



LA RECERCA DELS ELEMENTS

Un treball de detectius

Una experiència basada en la Història de la Ciència i
portada al laboratori mitjançant els aparells de préstec
del C.D.E de Ciències

Miquel Calvet Solé

LA RECERCA DELS ELEMENTS

Un treball de detectius

A. PISTES EN L'ESPECTRE.

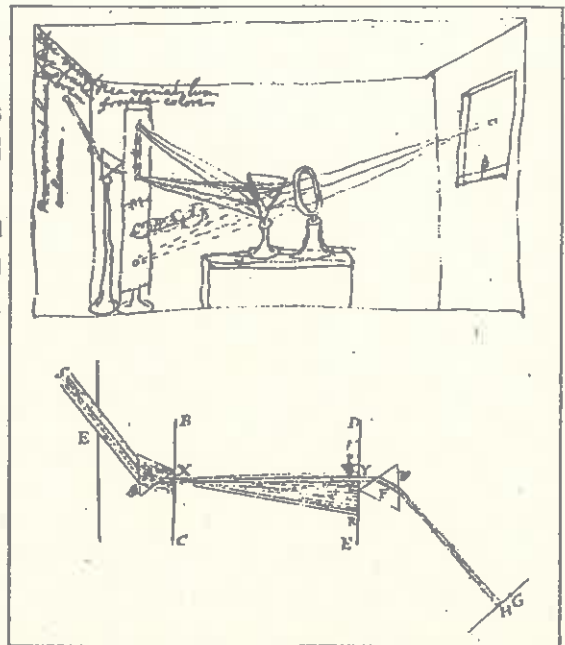
Cap a la dècada de 1850, la persecució dels elements va prendre un gir molt important gràcies al descobriment d'una nova tècnica, l'espectroscòpia. Això era tornar al vell descobriment de Newton que la llum tenia un espectre de diferents colors. Newton havia separat aquells colors en fer passar la llum solar a través d'un prisma de vidre.

Més tard els químics varen descobrir que les diferents substàncies emetien uns colors diferents quan les escalfaven.

1. OBJECTIUS DE L'EXPERIÈNCIA.

Els objectius de l'experiència són:

- Estudi del descobriment d'alguns elements químics a partir de l'espectroscòpia
- Observació d'espectres de vapors i gasos i la identificació de les substàncies que els produeixen.



2. EMPREMTES DE COLOR.

L'any 1758, el químic alemany Marggraff, es va adonar que la sosa (hidròxid de sodi) cremava amb una flama groga i la potassa (hidròxid de potassi) ho feia amb una de color violat. El 1834, un físic anglès, Henry Fox Talbot (un dels inventors de la fotografia), va portar un pas més endavant aquesta mena d'anàlisi del color. Ja s'havia esbrinat que el liti i l'estranci cremaven amb una flama roja. **Els seus colors eren exactament els mateixos o hi havia alguna diferència entre ells?** Talbot va passar llum de cada flama a través d'un prisma i va descobrir que els dos espectres eren molt diferents.

L'any 1854, David Alter, un físic de Pensilvània, va suggerir que cada element químic tenia el seu propi espectre. En aquest moment oportú (l'any 1859), dos físics alemanys, Robert Wilhelm Bunsen i Gustav Robert Kirchhoff varen presentar un nou invent: l'espectroscopi, que permetia distingir clarament entre espectres d'igual color procedents de diferents elements químics.

