

真空紫外区的 NIII 光谱* 1)

王文书 曹津生 陶世尧

(中国科学院物理研究所)

提 要

本文中报道了真空紫外区、波长范围 2000—680 Å 的 NIII 光谱工作。使用两米法线入射式真空摄谱仪和电容放电光源。实验表明,光源气压对 NIII 谱线的出现有显著的影响。观察到 31 条 NIII 新谱线。找到一个新能级: $2s2p4d^2D_{5/2}$, 并对 $2s2p4d^2D_{3/2}$ 的能级值作了改正。

引 言

在早期, Freeman^[1], Edlén^[2,3] 曾对 NIII 光谱做过全面的分析,从可见区到真空紫外区。Freeman 仅观察到 1324 Å, 短于此波长的谱线由 Bowen^[4] 给出。Edlén 的工作有较大的发展,特别是在波长短于 685 Å, 他给出了几十条 NIII 新谱线及许多新的光谱项。1974 年, Michels^[5] 观察和分析了 208—482 Å 的 NIII 光谱, 给出 87 个新能级和 215 条新谱线。同年, Hallin 等人观察了 763—8424 Å 的 NIII 光谱, 但他们的文章未见发表。根据 Moore 等人^[6] 列出的能级来看, 在 2000—1000 Å 之间还有不少谱线应该出现。我们对 2000—680 Å 的 NIII 光谱进行了观察, 找到 31 条 NIII 新谱线, 找到一个新能级: $2s2p4d^2D_{5/2}$, 并对 $2s2p4d^2D_{3/2}$ 的能级值作了改正。

实验方法和结果

1. 仪器和实验条件

使用两米法线入射式真空摄谱仪^[7], 色散为 8.7 Å/mm, 可记录的波长为 2000—300 Å。使用 Agfa Schumann 底板。光源为通过水晶毛细管放电的电容放电光源。高压氮气通过充气系统装置, 源源不断地进入光源中。光源的气压由针阀来控制 and 调节。光源中的氮气经过摄谱仪的狭缝进入仪体, 被扩散泵抽走。动态平衡时, 仪体真空度保持在 10^{-4} 托数量级。

为了获得尽可能多和强的 NIII 谱线, 必须选择适宜的激发条件。我们在不同的光源气压 p 、水晶毛细管内径 ϕ 、电容 C 、放电电压 V 及回路电感 L 条件下, 观察 NIII 谱线出现的情况。发现光源气压对 NIII 谱线的出现有显著的影响。光源气压 $p = 7 \times 10^{-1}$ 托时 ($C = 1 \mu\text{F}$, $\phi = 4.5 \text{ mm}$, $V = 8.5 \text{ kV}$), 观察到前人工作中^[1,2] 已给出的 NIII 线强,

