

ИЗМЕРЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛ ОСЦИЛЛЯТОРОВ В СПЕКТРАХ АТОМОВ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОЙ АБСОРБЦИИ

П. П. Остроуменко и А. М. Еременко

Методом линейной абсорбции измерены относительные значения сил осцилляторов 30 линий никеля и 5 линий кобальта. Числа gf , измеренные данным методом, согласуются с наиболее достоверными данными в пределах 23% для никеля и 18% для кобальта.

Относительные значения сил осцилляторов атомов NiI и CoI измерялись методами аномальной дисперсии [1], полного поглощения [2] и лучеиспускания [3]. Наиболее достоверные сведения о числах f дает метод аномальной дисперсии, однако он позволяет измерить силы осцилляторов для сравнительно небольшого числа линий. Метод линейной абсорбции, применявшийся в работах [4, 5], дает результаты, хорошо согласующиеся с данными метода крюков [6], и при наличии высокоинтенсивных источников испускания позволяет получить сведения о силах осцилляторов большинства элементов периодической системы в широком спектральном диапазоне.

В настоящей работе методом линейной абсорбции измерены относительные значения сил осцилляторов 30 линий никеля и 5 линий кобальта. Для некоторых из этих линий отсутствуют данные о силах осцилляторов, полученные методом крюков или полного поглощения. Исследования проводились на атомно-абсорбционном анализаторе «Спектр-1». Источником монохроматического излучения служили лампы с полым катодом, в качестве атомизатора паров металла применялось воздушно-пропановое пламя. В приборе использовалась газовая горелка с предварительным смешением горючего газа, воздуха и аэрозоля. Приемником излучения служил фотоэлектронный умножитель типа ФЭУ-39. Фототок регистрировался микроамперметром или электронным потенциометром. Использование сканирующего устройства обеспечивало автоматическую запись спектра во всем исследуемом диапазоне длин волн. Методика измерения поглощения линий и обработка экспериментальных результатов изложены в работе [4].

Так как в поглощении линий никеля и кобальта наблюдаются переходы с возбужденных электронных состояний, то для определения сил осцилляторов этих линий требуются сведения о температуре заселения уровней. Для определения температуры было использовано уравнение для коэффициента поглощения в центре линии, когда линию можно рассматривать как чисто доплеровскую [7]

$$(k_0 l)_i = \lambda_i \sqrt{\frac{v}{2\pi RT}} \frac{\pi e^2}{mc} N_0 \frac{g_i}{g_0} \exp\left(\frac{E_i}{kT}\right) f_i l,$$

где N_0 — полное число частиц, E_i — энергия нижнего уровня, T — температура, f_i — сила осциллятора линии, l — длина поглощающего слоя. На рисунке приведен температурный график зависимости