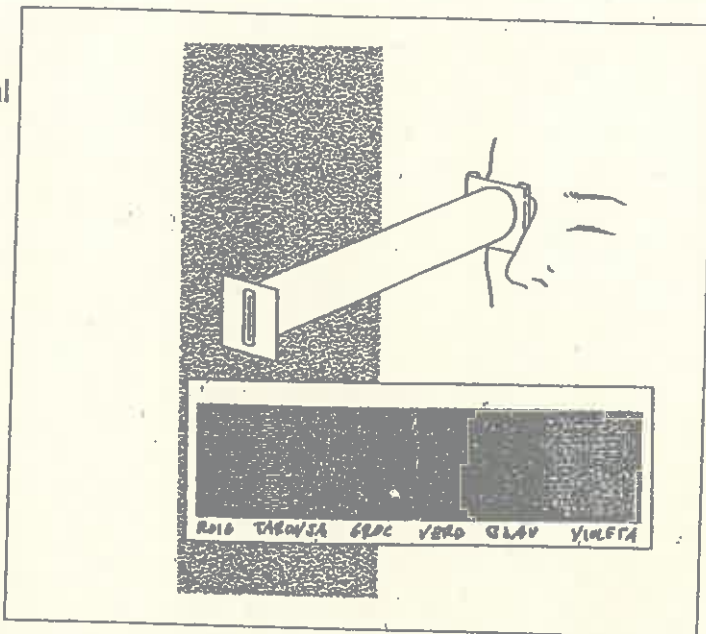
L'espectroscopi ens revela la composició d'un conjunt de radiacions, per la qual cosa s'utilitza per a l'observació d'un espectre, és a dir, serveix per analitzar fonts de radiacions que es dispersen quan travessen l'aparell.

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

2.1 Observació de la llum del Sol

Dirigiu l'espectroscopi cap el carrer de tal manera que hi entri la llum del Sol

Descriviu el que heu observat



La xarxa estén tots els colors en una franja que inclou tot l'espectre visible (arc de Sant Martí). La llum blanca que conté tots els colors o freqüències de l'espectre visible forma un **espectre o banda continu**, com podeu observar si mireu el sol a través de l'espectroscopi. Però quan només alguns colors estan presents en la llum observada, aquests apareixen com unes línies brillants (imatges de l'obertura), **espectre o banda discontinua**, en els llocs apropiats de l'espectre.

2.2. Observació de la llum groga del Sodi

Dirigiu l'espectroscopi cap a la làmpada de sodi i feu una descripció del seu espectre

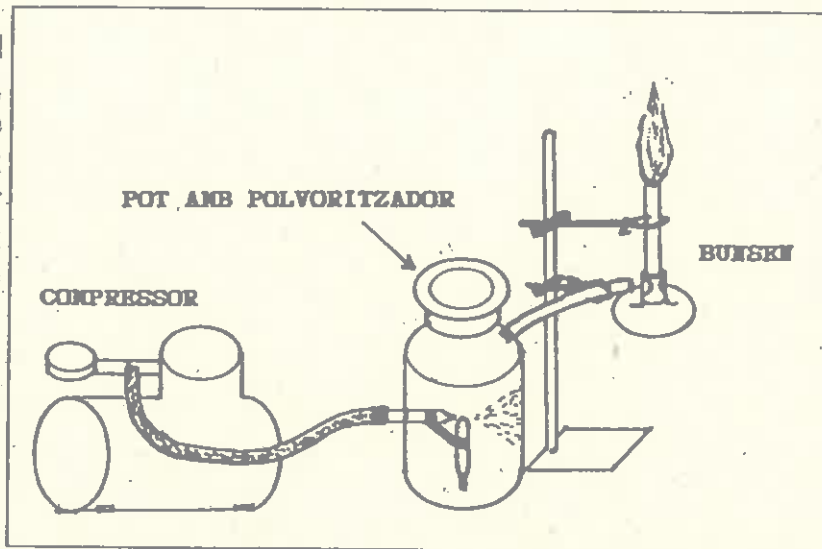
Si poseu clorur de sodi (sal de cuina) sobre un ganivet i el col·loqueu damunt del fogó de gas de casa vostra la flama es veurà groga. Per què?

Per fi, es disposava d'un mètode ràpid i convenient per identificar a un element, o fins i tot un compost. Cada element, segons esbrinaren Bunsen i Kirchhoff, tenia el seu propi i característic model de línies espectrals, tant distintiu com les empremtes digitals... Només calia escalfar una substància fins a fer-la brillar, mirar després la seva línia espectral a l'espectroscopi, i ja es podia dir, d'un simple cop d'ull, quins elements estaven presents, encara que apareguessin en proporcions molt petites. I el que és més important, es podia descobrir nous elements quan unes empremtes -ratlles- desconegudes apareixien en l'anàlisi espectral d'un mineral o de qualsevol mostra de matèria. Ara, es podia seguir el rastre dels elements desconeguts de manera sistemàtica, en lloc de recórrer a la pura casualitat.

