

6271 36

Bib
2401

T-2
Caja 1

Publicado en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*

Serie A - FÍSICA. Tomo XLVII. - pág. 173. - Julio-Agosto 1951

19. MEDIDAS DE EFECTO ZEEMAN EN EL ESPECTRO DE MnI,
por M. A. CATALÁN y O. GARCÍA RIQUELME (*)

S U M M A R Y

Zeeman effect measurements in the arc spectrum of manganese have been made in the spectral region 2460 Å-4825 Å. From these measurements g-values have been deduced for many energy levels. The resulting values confirm the preliminary analysis of MnI.

El análisis estructural del espectro de arco del manganeso, de cuyo estudio se han ocupado extensamente en otras ocasiones los presentes autores (1), (2), (3), (4) y (5), se hallaba en un punto en que era imposible avanzar por falta de nuevas medidas de líneas y estudio del efecto Zeeman. Especialmente interesante resulta esta parte de la investigación, pues de ella debe esperarse la confirmación de las asignaciones provisionales dadas a algunos niveles y la posibilidad de asignar aquellos otros que aún no lo estaban.

Con este fin, uno de nosotros (C.) obtuvo dos series de espectrogramas Zeeman en el Laboratorio de Espectroscopia del Massachusetts Institute of Technology, de Boston, en 1949, con campos magnéticos del orden de los 85.000 oersteds y utilizando dos espectrógrafos con red de difracción, cuya dispersión media es de unos 0,8 Å/mm. En estas condiciones ha sido posible separar componentes magnéticas con una diferencia menor de 0,20 U. L. y en casos muy favorables incluso hasta 0,12 U. L.

Los electrodos empleados, proporcionados por el Dr. Meggers, del «National Bureau of Standards», de Washington, estaban constituidos por polvo de manganeso electrolítico, comprimido con plata también purísima, con lo cual la presencia de impurezas es prácticamente inexistente, habiéndose encontrado únicamente algunas líneas del hierro, cobre y calcio. Las líneas de la plata y del calcio sirvieron para el cálculo del campo magnético y reducción de las medidas a U. L., suponiendo que sus respectivos patrones Zeeman corresponden a los teóricos de Landé sin ninguna alteración.

También hemos utilizado otras series de espectrogramas facilitados por el M. I. T. y obtenidos con los mismos aparatos en 1939.

Las medidas se han realizado en el «N. B. S.», de Washington, y en este Instituto de Óptica, con comparadores que permiten apreciar hasta 0,001 mm. Esta precisión en la medida de las distancias entre líneas sobre la placa hace posible el cálculo de longitudes de onda en Å con tres cifras decimales, y de ellas obtener las componentes Zeeman en U. L. aproxi-

(*) Becario del Patronato «Juan de la Cierva» de Investigación Técnica.

(1) M. A. CATALÁN: *Trans. Roy. Soc.*, 223, 127 (1922).

(2) M. A. CATALÁN: *An. Soc. Esp. de Fis. y Quím.*, vol. 21, 321 (1923).

(3) M. A. CATALÁN: *An. Soc. Esp. de Fis. y Quím.*, vol. 26, 67 (1928).

(4) O. G. RIQUELME: *An. Soc. Esp. de Fis. y Quím.*, A, vol. 45, 435 (1949).

(5) O. G. RIQUELME: *An. Soc. Esp. de Fis. y Quím.*, A, vol. 45, 547 (1949).

R-5235

madas hasta la milésima. En aquellos casos en que el aspecto e intensidad de la línea no permiten una medida muy exacta, ésta se da sólo con dos decimales.

La mayoría de los patrones Zeeman han sido observados, por lo menos, en dos o tres espectrogramas diferentes.

Los patrones observados pueden agruparse en tres tipos bien definidos. Por una parte, hay algunas líneas que presentan el efecto Zeeman simétrico sin perturbación; otras aparecen con asimetrías más o menos acusadas, debido a interacción Paschen-Back parcial; y, por último, las hay también completamente perturbadas por el efecto Paschen-Back total.

A causa de la estrechez de muchos de los términos del MnI y de la gran intensidad del campo magnético empleado, los patrones asimétricos son mucho más abundantes que los simétricos, y, por ello, para los cálculos se han reunido los dos grupos en uno solo, estudiándose conjuntamente. En este caso no se ha tenido en cuenta el valor individual de cada componente magnética con relación a la línea sin campo, sino que escogiendo las componentes homólogas (correspondientes a las combinaciones $+M_J - M'_{J'}$ y $-M_J + M'_{J'}$) se ha considerado como valor de la componente no perturbada la mitad de la distancia entre ambas, expresada en U. L. Con este artificio se consigue eliminar los errores que a causa de la asimetría traería consigo la medida de las componentes magnéticas a un solo lado de la línea sin campo, como se acostumbra a realizar en el efecto Zeeman simétrico.

Como la asimetría lleva también consigo una alteración en la intensidad de las componentes, no siempre es posible determinar exactamente las parejas de componentes homólogas (especialmente en algunos patrones que aparecen mezclados con los de la línea vecina), y en estos casos se ha recurrido al cálculo teórico de los patrones perturbados cuando por lo menos una de las dos líneas mezcladas estaba clasificada en el «spectro». La comparación de este patrón teórico con el observado nos permitía generalmente distinguir las componentes pertenecientes a cada línea.

