

Faculté des Sciences de Paris,
Institut du Radium,
Laboratoire Curie,
II, rue Pierre-Curie,
Paris, Vème.

April 8, 1949.

To
The Secretary,
Ministry of Education,
Central Secretariate,
New Delhi, 3.

Sir,
Having been kindly granted by you a research scholarship,
Mon. GOKHALE has been working in my laboratory since November 1946.

After having spent some months in perfecting his know-
ledge of the French language and in getting acquainted with our
techniques, he has been working, with a view to preparing a Doctorate
thesis, on an important problem on the spectrography of X- and γ -rays.
His work has already given some interesting results which have been
the subject of a publication in the Comptes Rendus de l'Académie
des Sciences. These results have led us to envisage an extension
to these researches by means of new techniques which have been recent-
ly experimented on at the laboratory.

If you could permit M. Gokhale to prolong his stay in Paris
by renewing his scholarship for the year 1949-1950, the value of his
thesis would be considerably enhanced.

If it were not possible for him to pursue his work here,
I do not think that he would be in a position to continue it after
returning to his country. On the other hand, it would entail a
considerable loss of time to train another worker of my laboratory
to replace M. Gokhale; and in view of the importance which I attach
to these researches, I shall be personally obliged to you if you
could accord to M. Gokhale the means of working for one more year
under my direction.

Thanking you,

I have the honour to be,
Sir,
Your most obedient servant,
Sd. I. JOLIOT-CURIE
Professeur à la Faculté des Sciences,
Directeur du Laboratoire Curie.

B. G. Gokhale

Laboratoire Curie
11, Rue Pierre Curie,
Paris, 5. D/22.6.49

Respected Professor,

When you were in Paris last November, you very kindly asked me to keep you informed about the progress of my work here. I take therefore this opportunity of telling you some thing about what I have been doing during the last year.

As I told you, I have been working on the widths of x-ray spectrum lines. I have restricted myself to the determination of the widths of the $K\alpha_1$ and $K\alpha_2$ lines of the elements from 37 Rb. to 50 Sn. Interesting results were first obtained with 42 Mo. These I have published recently in the Comptes Rendus. I am enclosing a reprint.

I am using the photographic photometric method for the measurement of the widths. For photographing the spectra, I am using a curved crystal spectrograph of the Cauchois type. Almost all the determinations of line-widths have so far been made using the double crystal spectrometer. Though theoretically the resolving power of the double spectrometer is superior (by a factor of $\sqrt{2}$) to that obtainable by the photographic method, yet there are several causes such as the various

difficulties of adjustment which in practice tend to reduce the R.P. I have been able to obtain for Mo and several other elements line widths appreciably smaller than those reported by Allison. For example,

Element & line	Allison	myself.
42 Mo $K\alpha_1$	0.29 $\times U$	0.27 $\times U$
42 Mo $K\alpha_2$	0.32 $\times U$	0.30 $\times U$
45 Rh $K\alpha_1$	0.29 $\times U$	0.25 $\times U$
45 Rh $K\alpha_2$	0.29 $\times U$	0.26 $\times U$
47 Ag $K\alpha_1$	0.28 $\times U$	0.24 $\times U$
47 Ag $K\alpha_2$	0.29 $\times U$	0.25 $\times U$

On the other hand I find a sharp decrease in line widths with increasing atomic number. For example, for 49 In (not investigated by Allison) I find a width of the order of only 0.23 $\times U$

For the complete series including all elements from 37 Rb to 50 Sn (with the exception, of course, of 43), I have almost finished the photographic part of the work. I have still to complete the photometric work for several elements. This, I am afraid, would take some time, since I have to depend upon other laboratories for the micro-photometer. In any case, I hope to finish the work in two or three months.

~~I would like to~~

I intend to submit this work for a Doctorate Thesis at the Sorbonne, but, I am afraid, the time at my disposal is rather limited, because my scholarship terminates on 31st October 1949. I have, however, applied to the Ministry of Education, New Delhi, for one year's extension, and Mme. Joliot-Curie has been very kind to give a strong letter of recommendation. I am enclosing the English translation of her letter.