2.3. Observació de la flama del Bunsen

Per a poder observar amb comoditat l'espectre de diferents flames usarem el següent aparell

El compressor dóna aire al polvoritzador d'efecte Venturi, muntat a l'interior del pot de polietilè i encarat cap a la paret oposada del pot. El polvoritzador produeix un núvol de gotes molt fines de la dissolució de sal que s'introdueix al l'interior del pot. Les gotes són arrossegades per l'aire a través del tub connectat al Bunsen i d'aquesta manera l'aire que rep estarà saturat de vapor de la substància que pretenem estudiar-ne l'espectre d'emissió



a. A continuació la professora introduirà una dissolució de clorur de sodi dins del pot i posarà el compressor en marxa.

Observeu la llum de la flama del bunsen, feu-ne un descripció i compareu-la amb la observada en la làmpada de sodi.

b. A continuació observareu l'espectre de l'aigua de Vichy i en fareu una descripció


c. Consulteu l'anàlisi química de l'aigua de Vichy i justifiqueu per què s'assemblen els dos espectres anteriors

Medalla de Oro Marca registrada Medalla Horezka

Declarada de utilitat pública por R.O. del 5 de marzo de 1883.
Agua mineral natural con gas carbónico añadido, bicarbonatada, clorurada, fluorada.
Agua micro-medicinal del mineral

VICHY CATALAN


CALDES DE MALAVELLA (GIRONA)
Temperatura en la emergencia 60°C.



COMPOSICION ANALITICA (mg/l): Bicarbonatos (CO₃) 2.013,0 • Cloruros (Cl) 631,2 • Sulfatos (SO₄) 44,3 • Fluoruros (F) 7,0 • Sodio (Na) 1.125,0 • Potasio (K) 51,7 • Litio (Li) 1,2 • Sílice (SiO₂) 72,0
Laboratorio Dr. Oliver Rodés. Barcelona, noviembre de 1991.

Por su alto contenido en fluor esta agua no debe ser utilizada de forma permanente por los niños durante los periodos de dentición.
Embotada por S.A. VICHY CATALAN, Roger de Llúria, 185. 08037 Barcelona. Reg. San. n.º 27.29/GE-8.

35163



8 410749 1

Contenido 1000 ml

Consumir preferentemente antes de fin de 1999

d. Mireu ara la flama que s'obté si posem aigua Font Vella al pot. Descriviu el seu espectre.

e. Observeu ara la flama que s'obté amb l'aire saturat per la dissolució de les següents sals, identifiqueu les principals ratlles espectrals i compareu-ho amb la transparència que us mostra la professora.

Clorur
de Liti

Clorur
d'Estronci

Clorur
de Calci

Clorur
de Bari

f. Consulteu l'anàlisi química de l'aigua Font Vella i justifiqueu el seu espectre



g. Consulteu a l'enciclopèdia el descobriment dels cations de les sals anteriors i apunteu-ho al vostre dossier.

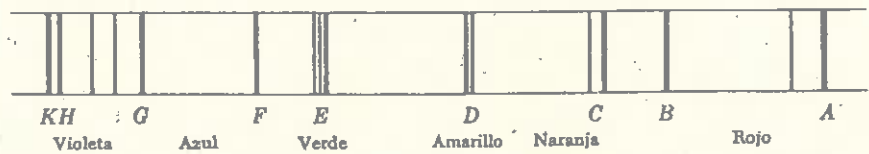
Amb experiments semblants al que vosaltres acabeu de realitzar Bunsen i Kirchhoff trobaren ràpidament dos nou elements. En analitzar els vapors d'una aigua mineral descobriren dues línies estranyes, una blava i l'altra roja. La línia blava es va demostrar que pertanyia a un nou metall alcalí, al que nomenaren "cessi" (de la paraula llatina *caesius* que significa "blau"), i la línia roja pertanyia a un metall al que nomenaren "rubidi" (del llatí *rubidus*, ros).