Para calcular los valores de las respectivas «g» en cada patrón, se han confrontado las medidas obtenidas en las distintas series de espectrogramas y deducido un valor medio después de desechar los que mostraban manifiesta señal de error. A partir de este patrón «medio», que es el que se publica en la tabla I, se han calculado los valores de la «g» correspondientes a cada nivel magnético, pero no siempre se han utilizado en el cálculo las líneas más intensas de las componentes perpendiculares; en algunos casos en que la intensidad de ésta hacía insegura la medida, se han considerado otras componentes de mayor probabilidad de exactitud.

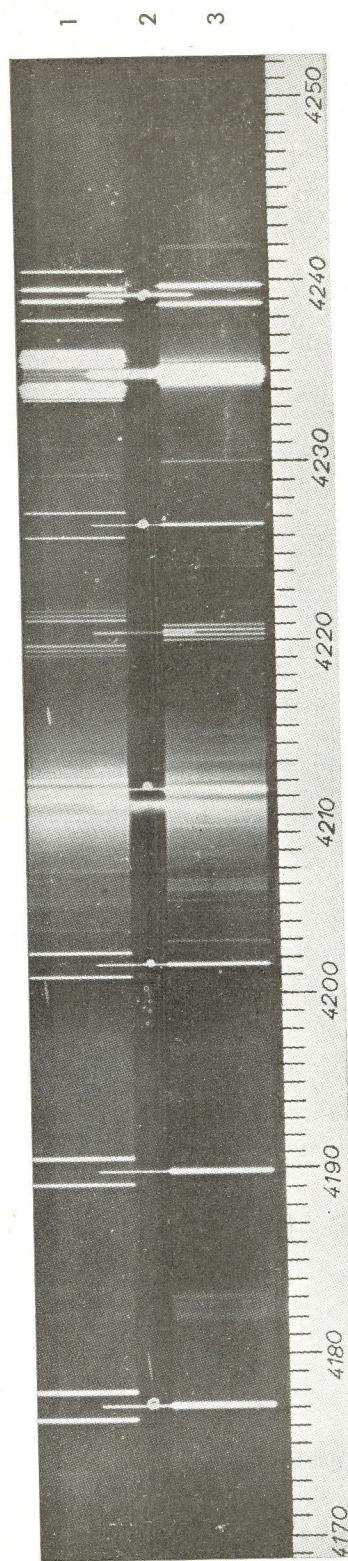
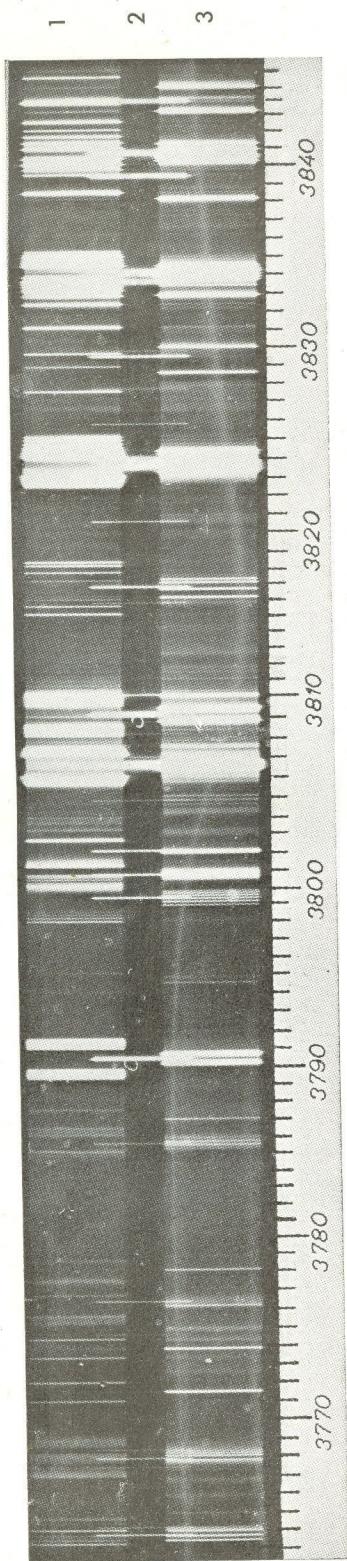
Las líneas que por la gran semejanza de los valores de «g» de ambos niveles aparecen en el espectro en forma de blendas, han sido calculadas con las fórmulas de Shenstone y Blair (7), resumidas en la tabla de Catalán y Poggio (8), cuando el valor de «g» para uno de los niveles era ya conocido a partir de otras líneas.

En aquellas líneas que a causa del efecto Paschen-Back parcial aparecen valores distintos de «g» para sus diversos niveles magnéticos M , se ha calculado un valor de «g» para cada pareja de estos niveles magnéticos (6).

(6) M. A. CATALÁN y R. VELASCO: *Proc. Phy. Soc.*, 368, 917 (1950).

(7) SHENSTONE y BLAIR: *Phil. Mag.*, 8, 765 (1925).

(8) M. A. CATALÁN y F. POGGIO: *An. Soc. Esp. de Fis. y Quim.*, vol. 32, 257 (1934).



Espectro Zeeman de Mn I a 85000 oersteds.

1.—Componentes perpendiculares. 2.—Línea sin campo. 3.—Componentes paralelas.

En esta primera parte del trabajo que presentamos hemos prescindido de las líneas con efecto Paschen-Back total y de las que menos perturbadas no han sido aún interpretadas correctamente y cuyo estudio es objeto actual de nuestra atención.

