

Universidad de Madrid-Facultad de Ciencias

---

SEMINARIO DE ASTRONOMIA Y GEODESIA

(Adherido a la Unión Nacional de Astronomía y  
Ciencias Afines)

Publicación núm. 68

Análisis cualitativo del espectro de la estrella  
peculiar HD 18474

POR

María José Fernández-Figueroa



PUBLICADO EN

«REVISTA DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS,  
FISICAS Y NATURALES DE MADRID» (TOMO LXV, CUADERNO I.º)

MADRID

1971

# Análisis cualitativo del espectro de la estrella peculiar HD 18474

por

M.<sup>a</sup> José Fernández-Figueroa

## ABSTRACT

The  $\lambda\lambda$  400-500 Å region has been identified in the spectrum of the G4, III giant peculiar HD 18474, spectrograms of 2.9 Å/mm have been used. Relative intensities have been assigned to each line. An important weakness has been observed in the intensities of the  $B^2\Sigma \rightarrow X^2\Sigma$  system of CN band at  $\lambda\lambda$  4216 Å, of the G-band of CH at  $\lambda\lambda$  4300 Å and also of the Swan system corresponding to  $v' - v'' = +1$ ,  $\lambda\lambda$  4737 (1, 0). The BaII lines are stronger than in normal stars of same spectral type.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las atmósferas estelares tienen, en una primera aproximación, la misma composición química y sus espectros se pueden considerar como una función de dos variables solamente, la temperatura efectiva  $T_e$  y la luminosidad  $L$ . Por esta razón cabe esperar que las estrellas que ocupan la misma posición en el diagrama de Hertzsprung-Russell (HRD), esto es, con la misma temperatura efectiva y luminosidad, presenten espectros similares. Esto ocurre así para un gran número de estrellas llamadas normales. Hay sin embargo un cierto número, las estrellas peculiares, cuyos espectros difieren del de las estrellas normales. Estas peculiaridades pueden lle-

gar, como en el caso de algunas estrellas de tipo B, hasta presentar en su espectro líneas de emisión.

El objeto del estudio de las estrellas peculiares es determinar los otros parámetros necesarios para describir las peculiaridades y poder incluirlas en un sistema general de clasificación.

Desde que la mejora de los instrumentos de observación ha hecho posible la obtención de espectrogramas de alta dispersión para un gran número de estrellas de las llamadas normales, se ha hecho evidente que hay muchas diferencias entre espectros estelares que anteriormente fueron considerados idénticos. Al mismo tiempo el progreso de la teoría de atmósferas estelares ha revelado la importancia de las velocidades de turbulencia en la forma de las líneas de absorción constitutivas del espectro.

El conocimiento actual de las poblaciones estelares, el efecto de la edad y evolución de cada grupo, sugiere que deben esperarse diferencias en la composición química entre grupos estelares de edades diferentes. Estas diferencias escapan a menudo de la observación a causa de nuestro limitado conocimiento de las abundancias de los elementos en las atmósferas estelares.

A principios de este siglo las estrellas normales supergigantes fueron consideradas como peculiares en una clasificación de una dimensión con la temperatura como único parámetro, las diferencias espectrales a causa de la distinta luminosidad fueron despreciadas y las supergigantes, pocas en número comparadas a las estrellas enanas, fueron consideradas como peculiares.

Actualmente nos encontramos en una situación análoga. Algunas de las definiciones de estrellas peculiares son en unos casos arbitrarias y en otros sujetas a frecuentes cambios.

Vamos a hacer una descripción somera de las características espectrales que han servido para separar cada uno de los grupos de estrellas peculiares.

Las estrellas de tipo A tienen su espectro caracterizado por las líneas de la serie de Balmer del hidrógeno y porque la mayoría de las líneas metálicas son muy débiles y difíciles de detectar en espectrogramas de baja dispersión.

Casi desde el comienzo de la clasificación con la ayuda de espectros, se observó que ciertas estrellas consignadas al tipo espectral A por la relación de la línea K de CaII a las líneas de hidrógeno pre-

sentaban también líneas metálicas bastante intensas, originando el grupo «A-peculiares». A este tipo pertenecen las «estrellas con líneas metálicas» como 60Leo en cuyo espectro las intensidades de las líneas metálicas son las que podrían esperarse en un tipo F pero nunca en un tipo espectral A.

Se comprenden las dificultades que surgen al intentar clasificar estas estrellas, que por la intensidad de su línea K de CaII aparecen como de tipo A, mientras que sus líneas metálicas las incluyen en tipos posteriores, mediante el único criterio de la línea K de CaII. Sin embargo, recurriendo a la medida de temperaturas de color, utilizando por ejemplo la escala  $c_1$  de Stebbin, se obtiene un exceso de color aparente  $E_1$  positivo para la línea K de CaII y los valores encontrados para las líneas de hidrógeno y metálicas son los que corresponden a las primeras subdivisiones de tipo F.

Clasificando las estrellas con líneas metálicas H. F. Weaver las asignó el tipo espectral obtenido a partir de la intensidad de las líneas de hidrógeno, añadiéndoles el símbolo «ML» seguido de un número que indica la disparidad entre los tipos espectrales correspondientes a la línea K de CaII, a las líneas de hidrógeno y a las líneas metálicas. Así estableció un «grado de metalicidad» de la estrella mediante una notación clara y fácil de usar.

Si las características «normales» en las estrellas de tipo F, G y K se definen por el espectro medio de las estrellas que están en la vecindad solar y comparten la rotación solar alrededor del centro galáctico, las diferencias encontradas en los espectros peculiares tienden a ser sistemáticas y son correlativas con propiedades tales como velocidades espaciales o asociaciones en cúmulos globulares.

Estas peculiaridades pueden definirse en función de las diferencias de población, puesto que son más marcadas en objetos de la población de tipo II. Sin embargo, como hay muchas dificultades en diferenciar completamente las poblaciones estelares de los brazos de espiral, del disco galáctico y del halo galáctico, es preferible usar otra característica descriptiva. Así por «estrellas peculiares de alta velocidad» queremos caracterizar esas estrellas con grandes movimientos espaciales aparentes con relación al «Local Standard of Rest». Una de las peculiaridades de las estrellas de alta velocidad es la debilidad de las bandas de CN, este efecto es más notorio en las gigantes de tipos G7 hasta K2, ya que es en esta parte del diagrama luminosidad-

espectro donde las bandas azules de CN son más intensas. En las estrellas de la secuencia principal la absorción de CN es siempre tan pequeña que las anomalías no se manifiestan en espectrogramas de baja dispersión.

N. G. Roman dividió las estrellas brillantes en dos grupos de acuerdo con la intensidad de sus líneas metálicas comprobando que las estrellas con líneas más débiles poseían en promedio velocidades espaciales más grandes. La debilidad general de las líneas metálicas es más importante entre los primeros tipos F, observándose también en las pocas estrellas de tipo A que tienen altas velocidades espaciales respecto al Sol. Es notable que esas estrellas de tipo A y las de tipo F de alta velocidad y de clase de luminosidad V tiendan a caer por debajo de la secuencia principal normal.

Las principales características espectroscópicas de las estrellas de alta velocidad pueden resumirse de esta forma. El número efectivo de átomos de la mayoría de los metales es inferior al normal. La abundancia de metales parece estar reducida en un factor de aproximadamente 2, aunque en los últimos tipos K3-K4 no se han encontrado líneas metálicas débiles. Sin embargo, cuando las deficiencias metálicas aparecen este efecto se manifiesta indiscriminadamente a través de las líneas de elementos ligeros y pesados. El número efectivo de moléculas de CN es menor en estrellas de alta velocidad que en estrellas normales en un factor que varía aproximadamente de 3 a 20. También aparece menor que lo normal, en estas estrellas, la relación CN/metales. Sin embargo el número de moléculas de CH no varía prácticamente en la mayoría de las estrellas de alta velocidad en comparación con las estrellas normales.

Schwarzschild, Spitzer y Wildt han comprobado que las peculiaridades espectrales de las estrellas de alta velocidad quedan explicadas estableciendo reducciones en las abundancias de los átomos de los metales y de los grupos O, N, C, con relación al hidrógeno en las estrellas normales.

Hay un grupo de estrellas, de tipos K y M, que se diferencian de las de su mismo tipo espectral por la proporción carbono/oxígeno que exhiben sus atmósferas y por la intensidad de sus bandas Swan de  $C_2$ . Estas estrellas, bien conocidas, han sido denominadas «estrellas rojas de carbono».

Una de las primeras interpretaciones cuantitativas de sus espec-

tros fue llevada a cabo por H. N. Russell, el cual comprobó que la relación oxígeno/carbono (en número de átomos) es aproximadamente de 30/1 en una gigante normal de tipo M. En las estrellas de carbono la sustitución observada de óxidos por compuestos de carbono se explica invirtiendo la relación O/C de las estrellas normales, es decir, tomando el carbono aproximadamente tan abundante como el oxígeno. Este grupo de estrellas de carbono puede subdividirse en dos en función de sus abundancias relativas de carbono, oxígeno y nitrógeno, constituyendo las llamadas estrellas CH y las estrellas pobres en hidrógeno.

Las estrellas CH poseen las bandas de  $C_2$  y CN bastante intensas. Las líneas  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  y las de elementos ionizados tales como  $Sr^+$ ,  $Ba^+$  y  $Ti^+$  son relativamente intensas comparadas a las de estrellas de carbono de baja velocidad o gigantes normales G y K de temperatura aproximadamente igual. La mayoría de las estrellas CH pertenecen al tipo R; sus temperaturas efectivas son de  $3.600^\circ$  a  $4.600^\circ$  K, por lo que las intensidades observadas de las líneas ionizadas parecen corresponder a una luminosidad elevada pero no hay suficiente evidencia de ello, salvo para las más brillantes a las que podría asignarse una luminosidad de clase II. De otro lado la apariencia de las líneas de las bandas de CN, CH y  $C_2$  es análoga a la que manifestaría el espectro de una estrella de alta velocidad cuya relación carbono/oxígeno fuese incrementada en la cantidad característica de las estrellas de carbono.

Los espectros de las estrellas pobres en hidrógeno presentan, en contraste con las estrellas CH, líneas de hidrógeno anormalmente débiles. Este fenómeno puede ser atribuido a una deficiencia de la abundancia de hidrógeno y ha sido observado en los espectros de algunas estrellas rojas de carbono, así como en HD 160641 (tipo O1), HD 124448 (tipo B), VSgr (tipo A) y en la variable R *Coronae Borealis*. Bidelman ha observado en el espectro de estas estrellas una gran debilidad de las bandas de  $C_2$  que contienen el isótopo  $C^{13}$ . En general todas las estrellas pobres en hidrógeno presentan límites bajos para la relación  $C^{12}/C^{13}$  que se extienden de 30 a 100, mientras que para el Sol, Greenstein sugiere un límite inferior de 36 y los cálculos más recientes de Delbouille y Roland dan un valor de 40. En cuanto al límite superior, para el Sol fue fijado por Righini en  $10^4$ , una posterior corrección del cálculo de las medidas de anchuras equivalentes ha permitido reducirlo a  $10^3$ . Esta relación es impor-

tante ya que el  $C^{13}(\alpha, n)$  constituye una fuente de neutrones que puede conducir a una abundancia relativa anómala de elementos pesados en los espectros estelares. La fuente principal de información podría estar constituida por la banda molecular isotópica  $C^{13}N$ ,  $\lambda\lambda$  3874-3875 Å que no ha sido empleada para el estudio de espectros estelares a causa de la baja dispersión recíproca necesaria para su análisis. En resumen, existe una correlación entre la deficiencia del isótopo pesado de carbono y la deficiencia de hidrógeno en este tipo de estrellas.

En relación con las estrellas de semi-carbono su clasificación plantea grandes problemas si las bandas de óxidos y compuestos no aparecen muy intensas, además de la dificultad práctica de observación de tales bandas. Así ocurre con RCMi, W Cas y R Ori cuyos espectros tienen bandas intensas de CN, bandas débiles de  $C_2$  y además líneas intensas de elementos pesados, a veces se las ha clasificado como de tipo S y otras como estrellas de carbono, ya que las bandas infrarrojas de CN son más intensas que las de las estrellas CH. La velocidad espacial, calculada a partir de la medida de velocidades radiales, no es muy elevada y en consecuencia parece razonable situar estas estrellas justo en el extremo del grupo normal de carbono.

Ciertas estrellas de tipo G y K presentan bandas de CN más intensas de lo normal, constituyendo el grupo de estrellas CN. Así ocurre, por ejemplo, con  $\alpha$  Ser K2 III (CN+2) y HD 112127 K2 III (CN+2) la notación entre paréntesis indica un exceso aparente de cianógeno. En los espectrogramas de baja dispersión recíproca pueden observarse que las bandas más intensas de CN aparecen en la región  $\lambda\lambda$  4150 Å, por cuyo motivo este grupo recibe también el nombre de «estrellas 4150». En las estrellas de alta velocidad con débiles bandas de CN habíamos interpretado este efecto como un aumento de la abundancia de hidrógeno con respecto a todos los elementos más pesados, en consecuencia en las estrellas con bandas intensas de CN puede atribuirse este fenómeno a una disminución de la abundancia de hidrógeno.

Se conocen solamente tres estrellas que tengan espectros en el que las bandas de CN y CH son anormalmente débiles. Estas estrellas son HD 18474 (BS 885), HD 30297 y HD 166208 (BS 6791) y reciben el nombre de estrellas pobres en carbono. Las medidas de las abundancias de CH y CN en BS 6791 por Greestein y Keenan refuerzan la hipótesis de Bidelman de que la peculiaridad espectral de BS 885 se debe a una deficiencia de átomos de carbono en su at-

mósfera. Comparando la abundancia relativa de CN en los espectros de cuatro gigantes normales de tipo G8-G9 se encontró que ésta era aproximadamente cuatro veces más baja en BS 6791 y que el número de moléculas de CH era cinco veces menor.

En este resumen de las características de cada grupo de estrellas peculiares hemos encontrado que nuestra estrella problema HD 18474 catalogada como peculiar, pertenece al grupo de estrellas «pobres en carbono». El estudio detallado del espectro de HD 18474 en la región donde las bandas moleculares se manifiestan, normalmente, con más intensidad nos ha confirmado este carácter, así como del análisis comparativo de las intensidades de las líneas de las bandas de CN y CH en HD 18474 con tres gigantes normales,  $\alpha$  Ser K2 III-IV,  $\alpha$  U Ma G8 II-III y  $\beta$  Oph K2 III estudiadas por L. Gratton, se deduce una debilidad anormal de estas bandas.

P. Swings ha observado que en las estrellas enanas el sistema violeta de CN aparece debilitado. Cabría esperar que de la comparación de intensidades de estas bandas entre HD 18474 y una enana de similar tipo espectral, estas intensidades fueran en HD 18474 si no superiores al menos análogas. Esto, sin embargo, no ocurre así, como puede deducirse de la comparación entre las anchuras equivalentes de las líneas constitutivas de las bandas de CN en HD 18474 y el Sol.

En consecuencia, la debilidad de las bandas de CN, CH y C<sub>2</sub> con respecto a las gigantes normales y al Sol, así como la reducida intensidad de las líneas de carbono que ha sido posible medir no es posible atribuirles más que a una marcada deficiencia de carbono en la atmósfera de HD 18474.

#### LA ESTRELLA HD 18474

Sus coordenadas son las siguientes:

$$\alpha_{1900} = 2^{\text{h}}53^{\text{m}}3^{\text{s}}$$

$$\delta_{1900} = 46^{\circ}49'$$

$$l^{\text{II}} = 144^{\circ}27'$$

$$b^{\text{II}} = -10^{\circ}14'$$



Indice de colores:

$$B - V = 0.89$$

$$U - V = 0.61$$

Magnitud visual aparente:

$$m_v = 5.47$$

Paralaje:

$$\pi = -0.011$$

Velocidad radial = 7 km/s.

Clase espectral: G 4p.

Número en el catálogo BS: 885.

Número en el catálogo de velocidades radiales: 1664.

La magnitud visual absoluta  $M_v = 0.68$  y el índice de color nos han permitido establecer que HD 18474 tiene una luminosidad de clase III correspondiente a una gigante. De acuerdo con el trabajo de H. L. Johnson (1963) los valores de  $B - V = 0.89$  y  $U - B = 0.61$  la clasifican como de un tipo espectral posterior a G5 y anterior a KO. Según el estudio de HD 18474 hecho por Bidelman (1953) el tipo espectral es G4p, la magnitud visual aparente 5.6 y la velocidad radial + 7 km/s.

#### OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA TABLA

Se han utilizado los espectros siguientes, tomados en el telescopio de 100 pulgadas del Observatorio de Mt. Wilson:

Placa n.º Ce 8434, Film IIaO, Dispersión 2.9 Å/mm,  $\lambda\lambda$  3900-4300 Å.

Placa n.º Ce 8439<sup>1</sup>, Film IIaO, Dispersión 2.9 Å/mm,  $\lambda\lambda$  3900-4450 Å.

Placa n.º Ce 8439<sup>2</sup>, Film IIaO, Dispersión 2.9 Å/mm,  $\lambda\lambda$  4400-4950 Å.

Placa n.º Ce 7696, Film IIaO, Dispersión 2.9 Å/mm,  $\lambda\lambda$  3800-4545 Å.

Placa n.º Ce 7830, Film IIaO, Dispersión 2.9 Å/mm,  $\lambda\lambda$  4055-4790 Å.

De todas estas placas poseemos registros en intensidad de alta y baja resolución.

Asimismo he tomado nuevos espectros de esta estrella, con el telescopio de 193 cm., en montaje Coudé, del Observatorio de Haute-Provence, los cuales enumero a continuación:

Placa n.º W 4815, Film 103aF, Dispersión 12.3 Å/mm, Exposición 30<sup>m</sup>, Cámara IV, Red A (1200 trazos/mm),  $\lambda\lambda$  4200-6700 Å.

Placa n.º W 4816, Film 103aF, Dispersión 12.3 Å/mm, Exposición 2<sup>h</sup>, Cámara IV, Red A,  $\lambda\lambda$  4200-6700 Å.