3. MIRANT A LA TERRA I AL CEL AMB L'ESPECTROSCOPI

Els altres químics adoptaren de seguida l'espectroscopi. El mateix any en què es va descobrir el rubidi, William Crookes, d'Anglaterra, va trobar un altre element en algunes sals formades en la fabricació de l'àcid sulfúric. Estava particularment interessat en l'element seleni, però, quan va escalfar aquestes sals i va estudiar la llum a través de l'espectroscopi, va descobrir una nova línia verda que no pertanyia a les línies del seleni. Aquesta línia verda va revelar un nou element, al que Crookes anomenà "tal.li", del vocable grec *thallós*, "branca verda".

A continuació, un físic alemany cec als colors, nomenat Ferdinand Reich, que formava equip amb un químic, Hieronymus Theodor Richter, va afegir un altre element a la llista, l'any 1863. Reich es trobava estudiant un mineral de zinc amb l'espectroscopi quan Richter, que no era cec als colors, va observar una línia de color indi (en castellà "indigo"), que no corresponia a cap línia coneguda. Assignaren a aquest nou element el nom d' "indi".

Mentre tant, l'espectroscopi havia estat adoptat per observar els estels. Alguns anys abans, al 1814, l'òptic alemany Joseph Fraunhofer va estudiar una peculiaritat en l'espectre continu del sol. Quan la llum passava a través d'una obertura i s'analitzava amb un bon sistema de prismes, la continuïtat dels colors apareixia trencada per una sèrie de **ratlles fosques**, fines, estables i separades regularment. Fraunhofer va comptar més de 700 ratlles negres (ara en trobem 15.000). A les ratlles negres més prominents els assignà les lletres A, B i C. Va trobar també ratlles anàlogues en els espectres d'alguns estels



3.1. Observació de les ratlles de Fraunhofer

Col·loqueu davant de la xarxa de l'espectroscopi el tros de plàstic de polietilè blanc translúcid.

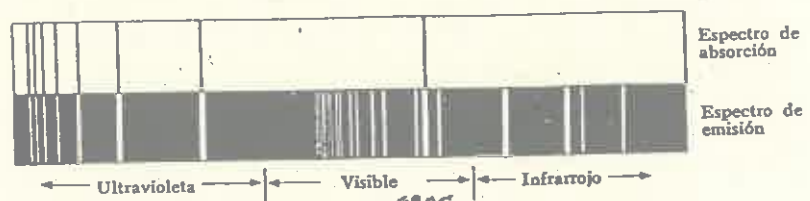
- Mireu el Sol amb l'espectroscopi.
- Dibuixeu i expliqueu breument l'espectre observat



Les línies fosques de Fraunhofer que es veuen són línies d'absorció.

L'observació clau que va conduir a una millor comprensió, tant dels espectres d'absorció com dels d'emissió, va arribar l'any 1859. En aquell temps es sabia que la ratlla d'emissió del vapor calent del sodi metàl·lic, que ja heu observat vosaltres, tenia la mateixa longitud d'ona que la ratlla fosca i molt ampla de l'espectre solar a la que Fraunhofer havia assignat la lletra D, i que també heu pogut observar vosaltres.

A que creieu que és deguda aquesta coincidència?



Comparación de las rayas de los espectros de absorción y de emisión del vapor de sodio.

L'espectroscopi va mostrar que els elements en estat fred (és a dir, que no brillessin) **absorbirien** llum de la mateixa longitud d'ona que la que **emetien** quan brillaven.

Això significava que uns gasos freds en l'atmosfera solar absorbien part de la llum que emetia el sol. I, si això era així, llavors les línies obscures contindrien les empremtes dels elements de l'atmosfera del sol. En altres paraules, l'espectroscopi faria possible a l'home esbrinar quins elements estaven presents en l'atmosfera dels cossos celestes, no només del sol, sinó també d'altres estels i fins i tot dels planetes.

3.2. Suggestiu algun experiment que serveixi per a demostrar que les ratlles de Fraunhofer, en l'espectre solar, són degudes a l'absorció en l'atmosfera solar i no en la terrestre.

3.3. Expliqueu com es podria decidir, a partir de les observacions espectroscòpiques, si la lluna i els planetes brillen amb la seva llum pròpia, o simplement reflecteixen la llum de sol?

