

ÉTUDE DE LA FORME ET DE L'INTENSITÉ DE LA BANDE SATÉLLITE QUI ACCOMPAGNE LA RAIE $L\beta_2$ DE L'OR

par LÍDIA SALGUEIRO et J. GOMES FERREIRA (*)

(À LISBONNE)

(Reçu Décembre 1951)

RICHTMYER, RAMBERG et BARNES [1] ont déterminé expérimentalement les intensités et les formes des bandes satellites qui accompagnent soit la raie $L\beta_2$, soit la raie $L\alpha_1$ de l'or. Ils ont employé un spectromètre à double cristal muni d'une chambre d'ionization comme détecteur.

Les auteurs ont conclu que la raison de l'intensité de la bande satellite qui accompagne la raie $L\beta_2$ par rapport à celle-ci, est de 0,055.

Ils ont aussi déterminé théoriquement [2] les intensités et les formes des bandes satellites citées et ont obtenu la valeur 0,15 pour la raison des intensités de la bande satellite et de la raie $L\beta_2$.

La configuration des courbes obtenues par RICHTMYER, RAMBERG et BARNES (RBR) théorique et expérimentalement est assez différente.

Ainsi, tandis que la courbe théorique présente un accentué maximum au voisinage de $8,0 Ry$, la courbe expérimentale présente un maximum au voisinage de $5,0 Ry$ et un autre moins accentué vers les $4,0 Ry$.

Il faut encore remarquer que la courbe expérimentale n'a qu'une largeur d'environ $3,5 Ry$ ($3,0$ à $6,5 Ry$), tandis que la courbe théorique s'étend de $3,0$ à $12,5 Ry$.

On peut, par conséquent, affirmer qu'outre la grande différence du point de vue des intensités (théorique et expérimentale), les deux courbes sont assez différentes en ce qui concerne la forme; le maximum de la courbe expérimentale est déplacé du côté des grandes longueurs d'onde de $3,5 Ry$ par rapport à celui de la courbe théorique (Fig. 1a).

(*) Boursier de l'«Instituto de Alta Cultura».

Dans l'élaboration théorique RICHTMYER et RAMBERG ont admis quelques hypothèses simplificatrices. La principale source d'erreur provient, selon les auteurs, de l'absence du traitement relativiste du problème. Pourtant, malgré ces mêmes simplifications la théorie était en bon accord avec l'expérience en ce qui concerne la bande satellite de la raie $L\alpha_1$. On pouvait, par conséquent, se demander si la différence entre les résultats expérimentaux et les prévisions théoriques pour la bande de $L\beta_2$ ne provenait pas d'un mécanisme différent d'excitation des raies satellites dans les deux cas, tandis que la théorie admettait le même. Pourtant, on avait déjà montré [3,4] que la bande satellite de $L\beta_2$ disparaît, simultanément avec celle de $L\alpha_1$, lorsqu'on n'excite pas le niveau L_1 .

Il paraissait, par conséquent, souhaitable de reprendre les expériences concernant la forme et l'intensité de la bande satellite de $L\beta_2$ dans des conditions expérimentales différentes, vu que la méthode expérimentale suivie est susceptible de plusieurs causes d'erreur (erreurs commis dans le réglage de l'appareil, la petite précision dont on peut déterminer les angles de réflexion, etc.). En outre, la chambre d'ionisation est un détecteur peu sensible aux raies ou bandes de faible intensité et qui exige un fonctionnement rigoureusement constant du tube à rayons X, pendant l'enregistrement.

Ces conclusions nous ont fait reprendre cet étude, en nous servant d'une méthode expérimentale assez différente (méthode du cristal courbé, Cauchois).

Cette méthode avait déjà donné de très bons résultats dans l'étude de la bande satellite qui accompagne la raie $L\alpha_1$, étude réalisée au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lisbonne par José Sarmiento [5]. Le même auteur a montré encore qu'on peut se servir de la méthode du cristal courbé, de préférence à la méthode du spectromètre à double cristal, dont le réglage est bien plus difficile; la méthode photographique n'exige pas un régime de fonctionnement constant du tube à rayons X, ce qui facilite beaucoup l'expérience.

L'étude expérimentale de la bande satellite qui accompagne la raie $L\beta_2$ présente quelques difficultés qui ne se posent pas dans l'étude de la raie $L\alpha_1$. Ces difficultés proviennent du fait que les raies $L\beta_1$, $L\beta_3$ et $L\beta_{15}$, ont des longueurs d'onde très voisines ($L\beta_2 \rightarrow 1068 \text{ U. X.}$; $L\beta_3 \rightarrow 1065,7 \text{ U. X.}$; $L\beta_{15} \rightarrow 1069,9 \text{ U. X.}$).