You would kindly appreciate that the recommendation letter of Mme. Joliot is sufficiently strong in emphasizing the importance of my work here. But I feel that in addition to this letter, if you could speak a word to the authorities of the Ministry of Education in favour of my application for extension, I could then be almost sure of getting it. Moreover, I need not state the significance attached in India to a foreign degree, more than to the real worth of research. As such, the prolongation of my stay in Paris becomes imperative; and I cannot but request you most devoutly to do the needful. I count on your generous support. I have always had the good fortune of profiting

by your benevolence, and I very sincerely hope I shall ever remain worthy of it.

I hope the work of the NPL is progressing rapidly under your direction. Unfortunately, French papers give rather scanty news about the scientific events in India. I receive the "India News" from London but it does not devote much space to scientific news.

Is there any possibility of your coming to Europe in the near future? It would be such a pleasure to meet you once again in Paris.

I would be obliged to you if you could let me know the possibilities of the action taken at the Ministry of Education. The application was sent in April and I have yet not heard anything from them; and, as a result, I am beginning to get worried about the outcome of the application. I would therefore be so grateful if you could send me a reply at your earliest convenience.

With deep respects, and hoping to be worthy of your kindness,
I am,

Your respectful pupil,
B. G. Bokhale

To Prof. Sir K. S. Krishnan,
With respects from the author,
B. G. Gokhale

RAYONS X. — *Sur la largeur des raies dans les spectres de rayons X.*

Note (*) de M. **BHASKAR GANGADHAR GOKHALE**, présentée par M. Frédéric Joliot.

La plupart des mesures de largeurs de raies dans les spectres de rayons X ont été faites, jusqu'à présent, au moyen de spectromètres à double cristal ⁽¹⁾. La méthode du cristal courbé (utilisé par transmission) avec enregistrement photographique n'ayant été employée que par un petit nombre d'auteurs ⁽²⁾, il m'a paru intéressant d'en étendre l'utilisation et de mettre en parallèle les résultats des deux procédés.

Un des principaux avantages de la méthode photographique est de ne pas exiger le maintien à un régime rigoureusement constant du tube à rayons X pendant l'enregistrement. Cela permet, avec un tube démontable, d'étudier divers éléments sous forme de composés en poudre étendus en couche mince sur l'anticathode.

Le pouvoir séparateur d'un appareil à double cristal est *théoriquement* supérieur à celui d'un spectromètre photographique. Mais étant donné les difficultés de réglage des dispositifs à double cristal, Coster ⁽²⁾, par la seconde méthode, a pu mesurer récemment des largeurs pour les raies K de l'argent, inférieures à celles enregistrées par Allison avec un double cristal. J'ai obtenu également des meilleurs résultats pour les raies $K\alpha$ du molybdène.

J'ai adapté à ces recherches le spectrographe du type Cauchois construit par Frilley pour l'étude des spectres de rayons γ . Son montage est analogue à celui de l'appareil à réseau concave de Eagle. Le cristal est un mica de $0^{\text{mm}},2$ d'épaisseur, courbé cylindriquement sur 1^{m} de rayon avec une ouverture de $20 \times 3^{\text{mm}}$. Il est utilisé par réflexion dans le 3^e ordre sur les plans, normaux aux faces de clivage, dont la distance réticulaire est de $4,47 \text{ \AA}$. La dispersion

(*) Séance du 3 janvier 1949.

(1) S. K. ALLISON, *Phys. Rev.*, 44, 1933, p. 63; ALLISON et WILLIAMS, *Phys. Rev.*, 35, 1930, p. 1476; BARNES et PALMER, *Phys. Rev.*, 43, 1933, p. 1050; RICHTMAYER et BARNES, *Phys. Rev.*, 46, 1934, p. 352.