Els astrònoms ràpidament esbrinaren que els elements dels cossos espacials eren els mateixos que els de la Terra. Aristòtil s'havia equivocat per complet: l'univers celeste no estava fet d'algun "èter" especial, o "quintaessència", sinó de la mateixa matèria que el nostre planeta.

De totes maneres, un element desconegut a la Terra va aparèixer al sol. El 1869, els astrònoms observaven l'atmosfera del sol amb un espectroscopi durant un eclipsi solar, i el francès Pierre Jules César Janssen va observar la presència d'una nova línia groga. Un astrònom anglès, Norman Lockyer, va suggerir que allò representava un nou element; el va anomenar "heli" (del vocable grec *helios*, que designava el Sol). Els químics no l'acceptaren en aquella època. L'heli no es va afegir a la llista dels 72 elements oficialment coneguts fins al cap de molts anys després quan es va trobar i aïllar aquí a la Terra.

3.4. Observació de les radiacions de tubs de descàrrega de gasos

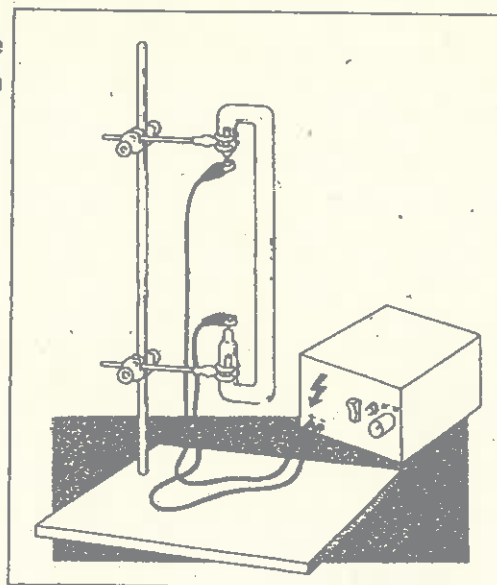
a. Observeu amb l'espectroscopi la llum del tub de descàrrega dels següents gasos, i feu-ne una descripció breu:

Hidrogen

Heli

Mercuri

Neó



b. Compareu -ho amb els espectres projectats.

3.5. Busqueu a l'enciclopèdia quan es va descobrir i aïllar cadascun dels anteriors elements.

B. ACER, ESTRELLES I ESPECTRES.

Llegiu les preguntes següents que haureu de respondre en grup després de veure el vídeo **Acer, estrelles i espectres.**

Universitat Oberta, Curs de Fonaments de la Ciència (7), 20 min. TV3, 1991

1. Quina és l'aplicació industrial dels espectres atòmics?
2. Quina és la composició qualitativa d'un acer?
3. Com es crea un espectre d'absorció?
4. Perquè es veu una ombra groga si il·luminem una flama de sodi o vapor de mercuri amb un llum de sodi o mercuri respectivament?
5. Què passa i perquè si el llum utilitzada en la pregunta anterior és de llum blanca?
6. Perquè és groga la flama del sodi?
7. Per explicar l'observació de línies espectrals diem que l'electró no perd energia en forma continua, què vol dir això?
8. Perquè hem de donar una descàrrega elèctrica a un gas tancat en un tub de vidre per a provocar un espectre d'emissió?
9. Què és un fotó o un paquet d'energia?
10. Com s'interpreta una línia espectral?
11. Què cal per observar les línies espectrals de l'hidrogen més enllà del visible?
12. Quina és l'explicació de la sèrie de línies de Balmer de l'hidrogen?
13. Quantes línies espectrals podríem obtenir si dins del tub de vidre hi hagués un únic àtom d'hidrogen?
14. Què podem esbrinar mitjançant l'anàlisi de l'espectre d'una estrella?
15. Qui va iniciar l'anterior aplicació dels espectres?
16. Qui va iniciar la utilització dels espectres per anàlisi química?

