

CURVAS DE CRECIMIENTO EMPIRICAS PARA EL SOL

M.M. VILLADA y Luis A. MILONE

Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional
de Córdoba

La curva de crecimiento empírica está afectada en forma negativa por los errores en los anchos equivalentes medidos y en los valores de las fuerzas de oscilador.

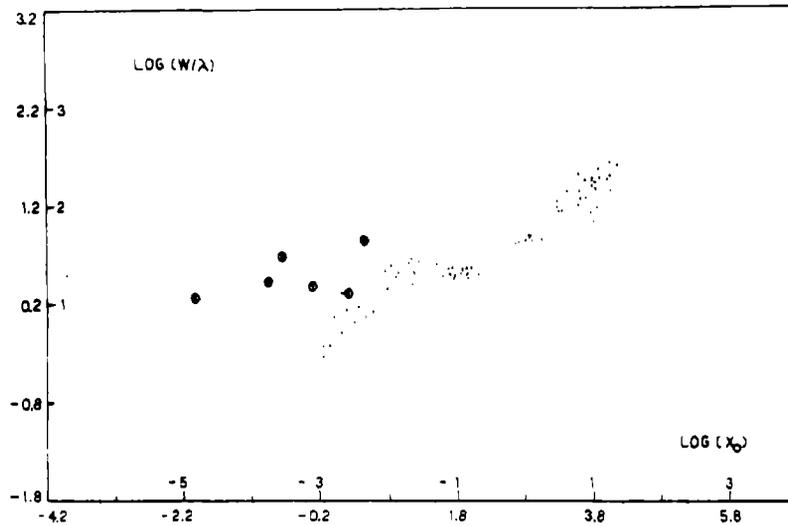
Con la finalidad de estimar cualitativamente los montos de estos errores, en el presente trabajo se han elegido los anchos equivalentes y las fuerzas del oscilador que representan el conjunto de valores más confiable de que se dispone en la actualidad.

Para los anchos equivalentes se utilizó la publicación de Moore, Minnaert y Houtgast (1966). Estos anchos equivalentes han sido obtenidos de espectros con una dispersión de 0.3 Å/mm. Las fuerzas de oscilador empleadas son las publicadas en las tablas de Kurucz y Peytremann (1975), siendo éstas las más modernas y/o extensas que se dispone. Estos autores utilizaron el modelo Thomas-Fermi-Dirac para representar las funciones de onda de los átomos complejos. Los parámetros libres de estos modelos los ajustaron tratando de representar de la mejor manera posible los niveles de energía de los distintos elementos. Como subproducto obtuvieron las fuerzas de oscilador correspondiente a las diferentes transiciones, que resultan así, valores semiempíricos.

Se eligió el Fe I para construir las curvas y considerando la disposición de las líneas en las tablas de Moore (1945), se agruparon éstas en seis familias de multipletes, con un promedio de 100 líneas cada una y cubriendo el rango de 0 a 5 eV en los potenciales de excitación:

Primera familia de multipletes:	multiplete 1 al 8	con $\bar{\chi}_1 = 0.05$ eV;
		72 ls.
Segunda " " " :	" 12 al 29 "	$\bar{\chi}_2 = 0.95$ eV;
		151 ls.
Tercera " " " :	" 60 al 102 "	$\bar{\chi}_3 = 2.20$ eV;
		156 ls.
Cuarta " " " :	" 383 al 397 "	$\bar{\chi}_4 = 3.00$ eV;
		69 ls.
Quinta " " " :	" 1077 al 1102 "	$\bar{\chi}_5 = 4.21$ eV;
		113 ls.
Sexta familia de multipletes:	multiplete 1303 al 1314	con $\bar{\chi}_6 = 5.02$ eV;
		46 ls.

En total se utilizaron 607 líneas.



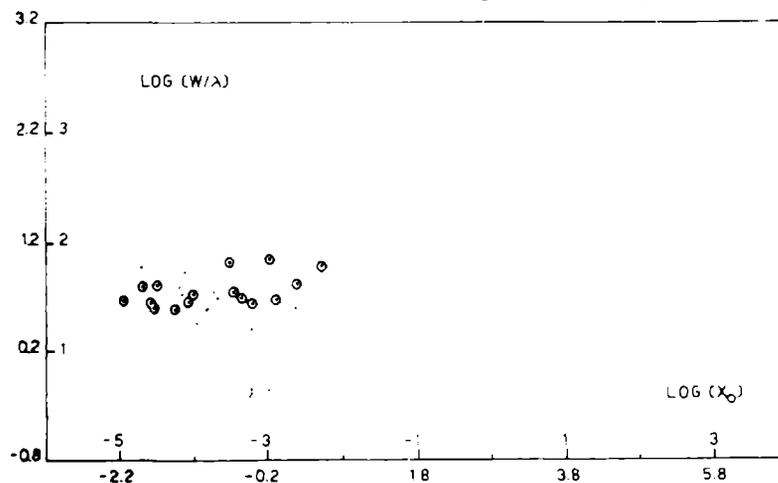
CURVA DE CRECIMIENTO ($\Delta\chi = 0.90$ eV)

Curva de crecimiento para líneas de FeI, pertenecientes a los multipletes del N° 12 al 29.

