

# LOS POTENCIALES DE EXCITACION DEL ATOMO DEL ARGON

POR EL DOCTOR RAMON G. LOYARTE

---

## RÉSUMÉ

LES POTENTIELS D'EXCITATION DE L'ATOME D'ARGON. — II s'agit d'une contribution à la connaissance de l'atome d'Argon, et par conséquent, a celui de ses spectres. Après avoir indiqué le procédé qu'il a suivi dans ses études, l'auteur aboutit aux conclusions suivantes: pour l'Argon, ont été déterminés les potentiels correspondants à un grand nombre de transitions optiquement connues, ainsi que beaucoup de potentiels qui accusent l'existence de niveaux jusqu'à présent inconnus.

Pour le potentiel 12 volts, a été calculé, avec l'aide des niveaux connus et de lignes optiques non classifiés, le terme qui pourrait lui correspondre, ayant été déterminé ainsi, très exactement, quatre lignes d'intensité moyenne, jusqu'à présent non classifiées.

**1. Objeto de la investigación.** — La investigación de que damos cuenta en esta memoria tiene por objeto contribuir al conocimiento del átomo del argón, y por lo tanto al conocimiento de sus espectros.

El argón ha sido estudiado por excitación por choque con electrones por G. Hertz <sup>(1)</sup> midiendo la diferencia entre la corriente de electrones que llega a la placa del «tubo de choque» con y sin campo retardador, el cual encontró los potenciales 11,5 13 y 14 volt; por G. Hertz y R. K. Kloppers <sup>(2)</sup>, por el mismo método anterior, quienes

<sup>(1)</sup> G. Hertz, *Ueber die Anregungs- und Ionisierungsspannungen von Neon und Argon und ihr Zusammenhang mit den Spektren dieser Gase. Z. für Phy.*, 18, 307, 1923.

<sup>(2)</sup> G. HERTZ und R. K. KLOPPERS, *Die Anregungs- und Ionisierungsspannungen der Edelgase. Z. für Phy.*, 31, 463, 1925.

hallaron los valores 11,5, 13 y 13,9 para los potenciales de excitación y el de 15,4 para el de ionización; por H. Bartels y W. Gliwitzky <sup>(1)</sup>, quienes encuentran los potenciales de excitación 11,5, 12,8 y 14 volt, y para los de ionización los valores 15,86 y 16,25. Este último valor lo atribuyen al H<sub>2</sub>. El argón tiene, por otra parte, dos potenciales de ionización, en correspondencia con las dos capas de electrones  $M_{22}$  y  $M_{21}$ , cuyos valores están comprendidos entre 15,66 y 15,84 volt. Los autores últimamente citados han usado argón comercial, que purificaron mediante la célula de potasio. Ninguno de los investigadores mencionados ha publicado el espectro del gas empleado, ni expresan que hayan realizado el estudio o la observación espectroscópica.

También J. E. Roberts y R. Whiddington <sup>(2)</sup> han determinado los potenciales del argón hallando los valores 11,6, 13 y 14,1.

En lo que concierne a los trabajos de clasificación de las líneas del espectro del argón, en el cual se distinguen dos espectros: el rojo y el azul, deben destacarse los trabajos de Lyman y los de H. B. Dorgelo y J. H. Abbink <sup>(3)</sup>, y los de K. W. Meissner <sup>(4)</sup>. Recientemente han sido publicadas dos contribuciones al estudio de ese espectro por W. Gremmer <sup>(5)</sup> y por Rasmussen <sup>(6)</sup>.

**2. Preparación del argón.** — Nosotros hemos preparado el argón partiendo del aire atmosférico bien seco y privado de ácido carbónico o de restos de aire líquido, por el procedimiento aconsejado por Born <sup>(7)</sup> del arco de calcio y combinándolo con el procedimiento de la célula de potasio estudiado por Gehlhoff <sup>(8)</sup>.