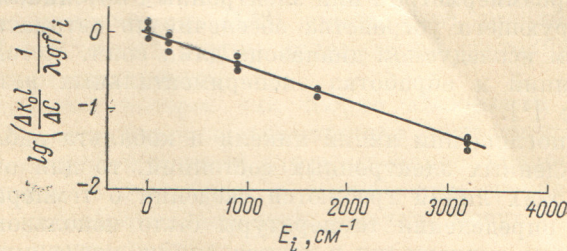
Таблица 1

Относительные значения сил осцилляторов в спектре никеля

λ , нм	Нижний уровень, см ⁻¹ [11]	lg gf, наши данные	lg gf, по Корлиссу [10]	lg gf, по Кингу [2]	lg gf, по Пенкину [1]
231.096 *	3d ⁸ 4s ² ³ F ₄ (0)	-0.063	-0.22	—	—
232.003 *		-0.21	-0.07	—	—
233.749		-0.62	-0.79	—	—
234.554		-0.049	-0.34	—	—
298.413		-1.70	-1.26	—	—
323.296		-1.15	-0.77	-0.80	-0.97
343.728		-1.19	-0.96	—	—
350.085	3d ⁸ 4s ² ³ F ₃ (1332)	-0.90	-1.01	-0.96	-1.06
300.249 *	3d ⁸ 4s ³ D ₃ (205)	0.057	-0.04	—	—
303.794 *		-0.44	-0.44	-0.35	—
305.082 *		-0.035	-0.15	0.05	0.03
339.299		-0.735	-0.38	-0.37	-0.49
341.476		-0.15	0	0.02	—
346.165		-0.23	-0.24	-0.25	-0.24
305.432	3d ⁸ 4s ³ D ₂ (880)	-0.54	-0.43	—	-0.42
306.462		-1.35	-0.92	-0.82	-1.01
310.155 *		-0.34	-0.17	0.04	—
336.156		-0.66	-1.28	-1.11	-1.20
344.626		-1.02	-0.17	-0.27	-0.30
345.289 *		-0.72	-0.74	-0.61	-0.68
349.296 *		-0.16	-0.14	-0.14	-0.16
351.505		0.09	-0.08	-0.07	-0.07
308.076	3d ⁸ 4s ³ D ₁ (1713)	-1.36	-0.86	-1.01	—
313.411 *		-0.21	-0.07	-0.01	—
351.034 *		-0.09	-0.37	-0.48	-0.20
301.200 *	3d ⁸ 4s ¹ D ₂ (3410)	0.07	0.31	0.27	—
325.074		-1.32	-1.32	-1.37	—
332.231		-1.68	-0.97	-1.01	-1.18
361.939 *		0.08	0.17	0.15	0.40
385.830 *		-0.98	-0.62	-0.48	—

* Линии, которые использовались при определении температуры заселения энергетических уровней.

$\lg\left\{\frac{1}{\lambda gf} \left(\frac{\Delta k_0 \lambda}{\Delta C}\right)_i\right\}$ от E_i . Концентрация поглощающих атомов принималась пропорциональной вводимой в пламя молярной концентрации C раствора [8, 9]. Силы осцилляторов для линий никеля, по которым проводилось



Температурный график для определения температуры заселения энергетических уровней методом линейной абсорбции Ni I.

измерение температуры, взяты из работы [3]. Определенная из графика температура составила 1600° К. В табл. 1 и 2 приведены измеренные величины $\lg gf$ для никеля и кобальта, которые сравниваются со значениями $\lg gf$ для этих линий, полученными другими методами [1, 2, 10]. Для линий

Таблица 2

Относительные значения сил осцилляторов в спектре кобальта

λ , нм	Нижний уровень, см^{-1} [11]	$\lg gf$, наши данные	$\lg gf$, по Корлиссу [3]		
243.583	} $3d^7 4s^2 \ ^4F_{9/2}(0)$	{ -0.85	-0.45		
242.493				{ 0.26	0.28
240.725				{ 0.45	0.34
243.221	} $3d^7 4s^2 \ ^4F_{7/2}(816)$	{ 0.26	0.33		
241.162				{ 0.35	0.43

никеля числа gf , измеренные методом линейной абсорбции, отличаются от чисел gf , полученных другими авторами, не более чем на 25%, а для кобальта — на 18%, что свидетельствует об удовлетворительном согласии результатов метода линейной абсорбции с наиболее достоверными данными. Причиной некоторых расхождений может служить недостаточная дисперсия монохроматора, использующегося в атомно-абсорбционной установке «Спектр-1».

Литература

- [1] Н. П. Пенкин. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 4, 41, 1964.
 [2] R. B. King. *Astrophys. J.*, 108, 87, 1948.
 [3] Ч. Корлисс, У. Бозман. Вероятности переходов и силы осцилляторов 70 элементов. Изд. «Мир», М., 1968.
 [4] П. П. Остроуменко, В. С. Россихин. *Опт. и спектр.*, 19, 653, 1965.
 [5] Б. В. Львов. *Опт. и спектр.*, 28, 18, 1970.
 [6] И. Ю. Ю. Славенас. *Опт. и спектр.*, 20, 485, 1966.
 [7] А. Митчелл, М. Земанский. Резонансное излучение и возбужденные атомы. ОНТИ, М.—Л., 1937.
 [8] Н. Н. Соболев. *Тр. ФИАН*, 7, 161, 1956.
 [9] Н. С. Полуэктов, Р. А. Виткун, Л. А. Овчар. *Ж. аналит. химии*, 15, 264, 1960.
 [10] Ch. H. Corliss. *J. Res. Nat. Bur. Standards*, 69A, 87, 1965.
 [11] Ch. E. Moore. *Atomic Energy Levels*. NBS, II, 1952.

Поступило в Редакцию 21 июля 1972 г.