Los resultados obtenidos se han reunido en las dos tablas que publicamos a continuación.

La tabla I describe los patrones que se han utilizado en los cálculos, con la siguiente distribución: Columna 1, longitud de onda de la línea espectral en U. A. Columna 2, número de onda correspondiente en cm^{-1} . Columna 3, clasificación espectral asignada a la línea. Columna 4, componentes Zeeman « ψ » y « n », señalando en cada caso la más intensa. Columnas 5 y 6, valores de « g » para los dos niveles que originan la línea en el mismo orden que aparecen en la columna «Clas».

La tabla II contiene las siguientes columnas: 1) Configuración electrónica atribuida al nivel. 2) Asignación de éste. 3) Valor del mismo expresado en cm^{-1} , referido al nivel fundamental $a^6S_{2\frac{1}{2}} = 0$. 4) Valor de « g » calculado. 5) Valor de « g » teórico de Landé; y 6) La diferencia entre estos dos valores.

TABLA I

U. A. 1	cm^{-1} 2	Clas. 3	Zeeman Obs. 4	$^a g_1$ 5	$^a g_2$ 6
2794,817	35769,99	$a^6S_{2\frac{1}{2}} - y^6P_{3\frac{1}{2}}$	(.149 .427 .711) .989 1.284 1.563 1.848 2.126	2,000	1,712
2798,270	35725,86	$a^6S_{2\frac{1}{2}} - y^6P_{2\frac{1}{2}}$	(... 280) ... 1.943 ...	2,000	1,886
2801,084	35689,97	$a^6S_{2\frac{1}{2}} - y^6P_{1\frac{1}{2}}$	(.201 .599) 1.399 1.790 2.191	1,998	2,400
2941,038	33991,69	$a^4G_{5\frac{1}{2}} - w^4F_{4\frac{1}{2}}$	(.00) 1.139 B		1,328
2974,089	33613,66	$a^4H_{6\frac{1}{2}} - t^4G_{5\frac{1}{2}}$	(.00) 1.121 B		1,267
3044,566	32835,88	$a^6D_{4\frac{1}{2}} - v^6P_{3\frac{1}{2}}$	(.00) 1.305 B		1,706
3047,030	32809,31	$a^4G_{5\frac{1}{2}} - y^4G_{5\frac{1}{2}}$	(.00) 1.266	1,266	1,266
3054,362	32730,57	$a^6D_{3\frac{1}{2}} - v^6P_{2\frac{1}{2}}$	(.155 .453 .764) .833 1.134 1.435 1.733 2.042	1,586	1,888
3062,120	32647,65	$a^6D_{2\frac{1}{2}} - v^6P_{1\frac{1}{2}}$	(.378 1.116) .555 1.302 2.039 2.757	1,660	2,398
3066,022	32606 11	$a^6D_{3\frac{1}{2}} - v^6P_{3\frac{1}{2}}$	(.384) 1.653 B	1,588	1,718
3070,270	32760 09	$a^6D_{2\frac{1}{2}} - v^6P_{2\frac{1}{2}}$	(.515) 1.770 B	1,887	1,653
3073,130	32530 69	$a^6D_{1\frac{1}{2}} - v^6P_{1\frac{1}{2}}$	(... 799) 1.598 2.133 2.659	1,868	2,398
3070,635	32161,98	$a^6D_{0\frac{1}{2}} - v^6P_{1\frac{1}{2}}$	(.462) 1.938 2.863	3,324	2,400
3081,340	32444,02	$a^6D_{1\frac{1}{2}} - v^6P_{2\frac{1}{2}}$	(.00) 1.009 B		1,888
3082,060	32426,44	$a^6D_{2\frac{1}{2}} - z^6P_{3\frac{1}{2}}$	(.00) 1.780 B		1,710
3142,669	31910,00	$a^4D_{3\frac{1}{2}} - x^4D_{3\frac{1}{2}}$	(.00) 1.430	1,430	1,430
3161,050	31625,93	$a^8P_{3\frac{1}{2}} - f^8S_{3\frac{1}{2}}$	(.163) 1.967 B	1,939	1,995
3206,010	31172,69	$a^6D_{4\frac{1}{2}} - y^6F_{3\frac{1}{2}}$	(.077 ... 300) ... 2.096	1.557	1,403
3212,897	31115,70	$a^6D_{4\frac{1}{2}} - y^6F_{4\frac{1}{2}}$	(.450) 1.500 B	1,561	1,438
3216,947	31076,42	$a^6S_{2\frac{1}{2}} - z^4P_{1\frac{1}{2}}$	(.136 .416) 1.875 2.131 2.403	2,000	1,732
3224,758	31001,15	$a^6S_{2\frac{1}{2}} - z^4P_{2\frac{1}{2}}$	(.100 .606 .909) 1.040 1.414 1.807 2.200 2.588	2,000	1,600
3226,048	30988,76	$a^6D_{3\frac{1}{2}} - y^6F_{2\frac{1}{2}}$	(.134 .395 .654) 2.258	1,588	1,300
3230,716	30943,98	$a^6D_{3\frac{1}{2}} - y^6F_{2\frac{1}{2}}$	(... 270 .444 .628) .053 1.126 1.211 1.488 1.670 1.851 2.026	1,580	1,398

