

现代 光谱分析 手册

● 华中师范大学出版社

● 万家亮 编著



51.62.0078
177

现代光谱分析手册

万家亮 编著

34607/10

华中师范大学出版社



现代光谱分析手册

万家亮 编著

*

华中师范大学出版社出版

(武昌桂子山)

新华书店湖北发行所发行

武汉大学出版社印刷总厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 9.5 字数: 345千字

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

印数: 1—500

ISBN 7-5622-0086-6/O·09

统一书号: 13406·14 定价: 精装4.20元

前 言

近年来,国内外原子光谱分析化学得到迅速发展,为了适应光谱分析的教学、科研及测试的需要,特编著了这本手册。手册是根据国内外已公开发表的光谱表、专著和文献编辑而成,其中包括本人在法国科研中心进修期间的部分科研成果,这些成果曾在国内外发表过,并且得到应用。在编辑这本手册的过程中,得到著名光谱学家、法国里昂第一大学分析科学教研室主任J. M. Mermet教授的热情支持,在此,表示衷心的感谢。

本手册收集了等离子体发射光谱分析、电弧及火花发射光谱分析、原子荧光光谱分析、火焰及非火焰原子吸收光谱分析等方面的重要光谱表和有代表性的应用实例。全书共分十五个部分,分别介绍上述光谱分析中的元素分析线及特性、元素分析线的光谱干扰(包括分子光谱干扰)和分析条件的选择。本书力求反映现代光谱分析领域中的最新成果,以期提供我国化工、医药、冶金、机械、地质、环保、农林、商品检验、能源等部门的厂矿、科研单位、测试中心从事光谱分析的科技人员以及大专院校有关专业的师生参考。

本手册由金泽祥副教授审校。

由于资料所限,收集内容可能不全面,诚恳希望读者提出宝贵意见。

万家亮

1987年4月

A BRIEF INTRODUCTION TO A HANDBOOK OF MODERN SPECTRUM ANALYSIS

Recent experimental data are collected in this manual for guiding the applications of atomic emission spectroscopy and atomic absorption spectroscopy technique.

Contents; Prominent lines and spectral interferences in ICP, arc and spark; wavelengths of spectral lines for elements Ar, Fe, U and W in ICP; wavelengths of OH bands in ICP and flame; wavelength table of spectral lines below 200 nm; Analytical lines for AAS and AFS; the applications for flame-AAS and ET-AAS.

目 录

一、 电感耦合高频等离子体中的元素分析线	1
二、 ICP 中按照波长顺序排列的元素分析线	28
三、 ICP 中元素分析线的干扰元素	56
四、 ICP 中铁光谱线对元素分析线的干扰	81
五、 火焰和ICP中的OH带光谱波长	102
六、 ICP 中波长在200nm以下的元素光谱线	118
七、 氩元素光谱线	140
八、 ICP 中铀光谱线	153
九、 ICP 中钨光谱线	174
十、 电弧、火花光源中元素分析线和干扰谱线	194
十一、 火焰原子发射、原子吸收及原子荧光中元素分析线	221
十二、 原子吸收线总表	233
十三、 火焰原子吸收法元素分析条件	245
十四、 火焰原子吸收分光光度法的应用	258
十五、 非火焰原子吸收分光光度法的应用	276

一、电感耦合高频等离子体中的元素分析线

电感耦合高频等离子体 (ICP) 中, 元素分析线表是在 V. A. Fassel^[1] 等人 1979 年工作的基础上, 参考 Zaidel 光谱表^[2]、Boumans 光谱表^[3]、MIT 光谱表^[4]、NRL 光谱表^[5] 及 UCRL 光谱表^[6] 编制而成的。收集了 72 种元素的 900 条元素分析线。元素分析线的波长范围从 189.042nm 到 589.592nm。