La séparation de ces raies est donc très difficile et même irréalisable, car on avait besoin, pour l'accomplir, d'un spectrographe de pouvoir séparateur très élevé ce qui augmenterait considérablement les temps d'exposition, les rendant même prohibitifs.

Nous avons employé une installation à rayons X déjà décrite [4] et le tube était muni d'une anticathode d'or.

Les spectrogrammes ont été obtenus sous la tension de $35 kV$ et le courant de $1,0 mA$ (Fig. 2), conditions dans lesquelles le régime de fonctionnement du tube était le plus stable.

Nous avons utilisé un spectrographe de $50 cm$ de rayon muni d'un cristal de quartz (plans de distance réticulaire $1749 U. X.$); la dispersion était de $6,6 U. X./mm$. Nous avons employé film Ilfex à Rayons X, sans écran renforçateur.

Pour étudier la forme et l'intensité de la bande satellite qui accompagne la raie $L\beta_2$ il fallait d'abord construire la courbe correspondante à la bande satellite.

Sur le même microphotogramme nous avons fait l'enregistrement correspondant aux raies $L\beta_2$ et satellites, $L\beta_3$, $L\beta_{15}$ et au coin microphotométrique, dans les limites de noircissement nécessaires aux déterminations (Fig. 3).

Nous avons obtenu les courbes de variation de la densité optique en fonction de la longueur d'onde.

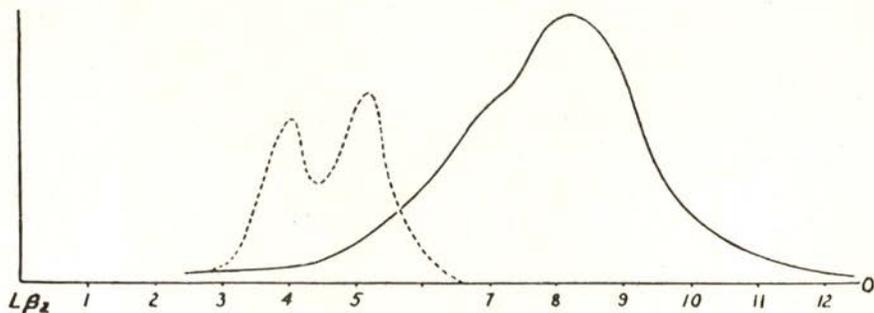
Dans une expérience antérieure on a conclu que les doses sont proportionnelles aux densités; ainsi les courbes cités sont aussi les courbes des intensités en fonction des longueurs d'onde.

Le sommet de la courbe des intensités correspond à la longueur d'onde $1068 U. X.$ (raie $L\beta_2$). La courbe des intensités correspondante à la raie $L\beta_2$ présente une nette assymétrie par rapport à l'axe des ordonnées, qui provient des raies $L\beta_3$, $L\beta_{15}$ et satellites. La raie $L\beta_{15}$ produit une déformation au delà de $1068 U. X.$ et les raies $L\beta_3$ et satellites vers les longueurs d'onde au dessous de $1068 U. X.$

A partir de $-3,96 Ry$ par rapport au sommet de la raie $L\beta_2$ la déformation produite par la raie $L\beta_{15}$ est innapréçiable. La largeur de la raie $L\beta_3$ est un peu supérieure à celle de la raie $L\beta_{15}$; cependant de la comparaison des longueurs d'onde des raies $L\beta_2$, $L\beta_3$ et $L\beta_{15}$, on peut admettre que la raie $L\beta_3$ ne produit pas une déformation appréciable au dessous de $+3,96 Ry$ par rapport au sommet de la raie $L\beta_2$.

Par conséquent, on peut tracer la branche au dessous de $3,96 Ry$ symétrique de la branche au dessus de $-3,96 Ry$ par rapport à l'axe des ordonnées correspondant au sommet de la raie $L\beta_2$. Nous avons ainsi obtenu la courbe des intensités (a) rapportée aux raies $L\beta_2$, $L\beta_3$ et $L\beta_{15}$ parce que l'influence de la bande satellite ne se manifeste qu'à partir de $3,0 Ry$.

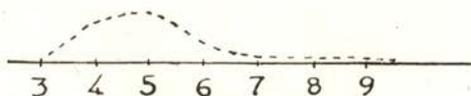
La différence entre les ordonnées de la courbe totale et de la



$$\frac{\Delta \nu}{R} (Ry) \text{ par rapport à } L\beta_2$$

Fig. 1a

Courbes théorique et expérimentale (pointillée) obtenues par R. B. R.



$$\frac{\Delta \nu}{R} (Ry) \text{ par rapport à } L\beta_2$$

Fig. 1b

courbe (a) nous a permis de tracer la courbe des intensités de la bande satellite (Fig. 1b). Dans les figures 1a et 1b les ordonnées (intensités) ne sont pas dans la même échelle.