Miquel Calvet Solé
IES de Castellar
Novembre, 1995

Material Complementari

Adolf Cortel. Espectroscòpia. Protocols de Física i Química, 37(9) . C.D.E. Ciències. Barcelona

Lluís Nadal Balándras. Utilització d'un compressor per excitar espectres de sals. Protocols de Física i Química, 338. Una altra manera de veure l'espectre d'absorció del sodi. Protocols de Física i Química, 353.
Determinació de la constant de Planck utilitzant un espectroscopi casolà i un tub de descàrrega d'hidrogen, Protocols de F i Q, 331.
C.D.E. Ciències. Barcelona. Departament d'Ensenyament

Imma Ros i Anna Aparicio. Recull d'Experiències per l'Estudi de l'Estructura Atòmica. Materials Didàctics de l'Àrea de Física i Química del CDEC. Barcelona.

Publicacions on hi ha espectres de gasos en color:

Babor Ibarz, 1983. Química General Moderna. Editorial Marín. Barcelona 1983.

Berkeley Course of Physics. Ondas. Editorial Réverte, S.A.

Eurociencia. Tableau des Spectres, ref 212 007 P. Análisis espectral y espectroscopia (II), ref 815 427. Les étoiles: couleur et spectre. ref 815 431 p

Bibliografia

Asimov, Isaac, 1962. La Búsqueda de los Elementos. Editorial Plaza i Janes. Barcelona, 1983

Asimov, Isaac 1965. Breve Historia de la Química. El libro de bolsillo. Alianza Ed. Madrid, 1975

Berkeley Course of Physics. Ondas. Editorial Réverte, S.A.

Holton, Gerald i Brush, Stephen G. Introducción a los Conceptos y Teorías de las Ciencias Físicas, segona edició. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, 1989

PSSC. Física, tercera edició. Editorial Reverté. Barcelona, 1983.

Tipler, Paul A. . Física , traducció de la tercera edició nord-americana. Col·lecció Scriptorium. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, 1994

Referència de Vídeos

Universitat Oberta, Curs de Fonaments de la Ciència. TV3. 1990

La llum. en busca d'un model

La mesura dels electrons i els àtoms

Acer. estrelles i espectres.

Els elements descoberts

El elements organitzats: la taula periòdica

Universitat Oberta, Descobrint la Física. TV3. 1990

El missatge de la llum de les estrelles

FUTURO

ASTROFÍSICA ► CUERPOS CELESTES

Dos fotos terminan con las dudas acerca de la existencia de enanas marrones

J. N. WILFORD, Nueva York. Existen estrellas y existen planetas, y ahora los astrónomos están mucho más seguros que nunca de que existe algo intermedio, objetos oscuros llamados enanas marrones que no llegaron nunca a ser astros. En el observatorio Palomar, en California (EE UU), unos científicos han obtenido la primera fotografía de uno de estos misteriosos cuerpos, detectando también la presencia allí de metano, prueba de que el objeto es demasiado frío para ser una estrella. Su logro ha sido confirmado por otras fotografías y medidas realizadas con el telescopio espacial *Hubble*. [La enana marrón bautizada *Teide 1* por el equipo del Instituto de Astrofísica de Canarias que la descubrió y dada a conocer el pasado mes de septiembre no ha sido aún fotografiada].

Después de tres décadas de teorías y búsquedas, los astrónomos tienen por fin fotos de una enana marrón, algo sin masa suficiente para generar la fusión nuclear en su interior y brillar como el Sol, pero demasiado masiva para ser un planeta. La nueva enana marrón se parece bastante a Júpiter, pero es entre 20 y 50 veces más masiva. Es 250.000 veces menos brillante que el Sol en el cielo, es mucho más frío que cualquier estrella y seguramente el objeto de luz más débil observado en compañía de otro astro. La enana marrón está junto a la pequeña estrella *Gliese 229*, que está a 19 años luz en la constelación *Lepus*.

El nuevo cuerpo ha sido bautizado GL229B y fue dado a conocer la semana pasada en las revistas *Nature* y *Science*. Este insólito doblete de publicación científica estuvo acompañado por la presentación de los datos correspondientes del *Hubble*.

"Es indudablemente una enana marrón", afirma Shrinivas Kulkarni, del Instituto de Tecnología de California y uno de los descubridores de GL229B. Otros investigadores han afirmado que, efectivamente, se ha identificado una enana marrón, así llamada por su reducido tamaño y apagada luminosidad. "Este objeto borra cualquier duda acerca de la existencia de enanas marrones", dice Stephen Maran, astrónomo de la NASA.