72 种元素分析线数目表

元素	线数	元素	线数	元素	线数	元素	线数	元素	线数	元素	线数
Ag	9	Al	13	Ar	61	As	10	Au	10	B	4
Ba	10	Be	10	Bi	10	C	3	Ca	4	Cd	8
Ce	13	Co	13	Cr	15	Cs	2	Cu	11	Dy	15
Er	12	Eu	10	Fe	17	Ga	11	Gd	15	Ge	12
H	7	Hf	14	Hg	7	Ho	10	In	12	Ir	18
K	2	La	19	Li	7	Lu	12	Mg	10	Mn	13
Mo	11	Na	7	Nb	13	Nd	19	Ni	12	Os	10
P	10	Pb	12	Pd	18	Pr	10	Pt	12	Rb	2
Re	11	Rh	14	Ru	16	Sb	15	Sc	26	Se	4
Si	15	Sm	12	Sn	11	Sr	10	Ta	16	Tb	14
Te	10	Th	18	Ti	11	Tl	9	Tm	18	U	15
V	13	W	16	Y	15	Yb	10	Zn	11	Zr	25

对于元素分析线的研究是在以下实验设备和工作条件下进行的:

1. 单色仪: Jarrell-Ash 78-466 型

焦距: 1 米

光栅: 1180 条/毫米

2. 电感耦合高频等离子体发生器: HFP-2000D 型

功率: 1100 W

等离子体氩气流量: 20升/分

辅助气体氩气流量: 1升/分

观察高度: 感应圈以上12~18毫米

3. 喷雾器: 气动喷嘴。提升量为1.9毫升/分。为了输送气溶胶, 加套氩气的流量为1升/分。

4. 数据处理系统: Hewlett-Packard 7001A M X-Y 坐标记录仪。

检出极限(D. L.)和信背比(I_n/I_b)的计算是按照Boumans和Deboer^{[7][8]}的计算方法进行的。将每种元素配制适当浓度的标准溶液, 在最佳工作条件下, 分别测量每条光谱线的峰值强度 I_s 和背景强度 I_b 。如果设光谱线的纯信号强度为 I_n , 则通过对数变换可以直接推求出 I_n/I_b 的值,

$$\begin{aligned}\log I_s - \log I_b &= \log \frac{I_s}{I_b} \\ &= \log \left(\frac{I_n + I_b}{I_b} \right) \\ &= \log \left(\frac{I_n}{I_b} + 1 \right)\end{aligned}$$

然后根据下列公式求出元素的D. L. 值,

$$D. L. = \frac{3(0.01 I_b) C}{I_n} = \frac{0.03 C}{I_n/I_b}$$

电感耦合高频等离子体中元素分析线表, 其符号作如下说明:

1. I_n/I_b : 信背比;
2. C: 样品元素的实验浓度 ($\mu\text{g/ml}$);
3. D. L.: 元素的检出极限值 ($\mu\text{g/ml}$), 均为近似值;
4. fb、mb、sb: 分别表示对元素分析线有弱、中、强干扰的带光谱, 并且波长与分析线波长相同;
5. fb<、mb<、sb<: 表示带光谱的波长与分析线波长差在 -0.05nm 内;
6. <fb、<mb、<sb: 表示带光谱的波长与分析线波长差在 $+0.05\text{nm}$ 内;

7. Ar、<Ar、Ar<：分别表示在分析线波长处、大于分析线波长处、小于分析线波长处有Ar线的干扰；
8. 某元素的空白干扰：Si、B两种元素的空白干扰是由炬管中的Si、B引起的干扰^[9]；Ca、Mg两元素的空白干扰是由于这两种元素的检出限十分低引起的。在通常情况下，纯水中总存在5PPb的Ca、Mg^[9]。
9. 资料来源中，F.表示V. A. Fassel的元素分析线表；Z.表示Zaidel光谱表；B.表示Boumans光谱表；MIT表示MIT光谱表；NRL表示NRL光谱表；UCRL表示UCRL光谱表。

参 考 文 献

- [1] R. K. Winge, V. J. Peterson, and V. A. Fassel, *Appl. Spectrosc.* **33**, 206 (1979).
- [2] A. N. Zaidel, V. K. Prokofjey, S. M. Raiskli, V. A. Slavnyi and E. A. Shreider, *Tables of Spectrol Lines*, IFL Plenum, New York/London (1970).
- [3] P. W. J. M. Boumans, *Spectrochimica Acta*, **38 B**, 747-776 (1983).
- [4] G. R. Harrison, *MIT Wavelength Tables Press*, Cambridge, Mass./London (1969).
- [5] R. L. Kelly and L. J. Palumbo, *NRL RePort 7599*, (Naval Research Laboratory, Wachington, DC, 1973).
- [6] R. L. Kelly, *UCRL 5612* (University of California Lawtence Radiation Laboratory, Livermore, CA, 1959).
- [7] P. W. J. M. Boumans and F. J. Deboer, *Spectrochim. Acta* **32 B**, 365 (1977).
- [8] P. W. J. M. Boumans and F. J. Deboer, *Spectrochim. Acta* **30 B**, 309 (1975).
- [9] 万家亮,《Rapport de Stage de Wan Jia Liang》,au Service Centrai d'Analyse du C. N. R. S. , France, 9, 1984.

