

EQUILIBRIO QUIMICO DISOCIATIVO EN ENVOLTURAS  
CIRCUMESTELARES

C.A. NUNEZ y E.R. IGLESIAS

Instituto de Astronomía y Física del Espacio

RESUMEN:

Se ha estudiado el equilibrio químico disociativo de 76 especies moleculares compuestas de H, O, C, N, Si y S en 3 grupos de objetos que presentan envolturas circumestelares:

GRUPO I: Constituido por estrellas ricas en carbono, casi totalmente oscurecidas por las densas envolturas que las rodean. Un objeto típico de esta clase es IRC+10216, de gran interés por la creciente cantidad de moléculas observadas en su envoltura y la complejidad de algunas de ellas. CIT 6, CRL 618, CRL 2688 han sido indicadas como muy similares en su estructura y composición a IRC+10216 (Geballe 1974, Crampton et al. 1975).

GRUPO II: Se compone de objetos ricos en oxígeno, con estrellas centrales gigantes o supergigantes M altamente oscurecidas. VYCMa y NMLCyg son los miembros mejor estudiados de esta clase, con características similares en su distribución de energía infrarroja y sus propiedades de máseres OH, H<sub>2</sub>O y SiO (Benson y Mutel 1979; Rosen et al. 1978; Snyder y Buhl 1974, 1975).

GRUPO III: Formado por estrellas tipo RCrB, caracterizadas por abundancias anormales (C/H = 10), altas luminosidades y la presencia de una envoltura de partículas (de carbono) durante el período posterior a su mínimo (Feast 1969) responsable de los altos excesos infrarrojos observados.

Para el estudio de las condiciones físicas prevalecientes en las envolturas de los 3 grupos de objetos se utilizaron modelos de distribución de temperatura (Larson 1969) y densidad (Taam y Schwartz 1976) que consideran simetría esférica y la simplificación de envolturas estáticas en el caso gris. Se eligieron las relaciones  $n(r) \propto r^{-2}$  para los dos primeros grupos y  $n(r) \propto r^{-0.2}$  para el GRUPO III, por ser estos valores del exponente los que mejor reproducen las observaciones. Las distribuciones correspondientes se muestran en los gráficos I a III.

La TABLA I muestra los parámetros representativos de los distintos grupos que fueron utilizados como datos astronómicos para los modelos. Los juegos de abundancias elementales se seleccionaron comparando las densidades de columna obtenidas en equilibrio para cada especie con las observadas.

Las concentraciones químicas de las especies consideradas, elegidas en base a los resultados de recientes observaciones y a los cómputos

TABLA I

	Masa envoltura	Luminosidad objeto central	Radio externo envoltura	Radio interno envoltura	Abundancias elementales H: O: C: N: Si: S *
GRUPO I	$0.1 M_{\odot}$	$4 \times 10^4 vL_{\odot}$	$2.5 \times 10^{17}$ cm	$1. \times 10^{14}$ cm	$1:5.9 \times 10^{-4}:7.1 \times 10^{-4}:8.1$
GRUPO II	$0.1 M_{\odot}$	$10^5 L_{\odot}$	1000 U. A.	60 U. A.	$1:8 \times 10^{-4}:3 \times 10^{-4}:8.9 \times 10^{-4}$
GRUPO III	$10^{-9} M_{\odot}$	$6 \times 10^3 L_{\odot}$	10 U. A.	1 U. A.	$10^{-2}:10^{-1}:1:10^{-1}$

\* En todos los casos se consideró la relación Si:S = solar (Tsuji 1973)