Placa n.º W 4817, Film 103aF, Dispersión 12.3 Å/mm, Exposición 2<sup>h</sup>24<sup>m</sup>, Cámara IV, Red A,  $\lambda\lambda$  4200-6700 Å.

Placa n.º W 4819, Film 103aD, Dispersión 12.3 Å/mm, Exposición 2<sup>h</sup>14<sup>m</sup>, Cámara IV, Red A,  $\lambda\lambda$  4200-6400 Å.

Placa n.º W 4820, Film 103aF, Dispersión 12.3 Å/mm, Exposición 3<sup>h</sup>42<sup>m</sup>, Cámara IV, Red A,  $\lambda\lambda$  4200-6700 Å.

Placa n.º V 3181, Film IN hyp., Dispersión 39.2 Å/mm, Exposición 1<sup>h</sup>21<sup>m</sup>, Cámara III, Red B (771 trazos/mm),  $\lambda\lambda$  6570-8800 Å.

Placa n.º X 703, Film IIaO ch., Dispersión 4 Å/mm, Exposición 6<sup>h</sup>45<sup>m</sup>, Cámara V, Red A,  $\lambda\lambda$  3900-4900 Å.

De estas placas también hemos obtenido los registros en intensidad.

En la columna I de la tabla se dan las longitudes de onda obtenidas de la lectura del espectro con un microscopio comparador con la ayuda del espectro patrón.

En la columna II se indican las intensidades relativas y el carácter blendado o difuso de las líneas. Para los valores de las intensidades hemos establecido una escala, asignando 20 a la máxima intensidad y 0-1 a las más débiles. A la derecha del número se da también una letra, que nos indica:

b: si la línea está blendada, es decir, que existe un solapamiento parcial o total de líneas que pertenecen a elementos diferentes o al mismo elemento.

B: muy blendada.

d: difusa.

D: muy difusa.

M: si la línea aparece oculta por el ala de otra línea ensanchada sin que se pueda establecer su perfil aproximado.

En la columna III se encuentran las identificaciones de las líneas del espectro estelar, se indica la longitud de onda de laboratorio, el elemento a que corresponde y entre paréntesis el número del multiplete. Para hacer esta identificación se ha utilizado como base «A multiplet table of Astrophysical interest» de Ch. Moore. En ocasiones puede ocurrir que sean varias líneas las que contribuyen a la formación de una línea del espectro estelar, en estos casos si en los registros en intensidad los perfiles de los contribuyentes pueden separarse o medirse su grado de contribución indicamos éste con las letras A cuando la importancia es mayor y con B y C las contribuciones de menor interés.

Finalmente, en la columna IV se dan unos números que indican el lugar donde pueden encontrarse, al final de las tablas, una aclaración respecto a la identificación realizada y en ciertos casos las anchuras equivalentes medidas.

I	II	III	IV
3888.73	4 d	3889.05 H <sub>8</sub>	
3890.52	2	90.84 FeI (280)	
3892.58	2 b	92.86 VI (7) A; 92.898 FeI (283) A; 92.98 FeI (567) B	
3893.03	2	93.32 FeI (364); 93.39 FeI (430)	
3897.63	3 B	97.896 FeI (280); 98.01 FeI (20); CH (0, 0) Q6	
3898.16	2	98.485 CoI (58); 98.487 TiI (13)	
3898.75	2 b	99.04 FeI (175) A; 99.14 VII (33) B	
3900.21	2	3900.546 TiII (34)	
3903.58	2	03.90 FeI (429); ¿04.02 MgI (19)?	
3904.46	2 b	04.78 TiI (56)	
3905.17	2 B	05.53 SiI (3)	
3905.34	2 B	05.66 FeIp (153); CH (0, 0) Q8	
3905.57	1 B	05.90 CH (0, 0) Q8	
3905.72	1	06.04 FeII (173)	
3906.16	2	06.48 FeI (4)	
3907.15	1	07.46 FeI (284); 07.48 ScI (8)	

I	II	III	IV
3907.62	1	07.94 FeI (280)	
3908.39	1	08.68 FeI (153); 08.755 CrI (23)	
3908.61	1 b	08.93 Nil (117)	
3909.34	1 B	09.66 FeI (565)	
3909.51	2 B	09.83 FeI (364); 09.894 VI (7, 63); 09.93 CoI (3)	
3910.53	2 b	10.85 FeI (284)	
3910.68	1 b	11.00 FeIp (562)	
3911.45	2	11.82 ScI (8)	
3912.66	1	12.98 Nil (15)	
3913.23	3 b	13.46 TiII (34); 13.64 FeI (120)	
3913.98	3 b	14.27 FeI (567); 14.33 TiI (15); VII (33)	
3914.10	1	14.43 CH (0, 0) P5	
3915.63	2 b	15.94 ZrII (17); 16.05 LaII (42)	
3915.92	2 b	16.24 CrI (23)	
3916.09	2 b	16.42 VII (10)	
3916.41	1	16.733 FeI (606)	
3916.83	2	17.115 CoI (113); 17.18 FeI (20)	
3918.10	2 B	18.28 CeII (12) B; 18.32 FeI (124) B; 18.42 FeI (364) A	
3918.33	2 B		18.65 FeI (430) A; 18.54 FeIp (362) B
3918.79	2	19.07 FeI (430); 19.16 CrI (23)	
3919.94	2	20.26 FeI (4)	
3920.70	3 B	20.84 FeI (567); 21.02 CrI (23) A; CH (0, 0) P6	
3921.05	2 b	21.42 TiI (14)	
3921.77	1	22.08 FeIp (153); 22.09 FeIp (564)	
3922.03	1	22.40 SmII (38); 22.43 VI (42)	
3922.59	3	22.914 FeI (4)	
3923.71	1 b	24.075 MnI (44)	
3924.18	1 b	24.53 TiI (13)	
3925.62	1 b	25.946 FeI (364) A; 26.00 FeI (562) B	
3927.60	1 b	27.92 FeI (4)	
3933.28	20 D	33.664 CaII (K) (1)	
3941.54	1 b	41.86 Nil (171); 41.87 SmII (1)	
3941.65	1 b	42.01 VI (63)	
3943.02	2 b	43.34 FeI (72)	
3943.75	2	44.09 AlI (1)	
3944.41	1	44.68 Sol; 44.75 FeI (361)	
3945.01	1	45.33 CoI (29)	
3946.68	1	47.002 FeI (561)	
3947.25	3 B	47.39 FeI (153) B; 47.53 FeI (361, 426) A); 47.77 TiI (14) C	
3947.79	2 b	48.105 FeI (562) A; 48.28 FeIp (561) B	
3948.46	2 b	48.78 FeI (604) A; 48.90 CaI (6) B	
3948.80	2	49.10 LaII (41); 49.14 FeI (730)	

I	II	III	IV
3949.63	1	49.954 FeI (72)	
3950.00	1	50.35 YII (6)	
3950.74	1	51.097 CrI (136)	
3950.85	1	51.164 FeI (661)	
3951.63	1	51.74 VII (10)	
3952.04	1 b	52.33 CoI (16); 52.40 CrI (136)	
3952.28	2 B	52.57 CeII (113, 1773 A; 52.61 FeI (278) B; 52.70 FeI (362) C	
3952.59	2 B	52.91 CrI (136); 52.98 CH (0, 0) Q10, P15	
3952.84	1	53.156 FeI (430); 53.16 CrI (136)	
3953.18	2	53.50 FeIp (770)	
3953.54	2	53.86 FeI (362)	
3954.40	1	54.72 FeI (606)	
3955.64	2 B	55.96 FeI (488)	
3955.95	2	56.34 TiI (13) A; 56.46 FeI (604) B	
3956.36	2	56.68 FeI (278)	
3956.72	2	57.03 FeI (562); 57.053 CaI (6)	
3957.30	1	57.62 FeI (569)	
3957.85	2 B	57.93 CoI (18) B; 58.206 TiI (13) A; 58.24 ZrII (16) A	
3959.96	1	60.28 FeI (913)	
3961.15	2 b	61.423 AlI (1)	
3968.07	20 D	68.470 CaII (H) (1)	
3973.34	1 b	73.663 FeI (769); 73.71 CaI (6)	
3974.07	1	74.39 FeI (564)	
3974.43	1	74.73 CoI (18); 74.766 FeI (72)	
3974.89	1	75.21 FeI (153)	
3975.53	1	75.85 FeI (977)	
3976.30	2 B	{ 76.56 FeI (655); 76.62 FeI (729); 76.66 CrI (38)	
3976.54	2 B		76.86 FeI (431, 662)
3977.39	2	77.73 VII (10); 77.743 FeI (72)	
3978.33	2 B	{ 78.46 FeI (361); 78.65 CoI (17); 78.650 CeII (175)	
			78.677 CrI (67)
3979.22	2 b	79.52 CoI (3) A; 79.65 FeI (561) B	
3980.33	1	80.65 FeI (153)	
3980.74	2 B	81.10 FeI (122) B; 81.233 CrI (67) A	
3981.32	2	81.76 TiI (12); 81.775 FeI (278)	
3981.65	2	81.998 TiII (1)	
3982.19	2 B	82.478 TiI (11) A; 82.58 MnI (33) B; 82.59 YII (6) B	
3983.22	1	83.54 FeI (Sol)	
3983.64	2 B	83.91 CrI (38) B; 83.96 FeI (277) A	
3984.61	1	84.93 FeIp (561)	
3985.03	2 B	85.24 MnI (33) C; 85.32 FeIp (219) B; 85.393 FeI (661) A	

I	II	III	IV
3985.86	2	86.18 FeI (655)	
3986.41	2	86.75 MgI (17); 86.83 MnI (33)	
3986.72	1	87.09 NiI (137); 87.098 MnI (33)	
3987.29	2	87.62 TiI <sub>p</sub> (11)	
3987.63	1	87.98 YbI (2)	
3988.15	2	88.51 LaII (40)	
3989.49	3 b	89.76 TiI (12) A; 89.86 FeI (768) B.	
3990.00	3 b	90.30 CoI (58) B; 90.379 FeI (527) A	
3990.71	2	91.12 CrI (38); 91.14 ZrII (30)	
3991.34	2 B	91.673 CrI (38) A; 91.684 CoI (17) A; 91.743 NdII (19) B	
3992.08	1	92.395 FeI (604)	
3992.48	1	92.80 VI (89); 92.845 CrI (67)	
3993.67	3 B	93.95 NiI (170) A; 93.97 CrI (67) A; 94.00 FeI <sub>p</sub> (560) B	
			94.12 FeI (526) C
3994.28	3 B	94.54 CoI (17) A; 94.51 CH (0, 0) P14; 94.683 TiI (188) B	
3994.99	3	95.20 FeI (604) B; 95.31 CoI (31) A	
3995.32	2	95.74 LaII (27)	
3995.67	2	95.99 FeI (279)	
3996.09	1 b	96.26 FeI <sub>p</sub> (561); 96.28 FeI <sub>p</sub> (427)	
3996.67	2 b	96.97 FeI (945) A; 97.13 VII (9) B	
3997.12	2 b	97.40 FeI (278) A; 97.48 FeI <sub>p</sub> (563) B; 97.49 FeI <sub>p</sub> (556) B	
3997.63	4 b	97.901 CoI (32) A; 98.054 FeI (276) B	
3998.30	3	98.635 TiI (12)	
3998.61	2	98.98 ZrII (16)	
3998.95	2 b	99.24 CeII (57) A; 99.34 TiI (188) B	
4000.07	3 B	100.266 FeI (556) B; 100.466 FeI (526) A	
4001.28	3 b	01.44 CrI (268) B; 01.666 FeI (72) A	
4001.75	2	02.07 FeII (29)	
4002.24	2 B	02.47 TiI (188); 02.665 FeI (320, 655)	
4002.57	2	02.94 VII (9)	
4003.43	2 B	03.76 FeI (728); 03.771 CeII (188); 0.379 TiI (188)	
4004.93	5 d	04.98 FeI (486, 557) B; 05.25 FeI (43) A; 05.71 VII (32) C	
4006.47	3 b	06.768 FeI (320); 06.82 CH (0, 0) P15	
4006.96	3	07.28 FeI (277)	
4007.58	3 b	07.93 Sol; 08.06 TiI (187)	
4008.57	3	08.878 FeI (Sol); 08.93 TiI (12)	
4009.35	3	09.66 TiI (11), 09.71 FeI (72)	
4009.86	1	10.18 FeI (915)	
4011.10	1	11.42 FeI (218)	
4011.39	1	11.71 FeI (153)	

I	II	III	IV
4013.29	2 B	} 13.58 TiI (187) B ; 13.64 FeI (557) B 13.80 MgII (22) A ; 13.822 FeI (486) A 14.28 FeI (426, 427)	
4013.50	3 B		
4013.96	1		
4014.12	2	14.489 ScII (8) ; 14.53 FeI (892)	
4014.51	1	14.90 CeII (157)	
4015.24	2	15.61 Sol	
4016.11	2	16.43 FeI (560)	
4016.49	0-1	16.82 VII (202)	
4016.80	3	17.10 FeI (279) ; 17.15 FeI (527)	
4017.21	2	17.47 Sol ; 17.56 NiI (171)	
4017.43	1	17.77 TiI (185)	
4017.97	4 b	18.10 MnI (5) A ; 18.28 FeI (560) B	
4018.78	4 B	19.05 FeI (219) A ; 19.05 NiI (72) A ; 19.29 CoI (16) B	
4020.13	3 b	20.399 ScI (7) B ; 20.48 FeI (913) A	
4020.54	2	20.898 CoI (16)	
4020.96	1	21.330 NdII (36)	
4021.52	3	21.81 TiI (185) ; 21.87 FeI (278)	
4021.94	1	22.26 CrI (268)	
4022.42	1	22.74 FeI (556, 654)	
4022.63	1	23.002 NdII (unclas.)	
4023.05	2	23.39 VII (32)	
4023.36	2	23.69 ScI (7)	
4023.73	2 b	23.99 NiI (170) ; 23.99 ZrI (46) ; 24.11 FeI (227)	
4024.27	3 b	24.57 TiI (12) A ; 24.74 FeI (560) B	
4024.89	2	25.114 NiI (240) ; 25.14 TiII (11)	
4025.12	1	25.44 CrI (37)	
4025.43	1	25.8 CH	
4026.20	2	26.54 TiI (185)	
4026.74	2	27.03 CoI (3) ; 27.103 CrI (37)	
4027.57	1	27.94 CH (1, 1) R6	
4027.99	2	28.33 TiII (87)	
4029.32	2	29.64 FeI (556, 563)	
4030.03	3 B	} 30.19 FeI (72) C ; 30.50 FeI (560) B ; 30.51 TiI (185) B 30.755 MnI (2) A 31.24 FeI (486)	
4030.37	3 B		
4030.92	2		
4031.49	3 B	31.73 FeI (427) ; 31.79 MnI (unclas) ; 31.97 FeI (655)	
4032.32	3	32.64 FeI (44)	
4032.71	4	33.073 MnI (2)	
4033.31	1	33.67 Mn (M)	
4034.13	4	34.490 MnI (2)	
4035.32	4 b	35.03 VII (32) ; 35.73 MnI (5)	
4036.05	2	36.37 FeI (279)	

I	II	III	IV
4036.47	2	36.78 VII (9)	
4036.81	2 b	37.12 Sol; 37.29 CrI (36)	
4038.40	2 B	38.62 FeI (600, 728); 38.79 FeI (Sol)	
4038.78	1	39.10 CrI (251)	
4038.97	0-1	39.34 PrII (15)	
4039.21	1	39.58 VII (32)	
4040.96	3	41.29 FeI (603, 654) B; 41.36 MaI (5) A	
4041.35	1	41.68 SmII (22)	
4042.28	1 b	42.60 CeII (140)	
4042.54	1 b	42.905 SmII (9); 42.91 LaII (66)	
4043.53	4 B	43.775 TiI (208) B; 43.901 FeI (276, 557) A; 43.98 FeIp (559)	
4044.29	4	44.61 FeI (359)	
4045.28	7 D	45.133 MnI (48) C; 45.14 FeI (425) C; 45.39 CoI (31) B	
4047.00	2 b	45.59 FeI (559) B; 45.82 FeI (43) A	
4047.43	1 b	47.32 FeI (117, 853)	
4047.43	1 b	47.792 ScI (7)	
4047.71	0-1	48.08 CH	
4047.43	3	48.76 MnI (5); 48.78 CrI (251)	
4049.02	2	49.34 FeI (218)	
4049.50	1 b	49.86 GdII (unclas)	
4049.96	1 b	50.32 ZrII (43)	
4050.37	2	50.69 Fe (M)	
4050.88	2 B	51.145 NdII (66) A; 51.18 NiI (239) A; 51.35 VI (121) B	
4051.60	2	51.92 FeI (700)	
4052.15	2 B	52.466 FeI (563); 52.472 MnI (48)	
4052.37	2 B	52.72 FeIp (557); 52.66 FeI (524)	
4052.16	2	53.51 CeII (36)	
4053.47	2	53.81 TiII (87); 53.82 FeI (485)	
4054.51	3 B	54.555 ScI (6); 54.83 FeI (698); 54.88 FeI (698)	
4054.71	3 B	55.01 TiI (80); 55.05 FeI (218)	
4055.18	3	55.543 MnI (5)	
4055.87	4 B	56.21 TiII (11)	5-1
4057.09	4 b	57.36 FeI (277) B; 57.505 MgI (16) A	
4057.56	2	57.95 MnI (15)	
4057.85	3 b	58.14 TiI (254); 58.18 CoI (16); 58.23 FeI (558)	
4058.48	4 B	58.766 FeI (120) C; 58.772 CrI (251) B; 58.930 MnI (5) B	
4059.03	2	58.933 CbI (1) A	
4059.41	2	59.39 MnI (29)	
4059.41	2	59.73 FeI (767)	
4059.92	2	60.263 TiI (80)	
4060.75	2	61.08 NdII (10)	