表 1 电感耦合高频等离子体中的元素分析线

元 素	波 长 (nm)	I_n/I_h	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源
Ag I	328.068	38.0	10.0	0.007		F.
Ag I	338.289	23.0	10.0	0.013		F.
Ag II	243.779	2.5	10.0	0.120		F.
Ag II	224.641	2.3	10.0	0.130		Z.; F.
Ag II	241.318	1.5	10.0	0.200		F.
Ag II	211.383	0.9	10.0	0.333		Z.; F.
Ag II	232.505	0.7	10.0	0.428		Z.; F.
Ag II	224.874	0.6	10.0	0.500		Z.; F.
Ag II	233.137	0.5	10.0	0.600		F.
Al I	309.271	13.0	10.0	0.023		F.
Al I	309.284	13.0	10.0	0.023		F.
Al I	396.152	10.5	10.0	0.028		F.
Al I	237.335	10.0	10.0	0.030		F.
Al I	237.312	10.0	10.0	0.030		F.
Al I	226.922	9.0	10.0	0.033		F.
Al I	226.910	9.0	10.0	0.033		F.
Al I	308.215	6.6	10.0	0.045		F.; B.
Al I	394.401	6.3	10.0	0.047		F.
Al I	236.705	5.8	10.0	0.051		F.
Al I	226.346	5.0	10.0	0.060		Z.; F.
Al I	221.006	4.8	10.0	0.062		Z.; F.
Al I	257.510	4.0	10.0	0.075	mb < < fb	B.; F.
Ar I	415.859	50.0				Z.
Ar I	419.832	50.0				Z.
Ar I	420.068	50.0				Z.
Ar I	425.936	50.0				Z.
Ar I	427.217	43.0				Z.
Ar I	430.010	40.0				Z.
Ar I	433.356	38.0				Z.
Ar I	419.103	32.0				Z.
Ar I	419.071	32.0				Z.
Ar I	426.629	32.0				Z.
Ar I	404.442	31.0				Z.
Ar I	418.188	28.0				Z.
Ar I	394.898	27.0				Z.
Ar I	451.074	21.0				Z.
Ar I	355.431	18.0				Z.
Ar I	416.418	17.0				Z.

续表 1

元 素	波 长 (nm)	I_a/I_b	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源
Ar I	433.534	11.0				Z.
Ar I	434.517	9.0				Z.
Ar I	360.652	8.7				Z.
Ar I	356.766	8.6				Z.
Ar I	394.750	8.0				Z.
Ar I	425.119	7.5				Z.
Ar I	470.232	7.2				Z.
Ar I	364.983	7.0				Z.
Ar I	452.232	6.2				Z.
Ar I	459.610	6.0				Z.
Ar I	383.468	6.0				Z.
Ar I	462.844	4.0				Z.
Ar I	363.446	3.9				Z.
Ar I	339.375	3.6				Z.
Ar I	346.108	3.5				Z.
Ar I	363.268	3.5				Z.
Ar	436.836	3.2				Z.
Ar I	356.329	3.2				MIT
Ar I	331.935	3.1				Z.
Ar I	404.597	2.5				Z.
Ar I	367.067	2.4				Z.
Ar I	357.229	2.3				Z.
Ar II	356.434	2.1				Z.
Ar I	377.037	2.0				Z.
Ar I	350.649	2.0				Z.
Ar I	369.090	2.0				Z.
Ar I	339.278	1.8				Z.
Ar I	337.348	1.8				Z.
Ar I	355.601	1.7				Z.
Ar I	340.618	1.6				Z.
Ar I	405.453	1.5				Z.
Ar I	364.312	1.5				Z.
Ar I	389.466	1.4				Z.
Ar I	317.296	1.4				Z.
Ar I	365.953	1.4				Z.
Ar I	378.136	1.3				Z.
Ar I	367.524	1.1				Z.
Ar I	332.550	1.1				Z.
Ar I	389.986	1.0				Z.