U. A. 1	cm ⁻¹ 2	Clas. 3	Zeeman Obs. 4	«g ₁ » 5	«g ₂ » 6
3236,778	30886,04	<i>a</i> ⁶ D 3 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 4 1/2	(.00) 1.154 B		1,425
3243,777	30818,40	<i>a</i> ⁶ D 2 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 2 1/2	(...501 .839) .825 1.141	1,658	1,316
3248,512	30774,48	<i>a</i> ⁶ D 2 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 3 1/2	1.487 1.831 2.172 (.127 .383 .631) .777 1.034 1.285 1.536 1.785 2.036	1,660	1,408
3251,134	30749,66	<i>a</i> ⁶ D 1 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 0 1/2	(1.183) ... 3.044	1,866	-0,500
3252,949	30732,50	<i>a</i> ⁶ D 1 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 1 1/2	(.476 1.196) .678 1.399 2.341	1,866	{ 0,912 1,070
3256,137	30702,42	<i>a</i> ⁶ D 1 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 2 1/2	(.281 .818) .504 1.041 1.595 2.148	1,866	1,320
3258,414	30680,96	<i>a</i> ⁶ D 0 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 0 1/2	(1.910) 1.419	3,330	-0,492
3260,238	30663,80	<i>a</i> ⁶ D 0 1/2 — <i>y</i> ⁶ F 1 1/2	(1.215) .062 2.115	3,330	{ 0,900 1,067
3267,789	30592,94	<i>a</i> ⁴ H 6 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 6 1/2	(.00) 1.236	1,236	1,236
3270,353	30568,96	<i>a</i> ⁴ H 5 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 5 1/2	(.00) 1.137	1,137	1,137
3273,016	30544,09	<i>a</i> ⁴ H 4 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 4 1/2	(.00) .974	0,974	0,974
3295,840	30332,57	<i>b</i> ⁴ G 5 1/2 — <i>t</i> ⁴ G 5 1/2	(.00) 1.264	1,264	1,264
3298,228	30310,61	<i>a</i> ⁴ P 2 1/2 — <i>y</i> ⁴ S 1 1/2	(.202 .598) .999 1.388 (... 407) 1.593 1.865	1,600	2,000
3303,280	30264,25	<i>a</i> ⁴ P 1 1/2 — <i>y</i> ⁴ S 1 1/2	2.123	1,730	2,000
3306,998	30230,23	<i>a</i> ⁴ P 0 1/2 — <i>y</i> ⁴ S 1 1/2	(.325) 1.664 2.329	2,666	2,000
3323,633	30078,93	<i>a</i> ⁴ P 0 1/2 — <i>u</i> ⁴ P 1 1/2	(.459) 1.267 2.203	2,666	1,736
3351,656	29827,46	<i>a</i> ⁴ D 3 1/2 — <i>y</i> ⁴ D 3 1/2	(.00) 1.423	1,423	1,423
3420,794	29224,63	<i>a</i> ⁴ H 6 1/2 — <i>v</i> ⁴ H 6 1/2	(.00) 1.231	1,231	1,231
3511,831	28467,06	<i>b</i> ⁴ G 5 1/2 — <i>v</i> ⁴ G 5 1/2	(.00) 1.259	1,259	1,259
3535,297	28378,11	<i>b</i> ⁴ G 4 1/2 — <i>v</i> ⁴ G 4 1/2	(.00) 1.160	1,160	1,160
3577,870	27941,64	<i>a</i> ⁶ D 4 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 3 1/2	(.084) .242 .402 563 .999 1.156 1.323 1.494 (... 1.52)	1,560	1,720
3583,675	27896,38	<i>a</i> ⁴ D 2 1/2 — <i>x</i> ⁴ P 1 1/2	(.184) (.538) .833 1.189	1,371	1,730
3586,540	27874,10	<i>a</i> ⁶ D 3 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 2 1/2	(.146) .450 .751) .839 1.146 1.434 1.731 2.036 2.321	1,586	1,886
3591,806	27833,23	<i>a</i> ⁴ D 1 1/2 — <i>x</i> ⁴ P 0 1/2	(.734) .468	1,200	2,668
3595,110	27807,65	<i>a</i> ⁶ D 2 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 1 1/2	(.375 1.110) .547 1.286 2.022 2.778	1,658	2,400
3601,772	27756,22	<i>a</i> ⁴ D 2 1/2 — <i>x</i> ⁴ P 2 1/2	(... 343 .571) ... 1.245 1.474 1.695	1,588	1,360
3604,670	27733,91	<i>a</i> ⁴ D 0 1/2 — <i>x</i> ⁴ P 0 1/2	(1.330) 1.330	0,000	2,660
3605,683	27726,12	<i>a</i> ⁴ D 1 1/2 — <i>x</i> ⁴ P 1 1/2	(... 787) ... 1.462 1.95	1,200	1,726
3607,530	27711,92	<i>a</i> ⁶ D 3 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 3 1/2	(385) 1.648 B	1,583	1,713
3608,485	27704,59	<i>a</i> ⁶ D 2 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 2 1/2	(... 345 .568) 1.300 1.543 1.772 2.001 2.225	1,658	1,886
3610,298	27690,68	<i>a</i> ⁶ D 1 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 1 1/2	(... 799) 1.597 2.134 2.667	1,866	2,400
3619,272	27622,02	<i>a</i> ⁶ D 0 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 1 1/2	(.468) 1.932 2.858	3,330	2,398
3623,783	27487,63	<i>a</i> ⁶ D 1 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 2 1/2	(.00) 1.897 B		1,882
3629,738	27542,38	<i>a</i> ⁴ D 2 1/2 — <i>x</i> ⁶ P 3 1/2	(.00) 1.799 B		1,719
3641,405	27454,13	<i>a</i> ⁴ F 4 1/2 — <i>v</i> ⁴ F 4 1/2	(.00) 1.329	1,329	1,329
3660,404	27311,64	<i>b</i> ⁴ G 5 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 6 1/2	(.00) 1.154 B	1,267	
3676,960	27188,67	<i>b</i> ⁴ G 4 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 5 1/2	(.00) 1.072 B	1,166	
3682,090	27150,79	<i>b</i> ⁴ G 3 1/2 — <i>u</i> ⁴ H 4 1/2	(.00) .947 B	0,999	
3736,906	26752,53	<i>a</i> ⁴ H 6 1/2 — <i>x</i> ⁴ H 6 1/2	(.00) 1.228	1,228	1,228
3746,623	26683,15	<i>a</i> ⁴ H 5 1/2 — <i>x</i> ⁴ H 5 1/2	(.00) 1.134	1,134	1,134
3790,214	26376,27	<i>a</i> ⁶ D 4 1/2 — <i>z</i> ⁶ F 4 1/2	(... 310 .432 .562) 1.011 1.135 1.253 1.378 1.496 1.626 1.739	1,558	1,434