I	II	III	IV
4061.38	2	61.74 MnI (29)	
4061.64	2	61.96 Fe (M)	
4062.13	3	62.45 FeI (359)	
4063.20	5 B	63.29 FeI (698) B ; 63.597 FeI (43) A	
4064.18	3 B	64.46 FeI (44) A ; 64.58 SmII (24, 33) B	
4064.75	2	65.09 TiI (80)	
4065.08	2	65.40 FeI (698)	
4066.05	2	66.37 CoI (30)	
4066.28	2	66.60 FeI (424)	
4066.63	2 B	66.93 CrI (66) ; 66.98 FeI (358)	
4066.96	3	67.28 FeI (217)	
4067.67	3	67.984 FeI (559) ; 68.03 MnI (5)	
4068.22	2	68.54 CoI (58)	
4068.79	3 b	69.08 FeI (557) A ; 69.27 NdII (20) B	
4069.94	3	70.28 MnI (5)	
4070.45	3	70.77 FeI (558)	
4071.42	5 d	71.740 FeI (43)	
4072.20	2	72.52 FeI (698)	
4073.16	1	73.477 CeII (4)	
4073.44	2	73.76 FeI (558)	
4074.50	4 B	74.70 FeIp (912) ; 74.79 FeI (524) A ; 74.90 NiI (28) B	
4075.82	4 B	75.96 FeI (Sol) ; 76.06 CrI (279) ; 76.23 FeI (486)	
4076.38	5 B	76.64 FeI (558) A ; 76.81 (557) B ; 76.87 CrII (19) B	
4076.77	2	76.89 FeI (559) B	
4077.35	6 D	77.09 CrI (66)	
4077.35	6 D	77.714 SrII (1)	
4078.08	4 b	78.36 FeI (217) A ; 78.47 TiI (80) B	
4078.96	4 B	79.18 FeIp (799) ; 79.24 MnI (5) A ; 79.42 MnI (5) B	
4079.53	3	79.85 FeI (359) A ; 79.73 CbI (1) B	
4079.90	2	80.22 CrI (66) ; 80.23 FeI (558)	
4080.06	1	80.44 HfII (6)	
4080.57	2	80.89 FeI (557)	
4080.89	2 B	81.22 ZrI (46) ; 81.222 CeII (4) ; 81.26 FeI (Sol)	
4081.80	2	82.12 FeI (698)	
4082.09	3 b	82.40 ScI (6) ; 82.44 FeI (906) ; 82.46 Ti (80)	
4082.60	3	82.944 MnI (5)	
4082.87	2	83.23 CeII (60)	
4083.27	4 b	83.55 FeI (117) A ; 83.63 MnI (5) A ; 83.78 FeI (697) B	
4084.18	3	84.50 FeI (698)	
4084.69	2 b	85.01 FeI (358)	

I	II	III	IV
4084.95	2 b	85.23 CeII (172); 85.26 FeIp (276); 85.31 FeI (559)	
4085.94	3	86.300 CoI (58)	
4086.38	3	86.72 LaII (10)	
4086.77	3 b	87.09 FeI (694)	
4087.95	1	88.30 CoI (2)	
4088.25	2	88.57 FeI (906)	
4088.90	3	89.22 FeI (422)	
4089.76	3	90.08 FeI (700)	
4090.22	3 b	90.52 ZrII (29); 90.58 VI (41)	
4090.66	2	90.98 FeI (695)	
4091.24	2	91.56 FeI (357)	
4092.11	3 B	92.39 CoI (29) A; 92.41 VI (42) A; 92.51 FeI (18) C	
4092.30	3 B		92.63 CaI (25) B; 92.69 VI (27) B
4093.13	0-1	93.497 VI (52)	
4094.58	2	94.93 CaI (25)	
4095.09	2 b	95.27 FeIp (1.075); 95.486 VI (41)	
4095.73	4 B	95.98 FeI (217) A; 96.12 FeI (911) B; 96.21 FeIp (18) B	
4096.31	2 b	96.63 ZrII (15); 96.67 FeI (Sol)	
4096.76	3 b	97.02 FeIp (700); 97.10 FeI (558)	
4097.86	3	98.18 FeI (558)	
4098.22	3	98.53 CaI (25); 98.61 GdII (49)	
4098.80	3 B	99.08 FeI (600, 651); 99.17 TiI (207)	
4099.45	3	99.80 VI (27)	
4099.91	3 b	4100.17 FeI (Sol); 00.35 FeIp (320, 1103)	
4100.42	4 b	00.74 FeI (18); 00.75 PrII (4)	
4100.95	3	01.27 FeI (698)	
4101.36	9 D	01.737 H <sub>2</sub> (1)	
4102.57	3	02.93 SiI (2)	
4102.97	2	03.31 DyII (unclas)	
4103.29	2		03.61 FeI (650, 831)
4103.81	3	04.13 FeI (356, 558)	
4104.64	2 b	04.87 CrI (108) C; 04.97 FeI (694) B; 05.06 FeI (700) C	
4104.83	3 b		05.17 VI (27) A
4106.07	4 b	06.27 FeI (217) B; 06.44 FeI (697) A	
4107.16	5	07.49 FeI (354); 07.487 VI (52)	
4107.81	2	08.13 FeIp (559)	
4108.18	2	08.49 CoI (2); 08.55 CaI (39)	
4108.75	3	09.07 FeI (558)	
4109.10	2	09.46 NdII (10); 09.40 SmII (28)	
4109.49	3	09.80 VI (27); 09.81 FeI (357)	
4110.14	3	10.532 CoI (29)	

I	II	III	IV
4110.60	3	10.87 CrI (97); 10.90 MnI (37.47); 11.01 CrII (18.26)	
4111.02	2	11.36 CrI (97)	
4111.43	3	11.785 VI (27)	
4112.03	2	12.35 FeI (695)	
4112.38	2 b	12.72 TiI (1)	
4112.65	3 b	12.97 FeI (1103)	
4113.43	2 B	13.52 VI (52) B; 13.88 MnI (47) A; 13.902 SmII (16) A	
4114.13	2	14.45 FeI (357)	
4114.80	3 b	14.96 FeI (695) B; 15.18 VI (27) A	
4115.58	2 b	15.89 FeI (910) B; 15.98 NiI (255) A	
4116.19	3 B	16.470 VI (27) A; 16.60 VI <sub>p</sub> (27); 16.70 VI (27) B	
4116.65	2 b		16.97 FeI (558) C
4117.55	2	17.87 FeI (700, 1103)	
4117.82	2	18.144 CeII (11); 18.182 VI (112)	
4118.23	3 b	18.549 FeI (801) B; 18.551 SmII (54) B 18.904 FeI (559) A; 18.774 CoI (28) A	
4118.51	4 B		
4119.12	2	19.44 CrI (65); 19.46 VI (4)	
4119.89	2	20.21 FeI (423)	
4120.30	1	20.613 CrI (65)	
4120.46	1	20.829 CeII (112)	
4121.01	2	21.33 CoI (28)	
4121.49	3	21.81 FeI (356); 21.82 CrI (108)	
4121.83	1	22.14 TiI (296); 22.16 CrI (65)	
4122.32	3 b	22.52 FeI (356); 22.64 FeII (28); 22.757 MnI (47)	
4122.88	2 B	23.23 LaII (41); 23.287 TiI (302); 23.279 MnI (47) 23.56 TiI (296); 23.57 VI (27) 23.758 FeI (217, 422); 23.87 CeII (60); 23.96 SmII (46)	
4123.23	2 B		
4123.51	3 B		
4124.14	1 b	24.489 FeI (Sol)	
4124.52	3 b	24.793 FeII (22); 24.91 YII (14)	
4125.45	4 b	25.662 FeI (1103) A; 25.884 FeI (354) B	
4125.87	2	26.19 FeI (695)	
4126.18	1	26.52 CeI (35)	
4126.56	1	26.88 FeI (354)	
4126.95	1 b	27.30 CrI (35)	
4127.32	3 B	27.53 TiI (296); 27.61 FeI (357); 27.64 CrI (65) 27.81 FeI (558, 727)	
4127.69	2 b		
4128.42	2	28.05 SiII (3); 28.07 VI (27)	
4128.90	2	28.74 FeII (27)	
4128.90	2	29.21 CrI (97); 29.22 FeI (698)	
4129.37	4	29.73 EuII (1)	
4129.71	3	30.035 FeI (44, 486)	

I	II	III	IV
4130.02	2 b	30.37 GdII (30, 37)	
4130.29	3 b	30.648 BaII (4)	7-1
4130.74	2 b	31.10 CeII (112)	
4131.03	1 b	31.36 CrI (261)	
4131.68	6 B	{ 31.94 FeI (695) C ; 31.97 FeI (558) C ; 32.02 VI (27) A	
		{ 32.06 FeI (43) A	
4132.22	3 b	32.54 FeI (1103)	
4132.61	3	32.90 FeI (357) ; 33.01 ScI (20)	
4132.99	1	33.36 NdII (19)	
4133.50	2	33.80 CeII (4) ; 33.87 FeI (698)	
4234.02	4 B	{ 34.34 FeI (3) ; 34.43 FeI (482, 697) ; 34.49 VI (27)	
4134.46	3 B	{ 34.68 FeI (357)	
4135.45	1	35.77 FeI (1073)	
4136.19	2	36.51 FeI (1694)	
4136.68	2	37.002 FeI (726)	
4137.03	2 b	37.284 TiI (253) ; 37.41 FeI (1103)	
4137.28	2	37.65 CeII (2)	
4137.65	1	37.97 FeI (320)	
4138.01	2	38.36 Sol	
4138.56	2 b	38.84 FeI (117) ; 38.987 CN	
4138.73	1	39.08 CN	
4139.21	1 b	39.45 CoI (94) ; 39.61 CN	
4139.61	2	39.93 FeI (18)	
4140.12	3	40.44 FeI (694, 695) B ; 40.45 GdII (48) A	
4141.03	2	41.35 FeI (480)	
4141.54	3	41.86 FeI (422)	
4142.08	4 B	{ 42.18 NiI (212) ; 42.32 NiI (Sol) ; 42.398 CeII (10)	
		{ 42.47 CrI (179) ; 42.628 FeI (1103)	
4142.68	4 B	42.90 VII (226) ; 43.04 TiI (253) 43.136 PrII (4)	
4143.14	4 B	43.42 FeI (523) ; 43.50 FeI (697)	
4143.55	6	43.871 FeI (43)	
4144.87	2 b	45.00 CeII (9) B ; 45.21 FeI (274) A	
4145.45	1 b	45.77 CrII (162)	
4145.78	3 b	46.07 FeI (422) A ; 46.20 CrI (260) B	
4146.38	1	46.70 CrI (107)	
4146.64	1	46.99 Sol	
4147.31	5 b	{ 47.34 FeI (693) B ; 47.49 FeI (832) B ; 47.532 MnI (37) B	
		{ 47.67 FeI (42) A	
4149.03	4 b	{ 49.22 ZrII (41) ; 49.37 FeI (694) ; 49.49 FeI (947)	
		{ 49.538 CH	
4149.44	3 b	49.76 FeI (3)	

I	II	III	IV
4149.94	4 b	50.26 FeI (695) A ; 50.366 NiI (178) B ; 50.43 CoI (16) C	8-1
4150.62	3	50.963 TiI (206) A ; 50.97 ZrII (42) A	
4151.81	6 B	{ 51.79 FeI $\rho$ (12) C ; 51.96 FeI (764) B ; 51.98 LaII (40) B	
		{ 52.172 FeI (18) A	
4152.46	1	52.78 CrI (261)	8-2
4153.59	4 b	53.82 CrI (35) B ; 53.91 FeI (695) A ; 54.11 FeI (694) B	
4154.18	3	54.50 FeI (355)	
4154.49	3	54.81 FeI (694)	
4155.94	4 B	{ 56.08 NdII (10) B ; 56.24 ZrII (29) A ; 56.31 FeI (Sol)	
		{ 56.46 FeI (693) B ; CN	
4156.44	4 b	56.67 FeI (419) B ; 56.80 FeI (354) A	
4157.47	3	57.79 FeI (695)	
4158.10	2	58.42 CoI (144)	
4158.48	3	58.80 FeI (695)	
4158.86	2	59.19 CN ; CHR25 (0, 0) ; 59.24 CHR25 (0, 0)	
4159.32	2 b	59.63 TiI (206) A ; 59.69 VI (25) A	
4160.18	4 B	60.37 FeI (Sol) A ; 60.56 FeI (419) B	
4160.83	3 b	61.08 FeI (589) ; 61.20 ZrII (42)	
4161.17	3	61.52 TiII (21) ; 61.49 FeI (422)	
4161.45	1	61.80 SrII (3)	
4162.35	1	62.67 CNP5 (3, 4) ; CHR25 (0, 0) ; 62.732 GdII (17)	
4163.33	4	63.62 CrI (35) ; 63.64 TiII (105) ; 63.68 FeI (274, 699)	8-3
4163.84	2 B	{ 64.015 VII (37) B ; 64.13 TiI (163) A ; 64.24 CHR24 (0, 0) ; FeI $\rho$ (694) B	
		{ 64.33 CH R24 (0, 0) B	
4164.48	2	64.80 FeI (418)	
4164.80	1	65.119 MgI (Sol) ; 65.18 ScI (20) ; CN R9 (2, 2)	
4165.16	3 b	65.39 CN ; FeI (Sol) A ; 65.606 CeII (10) B	
4165.67	1	66.003 BaII (4) ; CN P38 (3, 4)	
4166.00	1	66.31 TiI (163) ; 66.37 ZrI (45)	
4166.65	2	66.96 NiI (Sol) ; 67.04 CN P34 (3, 4)	
4166.89	3	67.26 MgI (15) ; 67.27 MgI (15)	
4167.58	4	67.86 FeI (599) ; 67.968 FeI (Sol) ; 67.98 CN	
4168.31	2	68.625 FeI (689)	
4168.62	2	68.94 FeI (694)	
4169.46	2	69.78 FeI (693)	
4170.20	0-1	70.48 CN R19 (1, 2)	9-1
4170.59	3 b	70.91 FeI (482) A ; 71.02 TiI (206) B	

I.	II	III	IV
4171.73	6 B	71.68 CrI (261) C; 71.70 FeI (941) C; 71.904 FeI (650) B 71.897 TiII (105) B; 72.05 GaI (1) A; 72.13 FeI (649) A	
4172.36	6 B		72.48 CHR23 (0, 0) C; 72.60 CrII (18) B; 72.61 TiI (163) B 72.64 FeI (689) B; 72.75 FeI (19) A; 72.97 FeIp (909, 1073) C
4173.17	6 b	73.32 FeI (355) B; 73.45 FeII (27) A; 73.54 TiII (21) A	
4173.66	4 b	73.93 FeI (19); 74.088 TiI (55); 74.088 TiII (105)	
4174.02	2 b	74.31 MnII (2); 74.42 FeI (799)	
4174.60	4	74.92 FeI (19); 75.13 CHR22 (0, 0); CNR15	
4174.91	0-1	75.23 CrI (261); 75.17 CN (1, 2)	9-2
4175.32	3	75.64 FeI (354)	
4175.60	2	75.89 FeIp (694); 75.94 CrI (106)	
4176.25	3	76.57 FeIp (689); 76.571 FeI (695)	
4176.71	2 b	76.96 CN P7 (2, 3) B; 77.07 FeIp (690) A	
4177.24	4 b	77.32 NdII (10) C; 77.36 TiI (163) C; 77.54 YII (14) A 77.597 FeI (18) A; 77.70 FeIIp (21) B	
4177.67	2		77.99 CH R22 (0, 0); 78.05 FeI (M)
4178.03	2	78.39 VII (25); CN R12 (1, 2)	
4178.54	3	78.86 FeII (28)	
4179.09	4	79.419 VI (25); 79.43 CrII (26); 79.54 CN	
4179.46	1	79.81 ZrII (19); CN P33 (2, 3)	
4179.84	0-1	80.15 CN P31 (2, 3); 80.24 CN P31 (2, 3)	
4180.09	2	80.41 FeIp (274)	
4180.88	2	81.20 FeIp (908)	
4181.44	4 b	81.55 FeIp (763) C; 81.76 FeI (354) A; 81.974 Sm B	
4182.06	3	82.38 FeI (476 a)	
4182.47	3 b	83.03 FeI (697) B; 82.79 FeI (694) A	
4183.10	3 b	83.29 TiI (220) B; CH R21 (0, 0) B; 83.44 VII (37) A	
4183.49	1	83.76 SmII (4)	
4183.68	3	83.998 FeI (Sol); 84.08 CN	
4183.99	3 b	84.33 TiII (21) A; 84.48 NiI (89) B	
4184.52	3	84.895 CrI (155); 84.895 (355)	
4185.02	1	85.34 Cr? (106)	
4185.93	2	86.12 TiI (129); 86.31 CN R21 (0, 1); 86.36 CrI (249)	
4186.25	2	86.60 CeII (1); CH R20 (0, 0)	

I	II	III	IV
4186.72	5 b	87.044 FeI (152) A; 87.25 CoI (43) B; 87.29 CNP49 (1, 2) A	
4187.44	6 B	87.59 FeI (694) B; 87.72 Sol A; 87.80 FeI (152) A	
4188.40	3	88.694 TiI (220); 88.737 FeI (1116)	
4189.24	3	89.56 FeI (940); 89.50 CoI (2)	
4189.62	1	89.81 VI (24); 89.96 CrI (106)	
4189.93	2 b	90.16 CrI (84) A; 90.40 VII (25) B	
4190.39	3	90.712 CoI (1)	
4190.72	1 b	90.89 VII (37) B; 91.07 GdII (34) A	
4191.17	6 B	{ 91.27 CrI (35) C; 91.44 FeI (152) A; 91.558 VI (24) A 91.68 FeI (355) B; 91.75 CrI (35) B	
4191.75	1		92.05 CN P62 (0, 1); CHR23 (1, 1); 92.10 CrI (273)
4192.77	2 b	93.09 CeII (79); 93.21 P61 (0, 1)	
4193.36	2 B	{ 93.62 Sol; 93.66 CrI (248); 93.83 CN P38 (1, 2) 93.87 CeII (85); 93.89 CrI (248)	
4193.85	0-1		94.2 CN P9 (1, 2); P37 (1, 2)
4194.18	1	94.50 FeIp (274)	
4194.56	2	94.88 CH P19 (0, 0); 94.95 CrI (248); CN P35 (1, 2)	
4195.02	3	{ 95.34 FeI (693) 95.62 FeI (478)	
4195.30	3		95.95 CN P14 (1, 2); P32 (1, 2)
4195.61	0-1		
4195.90	3	96.22 FeI (693)	
4196.28	3	96.53 FeI (418); 96.55 LaII (41); 96.67 FeI (Sol)	
4196.81	3 b	{ 97.06 CN (1, 2) cabeza; 97.10 FeIp (18); 97.23 CrI (249) 97.36 FeIp (976)	
4198.02	6 d		98.27 FeI (693) A; 98.31 FeI (152) A; 98.425 CoI (2)
4198.31	3 b	{ 98.61 VI (24); 98.64 FeI (693) B; CH R18 (0, 0) B 99.10 FeI (522) A; 99.27 YII (5) B; 99.37 FeIp (416) B	
4198.78	5 b		
4199.64	4 b	99.90 RuI (89); 99.97 FeI (3) A	
4200.17	2	4200.46 NiI (89); 00.60 CH R18 (0, 0)	
4200.61	3 b	00.75 TiI (220) B; 00.78 FeIp (44) B; 00.93 FeI (689) A	
4201.70	6 b	{ 01.72 NiI (238) B; 01.73 FeI (799) B; 02.03 FeI (42) A 02.35 VII (25) B	
4202.00	3		