* 1978 年 6 月 1 日收到。

1) 本工作基本上是在 1964—1965 年完成的。

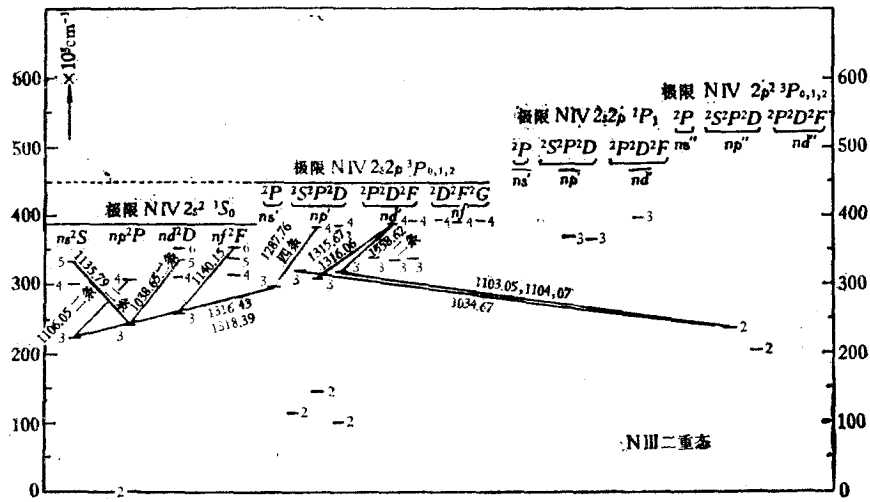


图 2 部分 NIII 的二重态光谱项及 NIII 新谱线

而 NI, NII 线出现弱,但本工作中的 NIII 新谱线却出现得很少,强度也不大. 在 $p = 2$ 托时 ($\phi = 5\text{mm}$, $C = 1\mu\text{F}$, $V = 6.0-8.5\text{kV}$), NIII 新谱线出现得强和多, NIV 谱线也出现得强和多. 另外, NI, NII 线的强度也不小. 在 $p = 3-4.5$ 托时 ($\phi = 3\text{mm}$, $C = 2\mu\text{F}$, $V = 2.0-2.5\text{kV}$), 这些 NIII 新谱线也出现. 因此, 我们光源中出现 NIII 新谱线时, 有两点值得注意:

- (a) 光源气压高达 3—4 托;
- (b) 氮的各次电离谱线同时出现, 它们的强度都不弱.

2. NIII 新谱线

表 1 是本工作给出的 NIII 新谱线. 第一行是谱线的相对强度, 用谱线黑度来估计的. 取 1575.19 \AA 的强度为 10, 其余谱线的强度与该线相比得到. 第二行是谱线的波长值. 第三行是波数. 第四行是根据 Moore 等人^[6]列出的能级值计算得到的波长值. 第五行是谱线的能级组合. 第六行 n 表示波长值从测量 n 条光谱平均求得的. 仅个别谱线, 如 1121.72 \AA 从一条光谱中测得. 选取 NI, NII, NIII 及其它元素的谱线作为标准线, 用线性内插法计算谱线的波长值. 用 Abbe 比长仪测量, 测得的大部分谱线的误差小于 0.05 \AA . 标准线波长值的误差小于 0.01 \AA , 少数几条接近 0.01 \AA .