De la comparaison de cette courbe avec celles de R. B. R., on peut conclure que dans ce qui concerne la forme, l'accord avec la courbe théorique est bien meilleur que l'accord avec la courbe expérimentale indiquée par ces auteurs.

La courbe s'étend de 3,0 Ry à 9,5 Ry et présente un maximum vers les 5,0 Ry c'est-à-dire, le maximum est déplacé par rapport au maximum de la courbe théorique et en bon accord avec le maximum de la courbe expérimentale de R. B. R.

Nous avons déterminé, avec un planimètre, l'aire correspondante à la courbe totale et la valeur obtenue est de 23,86 cm². Pour la courbe correspondante aux raies $L\beta_2$, $L\beta_3$ et $L\beta_{15}$ nous avons obtenu 21,99 cm². La surface correspondante à la bande satellite était, par conséquent, 1,87 cm².

Il fallait alors évaluer la partie de la surface $21,99 \text{ cm}^2$ qui correspondait à la raie $L\beta_2$. RICHTMYER, RAMBERG et BARNES ont indiqué la valeur $45,5/5,56$ comme intensité de $L\beta_2$ par rapport à $L\beta_{15}$. Travaillant sous une tension d'excitation comprise entre V_{LI} et V_{LIII} , nous avons réussi à obtenir un spectrogramme des raies $L\beta_2$ et $L\beta_{15}$ en absence de la bande satellite et de la raie $L\beta_3$ (niveau final L_{III}). Admettant la symétrie de la raie $L\beta_2$ en absence de satellites, ce spectrogramme nous a permis de déterminer l'intensité de la raie $L\beta_2$, par rapport à la raie $L\beta_{15}$, en nous servant du méthode microphotométrique déjà indiqué.

Comme le tracé du microphotogramme n'était pas très fin, on ne pouvait pas faire les déterminations avec une grande précision parce que l'intensité de la raie $L\beta_{15}$ est très petite par rapport à celle de la raie $L\beta_2$.

Cependant, et comme moyenne de plusieurs déterminations, nous croyons pouvoir affirmer que la raison des intensités de $L\beta_2$ et de $L\beta_{15}$ ne dépasse pas la valeur $45,5/3,0$, valeur supérieure à celui indiqué dans la bibliographie.

D'autre part, J. COOPER [6] a déterminé pour raison des intensités des raies $L\beta_2$ et $L\beta_3$ la valeur $45,5/13$.

Nous aurons, par conséquent, la valeur $16,27 \text{ cm}^2$ correspondante à la raie $L\beta_2$; on peut conclure alors : $\frac{I_{sat.}}{I_{L\beta_2}} = 0,11$.

D'après un autre microphotogramme nous avons obtenu la valeur $0,115$ en parfait accord avec l'antérieur. On voit, par conséquent, qu'il y a un meilleur accord entre notre valeur et le résultat théorique. Nous pouvons même affirmer, que dans les limites des erreurs, il y a un accord satisfaisant, en ce qui concerne les intensités prévues et celles observées pour les bandes satellites, soit dans le cas de $L\alpha_1$, soit dans celui, maintenant étudié, de $L\beta_2$. Remarquons finalement que dans les deux cas les maxima expérimentaux des bandes satellites sont plus rapprochés des raies que ceux prévues par la théorie.

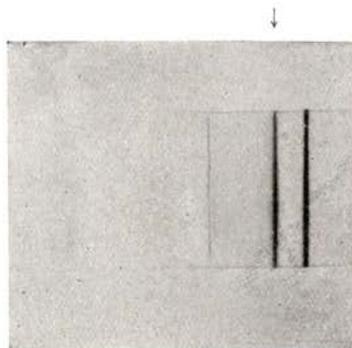


Fig. 2

Spectrogrammes des raies $L\beta$ de l'or; on signale l'ensemble des raies $L\beta_2$, $L\beta_3$, $L\beta_{15}$ et bande satellite.