I	II	III	IV
4202.55	3 d	02.76 FeI (476 a, 521); 02.89 CN R6 (0,1); 02.94 CeII (186)	
4203.26	3		03.13 CaI (Sol); CH R20 (1, 1)
4203.65	4 b	03.57 FeI (19); 03.59 CrI (35) 03.95 FeI (850) A; 03.99 FeI (355) A; 04.19 CrI (35)	
4204.37	2 b		04.20 VII (25)
4204.72	5	04.69 YII (1); 04.76 CH R17 (0, 0)	
4205.23	4 b	05.05 EuII (1); VIIp (25); 05.08 VII (37)	
4205.61	0-1	05.37 MnII (2); 05.39 CH R20 (1, 1); 05.55 FeI (689)	
4206.38	4	05.96 CN P48 (0,1)	
4206.81	3	06.578 CH R17 (0, 0) B; 06.70 FeI (3) A	
4207.13	1	07.13 FeI (352)	
4208.29	3 b	07.408 CH R19 (1, 1)	
4208.67	3	08.36 CrI (249) B; 08.61 FeI (689, 696) A	
4209.05	1	08.99 ZrII (41)	
4209.48		09.37 CrI (248)	
4210.05	4	09.74 VII (25); 09.76 CrI (155); 09.86 VI (24)	
4210.62	1	10.35 FeI (152); 10.39 FeIp (482)	
4211.05	2	10.97 CH R16 (0, 0); 10.86 CN	10-1
4211.54	3	11.35 CrI (133)	
4212.12	0-1	11.89 ZrII (4); CH R18 (1, 1)	
4212.92	0-1	12.40 CN P7 (0, 1)	
4213.33	3	13.20 CN P36 (0, 1)	10-2
4213.90	1 b	13.52 CN P35 (0,1) B; 13.65 FeI (355) A	
4214.32	1	14.20 CN P33 (0, 1); 14.30 CN P12 (0, 1)	
4214.62	1	14.60 CN P13 (0, 1)	
4215.20	6 b	14.90 CN P14 (0, 1)	
4215.83	4 b	15.43 FeI (274, 419) B; 15.55 SrII (1) A	
4216.89	2	15.98 FeI (273) B; 16.19 FeI (3) A; 16.32 CrI (32) C	
4217.27	3	17.214 CH R15 (0, 0); 17.268 CH R15 (0, 0)	
4217.93	2	17.55 FeI (693); 17.63 CrI (132)	
4218.45	0-1	18.21 FeIp (172); 18.392 CH R17 (1, 1)	
4219.06	4	18.73 CH R15 (0,0)	11-1
4220.03	4 b	19.36 FeI (800); 19.41 FeIp (419)	
4221.31	2 b	20.047 VII (25) B; 20.05 FeI (994) B; 20.35 FeI (482) A	
4221.90	3	21.57 CrI (155, 248); 21.70 NiI (86)	
4222.35	2	22.22 FeI (152)	
4223.81	2	22.60 CeII (36); 22.73 CrI (132)	
4223.17	2	23.09 CH R16 (1, 1)	
4223.41	2	23.48 CH R14 (0, 0); 23.57 CH R14 (0, 0)	
		23.73 FeIp (417)	



I	II	III	IV
4223.86	3	24.18 FeI (689)	
4224.19	3	24.509 FeI (689); 24.514 CrI (155)	
4224.50	2	24.85 CrII (167); CH R19 (0, 0)	
4224.92	3 b	25.23 VII (37) B; 25.327 PrII (8) B; 25.328 SmII (22) B	
4225.14	3 b		25.46 FeI (693) A
4225.39	2 b	25.71 FeIp (1102)	
4225.64	3 b	25.96 FeI (521)	
4226.38	8 D	26.43 FeI (352) B; 26.73 CaI (2) A	11-2
4227.11	4 b	27.434 FeI (185)	
4227.37	3 b	27.75 CeII (8); 27.76 ZrI (45)	
4227.66	2	27.944 CH R15 (1, 1)	
4229.20	3	29.52 FeI (416, 649); 29.52 NiI (Sol)	
4229.45	3		29.76 FeI (41); 29.78 CH (0, 0) R13
4230.21	2 b	30.48 CrI (132); 30.58 FeI (478)	
4230.66	2	31.01 CH R13 (0, 0); 31.04 N. I (136)	
4231.29	2 b	31.61 CH R14 (1, 1); 31.64 ZrII (99); 31.69 CH R14 (1, 1)	
4231.48	2	31.96 Sol	
4232.11	2	32.38 NdII (8)	
4232.41	3	32.73 FeI (3)	
4232.88	3	33.17 FeII (27); 33.25 CrII (31)	
4233.29	3	33.61 FeI (152)	
4233.65	2	33.996 CoI (1); 34.00 VI (6, 111)	
4233.91	1	34.23 VII (24)	
4234.20	2 b	34.515 CrI (178); 34.524 VI (6); 34.55 VII (200)	
4234.87	4 d	35.14 MnI (23); 35.29 MnI (23)	
4235.60	5 d	35.73 YII (5) B; 35.76 VI (111) B; 35.84 FeIp (172) B	
		35.94 YI (5) A; 35.942 FeIp (152) A, 35.98 CrI (132) A	
4236.05	2	36.372 NiI (237)	
4236.44	2	36.74 SmII (53); 36.76 FeI (906), 36.81 CH R13 (1, 1)	
		36.82 VI (18)	
4236.80	3	37.08 FeI (19); 37.16 FeI (unclas); 37.16 CH R12 (0, 0)	
		37.23 CH R12 (0, 0)	
4237.37	2	37.67 FeIp (418); 37.71 CrI (132)	
4237.71	3	38.03 FeI (689, 696)	
4238.02	3	38.38 LaII (41); 38.39 CH R20 (2, 2)	
4238.56	4	38.82 FeI (693)	
4238.99	2	39.31 ZrI (45); 39.36 FeIp (906)	

I	II	III	IV
4239.58	5 b	39.72 MnI (23); 39.74 FeI (416); 39.85 FeI (18, 273) 39.95 FeIp (476 a)	
4240.10	3		40.37 FeI (764); 40.46 CaI (38)
4240.38	2	40.70 CrI (105, 178)	
4240.79	3	41.11 FeI (351)	
4242.06	2	42.38 CrII (31); 42.44 CH R11 (0, 0)	
4242.34	3 B	42.59 FeI (273); 42.61 CH R11 (0, 0); 42.73 FeI (649)	
4244.98	4	45.26 FeI (352); 45.358 FeI (691)	
4245.73	3	46.02 FeIp (649); 46.09 FeI (906)	
4246.51	4	46.829 ScII (7)	
4247.11	3	47.29 FeIp (905); 47.31 FeIp (172); 47.43 FeI (693) A 47.56 CH R11 (1, 1)	
4248.02	3		48.34 CrI (131); 48.40 FeIp (19); 48.40 CH R11 (1, 1)
4248.40	1	48.73 CH R10 (0, 0); 48.73 CrI (105)	
4248.58	0-1	48.94 CH R10 (0, 0)	12-1
4248.79	1	49.11 TiI (252)	
4249.21	1	49.50 CH R10 (0, 0); 49.60 CH R10 (0, 0)	12-2
4249.80	4	50.12 FeI (152)	
4250.37	5 b	50.689 MoII (3); 50.79 FeI (42)	
4251.35	2	51.62 TiI (162); 51.63 GdII (15); 51.77 TiI (251)	
4251.94	3	52.24 Cr (131); 52.30 CoI (1)	
4252.33	2	52.62 CrII (31); 52.76 CH R15 (2, 2)	
4253.58	2	53.91 CH R10 (1, 1); 53.93 FeIp (905)	
4254.03	3	54.35 CrI (1)	
4254.64	1	54.94 FeI (419, 477); 54.99 CH R9 (0, 0)	
4255.18	2	55.499 FeI (416); 55.502 CrI (105)	
4255.45	2	55.82 CH R9 (0, 0); 55.78 CeII (81)	
4255.87	3 B	56.02 TiI (252); 56.132 CH R14 (2, 2); 56.21 FeIp (690) 56.32 FeIp (172)	
4256.47	1		56.79 FeI (1102)
4257.34	1	57.66 MnI (23)	
4257.91	3 B	58.05 ZrII (15); 58.16 FeII (28); 58.32 FeI (3)	
4258.25	2	58.52 TiI (252); CH R9 (1, 1); 58.62 FeI (351)	
4258.70	2 b	58.96 FeI (419); 59.098 CH R9 (1, 1) 59.15 CrI (131); 59.31 VI (6); 59.34 FeIp (416) 59.99 FeI (689) B; 60.14 FeI (476 a) B; 60.48 FeI (152) A	
4258.97	2 b		60.73 FeIp (351) C; 60.74 TiI (251) C; 60.75 VII (18, 24) C
4260.16	8 B		61.23 CH R8 (0, 0); 61.35 (CrI (96)
4260.97	2		

I	II	III	IV
4261.15	1	61.53 CH R8 (0, 0); 61.61 TiI (252)	
4261.63	2	61.93 CrII (31); 61.98 CH R8 (0, 0)	
4261.79	1	62.09 GdII (44); 62.13 CrI (84,178)	
4262.16	2 b	62.38 CrI (154); 62.58 CH R12 (2, 2)	
4262.34	1	62.68 SmII (37); 62.71 CH R12 (2, 2)	
4262.81	2	63.13 TiI (162); 63.14 CrI (247)	
4263.92	1	64.21 FeI (692); 64.28 CH R8 (1, 1)	
4264.42	2	64.74 FeI (993)	
4264.95	3	65.26 FeI (993, 994); 65.27 TiI (252)	
4265.60	3	65.924 MnI (23)	
4266.62	3 b	66.74 CH Q30 (0, 0) B; 66.97 FeI (273) A	
4267.04	1	67.39 CH R7 (0, 0)	
4267.48	3	67.76 CH R7 (0, 0); 67.830 FeI (482); 67.83 CH R7 (0, 0)	
4268.39	3	68.64 VI (88); 68.74 FeI (649); 68.788 CrI (271)	
4268.96	2	69.28 CrII (31)	
4269.54	2 b	69.85 CH R7 (1, 1); 69.87 FeIp (690)	
4269.82	2	70.14 TiI (251)	
4270.88	6 b	71.06 CrI (154); 71.16 FeI (152); 71.37 CH Q27 (0, 0)	13-1
4271.44	8 b	71.46 CH Q27 (0, 0)	
4272.15	3	71.76 FeI (42)	
4272.59	2	72.44 TiI (44); 72.54 FeI (Sol)	
4273.02	3	72.91 CrI (96)	
4273.48	2	73.312 TiI (251); 73.317 FeII (27); 73.46 CH R26 (0, 0)	
4273.84	0-1	73.87 FeI (478); 73.92 CH R6 (0, 0)	13-2
4274.48	7	74.20 CH R6 (0, 0)	
4275.36	4	74.80 CrI (1)	
4276.12	1 b	75.64 LaII (40); 75.64 CH R6 (1, 1); 75.72 FeI (215)	
4276.35	3	76.551 TiI (148)	
4277.14	3 b	76.66 TiI (252); 76.68 FeI (976, 597)	
4277.91	3	77.37 ZrII (40); 77.41 FeIp (214); 77.68 FeI (172)	
4278.53	2 b	78.231 TiI (291); 78.234 FeI (691)	
4279.16	2	78.83 TiI (252); 78.85 CH Q25 (0, 0); 78.893 VII (225)	
4279.45	4	79.48 FeI (993); 79.49 CH R5 (0, 0)	
4280.16	4	79.86 FeI (351); 79.71 CH R5 (0, 0) Q23 (0,0)	
4280.43	2	80.43 CrI (247); 80.43 CH R5 (1, 1); 80.49 GdII (15)	
4280.84	3	80.53 FeI (598)	
		80.79 SmII (46); 80.79 CH Q24 (0, 0)	
		81.10 MnI (23); 81.10 CH R5 (1, 1)	

I	II	III	IV
4281.05	2	81.37 TiI (44)	
4281.70	0-1	81.97 CH Q22 (0, 0)	13-3
4282.09	5	82.41 FeI (71) A; 82.70 TiI (162)	
4282.73	3	83.01 CaI (5)	
4283.70	3	84.06 VI (88); 84.08 MnI (23)	
4284.15	3	} 84.42 FeI (417); 84.52 NdII (10)	
4284.38	2		84.72 CrI (96); 84.68 NiI (86)
4284.64	2	84.99 TiI (148); 85.00 CH Q22 (0, 0)	
4285.17	3	85.44 FeI (597); 85.54 CH R4 (0, 0)	
4285.62	4 b	} 85.78 CoI (1); 85.83 FeI (904); 86.01 TiI (44)	
			86.09 CH R4 (0, 0)
4286.12	3	86.44 FeI (414)	
4286.65	3	86.97 LaII (75); 86.98 FeI (976); 87.05 CH Q21 (0, 0)	
4287.09	2	87.41 TiI (44)	
4287.67	4 b	} 87.89 TiII (20); 88.00 NiI (178); 88.15 FeI (273)	
			88.16 TiI (43.79)
4288.68	3	88.96 FeI (214); 89.02 CH Q20 (0, 0); 89.07 TiI (44)	
4289.08	3	89.36 CaI (5)	
4289.40	6	89.72 CrI (1)	
4289.93	5	90.22 TiII (41) A; 90.38 FeI (416) B	
4290.57	4	90.87 FeI (351); 90.93 TiI (44); 90.95 CH Q18 (0, 0)	
4290.78	1	91.12 CH R3 (0, 0) Q19	13-4
4291.13	3	91.44 FeI (273); 91.47 FeI (3,41)	
4291.55	1	91.82 VI (120)	
4291.80	4	} 92.04 CH R3 (0, 0); 92.12 CH R3 (0, 0); 92.13 FeI (70.215)	
			92.29 FeI (70)
4292.46	1	92.68 TiI (79)	
4292.86	1	93.12 CH Q17 (0, 0) Q18	
4293.14	1	93.56 CrI (96)	
4293.80	6	94.10 TiII (20); 94.13 FeI (41)	
4294.43	3	94.77 ScII (15); 94.78 ZrI (45)	
4294.96	1	95.22 CH Q16 (0, 0)	14-0
4295.44	3 b	} 95.75 TiI (44); 95.76 CrI (64); 95.888 NiI (178)	
4295.75	2 b		96.05 LaII (53); 96.11 VI (120)
4296.33	4	} 96.58 FeII (28); 96.68 CeII (2); 96.73 CH R21 (0, 0)	
			96.74 ZrII (98)
4296.69	1	96.96 CH R16 (0, 0); 97.05 CrI (64)	
4296.86	0-1	97.20 CH Q15 (0, 0)	14-1

I	II	III	IV
4297.38	2	{ 97.68 VI (120); 97.74 CrI (247)	
4297.72	3		} 98.08 FeI (520); 98.03 VI (20)
4298.34	4		
4298.83	7 b	{ 98.82 CH Q15 (0, 0); 98.99 CaI (5); 99.23 TiI (148)	
4299.32	3		} 99.24 FeI (152); 99.25 CH Q14 (0, 0)
4299.73	5	99.64 TiI (43); 99.65 FeIp (416)	
4300.22	4	4300.05 TiII (41)	
4300.51	2	00.57 TiI (44); 00.58 CH Q14 (0, 0)	
4300.77	3	00.83 FeI (976)	
4301.59	3	01.09 TiI (44) 01.13 VII (225)	
4301.87	2	{ 01.93 TiII (41)	
4302.21	4		} 02.19 FeI (520)
4302.85	4	02.53 CaI (5)	
4303.24	3	03.17 FeI (27)	
4303.60	1	03.57 NdII (10)	
4303.72	1	03.83 CH Q12 (0, 0)	14-2
4304.24	3	03.94 CH Q12 (0, 0) R1	
4304.55	1	04.55 FeI (414); 04.58 CH Q11 (0, 0)	
4304.88	2	04.85 CH Q13 (1, 1); 04.87 FeIp (598, 756)	
4305.13	3	05.20 FeI (760)	
4305.57	6 b	05.447 SrII (3); 05.453 CrI (96); 05.455 FeI (476)	
4306.46	3	05.715 ScII (15); 05.91 TiI (44); 06.15 CH Q10 (0, 0)	
4307.59	8	06.68 CH Q10 (0, 0); 06.72 CeII (1)	
4308.23	3	{ 07.741 CaI (5); 07.90 TiII (41); 07.906 FeI (42)	
4308.72	3		} 07.91 CH Q9 (0, 0)
4309.18	6 b	08.51 TiI (79); 08.59 CH Q8 (0, 0); Q9 (1, 1)	
4309.88	1	09.04 FeI (849)	
4310.10	3	{ 09.38 FeI (414); 09.38 CH Q8 (0, 0); 09.46 FeIp (478)	
4311.34	2		} 09.62 YII (5); 09.63 CH Q8 (1, 1)
4312.17	2	10.10 CH Q7 (0, 0)	
4312.54	4	10.38 FeIp (994); 10.46 CH Q7 (0, 0); 10.37 TiI (79)	
4313.81	5 b	11.65 TiI (205); 11.71 CH Q5 (0, 0)	
4314.70	7 b	12.51 CH Q3 (1, 1); 12.55 MnI (23)	
4315.76	1	12.86 TiII (41); 12.90 CH Q4 (0, 0)	
4316.49	3 b	14.08 ScII (15); 14.22 CH Q2 (0, 0); 14.29 FeII (32)	
		{ 14.74 TiIp (43); 14.80 TiI (43); 14.98 TiII (41)	
			} 15.09 FeI (71)
		16.04 $\frac{1}{2}$ GdII (43)?	
		16.81 TiII (94)	