<sup>(1)</sup> H. BARTELS und W. GLIWITZKY, *Eine neue Methode zur Messung von Anregungs und Ionisierungspotentialen. Messungen an Argon. Z. für Phy.*, 47, 68, 1928.

<sup>(2)</sup> J. E. ROBERTS und R. WHIDDINGTON, *Electron impacts in Argon. Leeds Philosoph and Lit. Soc. Proc.*, 2, pp. 46-49, abril 1930.

<sup>(3)</sup> H. B. DORGELO y J. H. ABBINK, *Das rote und blaue Argonspektrum in äusserstem Ultraviolet. Z. für Phy.*, 41, 753, 1927.

<sup>(4)</sup> K. W. MEISSNER, *Ueber den Bau des Argonspektrums. Z. für Phy.*, 37, 238, 1926; *Die Serien des Argonspektrums. Z. für Phy.*, 39, 172, 1926; *Id. Z. für Phy.*, 40, 839, 1927.

<sup>(5)</sup> W. GREMMER, *Ergänzungen den Spektren des Neons, Argons und Krypton. Z. für Phy.*, 50, 716, 1928.

<sup>(6)</sup> EBBE RASMUSSEN, *Zur den Spektren der Edelgase II. Z. für Phy.*, 75, 695, 1932.

<sup>(7)</sup> F. BORN, *Ann. der Phy.*, 69, 473, 1932.

<sup>(8)</sup> G. GEHLHOFF, *Ueber eine einfache Methode zur Reindarstellung von Edelgasen, Wassertoff und Stickstoff. Verhandlung der Deutschen Phy. Ges.*, p. 21, año 1911.

Extremando las precauciones, empleamos en una última serie de determinaciones dos arcos de calcio en serie. Un balón grande contenía el primer arco y servía de depósito al argón obtenido por la acción de aquél, argón que llamábamos bruto. El calcio depositado en las paredes del balón absorbía, en frío, buena parte del  $H_2$ . El segundo arco estaba contenido en un balón más pequeño, en el cual, partiendo del argón «bruto» preparábamos un argón muchísimo más puro.

Este gas recibía una última purificación en la célula de potasio. Así logramos eliminar el hidrógeno, en tal grado que sus líneas no aparecían en los espectrogramas.

**3. El tubo de choque.** LOS RESULTADOS. — El tubo empleado fué el modelo que mencionamos en la memoria que aparece en este mismo número intitulada: «Sobre algunos potenciales ópticos del átomo de mercurio. Los llamados potenciales de ultraionización». Fué calibrado con mercurio dejando entrar vapor de ese cuerpo solamente (no gotas) a la temperatura ordinaria estando aquel con argón y determinando el potencial correspondiente a la transición  $1S - 2p_2$ .

La corrección resultó, por este método, estar próxima a 1,30 volt. Su valor exacto se ha determinado, para cada curva, tomando como base aquel dato y considerando los valores obtenidos para los potenciales correspondientes a transiciones conocidas ópticamente. Ha oscilado entre 1,30 y 1,34 volt, pues se ha observado que varía en el orden de los centésimos con la temperatura del filamento y con la presión.

Demás está decir que fué luego eliminado el vapor de mercurio calentando el tubo y mediante el procedimiento del aire líquido, comprobando su desaparición de las curvas obtenidas por choque con electrones. Por otra parte, la calibración se hizo después de haber obtenido algunas curvas con el argón.

Nosotros hemos empleado el método ordinario, que consiste en medir la corriente que originan los electrones que llegan a la placa remontando un pequeño campo contrario y el método fotoeléctrico. No tenemos conocimiento de que algún otro investigador haya empleado este último método en el argón. Hemos llevado a cabo gran número de observaciones por los dos métodos antes citados, acompañando toda serie de observaciones eléctricas con un espectograma del gas. Durante todo ese tiempo, el tubo y demás recipientes y conductos han tenido permanentemente argón, el cual fué no solamente renovado muchísimas veces para repetir las medidas, sino también

preparado de nuevo por diversos procedimientos, extremando las precauciones según ya se dijo. Solamente dos días se lo tuvo con vapor de mercurio para la calibración.