续表 1

元 素	波 长 (nm)	I_{λ}/I_h	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源
Ar I	436.379	1.0				Z.
Ar I	349.327	0.9				Z.
Ar I	320.039	0.8				Z.
Ar I	323.449	0.8				Z.
Ar I	325.758	0.7				Z.
Ar I	442.399	0.5				Z.
As I	193.696	56.0	100.0	0.053		F.
As I	197.197	39.0	100.0	0.076		F.
As I	228.812	36.0	100.0	0.083		F.
As I	200.334	25.0	100.0	0.120		F.
As I	189.042	22.0	100.0	0.136		F.; NRL
As I	234.984	21.0	100.0	0.142		F.
As I	198.970	16.0	100.0	0.187		F.
As I	200.919	6.1	100.0	0.491		F.
As I	278.022	5.7	100.0	0.526		F.
As I	199.048	5.5	100.0	0.545		F.
Au I	242.795	170.0	100.0	0.017	fb	F.; B.
Au I	267.595	96.0	100.0	0.031	fb	F.; B.
Au I	197.819	77.0	100.0	0.038		Z.; F.
Au II	208.209	70.0	100.0	0.042		Z.; F.
Au I	261.200	54.0	100.0	0.055		F.
Au II	211.068	47.0	100.0	0.063		Z.; F.
Au II	191.893	35.0	100.0	0.085		Z.; F.
Au II	200.981	32.0	100.0	0.093		Z.; F.
Au II	198.963	20.0	100.0	0.150		Z.; F.
Au I	195.193	18.0	100.0	0.166		Z.; F.
B I	249.773	63.0	10.0	0.0048	B 的空白干扰	F.; B.
B I	249.678	53.0	10.0	0.0057	B 的空白干扰	F.; B.
B I	208.959	30.0	10.0	0.010		F.
B I	208.893	25.0	10.0	0.012		F.
Ba II	455.403	230.0	10.0	0.0013		F.
Ba II	493.409	130.0	10.0	0.0023		F.
Ba II	233.527	75.0	10.0	0.0040		F.
Ba II	230.424	73.0	10.0	0.0041		F.
Ba II	413.066	9.1	10.0	0.032	fb	F.; B.
Ba II	234.758	7.8	10.0	0.038	fb	F.; B.
Ba II	389.178	5.2	10.0	0.057	mb	F.; B.
Ba II	489.997	3.7	10.0	0.081		F.

续表 1

元 素	波 长 (nm)	I_n/I_b	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源
Ba II	225.473	2.0	10.0	0.150		Z.; F.
Ba II	452.493	1.9	10.0	0.157		F.
Be II	313.042	110.0	1.0	0.00927	sb<sb<sb	F.; B.
Be I	234.861	96.0	1.0	0.00931	fb	F.; B.
Be II	313.107	41.0	1.0	0.00073	<fb*	F.
Be I	249.473	8.0	1.0	0.0038	fb	F.; B.
Be I	265.045	6.4	1.0	0.0047		F.
Be I	217.510	2.5	1.0	0.012		F.
Be I	217.499	2.5	1.0	0.012		F.
Be I	332.134	1.4	1.0	0.021	fb<	F.; B.
Be I	205.530	0.7	1.0	0.042		Z.; F.
Be I	205.601	0.7	1.0	0.042		Z.; F.
Bi I	223.061	87.0	100.0	0.034		F.
Bi I	306.772	40.0	100.0	0.075	sb<sb<sb*	F.
Bi I	222.825	36.0	100.0	0.083		F.
Bi I	206.170	35.0	100.0	0.085		F.
Bi I	195.389	14.0	100.0	0.214		F.
Bi I	227.658	12.0	100.0	0.250		F.
Bi II	190.241	10.0	100.0	0.300		Z.; F.
Bi I	213.363	10.0	100.0	0.300		F.
Bi I	289.798	9.0	100.0	0.333	fb	F.; B.
Bi I	211.026	7.8	100.0	0.384		F.
C I	193.091	67.0	100.0	0.044		F.; NRL
C I	247.855	17.0	100.0	0.176		F.
C I	199.362	3.4	1000.0	8.823		F.; NRL
Ca II	393.366	89.0	0.5	0.00019	Ca的空白干扰	F.; B.
Ca II	396.847	30.0	0.5	0.00050	H397.007	F.
Ca II	317.933	1.5	0.5	0.010	mb< <fb	F.; B.
Ca I	422.673	1.5	0.5	0.010	fb	F.; B.
Cd II	214.438	120.0	10.0	0.0025		F.
Cd I	228.802	110.0	10.0	0.0027		F.
Cd II	226.502	89.0	10.0	0.0034		F.
Cd I	361.051	1.3	10.0	0.230		F.
Cd I	326.106	0.9	10.0	0.333		F.
Cd I	346.620	0.7	10.0	0.428	fb<	F.; B.
Cd I	231.284	0.5	10.0	0.600		F.