I	II	III	IV
4317.01	2	17.32 ZrII (40)	
4318.28	5 b	18.63 TiI (235) A; 18.65 CaI (5) A; 18.94 SmII (27) B	
4319.16	2 b	19.45 FeIp (214); 19.64 CrI (96)	
4320.36	4 b	} 20.52 FeI (691); 20.59 CrI (96); 20.74 ScII (15)	
4320.62	3 b		20.96 TiII (41)
4321.41	2		21.66 TiI (235); 21.80 FeI (Sol)
4322.15	1	22.53 LaII (25)	
4323.06	2 b	23.37 CH Q3, 8 (2, 2); 23.37 FeIp (17); 23.44 TiI (79)	
4324.70	6	} 24.96 FeI (70); 25.01 ScII (15); 25.08 CrI (104)	
			25.14 TiI (225)
4325.43	8	} 25.74 FeIp (2); 25.76 FeI (42) A	
4326.02	2 b		26.36 TiI (43)
4326.44	3		26.76 FeI (413)
4326.81	3	27.10 FeI (761); 27.16 CH	} P3 (1, 1) Q19 (2, 2)
4327.60	3	27.92 FeI (597)	
4328.74	2	29.02 SmII (15)	
4329.22	1	29.54 FeIp (70)	
4329.86	4 b	} 30.02 VI (5) C; 30.26 TiII (94) B	
4330.37	4 b		30.72 NiI (149) A; 30.71 TiII (41) A 30.96 FeI (597) B
4331.30	4 b	31.44 FeI (Sol) B; 31.65 NiI (52) A	
4332.35	4 b	32.57 CrI (176) B; 32.58 CH Q22 (2, 2) B; 32.82 VI (5) A	
4333.01	1	33.28 ZrII (132)	
4333.49	5 b	33.76 LaII (24) A; 34.15 SmII (27) B	
4334.47	2	34.78 CH (0, 0) P4; 34.84 TiI (43)	
4335.90	1	36.26 CeII (89)	
4336.73	5	37.05 FeI (41)	
4337.25	3 b	37.57 CrI (22)	
4337.60	4	37.92 TiII (20)	
4337.94	3	38.26 FeI (70)	
4338.43	2	38.697 NdII (68); 38.70 FeIp (32); 38.80 CrI (198)	
4339.26	6 b	39.45 CrI (22) A; 39.72 CrI (22) B	
4340.07	8 d	40.468 H <sub>γ</sub>	
4340.63	3 b	41.01 VI (5)	
4341.05	4 b	41.37 TiII (32)	
4341.51	2	41.83 FeI (Sol)	
4341.82	2	42.18 GdII (15); 42.18 CH P6 (1, 1)	
4342.89	3	43.16 CrI (64); 43.22 FeIp (644); 43.26 FeI (645)	
4343.38	3	43.69 CH P6 (0, 0); 43.70 (FeI (517); 43.96 CH P6 (0, 0)	

I	II	III	IV	
4344.17	5 b	44.29 TiI (20) B; 44.51 CrI (22) A		
4345.78	1	46.10 TiI (234)		
4346.04	1	46.30 CH P7 (1, 1) 46.30 OTi		
4346.24	3	46.56 FeI (598)		
4346.55	2	46.83 CrI (104); 46.89 VII (17)		
4346.92	3	47.239 FeI (2)		
4347.51	3	47.80 SmII (37); 47.85 FeI (828)		
4348.08	1	48.34 CH P7 (0, 0)		
4348.62	3	48.94 FeI (414)		
4349.57	2	49.79 CeII (59)		
4350.23	1	50.46 SmII (46)		
4350.73	5 b	} 50.83 TiII (94) B; 51.05 CrI (22) A; 51.30 NdII (110) B		
			51.37 FeIp (69) B	
			51.55 FeI (413) C; 51.72 CH P8 (0, 0) B; 51.76 FeII (27) B	
4351.55	7 b	51.77 CrI (22) B; 51.89 MgI (14) A; 51.91 MgI (14) A		
4352.43	5	52.74 FeI (71); 52.87 VI (5)		
4354.19	4	54.54 MgI (13); 54.62 ScII (14)		
4354.83	3	55.096 CaI (37)		
4355.61	3	55.91 NiI (149); 55.94 VI (5); 56.01 CH P9 (0,0)		
4356.36	1 b	56.61 CH P9 (0, 0); 56.76 CrI (130)		
4357.20	1	57.50 FeIp (11.70); 57.52 CrI (199); 57.53 FeIp (994)		
4357.79	2	58.17 NdII (10)		
4358.29	5 b	58.50 FeI (412); 58.73 YII (5)	16-I	
4359.27	4	59.58 NiI (86); 59.63 CrI (72)		
4359.67	0-1	59.99 CrI (198)		
4360.75	1	60.48 CH P10 (0, 0); 60.49 TiI (204)		
4360.49	3	60.81 FeI (903)		
4361.81	2	62.10 NiII (9); 62.22 CH P8 (2, 2)		
4362.25	2 b	62.53 CH P11 (1, 1)		
4362.88	2 b	63.18 CrI (103); 63.29 CH P11 (0, 0)		
4364.32	2	64.658 CeII (135); 64.66 LaII (53)		
4365.59	2	65.91 FeI (415)		
4366.28	0-1 b	66.50 CH P12 (0, 0); 66.67 CH P12 (0, 0)		
4367.30	4	67.58 FeI (414); 67.59 CH P12 (0, 0); 67.66 TiII (104)		
4367.59	3	67.91 FeI (41)		
4367.93	2	68.25 CrI (130); 68.31 NiI (102); 68.33 PrII (5)		
4368.32	2	68.63 NdII (11); 68.66 FeIp (694)		
4369.08	2	69.404 FeII (28)		

I	II	III	IV
4369.41	4	69.68 TiI (290); 69.73 FeIp (976); 69.73 CH P13 (0, 0)	
			69.77 FeI (518)
4370.65	2	70.96 ZrII (79); 71.00 FeIp (69); 71.03 CH P13 (0, 0)	
			71.05 CH P13 (0, 0)
4370.90	4	71.13 CoI (93) B; 71.28 CrI (22) A	
4371.99	2 b	72.21 RuI (13); 72.33 CH P10 (2, 2); 72.38 TiI (227)	
4372.44	0-1	72.73 CH P14 (0, 0); 72.85 CH P14 (0, 0)	16-21
4372.67	2	72.99 FeI (473)	
4372.93	3	73.25 CrI (22)	
4373.24	4	73.56 FeI (214, 413) A; 73.79 P14 (1, 1)	
4373.87	3	74.16 CrI (104); 74.22 CH P14 (0, 0)	
4374.14	4	74.46 ScII (14); 74.50 FeI (648)	
4374.53	5	74.82 TiII (93); 74.95 YII (13)	
4375.02	2 B	75.33 CrI (103); 75.57 CH P15 (0, 0); 75.66 CH P15 (0, 0)	
4375.61	5	75.93 FeI (2)	
4376.47	2	76.782 FeI (471, 904); 76.798 CrI (304)	
4376.96	2	77.24 CH P15 (0, 0); 77.33 FeI (990)	
4377.48	2	77.765 MoII (3); 77.80 FeI (645)	
4377.90	1	78.25 CH P16 (0, 0)	
4378.92	4	79.24 VI (22)	
4379.46	2	79.78 ZrII (88); 79.782 CrI (130)	
4380.15	2	80.38 MgI (12); 80.55 CrI (130)	
4380.34	1	80.72 CH P17 (0, 0)	
4380.79	2	81.11 CrI (64)	
4381.85	2	82.17 CeII (2)	
4382.43	4 b	82.73 CH P17 (0, 0); 82.78 FeI (799 a)	
4383.23	8	83.55 FeI (41)	
4384.01	3 b	84.33 ? FeIIp (32)?	
4384.42	5 b	84.72 VI (5, 22) A; 84.81 ScII (14) A; 84.98 CrI (22) B	
4385.00	4	85.26 FeI (451); 85.38 FeII (27)	
4385.34	2	85.66 NdII (50)	
4386.14	1 b	86.46 NiI (168)	
4386.53	3	86.84 CeII (57); 86. 86 TiII (104)	
4387.12	2	87.38 CrI (84); 87.50 CrI (103); 87.54 CH (0, 0) P19	
4387.58	3	87.90 FeI (476) A; 88.07 TiI (219) B	
4388.09	4 b	88.41 FeI (830)	
4388.92	4	89.24 FeI (2)	
4389.60	5	89.87 NiI (87) B; 89.97 VI (22) A	
4390.18	3	90.46 FeI (413); 90.54 CH P22 (0, 0)	



I	II	III	IV
4390.64	5	90.95 FeI (414); 90.98 TiII (61)	
4391.37	4	91.66 CeII (87); 91.74 CH P21 (0, 0); 97.75 CrII (22)	
4391.72	1 b	92.07 VI (23); 92.08 CH P23 (0, 0)	
4392.26	2	92.58 FeI (973)	
4393.65	4	93.925 TiI (244); 94.057 TiII (5)	
4394.78	7 b	95.03 TiII (19) A; 95.23 VI (27) B; 95.29 FeI (828)	
4395.19	3 b	95.50 CH P23 (0, 0); 95.51 FeI (991, 992)	
4395.53	4	95.85 TiII (61)	
4396.92	1	97.25 CrI (129)	
4397.94	3	98.02 YII (5)	
4397.99	2	98.31 TiII (61)	
4398.53	2	98.79 CeII (81)	
4398.97	2	99.23 CeII (81)	
4399.58	4	99.767 TiII (51); 99.82 CrI (29)	
4400.09	5 b	400.355 ScII (14) A; 00.58 VI (22) B	
4400.51	3 b	00.83 NdII (10); 00.87 NiI (149)	
4401.18	6 b	01.29 FeI (828); 01.45 FeI (350); 01.55 NiI (86)	
4403.01	3 b	03.35 ZrII (79); 03.37 CrI (128)	
4404.40	8	} 04.28 TiI (218, 219) C; 04.40 TiI (78) B; 04.752 FeI (41)	
4405.35	2		05.69 TiI (78) C
4406.32	4	06.64 VI (22)	
4407.36	4	} 07.64 VI (22); 07.68 TiII (51); 07.71 FeI (68) 07.72 CrI (129)	
			4408.13
4408.62	3	08.84 PrII (4)	
4408.85	4 b	09.12 FeI (645); 09.22 TiII (61)	
4409.20	3 b	09.52 TiII (61)	
4410.20	3	10.516 NiI (88)	
4410.76	3	11.98 TiII (115); 11.09 CrI (129)	
4411.58	3 b	} 11.90 Mn (unclas) A; 11.94 TiII (61) A 12.44 TiI (54) C; 12.25 CrI (22) B	
4411.97	3 b		
4413.41	2 b	13.60 FeII (32); 13.87 CrI (234)	
4413.91	1	14.23 FeIp (473)	
4414.17	2	14.47 FeIp (463); 14.54 ZrII (79)	
4414.80	7	14.88 MnI (22) B; 15.12 FeI (41) A	
4415.34	5	15.56 ScII (14)	
4415.12	3	16.47 VI (22); 16.54 TiI (61)	
4416.50	4	16.82 FeII (27)	
4416.95	3	17.27 TiI (161)	
4417.40	5	17.72 TiII (40)	
4418.97	4	18.34 TiI (51); 18.43 FeI (412)	

I	II	III	IV
4418.52	2 b	18.78 CeII (2)	
4419.53	2	19.78 FeIp (644); 19.94 VI (21)	
4420.26	3 b	20.28 FeI (Sol); 20.53 SmII (32); 20.66 ScII (14)	
4420.79	2	21.14 SmII (37)	
4421.25	2	21.57 VI (22)	
4421.57	3 b	21.75 TiI (218) B; 21.949 TiII (93) A	
4422.21	4	22.48 VI (79); 22.57 FeI (350); 22.59 YII (5)	
4422.50	3 b	22.82 TiI (78)	
4422.78	4	23.00 NiI (168) B; 23.14 FeI (412) A	
4423.59	3	23.86 FeI (830); 24.08 CrI (82)	
4423.92	4	24.20 FeI (757); 24.28 CrI (129)	
4425.18	4	25.44 CaI (4)	
4425.39	2 b	25.66 FeI (798); 25.75 FeIp (555)	
4425.66	3	26.00 VI (22); 26.05 TiI (161)	
4426.97	6 b	27.10 TiI (128) B; 27.31 FeI (2) A	18-1
4427.58	2	27.90 TiII (61)	
4428.21	3	28.50 CrI (29); 28.51 VI (21); 28.57 FeIp (973)	
4428.90	3	29.20 FeI (987); 29.24 PrII (2, 4); 29.27 CeII (19)	
4429.66	5 b	29.90 LaII (38) A; 29.94 CrI (234) A; 30.02 TiI (267) A	
		30.20 FeI (472) B; 30.37 TiI (113) C	
4430.30	4	30.62 FeI (68)	
4431.11	3	31.37 ScII (14)	
4431.45	2	31.85 Sol	
4431.79	3	32.09 TiII (51); 32.18 CrI (81)	
4432.25	3	32.57 FeI (797)	
4432.90	4	33.22 FeI (830)	
4433.51	5 b	33.79 FeI (825) A; 34.00 TiI (113, 161) B	
4434.06	3	34.32 SmII (36)	
4434.73	6 b	34.96 CaI (4) A; 35.15 FeI (2) B	
4435.32	5	35.58 EuII (4) B; 35.69 CaI (4) A	
4435.94	4 b	36.14 VI (21) B; 36.35 MnI (22) A	
4436.63	3	36.93 FeI (516); 36.98 NiI (86)	
4437.41	4 b	37.57 NiI (168) B; 37.84 VI (21) A	
4438.03	3 b	38.23 TiI (218) B; 38.35 FeI (828) A	
4439.32	2	39.64 FeI (515)	
4439.56	3	39.88 FeI (116)	
4440.11	3	40.34 TiI (159) B; 40.45 ZrII (79) A; 40.48 FeI (279) A	
4440.65	4 b	40.84 FeI (992) B; 40.97 FeI (645) A	18-2
4441.33	4	41.55 FeIp (987) B; 41.68 VI (21) A; 41.73 TiIIp (40) A	
4442.02	0	42.34 FeI (68) A; 42.44 NiI (87) B	

I	II	III	IV
4442.57	3 b	{ 42.84 FeI (69) B; 42.99 ZrII (88) C	
4442.88	3		43.20 FeI (350) A
4443.48	5		43.80 TiII (19)
4443.94	3	44.21 VI (2)	18.35
4444.24	4	44.56 TiII (31)	
4445.16	3	45.48 FeI (2)	
4446.01	2	46.39 NdII (49)	
4446.55	3	46.86 FeI (828); 46.90 FeIp (596)	
4446.81	3	47.13 FeI (69)	
4447.40	5	47.72 FeI (68)	
4448.82	3 b	49.14 TiI (160) A; 49.34 CeII (202) B	
4449.48	2	49.70 $\lambda$ DyII $\lambda$	
4450.06	5	50.32 FeI (476) B; 50.49 TiII (19) A	
4450.47	3 b	50.77 FeIp (972); 50.90 TiI (160)	
4451.24	4	51.57 $\lambda$ NdII (50) $\lambda$ ; 51.59 MnI (22)	
4451.79	2	52.01 VI (87)	
4452.37	3 d	52.62 FeIp (969); 52.73 SmII (26)	
4452.74	3	53.00 MnI (22)	
4452.99	3	53.31 TiI (113)	
4453.39	3	53.71 TiI (160)	
4454.06	4	54.38 FeI (350)	
4454.48	6 b	{ 54.78 CaI (4) A; 54.80 $\lambda$ ZrII (40) $\lambda$ ; 55.01 MnI (28) B	
4455.00	4		55.03 FeI (974) B
4455.52	5	55.318 MnI (28); 55.321 TiI (113)	
4456.01	3	55.82 MnI (28); 55.89 CaI (4)	
4456.35	3	56.33 FeI (516)	
4456.35	3	56.612 CaI (4)	
4457.76	2	57.04 MnI (28)	
4457.12	5	{ 57.42 ZrII (79); 57.43 TiI (113); 57.48 VI (21) $\lambda$	
4457.84	4		57.55 MnI (28)
4458.17	3	58.10 FeI (992); 58.26 MnI (28)	
4458.80	6 b	58.52 SmII (7); 58.54 CrI (127)	
4459.43	3	59.04 NiI (86) A; 59.12 FeI (68) A; 59.34 CrI (63) B	
4459.96	5	59.74 CrI (127); 59.76 VI (21)	
4460.98	4 b	{ 60.21 CeII (2); 60.29 VI (21); 60.38 MnI (28) $\lambda$	
4461.33	4		61.08 MnI (28) A; 61.20 FeI (471) A; 61.37 FeI (725) B
4461.67	4		61.43 FeHp (26) B
4462.05	3	61.65 FeI (2)	
4462.75	2	61.99 FeI (47, 825, 902); 62.02 MnI (28)	
		62.36 VI (87); 62.46 NiI (86)	
		62.98 NdII (50); 63.14 FeIp (471); 63.16 FeIp (901)	