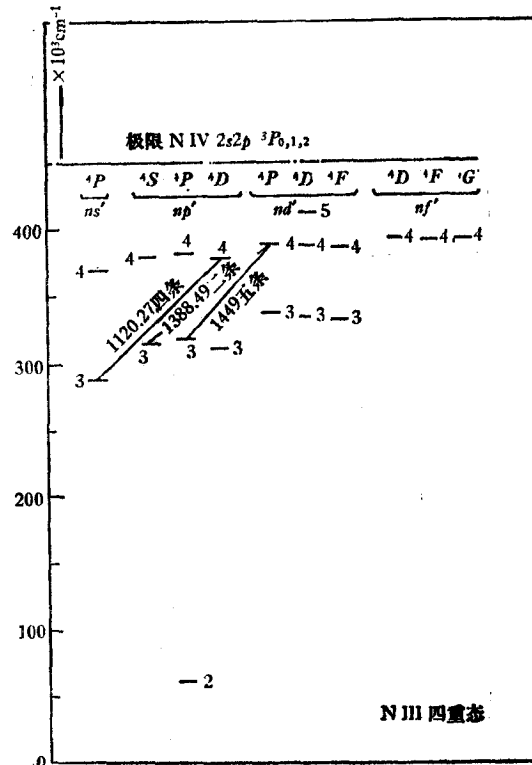


图 3 部分 NIII 的四重态光谱项及 NIII 新谱线

表1 观察到的 NIII 新谱线

相对强度	$\lambda_{\text{观察}}(\text{\AA})$	$\nu_{\text{观察}}(\text{cm}^{-1})$	$\lambda_{\text{计算}}(\text{\AA})$	能级组合	n
1-	1034.67	96649.2	1034.67, 62	$2p^3^2P_{3/2,1/2}-2s2p3p^2S_{1/2}$	18
2-d	1038.65	96278.8	1038.62	$2s^23p^2P_{1/2}-2s^25d^2D_{3/2}$	4
1d	1039.03	96243.6	1038.99, 1039.00	$^2P_{3/2}-^2D_{3/2,5/2}$	4
1	1103.05	90657.7	1103.04	$2p^3^2P_{3/2}-2s2p3p^2D_{5/2}$	11
0+	1104.07	90574.0	1104.07, 12	$^2P_{1/2,3/2}-^2D_{3/2}$	10
3	1106.05	90411.8	1106.04	$2s^23s^2S_{1/2}-2s^24p^2P_{1/2}$	7
1+	1106.37	90385.7	1106.34	$^2S_{1/2}-^2P_{1/2}$	7
0+	1120.27	89264.2	1120.26, 24	$2s2p3s^4P_{1/2,3/2}-2s2p4p^4D_{3/2,5/2}$	2
1	1120.61	89237.1	1120.60	$^4P_{5/2}-^4D_{7/2}$	5
0	1121.05	89202.0	1121.02	$^4P_{3/2}-^4D_{3/2}$	2
0	1121.72	89148.8	1121.71	$^4P_{5/2}-^4D_{5/2}$	1
1-	1135.79	88044.4	1135.77	$2s^23p^2P_{1/2}-2s^25s^2S_{1/2}$	7
2	1136.29	88005.7	1136.23	$^2P_{3/2}-^2S_{1/2}$	10
1d	1140.15	87707.8	1140.12	$2s^23s^2D_{3/2}-2s^26f^2F_{7/2}$	5
0+	1287.76	77654.2	1287.77	$2s2p3s^2P_{1/2}-2s2p4p^2P_{3/2}$	8
3	1288.72	77596.3	1288.74	$^2P_{1/2}-^2P_{1/2}$	12
6	1289.63	77541.6	1289.65	$^2P_{3/2}-^2P_{3/2}$	20
0	1290.53	77484.3	1290.62	$^2P_{3/2}-^2P_{1/2}$	10
3	1315.67	76006.9		$2s2p3p^2P_{1/2}-2s2p4d^2D_{3/2}^*$	8
6	1316.06	75984.4		$^2P_{3/2}-^2D_{5/2}^*$	8
15	1316.43	75963.0	1316.45	$2s^23s^2S_{1/2}-2s2p3s^2P_{3/2}$	25
12	1318.39	75850.1	1318.41	$^2S_{1/2}-^2P_{1/2}$	28
3	1386.83	72106.9	1386.83	$2s2p3p^4S_{3/2}-2s2p4d^4P_{1/2}$	2
4	1388.49	72020.7	1388.50	$^4S_{3/2}-^4P_{5/2}$	8
1	1449.34	68996.9	1449.31	$2s2p3p^4P_{1/2}-2s2p4d^4P_{3/2}$	2
	1449.53	68987.9	1449.53	$^4P_{3/2}-^4P_{1/2}$	2
0+	1450.21	68955.5	1450.21	$^4P_{3/2}-^4P_{3/2}$	2
1	1451.44	68897.1	1451.35, 45	$^4P_{3/2,5/2}-^4P_{5/2,3/2}$	10
3	1452.61	68841.6	1452.59	$^4P_{5/2}-^4P_{5/2}$	10
1d	1558.62	64159.3		$2s2p3p^2D_{3/2}-2s2p4d^2D_{3/2}^*$	4
2d	1560.02	64101.7		$^2D_{5/2}-^2D_{5/2}^*$	4

注: d 表示谱线漫; * 表示能级值由本工作给出。

分别拍摄了光源气压为 7×10^{-1} , 1, 2 和 3.2 托的光谱。当光源气压增高时, 本工作中的 NIII 新谱线和前人已确定的 NIII 谱线强度的变化规律是相同的, 都是逐步变强, 特别是 NIII 新谱线的强度及出现的数目增加得更快、更多。

图 1 (见图版 I) 是光源气压 $p = 2$ 托时, 放电电压为 2, 4, 6 及 8.5kV 的光谱。由图可见, 电压增加时, NIII 新谱线及已知 NIII 谱线的强度也随之增加, NI 及 NII 谱线的强度则减弱。

图 2 和图 3 分别是 NIII 的部分二重态和部分四重态光谱项及本工作中观察到的 NIII 新谱线。

3. 杂质谱线的辨认

在我们的光源中, 除出现氮原子及其各次电离谱线外, 还出现氧、碳、硅、铝和氢等元

THE SPECTRUM OF NIII IN THE VACUUM ULTRAVIOLET REGION

WONG WEN-SHU, CHAO TSIN-SEN, TAO SHI-YAO

(*Institute of Physics, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The spectrum of NIII has been studied in the region of 2000—680Å by using a two meter normal incidence vacuum spectrograph and a condensed discharge as light source. Experimental results indicate the evident effect of the pressure of light source on the appearance of NIII spectral lines. Thirty-one new spectral lines are observed. A new energy level, $2s2p4d^2D_{5/2}$, is found, and the energy value of the level $2s2p4d^2D_{3/2}$ is revised.