U. A. 1	cm^{-1} 2	Clas. 3	Zeeman Obs. 4	g_1^* 5	g_2^* 6
3799,256	26613,50	$a^6D_{3/2} - z^6F_{2 1/2}$	(.139 .409 .689) ... 1.447 1.728 1.997 2.269	1,582	1,307
3801,901	26295,19	$a^4G_{5/2} - z^4G_{5 1/2}$	(.00) 1.273	1,273	1,273
3809,593	26242,10	$a^6D_{3 1/2} - z^6F_{3 1/2}$	(... 302 .481 .670) .919 1.103 1.295 1.487 1.678 1.876 2.057	1,582	1,392
3816,746	26192,92	$a^6D_{2 1/2} - z^6F_{1 1/2}$	(.325 .883) .773 1.330 1.982 2.541	1,658	{ 1,004 1,068
3823,508	26146,60	$a^6D_{3 1/2} - z^6F_{1 1/2}$	(.079 .234 .388 .544) .892 1.047 1.201 1.351	1,582	1,428
3823,891	26143,98	$a^6D_{2 1/2} - z^6F_{2 1/2}$	1.504 1.657 1.813 (166 ... 855) ... 1.146	1,652	1,310
3829,679	26104,47	$a^6D_{1 1/2} - z^6F_{0 1/2}$	1.480 ... 2.185 (1.236) .632 3.102	1,866	-- 0,606
3833,865	26075,97	$a^6D_{1 1/2} - z^6F_{1 1/2}$	(.419 1.202) .675 1.440 2.289	1,868	{ 1,006 1,068
3834,368	26072,55	$a^6D_{2 1/2} - z^6F_{3 1/2}$	(.129 .394 .655) .741 1.004 1.260 1.530 1.777 2.044	1,660	1,398
3839,779	26035,81	$a^6D_{0 1/2} - z^6F_{0 1/2}$	(1.964) 1.366	3,330	-0,598
3841,074	26027,03	$a^6D_{1 1/2} - z^6F_{2 1/2}$	(.284 .834) .479 1.037 1.590 2.143	1,864	1,310
3843,988	26007,30	$a^6D_{0 1/2} - z^6F_{1 1/2}$	(1.165) .058 2.160	3,325	{ 0,999 1.070
4018,106	24880,34	$z^6D_{4 1/2} - z^6D_{3 1/2}$	(.00) 1.503 B		1,592
4030,755	24802,26	$a^6S_{2 1/2} - z^6P_{3 1/2}$	(.141 .426 .708) 1.003 1.290 1.569 1.849 2.12 2.415	1,996	1,714
4034,485	24779,33	$a^6S_{2 1/2} - z^6P_{1 1/2}$	(.180 .551) 1.449 1.824 2.176 2.542	1,198	2,364
4038,726	24753,30	$b^4D_{3 1/2} - x^4D_{3 1/2}$	(.00) 1.423		1,423
4041,357	24737,20	$a^6D_{4 1/2} - z^6D_{4 1/2}$	(.00) 1.558		1,558
4048,747	24692,05	$a^6D_{2 1/2} - z^6D_{1 1/2}$	(.185 .310) 1.342		1,658
4055,548	24650,64	$a^6D_{3 1/2} - z^6D_{3 1/2}$	(.00) 1.588		1,869
4058,936	24630,06	$a^6D_{1 1/2} - z^6D_{0 1/2}$	(.721) 1.140 2.592		1,588
4063,530	24602,22	$a^6D_{2 1/2} - z^6D_{2 1/2}$	(.00) 1.652		3,318
4070,280	24561,42	$a^6D_{0 1/2} - z^6D_{0 1/2}$	(.00) 3.316		1,652
4079,241	24507,47	$a^6D_{3 1/2} - z^6D_{4 1/2}$	(.00) 1.505 B		1,592
4079,415	24506,34	$a^6D_{0 1/2} - z^6D_{1 1/2}$	(.728) 1.132 2.598		3,316
4082,945	24485,24	$a^6D_{1 1/2} - z^6D_{2 1/2}$	(.108 .315) 1.332 1.546 1.755 1.970	1,868	1,554
4083,634	24481,11	$a^6D_{2 1/2} - z^6D_{3 1/2}$	(.00) 1.488 B		1,581
4110,894	24318,77	$a^4F_{4 1/2} - w^4F_{4 1/2}$	(.00) 1.326		1,326
4131,111	24199,76	$a^4H_{6 1/2} - y^4H_{6 1/2}$	(.00) 1.228		1,228
4135,034	24576,80	$a^4H_{5 1/2} - y^4H_{5 1/2}$	(.00) 1.133		1,133
4141,063	24141,60	$a^4H_{4 1/2} - y^4H_{4 1/2}$	(.00) .968		1,133
4147,529	24103,97	$a^4P_{2 1/2} - x^4P_{2 1/2}$	(.00) 1.594		0,968
4148,796	24096,61	$a^4H_{3 1/2} - y^4H_{3 1/2}$	(.00) .665		0,968
4176,608	23936,15	$a^4H_{6 1/2} - y^4G_{5 1/2}$	(.00) 1.109 B		0,665
4189,990	23859,70	$a^4H_{5 1/2} - y^4G_{4 1/2}$	(.00) 1.060 B		1,271
4201,778	23792,77	$a^4H_{4 1/2} - y^4G_{3 1/2}$	(.00) .956 B		1,168
4211,753	23736,42	$a^4H_{3 1/2} - y^4G_{2 1/2}$	(... 106 .209) .875		0,980
4220,610	23686,31	$b^4P_{2 1/2} - y^4S_{1 1/2}$	(.198 .588) 1.012 1.407 1.790 2.196	0,663	0,578
4235,154	23605,27	$a^4D_{2 1/2} - y^4P_{1 1/2}$	(.172 ...) .821 1.186 1.654 1.907	1,604	2,000
4235,300	23604,45	$a^4D_{3 1/2} - y^4P_{2 1/2}$	(.093 .243 .423) 1.004 1.172 1.345 1.511 1.683	1,426	1,596