I	II	III	IV
4463.07	3	63.39 TiI (160); 63.43 NiI (102)	19-1
4464.28	5 b	64.46 TiII (40); 64.67 CrI (27); 64.68 MnI (22) 64.77 FeI (472)	
4464.59	2		64.91 CrI (127)
4464.83	2	65.15 CrI (267)	
4465.03	1 b	65.36 CrI (127)	
4465.49	2	65.807 TiI (146)	
4466.24	5	66.554 FeI (350); 66.57 FeIp (2)	
4466.57	3	66.88 CoI (150); 66.94 FeI (992)	
4467.00	3 b	67.342 SmII (53); 67.56 CrI (127)	
4467.75	2 d	68.01 VI (87)	
4468.23	5	68.49 TiII (31)	
4469.01	6 b	69.16 TiII (18) B; 69.38 FeI (830) A; 69.55 CoI (150) C 69.71 VI (87) C	
4469.92	3		70.14 MnI (22)
4470.16	3	70.48 NiI (86)	
4470.54	4	70.86 TiII (40)	
4470.92	3	71.238 TiI (146); 71.240 CeII (8)	
4471.27	3	71.55 CoI (150); 71.68 FeIp (2)	
4472.43	5 b	72.52 FeIp (39) C; 72.57 FeIp (411) C; 72.72 FeI (595, 900) A 72.79 MnI (22) A; 72.92 FeII (37) B	
4473.46	1 d		73.78 CrI (63)
4474.44	2	74.71 VI (101); 74.85 TiI (113, 184)	
4475.02	1	75.34 CrI (95)	
4475.28	1	75.52 TiI (184); 75.72 YI (14)	
4475.73	4	76.02 FeI (350); 76.08 FeI (830)	
4476.70	1	77.02 CrI (63)	
4477.23	1	77.45 YI (14)	
4477.72	2 b	78.04 NeI (69); 78.32 CoI (150)	
4479.26	4 b	79.36 CeII (203) B; 79.61 FeI (828, 848) A; 79.72 TiI (146) B	
4479.82	4 b	79.97 FeIp (974); 80.14 FeI (515); 80.26 CrI (197)	
4480.28	3	80.57 NiI (211); 80.60 TiI (46)	
4480.43	2	80.93 Sol	
4480.92	4	81.04 FeIp (899); 81.13 MgII (4); 81.26 TiI (146) 81.33 MgII (4)	
4481.30	2		81.62 FeI (827)
4481.89	6	82.17 FeI (2); 82.26 FeI (68)	
4482.40	4	82.69 TiI (113); 82.75 FeI (828)	
4483.46	1	83.78 FeI (898)	
4483.91	3	84.23 FeI (828)	

I	II	III	IV
4485.36	3	85.68 FeI (830)	
4485.65	1	85.97 FeIp (825)	
4486.59	2	86.91 CeII (97)	
4487.06	1	87.28 YI (14)	
4487.44	1	87.74 FeI (594)	
4487.86	4 b	88.05 CrI (293) C; 88.14 FeI (819) A; 88.32 TiII (115) B	
4488.75	5 b	{ 88.90 VI (86, 110); 88.92 FeI (213, 827); 89.09 TiI (146) 89.18 FeII (37)	
4489.42	3		89.74 FeI (2)
4489.76	3	90.081 MnI (22); 90.084 FeI (469)	
4490.48	4	90.77 FeI (973, 974); 90.82 VI (86)	
4491.07	4 b	91.40 FeII (37) A; 91.68 CrI (95) B; 91.86 CrI (83) C	
4492.33	4 B	92.31 CrI (97) B; 92.54 TiI (184) B; 92.69 FeI (969) A	
4493.31	3	93.53 TiII (18)	
4493.79	3	94.05 FeIp (973); 94.18 NaI (15)	
4494.25	6	94.57 FeI (68)	
4495.16	3	95.39 FeI (319, 970); 95.44 ZrII (79); 95.57 FeI (827)	
4495.77	5	95.99 FeI (825); 96.15 TiI (146); 96.24 TiI (8)	
4496.56	5	96.86 CrI (10); 96.96 ZrII (40)	
4497.34	3 b	97.66 NaI (15); 97.71 TiI (184)	
4498.53	3	98.73 CrI (81) B; 98.90 MnI (22) A	
4498.84	3	99.14 ScI	
4499.28	1	99.48 $\frac{1}{2}$ SmII (23)?	
4499.98	3	500.30 CrI (150)	
4500.32	1	00.64 FeI (Sol)	
4500.93	5	01.11 CrI (81) B; 01.27 TiII (31) A	
4501.47	2	01.79 CrI (81)	
4501.90	2	02.22 MnI (22)	
4502.27	2	02.59 FeI (796)	
4503.44	2	03.76 TiI (184)	
4504.52	2	04.84 FeI (555)	
4505.98	1	06.30 NiI (133)	
4506.31	2	06.62 CaI (24); 06.74 TiI <sub>p</sub> (30)	
4506.90	2 b	07.11 ZrI (31); 07.23 FeI (474); 07.42 CaI (24)	
4507.96	3	08.28 FeII (37)	
4509.03	2 b	09.31 FeI (514, 937) A; 09.45 CaI (24) B	
4509.34	2	09.74 ScI	
4509.96	2	10.16 PrII (20)	
4510.50	2 b	10.82 FeIp (823); 11.18 TiI (unclas)	20 1
4511.68	3	11.903 CrI (150)	

I	II	III	IV
4511.99	2	12.282 CaI (24)	
4512.41	3	12.73 TiI (42)	
4512.68	2	13.00 NiI (163)	
4513.25	3 b	13.44 Sol, 13.715 TiI (112); 13.72 FeIp (213)	
4513.87	3	14.189 FeI (614); 14.191 VI (10)	
4514.16	3		14.43 Sol; 14.53 CrI (95)
4515.07	4 b	15.17 FeIp (319) B; 15.34 FeII (37) A; 15.44 CrI (126) A	
4515.95	2	16.27 FeIp (819)	
4516.77	2	17.09 CoI (150)	
4517.22	3	17.53 FeI (472); 17.60 FeIp (992)	
4517.70	3	18.02 TiI (42)	
4518.03	4 b	18.34 Sol A; 18.58 FeIp (69) B; 18.63 CrI (100, 34) B	
		18.70 TiI (112) B	
4519.43	2	19.63 SmII (49)	
4519.90	4 b	19.99 NiI (51) B; 20.22 FeII (37) A	21-1
4520.82	0-1	21.14 CrI (277, 287)	
4521.66	1 b	21.92 NiI (116); 22.00 CrI (173)	
4522.29	6 b	22.37 LaII (8, 74) C; 22.59 EuII (4) A; 22.63 FeII (38) A	
		22.80 TiI (42) B	
4522.86	3	23.08 CeII (2)	
4523.08	2	23.40 FeI (819)	
4523.71	1	23.91 SmII (41)	
4523.93	1	24.22 VI (99)	
4524.82	6 b	24.73 TiII (60); 24.93 BaII (3); 25.14 FeI (826)	21-2
		25.17 VI (110)	
4525.56	2	25.88 FeI (319)	
4525.89	2	26.11 CrI (196)	
4526.15	5	26.40 FeIp (969); 26.47 CrI (33); 26.56 FeI (471)	
4526.65	3	26.94 CaI (36)	
4527.01	4	27.30 TiI (42); 27.34 CrI (33, 82); 27.35 CeII (108)	
		27.455 TiI (7)	
4527.48	2	27.80 FeI (641)	
4528.32	7 B	28.472 CeII (1); 28.51 VII (56); 28.62 FeI (6, 8)	
		28.76 FeIp (593); 28.82 FeIp (468)	
4529.20	5	29.46 TiII (82); 29.52 FeI (987); 29.59 VI (99)	
		29.85 CrI (33)	
		30.69 CrI (33) C; 30.76 CrI (33) B; 30.95 CoI (150) B	
4530.78	7 b	31.15 FeI (39) A	
4531.31	3	31.63 FeI (555, 847, 992)	

I	II	III	IV
4532.90	5 b	32.97 Sol B ; 33.05 Sol B ; 33.24 TiI (42) A	
4533.69	5	33.97 TiII (50) A ; 34.17 FeII (37) B	21-3
4534.46	4	34.78 TiI (42)	
4534.83	2	35.15 CrI (33)	
4535.35	5 b	35.57 TiI (42) ; 35.72 CrI (33, 272) ; 35.75 ZrI (30)	
4535.64	6 b		35.92 TiI (42) ; 36.05 TiI (42)
4536.22	2	36.51 FeI (896) ; 36.55 CrI (190)	
4537.36	2	37.68 FeI (594)	
4538.48	3	38.76 FeI (115) ; 38.84 FeI (969)	
4539.46	3	39.76 CeII (108) ; 39.78 CrI (33)	
4540.29	3 b	40.50 CrI (33) ; 40.72 CrI (150)	
4541.20	4 b	41.07 CrI (33) C ; 41.32 FeI (640) B ; 41.51 CrI (149) A	
		41.52 FeII (38) A	
4542.25	3 b	42.42 FeI (894) ; 42.62 CrI (49, 275) ; 42.72 FeI (827)	
4543.66	3 b	43.74 CrI (100) B ; 43.81 CoI (142) B ; 44.01 TiII (60) A	
4544.33	4	44.62 CrI (33) ; 44.69 TiI (42)	
4544.86	4 b	45.14 TiII (30) A ; 45.34 CrI (33) B ; 45.39 VI (109) B	
4545.64	3	45.96 CrI (10)	
4546.67	4 b	46.93 NiI (261) A ; 47.02 FeI (39) A ; 47.23 NiI (149) B	
4547.53	3	47.850 TiI (270) ; 47.851 FeI (755)	
4548.44	3	48.76 TiI (42)	
4549.12	6 b	49.21 FeII (86) C ; 49.47 FeII (38) A ; 49.62 TiII (82) A	
		49.66 CoI (150) A ; 49.82 TiIp (39) B	
4550.45	3	50.773 FeI (Sol)	
4550.92	2	51.236 NiI (236)	
4551.35	2	51.67 FeI (972)	
4552.16	5 b	52.25 TiIp (30) B ; 52.45 TiI (42) A ; 52.55 FeI (Sol) A	
4552.83	2 b	53.01 ZrI (31) B ; 53.18 NiI (135) A	
4553.54	6	54.033 BaII (1)	22-1
4554.15	3	54.47 FeI (319)	
4554.70	3	55.02 CrII (44) A ; 54.83 CrI (173) B	
4555.08	3	55.40 TiI (42)	
4555.75	4 b	55.89 FeII (37) B ; 56.13 FeI (410, 820, 974) A ; 56.17 CrI (173) C	
4556.62	2	56.94 FeI (638)	
4556.96	1	57.28 FeI (Sol)	
4557.54	1	57.86 TiI (270)	

I	II	III	IV
4557.77	2	58.09	TiI (262, 263); 58.13 FeI (894, 974)
4558.34	3 b	58.659	CrII (44)
4559.78	3 b	} 59.92	TiI (112); 59.95 NiI (115); 60.10 FeI (823)
4560.45	2 b	60.71	VI (109); 60.87 Sol; 60.96 CeII (2)
4561.10	2	61.42	FeI (Sol)
4562.16	2	62.36	CeII (1)
4562.32	2	62.64	TiI (7)
4563.00	2 B	63.24	CrI (246); 63.43 TiI (266)
4563.44	4	63.76	TiII (50)
4563.85	1	64.17	CrI (312)
4564.39	3 b	64.59	VII (56); 64.715 FeI (823); 64.832 FeI (472)
4565.27	5	65.51	CrI (21); 65.58 CoI (150); 65.68 FeI (554)
4565.99	1	66.21	SmII (32)
4566.30	2	66.52	FeI (641)
4566.62	2	66.873	FeI (Sol); 66.99 FeI (723)
4567.99	2	68.31	TiII (60)
4568.47	3	68.62	FeIp (989); 68.79 FeI (554); 68.84 FeI (894)
4569.28	2	69.53	CrI (173); 69.64 CrI (173)
4570.85	4	71.10	MgI (1)
4571.12	1	71.44	FeIp (319)
4571.61	5 b	} 71.68	CrI (32); 71.78 VI (109) B; 71.97 TiII (82) A
4572.54	1	72.86	FeIp (819)
4573.92	2	74.24	FeI (554)
4574.15	0-1	74.45	CrI (148); 74.49 ZrII (139)
4574.40	3	74.72	FeI (115) A; 74.87 LaII (23) B
4575.48	1	75.80	FeI (593, 970)
4576.01	2	76.33	FeII (38)
4576.87	2	77.17	VI (4)
4577.49	1	77.69	SmII (23)
4578.28	3	78.56	CaI (23)
4578.75	1	79.05	FeIp (988); 79.07 FeIp (640)
4579.12	2	79.34	FeI (319, 936)
4579.71	4 b	79.82	FeI (469) B; 80.06 CrI (10) A
4580.14	3 b	80.39	VI (4) A; 80.60 FeI (827) B; 80.62 NiI (146) B
4581.18	5 b	} 81.20	FeI (Sol); 81.40 CaI (23); 81.52 FeI (555)
4582.52	2	82.84	FeII (37)
4583.12	2	83.44	TiII (39)
4583.51	4 b	83.83	FeII (38)A; 83.99 FeIIp (26) B



I	II	III	IV
4584.46	3	84.73 FeI (820); 84.75 CrI (125); 84.82 FeI (822)	
4585.58	4 d	85.87 CaI (23); 85.92 CaI (23); 85.94 VI (61)	
4585.97	3 b	86.14 CrI (172) B; 86.36 VI (4) A	
4586.81	3	87.13 FeI (795)	
4587.40	0-1	87.72 FeIp (971)	
4587.90	2	88.22 CrII (44)	
4589.64	3	89.96 TiII (50)	
4590.43	2	90.69 CrI (125); 90.79 FeI (Sol)	
4591.07	3 b	91.39 CrI (21)	
4591.77	2	92.09 CrII (44)	
4592.34	4	92.52 NiI (98) B; 92.66 FeI (39) A	
4593.22	2	93.54 FeI (971)	
4593.69	3 B	} 93.84 CrI (190); 93.93 CeII (6); 94.03 Eu (1) 94.10 VI (4)	
4594.31	1		94.63 CoI (176)
4594.63	2 b	94.91 NiI (unclas); 94.96 FeI (638)	
4595.08	3 b	95.36 FeI (594); 95.59 CrI (286)	
4595.74	3	95.95 NiI (101); 96.06 FeI (820)	
4596.06	2	96.38 FeI (823)	
4596.48	2	96.90 CoI (177)	
4597.75	3 b	98.12 FeI (544) A; 98.33 FeIp (17) B; 98.37 FeIp (970) B	
4598.42	1	98.74 FeIp (819)	
4599.44	2	99.84 Sol	
4599.80	3 b	} 4600.10 CrI (32); 00.19 VII (56) 00.37 NiI (98)	
4600.05	3 b		00.75 CrI (21) A; 00.94 FeI (591) B 01.02 CrII (32) B
4600.53	4 b		
4601.68	3	02.00 FeI (39)	
4602.62	4	02.94 FeI (39)	
4603.02	1	03.34 FeIp (348)	
4603.64	1	03.96 FeI (410)	
4604.26	1 b	04.58 CrI (190)	
5604.67	3	04.99 NiI (98)	
4605.89	3 b	} 06.23 NiI (100) A; 06.735 CrI (303) B; 06.40 CeII (6) B 06.51 SmII (1) C	
4607.01	2		07.33 SrI (2)
4607.34	3	07.66 FeI (554, 969)	
4610.93	4	11.05 FeIp (641); 11.19 FeIp (319); 11.28 FeI (826)	
4612.97	3	13.21 FeI (554); 13.37 CrI (21)	
4613.55	2	13.95 ZrII (67)	
4613.86	2	14.22 FeI (638); 14.15 CrI (148)	

I	II	III	IV
4615.24	2 d	15.44 SmII (49); 15.57 FeI (Sol); 15.69 SmII (22)	
4615.82	3	16.14 CrI (21)	
4616.32	2	16.64 CrII (44)	
4616.95	2	17.27 TiI (145)	
4618.48	3	18.76 FeI (409); 18.83 CrII (44)	
4618.97	3	19.29 FeI (821)	
4619.21	1 b	19.52 TiI (261); 19.55 CrI (81)	
4619.45	1	19.77 VI (4)	
4620.19	2	20.51 FeII (38)	
4621.60	2	21.89 CrI (32); 21.96 CrI (32, 244)	
4622.17	2	22.49 CrI (233)	
4622.44	0-1	22.76 CrI (81)	
4622.78	2	23.10 TiI (145)	
4624.73	3	24.90 CeII (27) B; 25.05 FeI (554) A	
4625.56	0-1 b	25.77 CoI (176) B; 25.92 CrI (244) A	
4625.87	3	26.19 CrI (21)	
4626.32	1	26.54 MnI (Sol)	
4627.90	2	28.16 CeII (1)	
4628.15	0-1	28.47 CrI (186)	
4628.37	0-1	28.69 FeIp (819)	
4628.58	1	28.91 CoI (15)	
4629.03	3 b	29.336 FeII (37); 29.336 TiI (145); 20.36 CoI (156)	
4629.80	3	30.12 FeI (115)	
4631.17	0-1	31.49 FeI (1152)	
4631.84	1	32.14 FeIp (754); 32.18 CrI (171)	
4632.57	4 b	32.83 FeIp (820); 32.92 FeI (39)	
4633.63	3 b	33.76 FeI (410); 33.99 ZrI (5); 34.11 CrII (44)	
4635.01	1 b	35.18 VI (4) B; 35.33 FeII (186) A	
4635.48	2 b	35.62 FeIp (319) B; 35.85 FeI (349) A	
4636.02	2	36.34 TiII (38)	
4636.34	1	36.66 FeIp (513)	
4636.85	1	37.18 CrI (32); 37.21 TiI (261)	
4637.19	3	37.51 FeI (554)	
4637.70	3 b	37.77 CrI (32) B; 37.89 TiI (261) B; 38.02 FeI (822) A	
4639.18	3 b	39.37 TiI (145); 39.54 CrI (186); 39.67 TiI (145)	
4639.63	2 b	39.94 TiI (145); 40.06 VI (39)	
4639.99	2	40.31 VI (94)	
4640.90	2	41.22 FeIp (347)	
4642.00	2	42.24 SrII (36)	
4642.88	1	43.20 FeIp (38)	
4643.15	3 b	43.47 FeI (820)	
4644.87	2 b	45.19 TiI (145)	