* 编著者研究的工作报告, 见参考文献[9]。下同。

续表 1

元 素		波 长 (nm)	I_n/I_h	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源	
Cd	I	479.992	0.5	10.0	0.600		F.	
Ce	II	413.765	6.2	10.0	0.048	<fb	F.; B.	
Ce	II	413.380	6.0	10.0	0.050		F.	
Ce	II	413.660	5.7	10.0	0.052		F.	
Ce	II	393.109	5.0	10.0	0.060		F.	
Ce	II	443.021	4.8	10.0	0.062	fb	F.	
Ce	II	391.275	4.4	10.0	0.068		F.; B.	
Ce	II	429.667	4.3	10.0	0.069		F.	
Ce	II	407.585	4.2	10.0	0.071		F.	
Ce	II	407.571	4.2	10.0	0.071		F.	
Ce	II	456.236	4.1	10.0	0.073		F.	
Ce	II	404.076	4.0	10.0	0.075		F.	
Ce	II	380.152	4.0	10.0	0.075		fb<	F.; B.
Ce	II	401.239	4.0	10.0	0.075		F.	
Co	II	238.892	50.0	10.0	0.0060	fb	F.	
Co	II	228.616	43.0	10.0	0.0070		F.	
Co	II	237.862	31.0	10.0	0.0097		F.	
Co	II	230.786	31.0	10.0	0.0097		F.	
Co	II	236.379	27.0	10.0	0.011		F.; B.	
Co	II	231.160	23.0	10.0	0.013		F.	
Co	II	238.346	21.0	10.0	0.014		F.	
Co	II	231.405	18.0	10.0	0.016		F.	
Co	II	235.342	17.0	10.0	0.017		fb<	F.; B.
Co	II	238.636	14.0	10.0	0.021		F.	
Co	II	234.426	14.0	10.0	0.021		F.	
Co	II	231.498	13.0	10.0	0.023		F.	
Co	II	234.739	13.0	10.0	0.023	F.		
Cr	II	205.552	49.0	10.0	0.0061	fb	F.	
Cr	II	206.149	42.0	10.0	0.0071		F.	
Cr	II	267.716	42.0	10.0	0.0071		F.; B.	
Cr	II	283.563	42.0	10.0	0.0071		F.; B.	
Cr	II	284.325	35.0	10.0	0.0086	mb	F.; B.	
Cr	II	206.542	31.0	10.0	0.0097		F.	
Cr	II	276.654	22.0	10.0	0.013		F.	
Cr	II	281.984	21.0	10.0	0.014	<mb	F.; B.	
Cr	II	285.568	16.0	10.0	0.018	fb< <mb	F.; B.	
Cr	II	276.259	15.0	10.0	0.020	fb	F.; B.	
Cr	II	286.257	15.0	10.0	0.020		F.	