(2) CARLSSON, *Zeits. f. Physik*, 84, 1933, p. 801; INGELSTAM, *Nova Acta R. S. Sc. Ups.* 4, vol. 10, n° 5; WEIGLE, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 564; COSTER et DE LANG, *Physica*, août 1947.

est de 2,8 UX/mm environ. Le tube à rayons X fonctionne sous 25 à 30 kV et 10 à 20 mA.

Comme il a été établi expérimentalement, pour les éléments de nombres atomiques moyens, que le rapport des intensités des raies $K\alpha_2$ et $K\alpha_1$, est égal à 50 %, on peut mesurer, sur le microphotogramme d'un spectre, la largeur de $K\alpha_1$ au niveau du sommet de $K\alpha_2$ (on trouve ainsi pour le Mo des valeurs légèrement trop grandes à cause de la différence des largeurs de $K\alpha_1$ et $K\alpha_2$). Pour mesurer simultanément les largeurs des deux raies, j'ai enregistré côte à côte, sur la même plaque, deux spectres dont le rapport d'intensités est aussi exactement que possible égal à 1/2. On peut, d'autre part, déduire de la formule de Hoyt⁽³⁾ qui représente la forme d'une raie de rayons X que le rapport des largeurs de deux raies est indépendant des hauteurs h_1 et h_2 auxquelles on mesure ces largeurs, si la relation $h_1/H_1 = h_2/H_2$ est vérifiée, H_1 et H_2 étant les ordonnées des sommets. Pour que cette dernière condition soit exactement remplie, j'ai mesuré les largeurs sur le spectre le plus intense à la hauteur des sommets des raies homologues de l'autre spectre. De ce rapport et de la largeur mesurée pour $K\alpha_1$, on déduit celle de $K\alpha_2$. Ainsi les mesures sont faites très près de la demi-hauteur et l'application de la formule de Hoyt (qui a d'ailleurs été vérifiée expérimentalement) ne peut introduire aucune erreur.

J'ai utilisé des plaques superfulgur Guilleminot développées avec le révélateur Agfa 17 pour grain fin en 30 minutes à une température voisine de 0° C. Cette technique permet de diminuer très notablement le voile général dû au spectre continu et au rayonnement diffusé.

Les spectres ont été analysés avec un microphotomètre Vassy qui donne directement sur papier millimétré un tracé fin dont les ordonnées sont proportionnelles aux densités optiques. La largeur efficace de la fente a varié de 4 à 10 μ ; le facteur d'agrandissement de l'échelle des λ était environ 150.

En prenant les moyennes de mesures faites sur différents microphotogrammes de plusieurs spectres, j'ai obtenu les largeurs suivantes :

$$\text{Mo}K\alpha_1 : 0,27 \pm 0,01 \text{ UX}; \quad \text{Mo}K\alpha_2 = 0,30 \pm 0,01 \text{ UX}.$$

Bien que ces mesures n'aient subi aucune correction (celles qui peuvent être faites auraient pour effet de diminuer ces valeurs), elles sont inférieures à celles d'Allison et Williams (0,29 et 0,32 UX) qui utilisaient un spectromètre à double cristal. Ainsi deux méthodes très différentes donnent des résultats concordants qui confirment que le spectromètre photographique est l'appareil le mieux adapté à ces recherches.

(3) *Phys. Rev.*, 40, 1932, p. 477.

Allison (4) a proposé de définir le pouvoir séparateur d'un spectromètre à rayons X en disant que deux raies peuvent être séparées quand l'intervalle entre leurs sommets est égal à la somme de leurs demi-largeurs. Cette définition, qui fait intervenir la largeur des raies, ne me paraît pas significative pour un appareil destiné à mesurer ces largeurs. Il m'a semblé qu'il était plus expressif d'indiquer les écarts moyens résultant des diverses mesures faites sur les microphotogrammes pour tenir compte de toutes les causes d'erreur qui entrent en jeu.

(4) *Phys. Rev.*, 38, 1931, p. 203.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 228, p. 169-170, séance du 10 janvier 1949.)