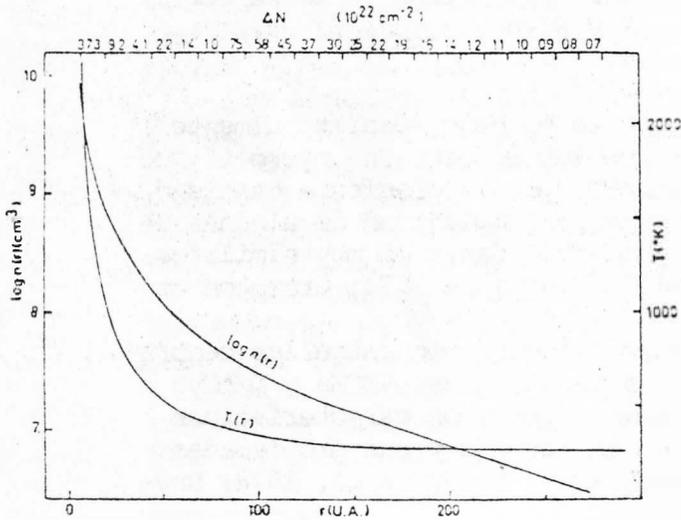


Figura I: Distribuciones de densidad y temperatura para el grupo I. El margen superior indica las densidades de columna cada 14.3 U. A.

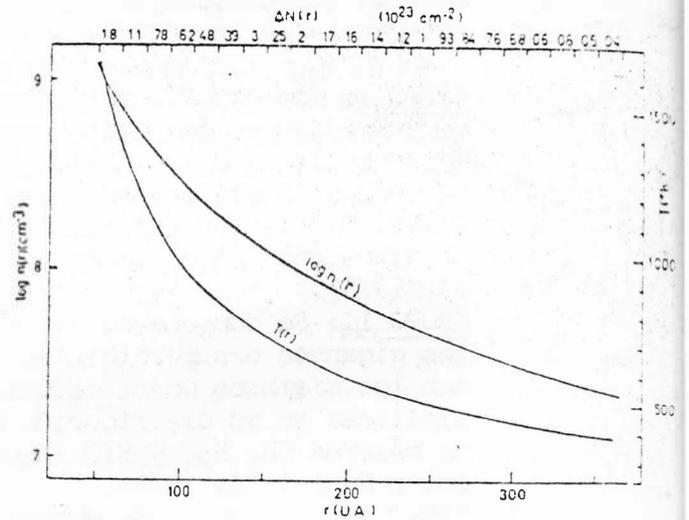


Figura II: Distribuciones de densidad y temperatura para el grupo II. El margen superior indica las densidades de columna cada 12.5 U. A.

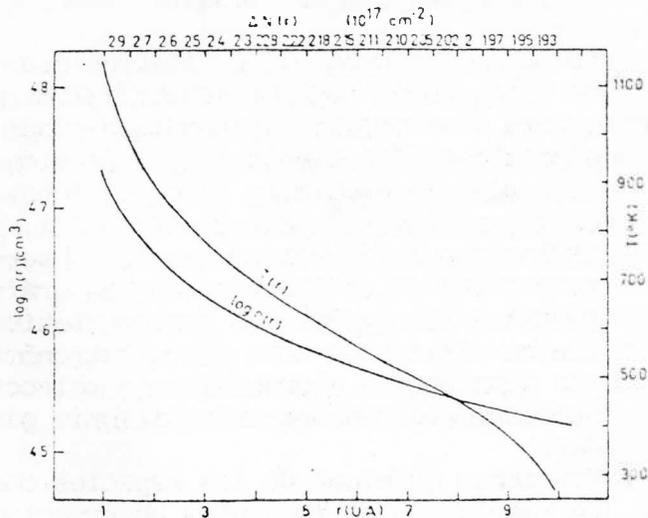


Figura III: Distribuciones de densidad y temperatura para el grupo III. El margen superior indica las densidades de columna cada 0.5 U. A.

tos previos de Tsuji (1964, 1973), se obtuvieron a partir de las ecuaciones de equilibrio químico disociativo (de Jager y Neven 1957, Tsuji 1964). Las constantes de disociación fueron calculadas mediante el método estadístico de Gibson y Heitler (1928) utilizando las constantes moleculares y energías de disociación publicadas por Janaf (1971). Esto permitió actualizar los valores computados por Tsuji (1964) y extender el rango de temperatura por debajo de los 1000°K. Las constantes de disociación de  $C_3N$ ,  $HC_3N$ ,  $C_5N$ ,  $HC_5N$ ,  $C_7N$ ,  $HC_7N$ ,  $C_9N$ ,  $HC_9N$  fueron aproximadas. Los datos moleculares para las especies con largas triples ligaduras de C se obtuvieron de Duff y Bauer (1962). Las presiones de vapor del grafito, silicio, carburo de silicio y dióxido de silicio, especies para las que se consideró condensación (Gilman 1969), se calcularon con las energías de sublimación publicadas por Janaf (1971).