I	II	III	IV
4645.85	3	46.17 CrI (21)	
4646.43	2 b	46.64 Sol; ; 46.68 SmII (26)?	46.81 CrI (186)
4647.12	3	47.44 FeI (409)	
4647.81	2 D	48.13 CrI (32)	
4648.39	3 b	48.66 NiI (98) A; 48.87 CrI (32);	48.93 FeII (25)
4649.14	2 b	49.46 CrI (32)	
4649.62	1 b	49.83 FeI (592); 50.02 TiI (145)	
4650.96	3 b	51.28 CrI (21)	
4651.84	3	52.16 CrI (21)	
4653.17	2	53.49 FeIp (17)	
4654.23	4 b	54.50 FeI (38); 54.63 FeI (554, 821);	54.74 CrI (86)
4655.38	2 b	55.66 NiI (115); 55.71 TiI (261)	
4655.87	1	56.19 CrI (147)	
4656.15	3	56.47 TiI (6)	
4656.86	3 b	56.97 FeII (43) B; 57.21 TiII (59) A	
4657.28	2	57.60 FeI (346)	
4657.97	1	58.29 FeI (591)	
4661.22	2	61.54 FeI (207)	
4661.66	2	61.98 FeI (409)	
4662.40	2 b	62.51 LaII (8); 62.74 TiIIp (38)	
4663.01	3 b	63.33 CrI (86); 63.40 CoI (156)	
4663.45	3 b	63.70 FeII (44); 63.83 CrI (186)	
4664.51	3	64.80 CrI (86); 64.81 NaI (12)	
4664.92	0-1	65.24 FeIp (1115)	
4665.83	2 b	65.90 CrI (233); 66.15 VI (94); 66.22 CrI (99)	
4666.43	3 b	66.51 CrI (186) B; 66.75 FeII (37) A;	66.99 NiI (146) C
4667.24	4 b	67.46 FeI (822) B; 67.58 TiI (6) A;	67.77 NiI (163) C
4667.78	3	FeIp (826); 68.14 FeI (554)	
4668.24	1	68.56 NaI (12)	
4668.91	2 b	69.17 FeI (821) A; 69.34 CrI (186) B;	69.40 SmII (7) C
4669.43	1 b	69.65 SmII (26)	
4670.05	3 b	70.17 FeII (25) B; 70.40 ScII (24) A	
4671.29	1	71.69 MnI (21)	
4671.99	2	72.34 Sol	
4672.51	1 b	72.83 FeIp (40)	
4672.87	3 d	73.17 FeI (820) A; 73.28 FeIp (822) B	
4674.32	2 b	74.60 SmII (14); 74.65 FeIp (40)	
4674.80	2	75.12 TiI (77)	
4675.35	1	75.64 NiI (115)	
4676.63	1	76.91 SmII (3)	

I	II	III	IV
4677.78	2 b	78.17 Sol	
4678.53	3	78.85 FeI (821)	
4678.91	2	79.23 FeI (688)	
4679.99	3 B	80.14 ZnI (2); 80.30 FeI (39); 80.48 FeI (346) 80.49 CrI (186)	
4680.58	2 b		80.87 CrI (170); 81.05 NiIp (143)
4681.16	1	81.48 FeI (Sol)	
4681.65	4 B	81.91 TiI (6) A; 82.32 YII (12) B; 82.36 CoI (156) B 82.58 FeI (384) C	
4683.24	2		83.56 FeI (346)
4684.29	2	84.605 CrI (146); ; 84.605 CeII (228)?	
4684.86	2 b	85.03 FeIp (347) B; 85.26 CaI (51) A	
4685.55	1	85.84 GeI (3)	
4685.90	3	86.22 NiI (98)	
4687.04	3 d	87.30 FeIp (17); 87.39 FeI (347)	25.1
4687.48	1	87.80 ZrI (43)	
4687.86	1	88.18 FeI (Sol)	
4688.07	1	88.38 FeIp (1071); 88.39 TiI (306); 88.45 ZrI (5)	
4689.05	2 b	89.37 CrI (186) A; 87.50 FeI (Sol) B	
4689.83	2 b	90.15 FeI (820) A; 90.38 FeI (17) B	
4690.51	1	90.83 TiI (76)	
4691.06	3 b	91.34 TiI (75); 91.41 FeI (409)	
4692.21	2 b	92.50 LaII (75); 92.65 C <sub>2</sub> R29 (1, 0)	26.1
4692.87	1	93.19 CoI (156)	
4693.35	2 b	93.67 TiI (6)	
4693.63	2 b	93.95 CrI (99)	
4694.55	2	94.87 FeI (Sol)	
4694.83	1	95.15 CrI (99)	
4696.74	2	96.92 TiI (203) B; 97.06 CrI (62) A	
4698.26	4 b	98.39 CeI (156); 98.41 NiI (235); 98.46 CrI (186) 98.62 CrI (62.164); 98.77 TiI (75)	
4698.95	2 b		99.34 Sol
4699.85	2	4700.17 FeI (935)	
4700.29	1	00.61 CrI (62)	
4700.76	2	01.05 FeI (820); 01.16 MnI (21)	
4701.13	3 b	01.34 NiI (101); 01.54 NiI (231)	
4702.59	4	02.9758 MgI (11); 02.9909 MgI (11)	
4703.49	2 b	03.81 NiI (131)	
4704.00	2 b	04.40 SmII (1)	
4704.64	2	04.96 FeI (821)	
4705.14	2	05.46 FeI (752)	
4705.83	1 b	06.10 CrI (170); 06.31 FeIp (890)	

I	II	III	IV
4706.24	2 b	06.54 NdII (3); 06.57 VI (119)	
4707.02	3 b	07.28 FeI (554) A; 07.48 FeI (346) B	
4707.72	2	08.08 CrI (186)	
4708.34	2	08.66 TiII (49)	
4708.71	3 b	08.97 FeI (889); 08.98 TiI (203); 09.09 FeI (821)	
4709.34	2	09.72 MnI (21)	
4709.92	3 d	10.19 TiI (75, 203); 10.29 FeI (409)	
4711.17	1	11.49 FeI (Sol)	
4711.73	1 b	12.07 NiI (131); 12.10 FeI (467)	
4712.86	1	13.18 FeIIp (26)	
4713.14	0-1	13.34 C <sub>2</sub> R17 (1, 0)	
4713.75	2	13.84 NiIp (128) B; 14.07 FeI (1206) A	
4714.10	3 b	14.18 FeI (591); 14.42 NiI (98); 14.37 FeI (Sol)	
4714.51	0-1	14.73 C <sub>2</sub> R16 (1, 0)	26-2
4714.98	1	15.30 TiI (6); C <sub>2</sub> (2,1) cabeza	
4715.46	2 d	15.78 NiI (98)	
4716.53	0-1	16.85 FeIp (634)	
4717.37	1	17.688 CrI (170); 17.692 VI (119)	
4718.21	2	18.43 CrI (186)	
4718.59	1	18.83 C <sub>2</sub> R13 (1, 0); 19.12 ZrI (66)	
4719.20	1	19.52 TiII (59)	
4720.68	2 b	20.997 FeI (409, 1071)	
4721.10	0-1	21.52 VI (108)	
4721.81	2 b	22.16 ZnI (2)	
4722.28	1 d	22.60 TiI (75)	
4722.77	2 b	23.06 CrI (175); 23.17 TiI (175); 23.37 NiIp (162)	
4723.61	0-1	23.88 NiIp (167); 24.10 C <sub>2</sub> RS (1, 0)	
4724.10	2	24.42 CrI (13)	
4725.84	1 b	25.95 CrI (99) B; 26.16 FeI (384) A	
4727.12	3 b	27.15 CrI (99) B; 27.40 FeI (821); 27.48 MnI (21) A	
4727.57	1	27.85 NiI (146); 27.94 CoI (15)	
4728.17	2	28.42 NiI (115); 28.56 FeI (822)	
4728.71	2	29.03 FeI (1043 a)	
4729.38	2	29.70 FeI (688); 29.72 CrI (169)	
4729.61	2	30.03 MgI (10)	
4730.14	0-1	30.39 VI (108)	
4730.29	1	30.71 CrI (45)	
4730.85	1	31.17 TiI (202)	
4731.12	2	31.44 FeII (43)	
4731.49	2	31.81 NiI (163)	
4732.14	2 b	32.46 NiI (235)	
4733.23	2 d	33.43 TiI (202) B; 33.60 FeI (38) A	

I	II	III	IV
4733.78	2 b	31.09 ScI (14); 34.10 FeI (133)	
4734.51	0-1	34.83 CoI (156)	
4735.53	2 b	35.85 FeI (1042) A; 36.03 C <sub>2</sub> P24 (1, 0) B	
4736.46	3	36.78 FeI (554)	
4737.03	2	37.35 CrI (145); C <sub>2</sub> (1, 0) cabeza	27-1
4737.31	2 d	37.63 FeI (590)	
4738.76	2	39.11 MnI (21)	
4739.19	1	39.48 ZrI (43)	
4740.02	3 d	40.34 FeI (409)	
4740.73	2	41.02 ScI (14); 41.08 FeI (688)	
4741.21	2	41.53 FeI (346)	
4742.50	2 b	42.79 TiI (233) A; 42.93 FeIp (1072); 43.08	
		LaII (75)	
		43.112 CrI (290)	
4743.59	1	43.81 ScI (14)	
4744.07	1	44.39 FeI (Sol)	
4745.49	2 d	45.81 FeI (82, 1068)	
4747.75	2 d	48.14 Sol	
4748.17	0-1	48.52 VI (113)	
4748.50	1	48.73 LaII (65)	
4749.36	2	49.68 CoI (156)	
4749.61	1	49.93 FeI (206)	
4750.77	1	51.09 FeI (Sol)	
4751.80	2 d	52.12 NiI (165)	
4752.11	2	52.43 NiI (132)	
4753.64	3	54.04 MnI (16)	
4754.40	2 b	54.74 CrI (168); 54.77 NiI (141)	
4755.76	2	56.11 CrI (156); TiO (7, 4) R <sub>a</sub> cabeza	
4756.19	3	56.41 NiI (98); TiO (7, 4) R <sub>b</sub> cabeza	
4757.26	2 b	57.58 FeI (634, 1115); 57.59 CrI (231)	
4757.80	2	58.12 TiI (233)	
4758.95	2	59.27 TiI (233)	
4761.10	2	61.53 MnI (21)	
4762.03	3 b	62.38 MnI (21); 62.41 Cl (6)	
4762.36	3 b		62.63 NiI (71); 62.77 TiII (17)
4763.55	3 b	63.89 ScI; 63.95 NiI (146)	
4764.15	2 B	64.29 CrI (231); 64.54 TiII (48)	
4765.16	2	65.48 FeIp (40)	
4765.51	2	65.86 MnI (21)	
4766.07	2 b	66.33 TiI (233) B; 66.43 MnI (21) A	
4766.52	2 b	66.78 ScI; 66.87 FeIp (688)	
4768.04	2	68.33 FeI (821); 68.40 FeI (384)	
4769.46	1 b	69.78 TiI (233); 69.80 CrI (283); 70.00 Cl (6)	
4771.05	3 b	71.10 TiI (41); 71.11 CoI (156); 71.46?	
		71.70 FeI (47); 71.72 Cl (6)	

I	II	III	IV
4772.50	2	72.82 FeI (38, 467)	
4776.01	2 b	76.31 CoI (158); 76.34 FeI (1206); 76.36 VI (113)	
4779.03	2	79.35 ScI (5); 79.44 FeI (720)	
4779.66	2	79.98 CoI (158); 79.99 TiII (92)	
4783.04	2	83.42 MnI (16)	
4786.20	2 b	86.52 VI (113); 86.54 NiI (98)	
4786.49	1	86.81 FeI (467)	
4787.52	1	87.84 FeI (384)	
4788.44	2	88.76 FeI (588)	
4789.03	2	89.35 CrI (31)	
4789.33	2	89.65 FeI (753)	
4790.92	1 b	91.143 Sol; 91.250 FeI (633)	
4792.19	2	92.482 TiI (260); 92.513 CrI (168)	
4792.49	1	92.855 CoI (158)	
4793.64	0-1	93.96 FeIp (512)	
4794.04	0-1	94.36 FeIp (115)	
4795.87	1 b	96.17 CrI (283); 96.21 TiI (260)	
4797.65	1	97.983 TiI (260)	
4797.95	1	98.27 FeI (1042)	
4798.26	2 b	98.535 TiII (17); A; 98.736 FeI (38) B	
4799.19	1	99.412 FeI (888)	
4799.44	2	99.786 VI (3); 99.797 TiI (242)	
4800.33	2	4800.652 FeI (1042)	
4800.71	2 d	01.03 CrI (168)	
4802.20	0-1	02.53 FeIp (1206)	
4802.56	2	02.883 FeI (888, 934)	
4804.23	1 b	04.529 FeI (794) A; 04.64 CrI (61) B	
4804.78	3	05.105 TiI (92)	
4805.10	1	05.416 TiI (260)	
4806.68	1	06.996 NiI (163)	
4807.33	1	07.54 VI (113); 07.725 FeI (688)	
4807.83	1	08.155 FeI (633)	
4808.27	3 b	{ 08.52 NiI (114) A; 08.53 TiI (305) A; 08.86 NiI (160) B 09.14 FeI (933) C	
4809.62	1	09.94 FeI (793)	
4810.18	2	10.534 ZnI (2)	
4810.74	1 b	11.04 FeI (467); 11.07 TiI (158)	
4810.94	1	11.34 NdII (3)	
4811.68	1	12.00 NiI (130)	
4811.92	1	12.24 TiI (260)	
4812.71	1 b	12.91 TiI (41); 13.11 FeI (630)	
4813.16	2	13.48 CoI (158)	
4813.64	0-1	13.95 VII (197); 13.97 CoI (158)	

I	II	III	IV
4813.94	0-1	14.26 CrI (144)	
4814.30	0-1	14.62 NiI (98)	
4815.59	1 b	15.90 CoI (142); 15.92 NiI (131)	
4817.45	2	17.773 FeI (67)	
4820.09	2	20.41 TiI (126)	
4820.82	2	21.14 NiI (254)	
4822.34	1	22.66 FeIp (633)	
4823.20	3	23.52 MnI (16)	
4823.82	2	24.13 CrII (30); 24.16 FeI (888)	
4825.08	2 b	25.45 TiI (250); 25.48 NdII (3); 25.51 CrI (144)	
4827.20	2	27.46 VI (3); 27.60 TiI (250)	
4828.71	2	29.03 NiI (131)	
4829.06	2	29.38 CrI (131)	
4830.86	2	31.183 NiI (111)	
4831.31	1	31.63 CrI (208); 31.64 VI (3)	
4831.75	0-1	32.065 TiI (250)	
4832.21	1	32.43 VI (3)	
4832.39	1	32.704 NiI (146); 32.734 FeI (888, 1098)	
4834.23	2	34.511 FeI (115); 34.62 SmII (45)	
4835.54	2 b	35.862 FeI (1068)	
4835.89	1 b	36.22 CrII (30); 36.27 NiI (114)	
4836.54	1	36.86 CrI (144)	
4837.68	1 b	37.95 CaI (15); 38.09 FeIp (630)	
4838.25	2	38.52 FeI (687); 38.65 NiI (260)	
4839.23	1	39.55 FeI (588)	
4839.99	2	40.32 FeI (1068)	
4840.44	2	40.87 TiI (53)	
4841.40	2 b	41.73 CrI (266); 41.80 FeI (1070)	
4842.41	1	42.71 FeIp (1098); 42.78 FeI (1069)	
4842.84	2	43.16 FeI (687); 43.17 NiI (50)	
4843.18	1 b	43.45 CoI (158); 43.53 NiIp (235)	
4843.68	2 b	43.99 TiI (217); 44.01 FeI (750)	
4844.85	0-1	45.17 NiI (115)	
4845.34	1	45.66 FeI (588, 888); 45.67 YI (13)	
4845.97	0-1	46.29 CrI (208)	
4846.77	0-1	47.09 FeIp (67)	
4846.98	1	47.30 CaI (50)	
4848.03	2 b	48.25 CrI (130); 48.49 TiI (201)	
4848.58	1 b	48.90 FeI (114)	
4848.83	1 b	49.12 NiIp (112); 49.18 TiIp (29)	
4849.35	0-1	49.67 FeIp (793)	
4851.15	2	51.46 CrI (208); 51.48 VI (3)	
4851.62	0-1	52.02 Sol	
4852.24	1	52.56 NiI (130)	
4853.42	0-1	53.74 NiI (99)	



I	II	III	IV
4854.56	2	54.87 YII (22); 54.89 FeI (1043)	
4855.09	2	55.41 Nil (130)	
4855.26	2	55.68 FeI (687)	
4855.69	2	56.01 TiI (231)	
4857.02	1 d	57.34 CrI (61); 57.38 Nil (111)	
4857.94	1 b	58.24 FeIp (1069); 58.27 (1098)	
4858.75	2	59.03 NdII (3); 59.12 FeI (1068)	
4859.43	2	59.75 FeI (318)	
4860.66	2 B	60.98 FeI (688)	
4860.92	4 d	61.332 H $\beta$	
4861.52	2 b	61.84 CrI (31)	
4862.24	1 b	62.54 FeIp (1070); 62.60 FeIp (1069)	
4863.33	2	63.65 FeI (687)	
4863.72	1	63.94 Nil (113)	
4863.97	1 b	64.19 TiI (201); 64.28 Nil (128); 64.32 CrII (30)	
4864.42	1	64.74 VI (3)	
4865.30	2	65.62 TiII (29)	
4865.95	2	66.27 NiI (111)	
4867.20	1	67.53 FeIp (38)	
4867.55	2	67.87 CoI (158)	
4868.01	2 b	68.26 TiI (231); 68.38 FeIp (38)	
4869.13	1	69.45 FeIp (251)	
4869.81	2	70.13 TiI (231)	
4870.51	2	70.80 CrI (143); 70.84 NiI (131)	
4871.00	2	71.323 FeI (318)	
4871.74	3 b	72.02 CrI (30); 72.14 FeI (318)	
4873.12	1	73.44 Nil (111)	
4874.03	1	74.35 FeIp (467)	
4874.50	1	74.82 Nil (98)	
4874.68	1	75.03 Sol	
4875.18	2	75.46 VI (3)	
4875.57	2	75.89 FeI (687)	
4876.08	2	76.40 CrII (30); 76.46 TiO	
4877.29	1 b	77.61 FeIp (384)	
4877.82	2 b	78.132 CaI (35); 78.22 FeI (318)	
4881.20	3 d	81.55 VI (3); 81.73 FeI (588, 1041)	
4881.83	2 b	82.15 FeI (687); 82.18 VI (50)	
4883.29	2	83.69 YII (22)	
4884.76	1	85.08 TiI (157)	
4885.12	1	85.44 FeI (966)	
4885.56	0-1 b	85.78 CrI (30); 85.96 CrI (143)	
4886.02	1	86.34 FeI (1066)	
4886.68	2 b	{ 86.99 Nil (141); 87.01 CrI (143)	
4886.87	2 b		87.19 FeI (1065)