续表 1

元 素	波 长 (nm)	I_a/I_b	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 洗	资料来源
Er	II	291.036	11.0	10.0	0.027	F.
Er	II	296.452	11.0	10.0	0.027	F.
Er	II	321.242	10.0	10.0	0.030	F.
Er	II	339.260	9.4	10.0	0.031	F.
Er	II	338.568	8.8	10.0	0.034	F.
Er	II	389.523	7.0	10.0	0.042	F.
					H388.905	
Eu	II	381.967	110.0	10.0	0.0027	F.
Eu	II	412.970	70.0	10.0	0.0043	F.
Eu	II	420.505	70.0	10.0	0.0043	F.
Eu	II	363.048	53.0	10.0	0.0057	F.
Eu	II	350.710	39.0	10.0	0.0077	F.
Eu	II	272.778	37.0	10.0	0.0081	F.
Gd	II	372.491	34.0	10.0	0.0088	F.
Eu	II	397.196	32.0	10.0	0.094	F.
					H397.007	
Eu	II	413.556	24.0	10.0	0.012	F.
Eu	II	281.394	22.0	10.0	0.013	F.
Fe	II	238.204	65.0	10.0	0.0046	F.
Fe	II	239.562	59.0	10.0	0.0051	F.
Fe	II	259.946	48.0	10.0	0.0062	F.
Fe	II	234.349	29.0	10.0	0.010	F.
Fe	II	240.488	27.0	10.0	0.011	F.
Fe	II	259.837	24.0	10.0	0.012	F.
Fe	II	261.187	24.0	10.0	0.012	F.
Fe	II	234.810	23.0	10.0	0.013	F.
Fe	II	234.830	23.0	10.0	0.013	F.
Fe	II	258.588	20.0	10.0	0.015	F.
Fe	II	238.863	20.0	10.0	0.015	F.
Fe	II	263.105	19.0	10.0	0.015	F.
Fe	II	263.132	19.0	10.0	0.015	F.
Fe	II	274.932	19.0	10.0	0.015	F.
Fe	II	275.574	16.0	10.0	0.018	F.
Fe	II	233.280	15.0	10.0	0.020	F.
Fe	II	273.955	15.0	10.0	0.020	F.
Ga	I	294.361	64.0	100.0	0.046	F.
Ga	I	417.206	45.0	100.0	0.066	F.; B.
Ga	I	287.424	38.0	100.0	0.078	F.
Ga	I	403.298	27.0	100.0	0.111	F.; B.
Ga	I	250.017	16.0	100.0	0.187	F.

续表 1

元 素	波 长 (nm)	I_n/I_b	C ($\mu\text{g/ml}$)	D. L. ($\mu\text{g/ml}$)	光 谱 干 扰	资料来源
Ga II	209.134	11.0	100.0	0.272		F.; MIT
Ga I	245.007	10.0	100.0	0.300	fb	F.; B.
Ga I	294.418	9.4	100.0	0.319		F.
Ga I	271.965	5.7	100.0	0.526		F.
Ga I	233.828	3.9	100.0	0.769		F.
Ga I	265.987	3.6	100.0	0.833	fb	F.; B.
Gd II	342.247	21.0	10.0	0.014		F.
Gd II	336.223	15.0	10.0	0.020	fb	F. B.
Gd II	335.047	14.0	10.0	0.021	mb < <mb	F.; B.
Gd II	335.862	14.0	10.0	0.021		F.; B.
Gd II	310.050	13.0	10.0	0.023	sb < <sb*	F.
Gd II	375.839	12.0	10.0	0.025		F.
Gd II	303.234	11.0	10.0	0.027		F.
Gd II	343.999	10.0	10.0	0.030		F.; B.
Gd II	358.496	10.0	10.0	0.030		F.
Gd II	364.619	10.0	10.0	0.030		F.
Gd II	301.913	10.0	10.0	0.030		F.
Gd II	354.580	9.5	10.0	0.031	mb	F.; B.
Gd II	354.936	9.0	10.0	0.033	fb	F.; B.
Gd II	308.199	9.0	10.0	0.033	mb	F.
Gd II	303.405	8.8	10.0	0.034		F.
Ge I	209.426	75.0	100.0	0.040		F.
Ge I	265.118	62.0	100.0	0.048	fb	F.; B.
Ge I	206.866	50.0	100.0	0.060		F.
Ge I	219.871	47.0	100.0	0.063		F.
Ge I	265.158	36.0	100.0	0.083	fb	F.; B.
Ge I	204.377	35.0	100.0	0.085		F.
Ge I	199.824	34.0	100.0	0.088		F.
Ge I	204.171	34.0	100.0	0.088		F.
Ge I	259.254	29.0	100.0	0.103	fb	F.; B.
Ge I	303.906	29.0	100.0	0.103		F.
Ge I	275.459	28.0	100.0	0.107		F.
Ge I	270.963	27.0	100.0	0.111	fb	F.; B.
H I	486.133	17.0				Z.
H I	434.047	5.0				Z.
H I	410.174	1.5				Z.
H I	397.907	0.6				Z.
H I	388.905	0.3				Z.