En la Fig. N° 1 se observa la curva empírica para $\Delta\chi = 0.90$ eV; $\Delta\chi$ es la diferencia de los potenciales medios de excitación entre la familia de multipletes con $\bar{\chi}_2 = 0.95$ eV y la que se tomó como base para construirla, $\bar{\chi}_1 = 0.05$ eV.

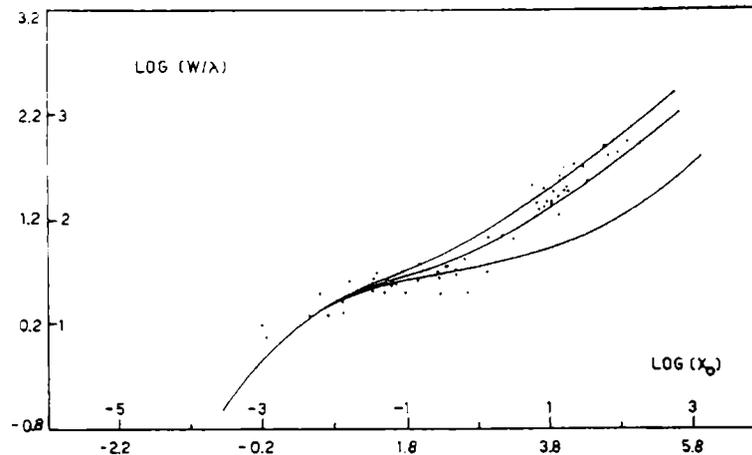
Los puntos centrados en círculos corresponden a líneas blendadas. Salvo éstos, el resto se ajusta bastante bien a una curva; podemos interpretar entonces, que la dispersión en esta zona de la curva puede ser debida, al menos parcialmente, a que las líneas débiles en la región ultravioleta del espectro están fuertemente blendadas. Es de notar que los autores Moore, Minnaert y Houtgast (1966), indican que debido a su forma de calcular los anchos equivalentes, éstos pueden estar sobrevaluados en dicha zona.

CURVA DE CRECIMIENTO ($\Delta\chi = 2.95$ eV)



Curva de crecimiento para líneas de FeI, pertenecientes a los multipletes del N° 383 al 397.

Este problema es más evidente en la Fig. N° 2, que es la curva para $\Delta\chi = 2.95$ eV. Esta dispersión que se encuentra para las líneas en el ultravioleta nos previene del cuidado que se debe poner al trabajar con anchos equivalentes, pues estas curvas corresponden al Sol, cuyos espectros son los obtenidos en las mejores condiciones y con las más altas dispersiones.

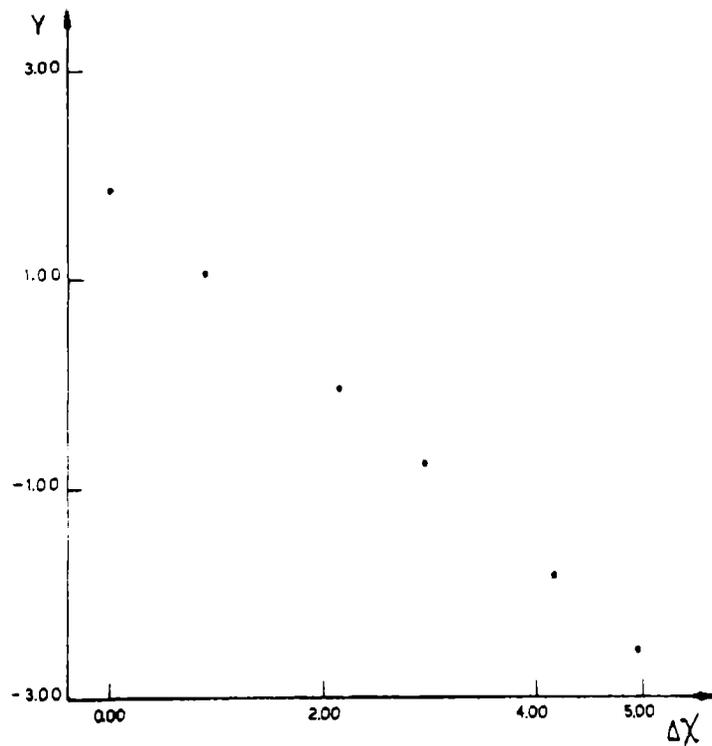


CURVA DE CRECIMIENTO ($\Delta\chi=0$)