Propiedades físicas

La importancia del descubrimiento va más allá del reconocimiento de una nueva clase de fenómeno cósmico. "El universo es mucho más diverso que el sistema solar en que vivimos", dice Anne Kinney, del Instituto del Telescopio Espacial. Los científicos también esperan, con las observaciones de enanas marrones, determinar los límites de masa, temperatura y otras propiedades físicas y químicas de las estrellas, y tal vez los diferentes procesos que conducen a la formación de planetas o enanas marrones.

Las técnicas para buscar enanas marrones y examinar sus características pueden ser aplicadas también en la búsqueda de sistemas planetarios alrededor de otras estrellas. Con GL229B

como modelo, los astrónomos serán más capaces de distinguir entre planetas masivos como Júpiter y enanas marrones.

Otra razón por la que los científicos buscan enanas marrones es ver si puede haber suficientes cuerpos de estos para constituir una parte significativa de la materia oscura del universo, es decir, la materia invisible que podría constituir el 90% de todo lo que existe.

El primer indicio de la presencia de GL229B se logró hace un año utilizando sensores avanzados en el telescopio de 60 pulgadas del observatorio de Monte Palomar. Astrónomos de Caltech y de la Universidad John Hopkins detectaron un objeto oscuro a unos 6.500 millones de

kilómetros de la estrella GL229, aproximadamente la distancia que hay entre Plutón y el Sol. Después estudiaron el objeto con el telescopio *Hale*, de 220 pulgadas, con instrumentos ópticos especiales y una cámara infrarroja.

La firma del metano

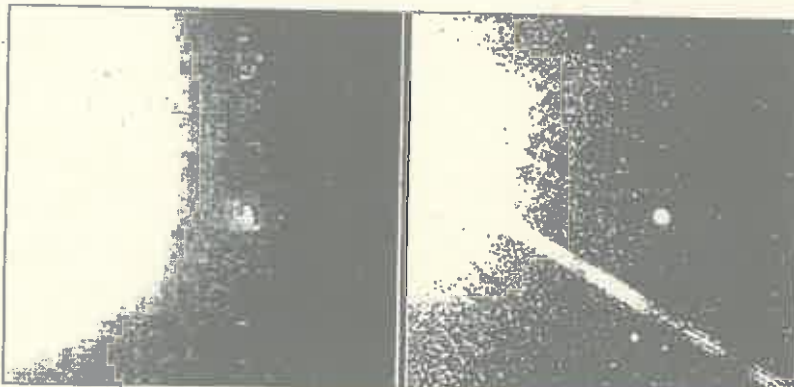
En estas observaciones encontraron las trazas del metano en la atmósfera de la enana marrón. Las moléculas de metano se forman en las condiciones de baja temperatura de planetas y enanas marrones viejas, pero no puede existir en el intenso calor de las estrellas.

La detección de metano en GL229B "fue una gran revelación", ha dicho Kulkarni. Des-

pues, el pasado 17 de noviembre, se tomaron con el *Hubble* las imágenes que no dejan dudas acerca de la enana marrón. Dentro de seis meses se realizarán más observaciones con el telescopio espacial para precisar la distancia del nuevo cuerpo celeste.

Una estrella se forma a partir de nubes de gas con una masa equivalente a 80 Júpiter como mínimo, o el 8% de la masa del Sol. Una enana marrón joven puede emitir algo de calor por la energía gravitacional de la compresión del gas interestelar, pero si no alcanza una masa mínima la presión en su interior no es suficiente para encender las reacciones nucleares.

© The New York Times.

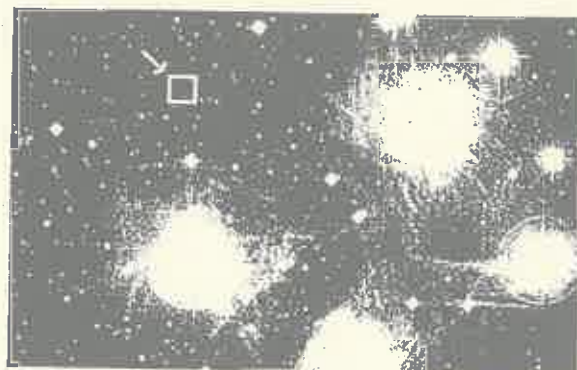


Las dos fotografías de la enana marrón GL229B (la manchita a la derecha de la estrella GL229) tomadas con el telescopio de Monte Palomar (izquierda) y con el *Hubble* (derecha).

