estat correctes, hauràs vist els següents espectres:



Espectre de l'heli



Espectre del neó



Espectre del mercuri

INTERPRETACIÓ DELS ESPECTRES:

Les observacions ens han posat de manifest que si es fa passar una descàrrega elèctrica a través d'un gas a baixa pressió, aquest s'il·lumina d'un color característic.

Quan la llum la fem passar a través d'una xarxa de difracció, s'obté la gamma de freqüències de llum emesa per l'àtom (que és el que s'anomena espectre) formades per un nombre limitat de línies ben definides. Es tracta, per tant, d'un espectre de línies. Però quin és l'origen d'aquest espectre?

Quan es produeix una descàrrega elèctrica a través d'un gas, els electrons de la descàrrega, que es mouen a gran velocitat, col·lisionen amb els àtoms d'heli, o de neó, o de mercuri, i aquests són excitats a un estat d'energia superior.

En tots aquests casos, es diu que els àtoms que han passat a un estat de major energia es troben en un estat excitat. L'estat normal, no excitat, d'un àtom s'anomena estat fonamental. Quan un àtom es troba en estat excitat, un o més dels seus electrons es troben a una distància mitjana del nucli més gran que la corresponent a l'estat fonamental.

Un àtom excitat és inestable i pot perdre tot o part de l'excés d'energia per emissió de llum. Aquestes radiacions constitueixen l'espectre dels àtoms.

El fet que els àtoms excitats emetin únicament certes freqüències (ν) de llum ens porta a la conclusió, d'extraordinària importància, que un electró d'un àtom no pot tenir qualsevol energia arbitrària, sinó tan sols cert valor definit d'energia. Si l'energia d'un electró en un estat excitat és E_2 , i la de l'estat fonamental és E_1 , l'energia emesa quan l'àtom torna a passar des de l'estat excitat a l'estat fonamental serà $E_2 - E_1$. Així, l'energia de la radiació emesa serà $E_2 - E_1 = h \nu$.

L'observació dels espectres dels àtoms ens permet concloure que cada àtom està caracteritzat per un conjunt de nivells d'energia definits: E_1, E_2, E_3 , i així successivament. D'un sistema que només pot presentar certs valor definits d'energia es diu que el sistema està quantitzat.

En conclusió:

A partir de l'espectre d'un àtom és possible deduir quins són els nivells d'energia dels electrons de l'àtom.

Tots els espectres poden ser interpretats en funció de l'existència d'un conjunt de nivells d'energia característic de cada element. L'espectre atòmic d'un element és únic, aquesta singularitat el converteix en un mètode molt adequat per a la identificació d'elements.