U. A. 1	cm ⁻¹ 2	Clas. 8	Zeeman Obs. 4	«g» 5	«g» 6
4239,737	23579,75	$a^4L_{1\frac{1}{2}} - y^4P_{0\frac{1}{2}}$	(.735) .466 1.934	1,200	2,666
4257,669	23480,44	$a^4D_{0\frac{1}{2}} - y^4P_{0\frac{1}{2}}$	(1.332) 1.332	0,000	2,664
4265,928	23434,99	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - y^4P_{1\frac{1}{2}}$	(.267 .796) .933 1.464 1.996	1.198	1,730
4281,100	23351,93	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - y^4P_{2\frac{1}{2}}$	(... 343 .564) 1.034 1.252 1.480 1.707	1,368	1,592
4284,083	23335,67	$a^4D_{0\frac{1}{2}} - y^4P_{1\frac{1}{2}}$	(.865) .865 2.604	0,000	1,734
4290,111	23302,89	$b^4G_{4\frac{1}{2}} - x^4H_{5\frac{1}{2}}$	(.00) 1.068 B	1.163	
4312,554	23181,61	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - y^4P_{2\frac{1}{2}}$	(.197 .599) 1.394 1.792 2.189	1.200	1,596
4436,358	22534,70	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - z^4D_{1\frac{1}{2}}$	(.081 .253) 1.123 1.288 1.456 1.626	1,370	1,200
4451,575	22457,66	$a^4D_{3\frac{1}{2}} - z^4D_{3\frac{1}{2}}$	(.00) 1.428	1,428	1,428
4453,013	22450,22	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - z^4D_{0\frac{1}{2}}$	(.594) .594 1.793	1,196	0,000
4464,679	22391,76	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - z^4D_{2\frac{1}{2}}$	(.00) 1.372	1,372	1,372
4470,142	22364,40	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - z^4D_{1\frac{1}{2}}$	(.00) 1.198	1,198	1,198
4472,793	22351,14	$a^4D_{0\frac{1}{2}} - z^4D_{0\frac{1}{2}}$	(.00) .000	0,000	0,000
4490,078	22265,10	$a^4D_{0\frac{1}{2}} - z^4D_{1\frac{1}{2}}$	(.605) .605 1.803	0,000	1,202
4498,897	22221,45	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - z^4D_{2\frac{1}{2}}$	(.088 .265) 1.112 1.286 1.476 1.634	1,198	1,372
4502,23	22205,04	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - z^4D_{3\frac{1}{2}}$	(.00) 1.501 B		1,427
4671,688	21399,57	$a^4D_{3\frac{1}{2}} - z^4F_{2\frac{1}{2}}$	(.200 .598 .988) ... 1.622 2.016 2.413	1,426	1,031
4709,710	21226,81	$a^4D_{3\frac{1}{2}} - z^4F_{3\frac{1}{2}}$	(... 281 .462 .657) .779 .962 1.145 1.334 1.519 1.705 1.886	1,428	1,240
4727,462	21147,10	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - z^4F_{2\frac{1}{2}}$	(... 507 .845) .524 .851 1.197 1.534 1.878	1,368	1,030
4739,110	21095,13	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - z^4F_{1\frac{1}{2}}$	(.393 1.196) .000 .797 1.594	1,198	0,400
4754,048	21028,85	$z^8P_{2\frac{1}{2}} - e^8S_{3\frac{1}{2}}$	(... 434 .718) 1.291 1.582 1.865 2.149	2,284	2,000
4765,856	20976,71	$a^4D_{1\frac{1}{2}} - z^4F_{2\frac{1}{2}}$	(.083 .248) .782 .949 1.105	1,196	1,030
4766,426	20974,25	$a^4D_{2\frac{1}{2}} - z^4F_{3\frac{1}{2}}$	(.067 .198 .325) .915 1.047 1.178 1.296	1,370	1,240
4783,432	20899,67	$z^8P_{3\frac{1}{2}} - e^8S_{3\frac{1}{2}}$	(... 240) ... 1.964 ...	1,936	2,000
4823,528	20725,94	$z^8P_{4\frac{1}{2}} - e^8S_{3\frac{1}{2}}$	(.112 .332 .551 .771)	1,779	2,000
			1.006 1.226 1.435 1.665		