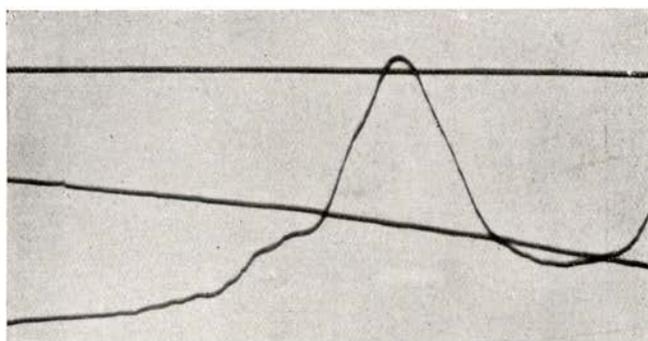
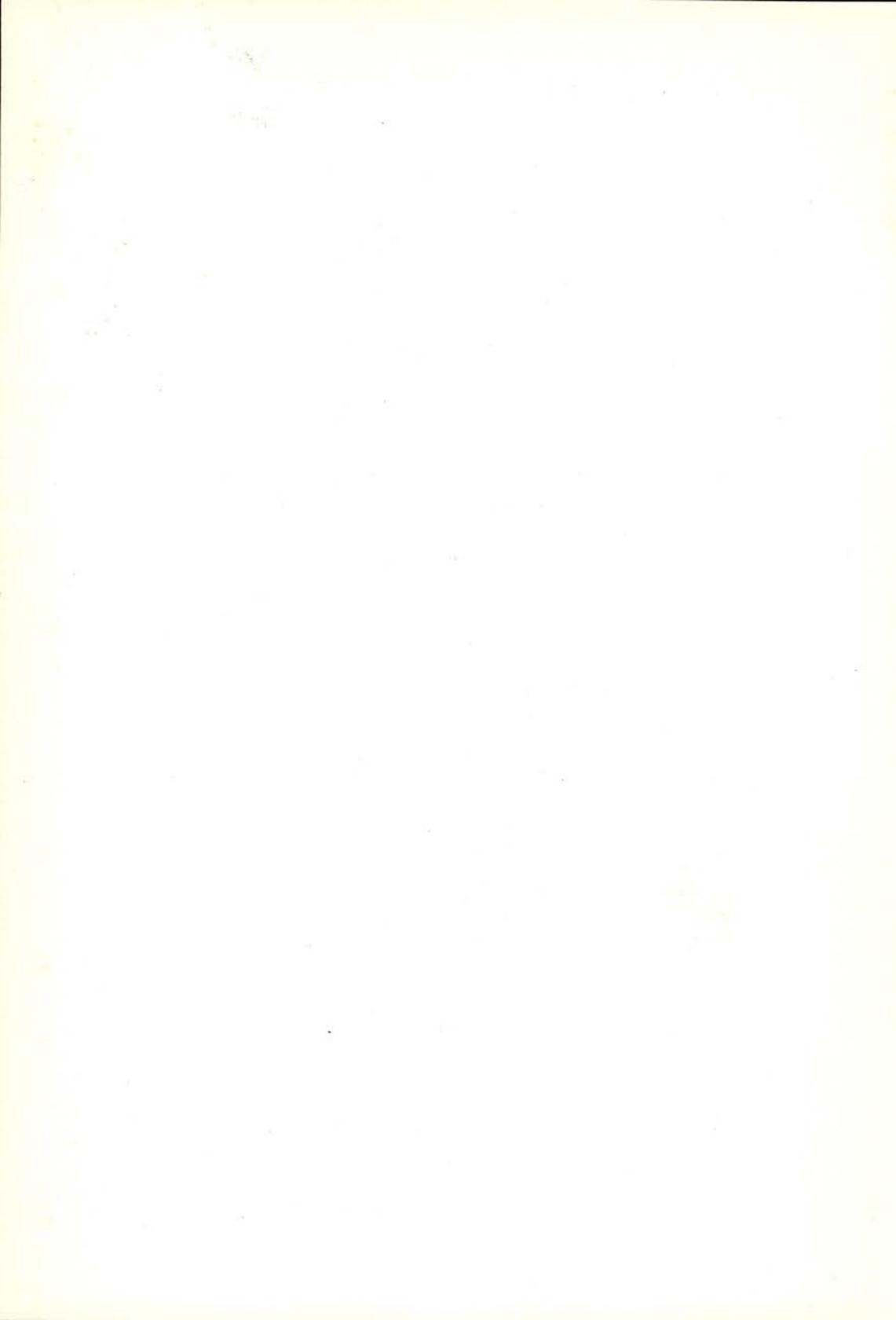


Fig. 3

Microphotogramme des raies $L\beta_2$, $L\beta_3$, $L\beta_{15}$ et bande satellite de l'or; on peut voir encore l'enregistrement correspondant au coin microphotométrique.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] RICHTMYER, RAMBERG et BARNES, *Phy. Rev.* 46, p. 857, 1934.
- [2] RICHTMYER, RAMBERG, *Phy. Rev.* 51, p. 925, 1937.
- [3] L. SALGUEIRO et M. H. B. SOUSA, *Port. Phys.* v. 3, f. 2, p. 95, 1951.
- [4] M. VALADARES et F. MENDES, *C. R.* 226, p. 1185, 1948.
- [5] JOSÉ SARMENTO, *Thèse*, Porto, 1945.
- [6] J. COOPER, *Phys. Rev.* v. 61, p. 240, 1942.