I	II	III	IV
4888.28	2	88.53 CrI (31); 88.65 FeI (1066)	
4888.72	2 b	89.009 FeI (67, 749); 89.11 FeI (985)	
4890.44	2	90.76 FeI (318)	
4891.18	2	91.50 FeI (318)	
4892.54	1	92.86 FeI (1070)	

### N O T A S

- 5-1. Además de la línea  $\lambda$  4056.21 Ti II (11), hay otras componentes que contribuyen a la formación de esta línea estelar. En la identificación del espectro de las gigantes realizado por L. Gratton, da la línea 4056.27 VII (14) y en el espectro solar se dan las líneas  $\lambda\lambda$  4056.07 de CrI y 4056.35 de FeI, ambas sin clasificar.
- 7-1. Esta línea de BaII es más intensa de lo normal. La media de las medidas de la anchura equivalente en todos los espectros tiene un valor de 96 mÅ y la anchura equivalente de esta misma línea en el Sol es de 45 mÅ.
- 8-1. Las líneas  $\lambda\lambda$  4150.70 y 4150.78 de CN no aparecen en nuestro espectro. Comparando las intensidades de las líneas anterior y posterior en la estrella  $\beta$  Oph y en HD 18474 deducimos que las líneas de CN deberían tener en nuestra escala una intensidad 2. En consecuencia, si no se observan es que su intensidad debe ser mucho menor.
- 8-2. La línea  $\lambda$  4152-55 de CN no aparece en nuestro espectro. Su intensidad en la gigante  $\beta$  Oph es 5 y la de la línea siguiente, de CrI es 2, en HD 18474 como la línea de CrI se observa con intensidad 1; por consiguiente, la línea de CN debería aparecer salvo que su intensidad fuera mucho menor que en  $\beta$  Oph.
- 8-3. La línea  $\lambda$  4163.44 de CN con intensidad 9 en  $\beta$  Oph no se observa en HD 18474. Sin embargo la línea siguiente, que en  $\beta$  Oph tiene intensidad 8, menor que la de CN, se observa en nuestro espectro con intensidad 4.

- 9-0. Esta línea de BaII está blendada con una línea de CN y no se pueden separar. La anchura equivalente es de 28 mÅ en HD 18474 y sólo de 9 mÅ en el espectro solar.
- 9-1. La línea  $\lambda$  4170.48 de CN se observa más débil en nuestra estrella que en las gigantes normales.
- 9-2. La línea  $\lambda$  4175.17 de CN en el espectro de HD 18474 aparece bastante más débil que en el espectro de la gigante  $\beta$  Oph.
- 10-1. La anchura equivalente de esta línea, de CH, es de 100 mÅ en el espectro solar y de 24 mÅ en el espectro de HD 18474, es decir, que es cuatro veces menos intensa en nuestra estrella que en el Sol. También aparece más débil que en las gigantes  $\beta$  Oph y  $\alpha$  Ser.
- 10-2. Esta línea de CN se observa más débil en el espectro de HD 18474 que en las gigantes normales.
- 11-1. La línea  $\lambda$  4218.73 de CH se presenta en nuestro espectro mucho más débil que en las gigantes normales. Su anchura equivalente en HD 18474 es de 10 mÅ y en el Sol de 78 mÅ.
- 11-2. Hay otros contribuyentes a la formación de esta línea, no identificados.
- 12-1. La intensidad de esta línea es notoriamente más débil en HD 18474 que en las gigantes  $\beta$  Oph y  $\alpha$  Ser, así como en el espectro solar.
- 12-2. Esta línea de CH es bastante más débil en HD 18474 que en el espectro de las gigantes normales y que en el Sol; en éste su anchura equivalente es de 91 mÅ y en nuestra estrella es de 57 mÅ.
- 13-1. También pueden contribuir a la formación de esta línea  $\lambda\lambda$  4271.554 de VI (88) y 4271.65 de FeIp (70), pero su aportación es mucho menor que la de los otros contribuyentes.
- 13-2. La línea  $\lambda$  4274.20 de CH tiene de anchura equivalente en el Sol 65 mÅ y en HD 18474 tiene un valor de sólo 9 mÅ.
- 13-3. La línea  $\lambda$  4281.97 de CH tiene de anchura equivalente en HD 18474 12 mÅ y en el espectro solar es de 76 mÅ.
- 13-4. La intensidad de esta línea es muy pequeña en relación con la intensidad con que aparece en las gigantes normales y en el espectro solar.

- 14-0. La línea  $\lambda$  4295.22 tiene una anchura equivalente de 22 mÅ, mientras que en el Sol es de 107 mÅ.
- 14-1. }  
14-2. } Intensidad muy débil de estas líneas en relación a las gigantes  
14-3. }  $\beta$  Oph y  $\alpha$  Ser y también respecto al Sol.
- 16-1. Otras contribuciones pueden ser debidas a las líneas  $\lambda$  4358.66 de CrI (176) y  $\lambda$  4358.70 de NdII (57), que sin embargo no aparecen en el espectro solar.
- 16-2. Las líneas  $\lambda\lambda$  4372.73 y 4372.85 de CH aparecen en nuestro espectro mucho más débiles que en las gigantes utilizadas como comparación.
- 18-1. Contribuye aunque débilmente la línea  $\lambda$  4427.30 de FeIp (828) que se presenta degradada hacia el rojo.
- 18-2. Podrá contribuir la línea  $\lambda$  4441.09, de la que se desconoce la identificación, manifestándose en el espectro solar con una intensidad mayor que  $\lambda$  4440.97 de FeI (645), que en nuestro caso es la contribuyente principal.
- 18-3. Otra contribución se debería a la línea  $\lambda$  4444.27 de TiII (218).
- 19-1. Puede contribuir  $\lambda$  4463.54 de TiII (160) presentándose bastante degradada hacia el rojo.
- 20-1. Hay otra línea que contribuye también, pero no está identificada ni en el espectro solar ni en las gigantes.
- 21-1. También contribuye  $\lambda$  4520.24 de FeIp (471), que está degradada hacia el rojo.
- 21-2. Otra contribuyente, aunque débil, podría ser la línea  $\lambda$  4525.245, que aparece en el espectro solar sin identificación.
- 21-3. Podría contribuir  $\lambda$  4533.98 de CoI (1500).
- 22-1. Esta línea de BaII tiene en el espectro de HD 18474 una anchura equivalente de 247 mÅ, mientras que en el Sol es sólo de 159 mÅ.
- 25-1. Otra contribución de menor importancia se debe a la línea  $\lambda$  4687.18 de SmII (3).
- 26-1. La línea de C<sub>2</sub>  $\lambda$  4692.65 aparece con una intensidad mucho menor que en el espectro solar, en el cual la anchura equi-

valente es de 21 mÅ y la de la línea de LaII  $\lambda$  4692.50 de 8.5 mÅ ; en HD 18474, sin embargo, las dos anchuras equivalentes son del mismo orden.

26-2. La intensidad de esta línea y de la siguiente es mucho menor que en las gigantes y que en el espectro solar.

27-1. Más débil que en las gigantes normales y que en el Sol.

Agradezco al Prof. Dr. Houziaux, de las Universidades de Lieja y Mons, la sugerencia del tema estudiado, y al Prof. Dr. Torroja, de la Universidad de Madrid, el interés y ayuda que ha prestado a nuestro trabajo.

#### REFERENCIAS

- ALLEN, C. W. 1964. «Astrophysical Quantities». The Athlone Press, University of London.
- BIDELMAN, W. P. 1953. «Ap. J.», 117, 25.
- GRATTON, L. 1952. «Ap. J.», 115, 346.
- GREESTEIN, J. L., RICHARDSON, R. S. y SCHWARZSCHILD, M. 1950. «Pub. A. S. P.», 62, 15.
- HACK, M. y STRUVE, O. 1969. «Stellar Spectroscopy», Osservatorio Astronomico di Trieste.
- HERZBERG, L., DELBOUILLE, L. y ROLAND, G. 1967. «Ap. J.», 147, 697.
- JHONSON, H. L. 1963. «Basic Astronomical Data».
- KEENAN, P. C. y KELLER, G. 1953. «Ap. J.», 117, 241.
- KEENAN, P. C. 1958. «Handbuch der Physik», Band L, pp. 93, Springer Verlag, Berlín.
- MOORE, CH. E. 1959. «A Multiplet Table of Astrophysical Interest», Contr. Princeton Un. Obs., núm. 20.
- MOORE, CH. E., MINNAERT, M. G. J. y HONTGAST, J. 1966. «The Solar Spectrum», National Bureau of Standards, Monograph 61.
- REGO, M. 1969. «Rev. de la Real Acad. de Ciencias, tomo LXIII, cuaderno núm. 3».
- RIGHINI, G. 1956. Liège Colloq., p. 265.
- RIGHINI, G. 1963. «Ric. Sci. Rev.», 3, 145.
- SANFORD, R. F. 1950. «Ap. J.», 111, 262.
- SCHWARZSCHILD, M., SEARLE, B. L. y MELTZER, A. 1957. «Ap. J.», 125, 123.
- STRIGANOV, A. R. y SVENTITSKII, N. S. 1968. «Tables of Spectral Lines of Neutral and Ionized Atoms», IFI/Plenum, New York.
- SWINGS, P. 1958. «Handbuch der Physik», Band L, p. 109, Springer Verlag, Berlín.
- TCHENG KIEN. 1951. «Ann. d'Astrophys», 14, 54.

PUBLICACIONES DEL SEMINARIO DE ASTRONOMIA  
Y GEODESIA DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID

- 1.—Efe­mé­ri­des de 63 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1950 (1949).
- 2.—E. PAJARES: Sobre el cálculo gráfico de valores medios (1949).
- 3.—J. PENSADO: Or­bi­ta del sistema visual  $\sigma^2$  U Maj (1950).
- 4.—Efe­mé­ri­des de 79 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1951 (1950).
- 5.—J. M. TORROJA: Corrección de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1395 «Aribeda» (1950).
- 6.—R. CARRASCO y J. M. TORROJA: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1371 «Resia» (1951).
- 7.—J. M. TORROJA y R. CARRASCO: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1560 (1942 XB) y efe­mé­ri­des para la opo­si­ción de 1951 (1951).
- 8.—M. L. SIEGRIST: Or­bi­ta provisional del sistema visual  $\Sigma$  728-32 Orionis (1951).
- 9.—Efe­mé­ri­des de 79 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1952 (1951).
- 10.—J. PENSADO: Or­bi­ta provisional de  $\Sigma$  1883 (1951).
- 11.—M. L. SIEGRIST: Or­bi­ta provisional del sistema visual  $\Sigma$  2052 (1952).
- 12.—Efe­mé­ri­des de 88 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1953 (1952).
- 13.—J. PENSADO: Or­bi­ta de ADS 9380 =  $\Sigma$  1879 (1952).
- 14.—F. ALCÁZAR: Aplicaciones del radar a la Geodesia (1952).
- 15.—J. PENSADO: Or­bi­ta de ADS 11897 =  $\Sigma$  2438 (1952).
- 16.—B. RODRÍGUEZ SALINAS: Sobre varias formas de proceder en la deter­mi­nación de períodos de las mareas y predicción de las mismas en un cierto lugar (1952).
- 17.—R. CARRASCO y M. PASCUAL: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1528 «Conrada» (1953).
- 18.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Or­bi­ta de ADS 1709 =  $\Sigma$  228 (1953).
- 19.—J. BALTÁ: Recientes progresos en Radioastronomía. Radiación solar hiperfrecuente (1953).
- 20.—J. M. TORROJA y A. VÉLEZ: Corrección de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1452 (1938 DZ<sub>1</sub>) (1953).
- 21.—J. M. TORROJA: Cálculo con Cracovianos (1953).
- 22.—S. AREND: Los polinomios ortogonales y su aplicación en la representación matemática de fenómenos experimentales (1953).
- 23.—J. M. TORROJA y V. BONGERA: Deter­mi­nación de los instantes de los contactos en el eclipse total de sol de 25 de febrero de 1952 en Cogo (Guinea española) (1954).
- 24.—J. PENSADO: Or­bi­ta de la estrella doble  $\Sigma$  2 (1954).
- 25.—J. M. TORROJA: Nueva ór­bi­ta del Asteroi­de 1420 «Radcliffe» (1954).
- 26.—J. M. TORROJA: Nueva ór­bi­ta del Asteroi­de 1557 (1942 AD) (1954).
- 27.—R. CARRASCO y M. L. SIEGRIST: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroi­de 1290 «Albertine» (1954).
- 28.—J. PENSADO: Distribución de los períodos y excentricidades y relación periodo-excentricidad en las binarias visuales (1955).
- 29.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Nueva ór­bi­ta del Asteroi­de 1372 «Haremari» (1955).

(Continúa en la tercera de cubierta)

- 30.—M. DE PASCUAL: Rectificación de la órbita del Asteroide 1547 (1929 CZ) (1955).
- 31.—J. M. TORROJA: Órbita del Asteroide 1554 «Yugoslavia» (1955).
- 32.—J. PENSADO: Nueva órbita del Asteroide 1401 «Lavonne» (1956).
- 33.—J. M. TORROJA: Nuevos métodos astronómicos en el estudio de la figura de la Tierra (1956)
- 34.—D. CALVO: Rectificación de la órbita del Asteroide 1466 «Mündleria» (1956).
- 35.—M. L. SIEGRIST: Rectificación de la órbita del Asteroide 1238 «Predappia» (1956).
- 36.—J. PENSADO: Distribución de las inclinaciones y de los polos de las órbitas de las estrellas dobles visuales (1956).
- 37.—J. M. TORROJA y V. BONGERA: Resultados de la observación del eclipse total de sol de 30 de junio de 1954 en Sydkoster (Suecia) (1957).
- 38.—ST. WIERZBINSKI: Solution des équations normales par l'algorithme des cracoviens (1958).
- 39.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Rectificación de la órbita del Asteroide 1192 «Prisma» (1958).
- 40.—M. LÓPEZ ARROYO: Sobre la distribución en longitud heliográfica de las manchas solares (1958).
- 41.—F. MÚGICA: Sobre la ecuación de Laplace (1958).
- 42.—F. MARTÍN ASÍN: Un estudio estadístico sobre las coordenadas de los vértices de la triangulación de primer orden española (1958).
- 43.—ST. WIERZBINSKI: Orbite Améliorée de h 4539 =  $\gamma$  Cen = Cpd  $-48^\circ$ , 4965 (1958).
- 44.—D. CALVO BARRENA: Rectificación de la órbita del Asteroide 1164 «Kobolda» (1958).
- 45.—M. LÓPEZ ARROYO: El ciclo largo de la actividad solar (1959).
- 46.—F. MÚGICA: Un nuevo método para la determinación de la latitud (1959).
- 47.—J. M. TORROJA: La observación del eclipse de 2 de octubre de 1959 desde El Aaiun (Sahara) (1960).
- 48.—J. M. TORROJA, P. JIMÉNEZ-LANDI y M. SOLÍS: Estudio de la polarización de la luz de la corona solar durante el eclipse total de sol del día 2 de octubre de 1959 (1960).
- 49.—E. PAJARES: Sobre el mecanismo diferencial de un celóstato (1960).
- 50.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Sobre la diferencia entre los radios vectores del elipsoide internacional y el esferoide de nivel (1960).
- 51.—J. M. TORROJA: Resultado de las observaciones del paso de Mercurio por delante del disco solar del 7 de noviembre de 1960 efectuadas en los observatorios españoles (1961).
- 52.—F. MÚGICA: Determinación de la latitud por el método de los verticales simétricos (1961).
- 53.—M. LÓPEZ ARROYO: La evolución del área de las manchas solares (1962).
- 54.—F. MÚGICA: Determinación simultánea e independiente de la latitud y longitud mediante verticales simétricos (1962).
- 55.—P. DÍEZ PICAZO: Elementos de la órbita de la variable eclipsante V 499 «Scorpionis» (1964).
- 56.—J. M. TORROJA: Los Observatorios Astronómicos en la era espacial (1965).
- 57.—F. MARTÍN ASÍN: Nueva aportación al estudio de la red geodésica de primer orden española y su comparación con la red compensada del sistema europeo (1966).
- 58.—F. SÁNCHEZ MARTÍNEZ: La Luz Zodiacal. Luz del espacio interplanetario (1966).

(Continúa en la segunda de cubierta)

- 59.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Variaciones de las coordenadas geodésicas de los vértices de una red por cambio de elipsoide de referencia (1967).
- 60.—F. SÁNCHEZ MARTÍNEZ y R. DUMONT: Fotometría absoluta de la raya verde y del continuo atmosférico en el Observatorio Astronómico del Teide (Tenerife), de enero de 1964 a julio de 1965 (1967).
- 61.—M. REGO FERNÁNDEZ: Estudio del espectro de la estrella 31 Aql. en la región  $\lambda\lambda$  4000-6600 Å (1969).
- 62.—C. MACHÍN: Mareas terrestres (1969).
- 63.—J. M. TORROJA: La estación para la observación de satélites geodésicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid (1969).
- 64.—M. J. SEVILLA.: Reducción automática de posiciones de estrellas (1970).
- 65.—J. M. TORROJA: Memoria de las actividades en 1969 (1970).
- 66.—M. J. SEVILLA: Los cálculos de estación en triangulación espacial (1970).
- 67.—M. REGO: Determinación de las abundancias de los elementos en la atmósfera de la estrella de alta velocidad 31 Aql. (1970).

Depósito Legal M. 723.-1958