Hemos obtenido más de veinte curvas fotoeléctricas y varias por el otro método.

De las medidas fotoeléctricas, que conceptuamos más exactas, se han deducido los potenciales que se consignan en la tabla de más abajo. La concordancia entre los valores dados por las diversas curvas es muy satisfactoria, de modo que los valores medios dados en la tabla deben corresponder a los valores reales con una aproximación igual o menor que 0,05 volt, pues los potenciales han sido medidos de 0,05 volt y en un caso de 0,033 en 0,033 volt.

POTENCIALES CRITICOS DEL ARGON

Número	Potencial volt	Número	Potencial volt	Número	Potencial volt	Número	Potencial volt
1	11,42	13	12,54	25	13,62	37	14,85
2	11,52	14	12,64	26	13,75	38	14,95
3	11,65	15	12,74	27	13,84	39	15,05
4	11,75	16	12,83	28	13,92	40	15,15
5	11,85	17	12,89	29	14,04	41	15,20
6	11,92	18	12,95	30	14,14	42	15,30
7	12	19	13,04	31	14,23	43	15,40
8	12,12	20	13,13	32	14,35	44	15,53
9	12,23	21	13,23	33	14,43	45	15,73
10	12,27	22	13,33	34	14,54	46	15,85
11	12,34	23	13,43	35	14,65	47	15,95
12	12,44	24	13,53	36	14,76		

4. **Discusión de los resultados.** — A continuación damos una tabla donde figuran todos nuestros potenciales y las transiciones ópticas, con el largo y número de ondas que les corresponden, de acuerdo con los trabajos de Dorgelo y Abbink, Meissner, Saunders y Rasmussen. Adviértense allí entre las transiciones  $1p_1 - 1s_2$  y  $1p_0 - 2p_{10}$  doce potenciales que corresponderían a niveles ópticos hasta ahora desconocidos.

Opticamente					Potencial observado
Intensidad	$\lambda_{\nu}$	$\nu$	Combinación	Potencial calculado	
—	—	93136,1	$1p_0 - 1s_5$	11,49	11,42
9	1066,75	93742,7	$1p_0 - 1s_4$	11,57	11,52
—	—	94546,01	$1p_0 - 1s_3$	11,67	11,65
10	1048,30	95392,5	$1p_0 - 1s_2$	11,78	11,75
			—	—	11,85
			—	—	11,92
			—	—	12
			—	—	12,12
			—	—	12,23
			—	—	12,27
			—	—	12,34
			—	—	12,44
			—	—	12,54
			—	—	12,64
			—	—	12,74
			—	—	12,83
		104094,4	$1p_0 - 2p_{10}$	12,84	12,89
			—	—	12,95
		105455,1	$1p_0 - 2p_9$	13,01	13,04
		105609,0	$1p_0 - 2p_8$	13,03	
		106079,8	$1p_0 - 2p_7$	13,09	13,13
		107289,2	$1p_0 - 2p_6$	13,23	
7	932,06	107488,8	$1p_0 - 2p_5$	13,25	13,23
			—	—	
8	919,79	108720,5	$1p_0 - 2p_4$	13,40	13,33
			—	—	13,43
			—	—	13,53
			—	—	13,62
			—	—	13,75
4	894,31	111818,0	$1p_0 - 3d_3$	13,80	13,84
			—	—	13,92
5	879,97	113640,2	$1p_0 - 2s_4$	14,03	14,04
4	876,10	114142,2	$1p_0 - 3d_2$	14,09	
5	869,75	114975,6	$1p_0 - 2s_2$	14,20	14,14
5	866,84	115361,5	$1p_0 - 3s_1'$	14,24	
			—	—	14,23
			—	—	14,35
			—	—	14,43
			—	—	14,54
3	842,79	118653,5	$1p_0 - 4d_5$	14,65	14,65
3	834,98	119763,3	$1p_0 - 3s_4$	14,79	14,76
4	834,42	119843,7	$1p_0 - 4d_2$	14,80	
0	829,13	120608,3	$1p_0 - 4s_1''$	14,89	14,85