Una prueba de litio confirma Teide 1

MÓNICA SALOMONE S. Cruz de Tenerife. "Las enanas marrones existen. Oficial", aseguraba la revista *Nature* en portada el 14 de septiembre pasado. Los astrónomos llevaban décadas buscando estos escudizos objetos sin apenas brillo, mucho mayores que los planetas, aunque no lo bastante como para llegar a ser estrellas, y *Teide 1* se convertía así en el primero descubierto por fin. Su masa, como máximo 60 veces mayor que la de Júpiter, está por debajo de las 0,08 masas solares consideradas frontera entre las enanas marrones y las ya estrellas.

El pasado 19 de noviembre el grupo del IAC, liderado por Rafael Rebolo, junto con otro de la Universidad de California en Berkeley (EE UU) detectó la presencia de litio en este objeto, lo que se considera la prueba definitiva. La masa se estima a partir de la



Localización de Teide 1 en el cúmulo de las Pléyades.

luminosidad, pero cuando ésta es tan poca hay incertidumbre. "Es física de laboratorio", explica Rebolo. "Si hay fusión termonuclear, como en el caso de las estrellas, el litio se destruye: si hay litio, es una enana marrón".

Los resultados serán publicados pronto en una revista científica. "El test del litio es complejo. Nos costó

ocho horas de observación en el telescopio Keck, en Hawai, y al quinto espectro lo conseguimos. Fue emocionante. Durante toda la noche otros investigadores nos mandaban mensajes electrónicos preguntando cómo íbamos", dice Rebolo, que recuerda que el siguiente turno de observación correspondía precisamente al equipo de

Caltech, que anuncia ahora su enana marrón. "Nos dijeron que iban también a buscar litio".

Los datos publicados hacen pensar a este experto que "lo que han encontrado en Caltech es seguramente el objeto en que se convertirá *Teide 1* cuando tenga unos 5.000 millones de años, la edad del Sol. Ahora sólo tiene 100".



MARCAIDE Y OTROS. Un año en la vida de la supernova SN1993J.

Una película del crecimiento de la supernova SN1993J

EL PAÍS, Madrid. Hace unos 12 millones de años, una estrella enorme estalló, exhausta de combustible, en la galaxia M-81. En la explosión lanzó al espacio enormes cantidades de materia y liberó de repente la energía que habría emitido a lo largo de millones de años si hubiera seguido una vida tranquila de estrella quemando hidrógeno en reacciones nucleares. La luz de la supernova tardó 12 millones de años en recorrer la distancia que hay entre la M-81 y la Tierra, y en 1993, el astrónomo aficionado español Francisco García la descubrió en el cielo.

Los científicos apuntaron inmediatamente hacia SN1993J sus telescopios. Uno de los grupos que se volcó en la explosión es el dirigido por Juan María Marcaide (Universidad de Valencia), y ahora ellos han presentado la primera película de una supernova en la que se aprecia a SN1993J en acción, su expansión durante 12 meses a partir de septiembre de 1993. Es una secuencia de imágenes elaborada con los datos obtenidos simultáneamente con radiotelescopios situados en EE UU y en Europa. Esta técnica, que combina los registros de las antenas, se denomina interferometría y proporciona una gran resolución.

El grupo dirigido por Marcaide, formado por 15 investigadores de cinco países, ha presentado la secuencia de un año de la supernova en la revista *Science* (1 de diciembre), mostrando que la expansión de esa explosión estelar es extremadamente constante y de forma circular. Estos resultados, explican, "confirman como el modelo más plausible aquel en que la radiación se crea por un choque del gas de la supernova contra el material que rodeaba a la estrella progenitora y que ella misma había expulsado en su evolución anterior, como lo hacen todas las estrellas en la fase de sus vidas conocida como gigante roja".