TABLA II

Conf. 1	Desig. 2	Nivel 3	«g» 4	«L» 5	Dif. 6
$3d^54s^2$	$a^6S_{2\frac{1}{2}}$	0,00	1,999	2,000	-0,001
$3d^6(a^5D)4s$	$a^6D_{4\frac{1}{2}}$	17052,29	1,559	1,556	0,003
	$a^6D_{3\frac{1}{2}}$	17282,00	1,584	1,587	-0,003
	$a^6D_{2\frac{1}{2}}$	17451,52	1,657	1,657	0,000
	$a^6D_{1\frac{1}{2}}$	17684,48	1,866	1,867	-0,001
	$a^6D_{0\frac{1}{2}}$	17637,15	3,327	3,333	-0,006
$3d^54s(a^7S)4p$	$z^8P_{4\frac{1}{2}}$	18705,37	1,779	1,778	0,001
	$z^8P_{3\frac{1}{2}}$	18531,64	1,938	1,937	0,001
	$z^8P_{2\frac{1}{2}}$	18402,46	2,284	2,286	-0,002

Conf. 1	Desig. 2	Nivel 3	«g» 4	«L» 5	Dif. 6
$3d^6(a^5D)4s$	$a^4D_{3/2}$	23296,67	1,427	1,429	-0,002
	$a^4D_{2/2}$	23549,20	1,368	1,371	-0,003
	$a^4D_{1/2}$	23719,52	1,198	2,000	-0,002
	$a^4D_{0/2}$	23818,87	0,000	0,000	0,000
$3d^54s(a^7S)4p$	$z^6P_{3/2}$	24802,25	1,714	1,714	0,000
	$z^6P_{1/2}$	24779,92	2,364	2,400	-0,036
$3d^54s^2$	$a^4G_{5/2}$	25265,74	1,270	1,273	-0,003
$3d^54s^2$	$a^4P_{2/2}$	27201,54	1,597	1,600	-9,003
	$a^4P_{1/2}$	27248,00	1,730	1,733	-0,003
	$a^4P_{0/2}$	27281,85	2,666	2,667	-0,001
$3d^54s^2$	$b^4D_{3/2}$	30354,21	1,423	1,429	-0,006
$3d^54s(a^5S)4p$	$z^4P_{2/2}$	31001,15	1,600	1,600	0,000
	$z^4P_{1/2}$	31076,42	1,732	1,733	-0,001
$3d^6(^3P)4s$	$b^4P_{2/2}$	33825,46	1,604	1,600	0,004
$3d^6(^3H)4s$	$a^4H_{6/2}$	34138,88	1,231	1,231	0,000
	$a^4H_{5/2}$	34250,52	1,135	1,133	0,002
	$a^4H_{4/2}$	34343,90	0,971	0,970	0,001
	$a^4H_{3/2}$	34423,27	0,665	0,667	-0,002
$3d^6(^3F)4s$	$a^4F_{4/2}$	34938,70	1,328	1,333	-0,005
$3d^54s(a^5S)4p$	$y^6P_{3/2}$	35769,97	1,712	1,714	-0,002
	$y^6P_{2/2}$	35725,85	1,886	1,866	0,000
	$y^6P_{1/2}$	35689,98	2,400	2,400	0,000
$3d^6(^3G)4s$	$b^4G_{5/2}$	37420,24	1,263	1,273	-0,010
	$b^4G_{4/2}$	37630,82	1,163	1,172	-0,009
	$b^4G_{3/2}$	37737,22	0,089	0,984	0,005
$3d^54s(a^7S)5s$	$e^8S_{3/2}$	39431,31	2,000	2,000	0,000
$3d^6(a^5D)4p$	$z^6D_{4/2}$	41789,48	1,556	1,556	0,000
	$z^6D_{3/2}$	41932,64	1,587	1,587	0,000
	$z^6D_{2/2}$	42053,73	1,653	1,657	-0,004
	$z^6D_{1/2}$	42143,57	1,867	1,867	0,000
	$z^6D_{0/2}$	42198,56	3,317	3,333	-0,016
$3d^6(a^5D)4p$	$z^6F_{4/2}$	43428,58	1,431	1,434	-0,003
	$z^6F_{3/2}$	43524,08	1,395	1,397	-0,002
	$z^6F_{2/2}$	43595,50	1,310	1,314	-0,004
	$z^6F_{1/2}$	43644,45	{ 1,003 1,068 }	{ 1,067 1,068 }	{ -0,064 0,001 }
		63672,96	-0,602	-0,667	0,065
$3d^6(a^5D)4p$	$z^4F_{3/2}$	44523,45	1,240	1,238	0,002
	$z^4F_{2/2}$	44696,29	1,030	1,029	0,001
	$z^4F_{1/2}$	44814,73	0,400	0,400	0,000
$3d^6(a^5D)4p$	$x^6P_{3/2}$	44993,92	1,717	1,714	0,003
	$x^6P_{2/2}$	45156,11	1,885	1,886	-0,001
	$x^6P_{1/2}$	45259,17	2,399	2,400	-0,001
$3d^6(a^5D)4p$	$z^4D_{3/2}$	45754,27	1,427	1,429	-0,002
	$z^4D_{2/2}$	45704,93	1,372	1,371	0,001
	$z^4D_{1/2}$	46083,89	1,200	1,200	0,000
	$z^4D_{0/2}$	46169,93	0,000	0,000	0,000
$3d^6(a^5D)4p$	$y^4P_{3/2}$	46201,13	1,595	1,600	-0,005
	$y^4P_{2/2}$	47154,51	1,732	1,733	-0,001
	$y^4P_{1/2}$	47279,29	2,666	2,667	-0,001
$3d^54s(a^5G)4p$	$y^6F_{4/2}$	48168,01	1,432	1,434	-0,002
	$y^6F_{3/2}$	48225,99	1,403	1,397	0,006
	$y^6F_{2/2}$	48270,91	1,319	1,314	0,005
	$y^6F_{1/2}$	48300,98	{ 0,006 1,068 }	{ 1,067 1,068 }	{ -0,161 0,001 }
		48318,12	-0,406	-0,667	0,171
$3d^54s(a^5P)4p$	$v^6P_{3/2}$	49888,08	1,711	1,714	-0,003
	$v^6P_{2/2}$	50012,52	1,888	1,886	0,002
	$v^6P_{1/2}$	50099,16	2,308	2,400	-0,002
$3d^54s(a^7S)6s$	$f^8S_{3/2}$	50157,63	1,995	2,000	-0,005