Las figuras IV, V y VI muestran las concentraciones de las especies más abundantes para los 3 grupos. La comparación detallada entre los resultados obtenidos y las observaciones se publicará más adelante. Sin embargo, algunas conclusiones que pueden adelantarse son:

- i) El equilibrio químico puede explicar las abundancias observadas de la mayoría de las moléculas en las envolturas internas de IRC+10216 y objetos similares.
- ii) En este esquema, no es factible mantener la hipótesis del "congelamiento" de las abundancias en equilibrio (como sugieren Winnewisser y Walmsley 1978). Otros mecanismos intervendrían en la producción de las especies observadas en las regiones más externas de las envolturas así como de  $C_3N$ ,  $HC_3N$ ,  $HC_5N$ , y  $HC_7N$ .
- iii) Algunas características de los máseres de  $H_2O$  y  $SiO$  en VYCMa y NMLCyg pueden explicarse con este modelo, no así el principal componente de las envolturas tipo RCrB, lo cual está de acuerdo con los grandes excesos infrarrojos observados.

#### REFERENCIAS

- Benson, J.M.; Mutel, R.L.; Fix, J.D. y Claussen, M.J.: 1979, Ap.J. 213, 71.
- Crampton, D.; Cowley, A.P. y Humphreys, R.M.: 1975, Ap.J. (Letters) 198, L135.
- de Jager, C. y Néven, L.: 1957, Mém.Soc.R.Sc.Liege 18, 357.
- Duff, R.E. y Bauer, S.H.: 1962, J.Chem.Phys. 36, 1754.
- Feast, M.W.: 1969, "Variable stars and stellar evolution". IAU Symp. N° 67. (ed. Sherwood, U.E. y Plaut, L.).
- Geballe, T.R.: 1974, Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley.
- Gibson, G.L. y Heitler, W.: 1928, Zs.f.Phys. 49, 465.
- Gilman, R.C.: 1969, Ap.J. (Letters) 155, L185.
- Janaf, Thermochemical Tables 1971, U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards.
- Larson, R.: 1969, Mon.Not.R.astr.Soc. 145, 297.

- Rosen, B.R.; Moran, J.M.; Reid, M.J.; Walker, R.C.; Burke, B.F.;  
Johnston, K.J. y Spencer, J.H. 1978, Ap.J. 222, 132.
- Snyder, L.E. y Buhl, D.: 1974, Ap.J. (Letters) 189, L31.  
1975, Ap.J. 195, 359.
- Taam, R.E. y Schwartz, R.D.: 1976, Ap.J. 204, 642.
- Tsuji, T.: 1964, Proc. Japan Academy 40, 99.  
1973, Astron. & Ap. 23, 411.
- Winnewisser, G. y Walmsley, C.: 1978, Astron. & Ap. 70, L37.

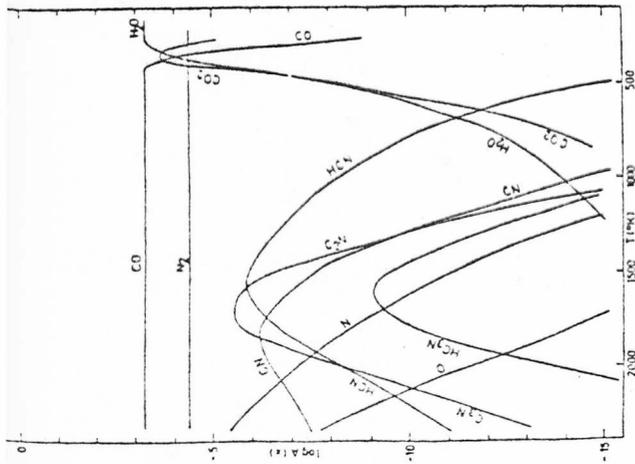


Figura IV: Abundancias moleculares para el grupo I. (La línea de trazos indica la abundancia de trazos en el segundo cuadro y de silicio condensado en el tercero).