Opticamente					Potencial observado
Intensidad	$\lambda_D$	$\nu$	Combinación	Potencial calculado	
4	826,34	121015,6	$1p_0 - 4s_1'$	14,94	14,95
4	825,36	121159,3	$1p_0 - 3s_2$	14,96	
2	820,12	121933,4	$1p_0 - 5d_1$	15,05	15,05
3	816,27	122508,5	$1p_0 - 5d_2$	15,12	15,15
0	809,99	123458,3	$1p_0 - 6d_0$	15,23	15,20
0	807,65	123816	$1p_0 - 5s_1'$	15,26	15,29
0	807,23	123880,4	$1p_0 - \left. \begin{matrix} 5s_1 \\ 4s_2 \end{matrix} \right\}$	15,28	
0	806,86	123937,2	$1p_0 - 6d_2$	15,40	15,40
			—	—	15,53
			—	—	15,72
			—	—	15,58

Hemos tratado de calcular los valores exactos de los términos que corresponden a los potenciales comprendidos entre los correspondientes a la transición  $1p_0 - 2s_2$  y la  $1p_0 - 2p_{10}$ , partiendo de los valores groseros que se obtienen de los valores de aquéllos mediante las líneas ópticas no clasificadas cuyos números de ondas están próximos a los números que resultan de las diferencias entre aquel valor grosero del término y los valores de términos conocidos. Se oponen al éxito de esta búsqueda las siguientes dificultades: que los valores dados en las tablas de Kaiser para las longitudes de onda de las líneas del argón son, en la mayoría de los casos, poco exactos y de que Meissner, que ha hecho mediciones de gran exactitud, solamente ha publicado, por lo menos en una vasta e importante región, las líneas que ha logrado clasificar. A pesar de eso, en el caso del potencial 12 volt, con el valor del término  $X = 29763,9$  se clasifican, con gran exactitud, cuatro líneas ópticas de intensidad media, tres de las cuales han sido medidas por Meissner, figurando la cuarta en las tablas de Kaiser.



El cuadro siguiente ilustra sobre la cuestión:

Combinación	$\nu_0$	$\nu_c$	$\lambda_0$	I	Observador
X — $2s_4$ <sup>(1)</sup>	16295,6	16295,4	6135	4	Ver Kaiser
X — $3s_4$	22412,6	22412,6	4460,53	4	Meissner
X — $4s_1'''$	23405,9	23405,8	4271,24	3	»
X — $4s_1''''$	23253,3	23253,4	4299,24	3	»

(<sup>1</sup>) Con el término  $2s_4$  calculado por RASMUSEN.

Figuran allí los números de onda observados y calculados y las longitudes de onda observadas.

**5. Conclusiones.** — 1° Por el método fotoeléctrico hemos encontrado en el átomo del argón — argón purísimo, preparado por nosotros combinando el método del arco de calcio y de la célula de potasio — los potenciales correspondientes a un gran número de transiciones conocidas ópticamente y un buen número de potenciales que revelan la existencia de niveles hasta ahora desconocidos. Cabe hacer resaltar, muy especialmente, los niveles que de acuerdo con nuestras medidas existirían entre los niveles  $1s_2$  y  $2p_{10}$ ;

2° En el caso del potencial 12 volt se ha calculado, con el auxilio de los niveles conocidos y de líneas ópticas sin clasificar, el término que podría corresponderle. Con el valor  $X = 29763,9$  para ese término se clasifican con gran exactitud cuatro líneas de intensidad media.

3° En una segunda memoria, hemos de considerar lo concerniente a los términos de los niveles que deben corresponder a los demás potenciales comprendidos entre  $1s_2$  y  $2p_{10}$ .