Conf. 1	Desig. 2	Nivel 5	g_F 4	L 5	Dif. 6
$3d^5 4s(a^5P)4p$	$x^4P_{2\frac{1}{2}}$	51305,41	1,591	1,600	-0,009
	$x^4P_{1\frac{1}{2}}$	51445,65	1,728	1,133	-0,005
	$x^4P_{0\frac{1}{2}}$	51552,78	2,664	2,667	-0,003
$3d^5 4s(a^5G)4p$	$z^4G_{5\frac{1}{2}}$	51560,93	1,273	1,273	0,000
$3d^5 4s(a^5P)4p$	$y^4D_{3\frac{1}{2}}$	53124,09	1,423	1,429	-0,006
	$u^4P_{1\frac{1}{2}}$	57360,78	1,736	1,733	0,003
	$y^4S_{1\frac{1}{2}}$	57512,16	2,000	2,000	0,000
$3d^6(a^3H)4p$	$y^4G_{5\frac{1}{2}}$	58075,06	1,269	1,273	-0,004
	$y^4G_{4\frac{1}{2}}$	58110,24	1,168	1,172	-0,004
	$y^4G_{3\frac{1}{2}}$	58136,69	0,980	0,984	-0,004
	$y^4G_{2\frac{1}{2}}$	58159,73	0,578	0,571	0,007
$3d^6(a^3H)4p$	$y^4H_{6\frac{1}{2}}$	58338,67	1,228	1,231	-0,003
	$y^4H_{5\frac{1}{2}}$	58427,30	1,133	1,133	0,000
	$y^4H_{4\frac{1}{2}}$	58485,52	0,968	0,970	-0,002
	$y^4H_{3\frac{1}{2}}$	58519,90	0,665	0,667	-0,002
$3d^6(a^3F)4p$	$w^4F_{4\frac{1}{2}}$	59257,44	1,327	1,333	-0,006
	$x^4H_{6\frac{1}{2}}$	60891,48	1,228	1,231	-0,003
	$x^4H_{5\frac{1}{2}}$	60933,73	1,134	1,133	0,001
$3d^6(a^3G)4p$	$v^4F_{4\frac{1}{2}}$	62392,82	1,329	1,333	-0,004
	$w^4H_{6\frac{1}{2}}$	63363,54	1,231	1,231	0,000
	$v^4H_{6\frac{1}{2}}$	64731,88	1,236	1,231	0,005
	$u^4H_{5\frac{1}{2}}$	64819,53	1,137	1,133	0,004
	$v^4H_{3\frac{1}{2}}$	64888,00	0,974	0,970	0,004
	$v^4G_{5\frac{1}{2}}$	65887,31	1,259	1,273	-0,014
	$v^4G_{4\frac{1}{2}}$	65908,92	1,160	1,172	-0,012
	$t^4G_{5\frac{1}{2}}$	67752,84	1,266	1,273	-0,007

Los autores se complacen en manifestar su agradecimiento a los doctores W. F. Meggers y Ch. Moore-Sitterly, del «N. B. S.», y al Prof. G. R. Harrison, del «M. I. T.», por las facilidades prestadas en la realización práctica de este trabajo en los E. U. A. Al Prof. van den Bosch, del Zeeman Lab., de Amsterdam, por su colaboración en la puesta en marcha de los aparatos del «M. I. T.», de Boston, y a los Sres. R. Velasco y M. Losada, de este Instituto de Optica, por su ayuda en la interpretación de patrones.

Madrid, octubre de 1950.

Instituto de Óptica "Daza de Valdés", Sección de Espectros Atómicos.