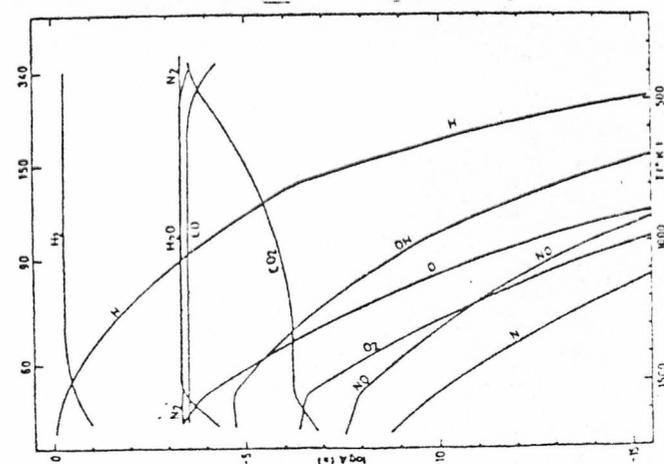
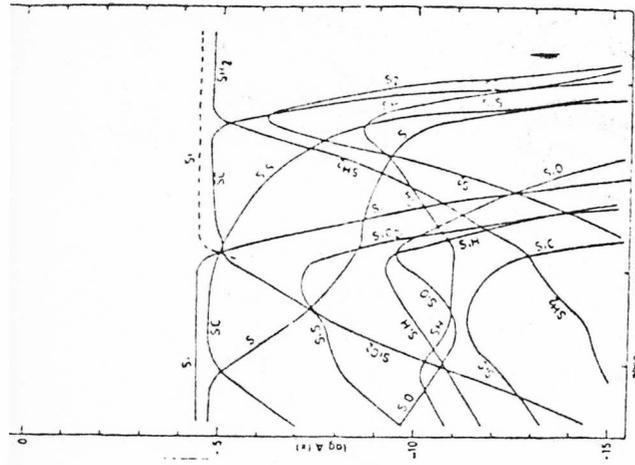
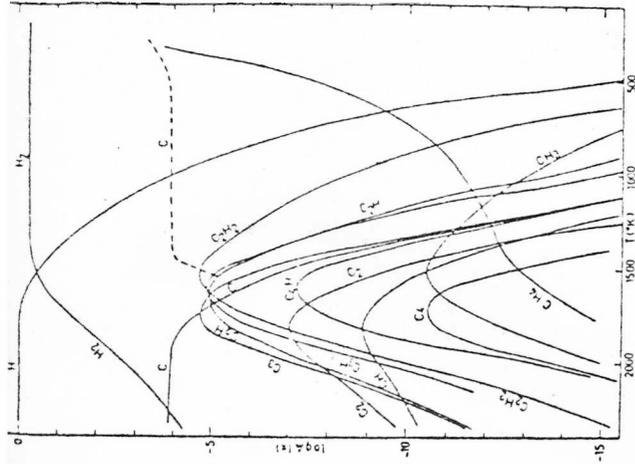


Figura V: Abundancias moleculares para el grupo II. (Las líneas de trazos indican las abundancias de Si y SiO<sub>2</sub> condensados).

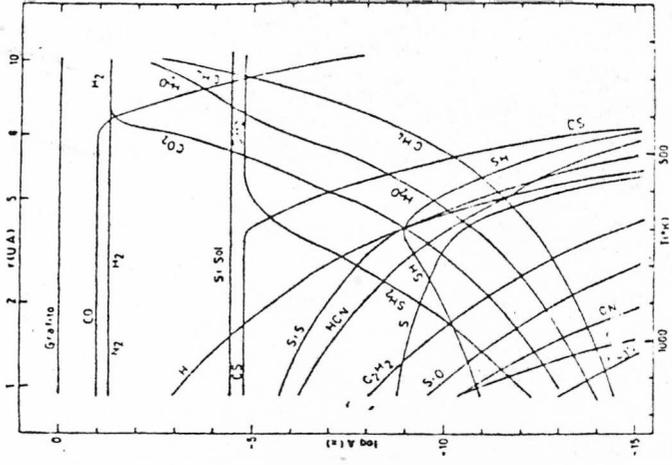


Figura V: Abundancias moleculares para el grupo III. (El carbono y el silicio están condensados en todo el intervalo de temperaturas).