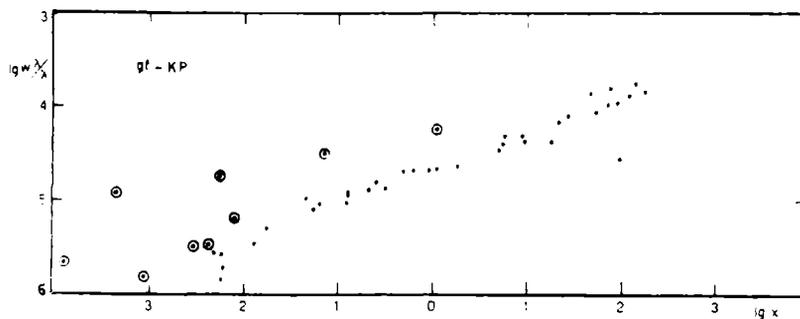
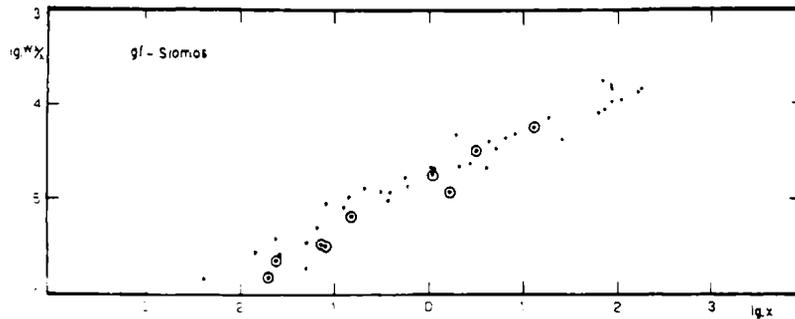
Curva de crecimiento para líneas de FeI, pertenecientes a los multipletes del N° 1 al 8. Las curvas en trazo continuo corresponden a curvas teóricas en la aproximación de Schuster-Schwarzschild.

En la Fig. N° 3 se encuentra la curva empírica para $\Delta\chi = 0$ superpuesta con curvas de crecimiento teóricas obtenidas en la aproximación Schuster-Schwarzschild. Del corrimiento vertical se obtuvo la velocidad cuadrática media que nos condujo a una velocidad de turbulencia de 1.4 km/s, en buen acuerdo con el valor que encuentran otros autores (Gray, 1973).

En la Fig. N° 4, la ordenada Y se refiere a la diferencia entre el logaritmo del producto λgf y el valor teórico correspondiente. Cada punto representa una familia de multipletes. Se obtiene una función lineal del número de átomos que forman la línea, ordenada al origen, y cuya pendiente está relacionada con $1/T_{ex}$. Los puntos pueden ser representados con un alto grado de aproximación, por una recta, lo cual nos dice que las observaciones quedan bien representadas con una única temperatura de excitación media. Teniendo en cuenta que el rango de potenciales de excitación es bastante amplio, podríamos pensar que estamos considerando líneas que se forman a distintas profundidades en la atmósfera. Luego, como la temperatura de excitación debe ir creciendo con la profundidad, cabría esperar que esta relación diese una curva con pendiente creciente, lo cual, como ya se dijo, no encontramos.



Representación de $Y = \log \zeta_0 - \log \lambda_{gf}$ versus la diferencia de potenciales de excitación. Siendo las observaciones bien representadas por una recta, se determina una única T_{ex} .



Curvas de crecimiento empíricas utilizando valores de gf de Siomos (1974) y de Kurucz y Peytremann (1975).

En la Fig. N° 5 se pueden ver las curvas de crecimiento obtenidas, utilizando valores de gf de Kurucz y Peytremann (1975) y valores de un trabajo de Siomos (1974), que son valores empíricos obtenidos con técnica de rayo Laser.

Los puntos marcados con círculos se corresponden en ambas curvas. La dispersión en la curva con los valores de Kurucz y Peytremann es mayor que la obtenida con valores de Siomos. Es de notar que algunos valores de Kurucz y Peytremann pueden presentar errores groseros, que en este caso se detectan por comparación, pero que pueden dificultar la construcción de una curva de crecimiento empírica en otros casos. Curiosamente, si se eliminan aquellos puntos que están afectados por errores groseros en la fuerza de oscilador de Kurucz y Peytremann, los restantes muestran menor dispersión si se utilizan éstas que si se emplean las de Siomos.

Bibliografía

- Moore, Ch., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: 1966, "The Solar Spectrum 2935 A to 8770 A".
- Kurucz, R.L.; Peytremann, E.: 1975, "A table of semiempirical gf values".
- Moore, Ch.: 1945. "A multiplet table of astrophysical interest".
- Gray, D.F.: 1973, "Astrophysical Journal", 184, 461.
- Siomos, K.: Tesis, Koln.