

SÉMINAIRE L. DE BROGLIE. THÉORIES PHYSIQUES

GEORGES BOULÈGUE

Emploi du rayonnement de Bremstrahlung en physique nucléaire

Séminaire L. de Broglie. Théories physiques, tome 24 (1954-1955), exp. n° 9, p. 1-3

http://www.numdam.org/item?id=SLDB_1954-1955__24__A8_0

© Séminaire L. de Broglie. Théories physiques
(Secrétariat mathématique, Paris), 1954-1955, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la collection « Séminaire L. de Broglie. Théories physiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

Faculté des Sciences de Paris
 -:-:-
 Séminaire de Théories Physiques
 (Séminaire Louis de BROGLIE)
 Année 1954/55
 -:-:-

11 janvier 1955

Exposé n° 9

EMPLOI DU RAYONNEMENT DE BREMSTRAHLUNG EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE

par Georges BOULÈGUE.

-:-:-

Ce rayonnement est produit par le freinage dans une cible (anticathode) d'électrons accélérés par divers accélérateurs : bétatrons, synchrotrons, accélérateurs linéaires. Par construction l'émission des photons est alors pulsée. Si E est l'énergie cinétique des électrons à l'arrivée sur la cible, les photons sont distribués selon un spectre de l'énergie 0 à l'énergie E .

Il est pratiquement impossible de séparer une tranche étroite de ce spectre. On étudie donc son action d'ensemble qui dépend :

- du nombre d'électrons entrant dans l'anticathode et du nombre de noyaux susceptibles de produire le Bremstrahlung ;
- du spectre correspondant à E ;
- de la courbe de section efficace pour la réaction considérée.

Lorsque l'on fait varier E on obtient une courbe d'excitation $g(E)$ dont on veut déduire la courbe de section efficace.

1.- MESURE DE E

Si les électrons sortent de l'appareil, on peut utiliser un spectrographe magnétique. Mais en général l'anticathode est dans le tube d'accélération lui-même.

Dans le cas du bétatron, l'énergie des électrons utiles, à chaque instant, est en relation avec la différence de potentiel aux bornes d'une bobine placée dans le même champ magnétique. On peut

- 1) mesurer cette énergie au moment du choc sur l'anticathode ;
- 2) provoquer la déviation des électrons, donc le choc au moment où l'énergie atteint une valeur prédéterminée (méthode de Katz et ses collaborateurs).

Dans tous les cas l'appareil doit être étalonné par mesure du seuil de certaines réactions connues.

2.- SPECTRE CORRESPONDANT À E

Il serait rationnel de le déduire de l'expérience, mais c'est très difficile.

On part, en fait, de la théorie développée en 1934 par Bethe et Heitler dont les résultats pourraient être retrouvés par la mécanique ondulatoire du photon de Louis de Broglie, car seules les ondes transversales entrent en jeu.

Principe - L'état de l'électron avant et après le choc est représenté par une onde plane en théorie de Dirac. Le champ coulombien du noyau ainsi que l'interaction du champ électromagnétique sont considérés comme des perturbations. On applique l'approximation de Born, ce qui impose des limites à la validité de la théorie. Pour tenir compte de l'effet d'écran dû aux électrons atomiques, les calculs ont été refaits dans l'hypothèse d'un potentiel de Thomas-Fermi.

La section efficace différentielle est très sensible à l'angle entre la direction de l'électron primaire et celle du photon. Or, même dans une cible très mince vis à vis du Bremstrahlung, l'électron subit des déviations notables par diffusion élastique. Considérant que la probabilité de ces déviations suit la loi de Gauss, Schiff a montré que le rayonnement a une composition spectrale à peu près uniforme à l'intérieur d'un petit cône axé sur la direction des électrons au moment où ils frappent l'anticathode et il a calculé ce spectre d'après les résultats de Heitler. C'est le spectre de Schiff que l'on utilise.

En fait les cibles ne sont pas "minces" et il devrait en résulter des erreurs, mais tout porte à croire qu'elles fonctionnent sensiblement comme des cibles minces.

Il y a encore bien des causes d'erreurs, assez faibles d'ailleurs, dans cette théorie, mais du point de vue de la recherche des sections efficaces, leur intervention est certainement négligeable.

Les vérifications expérimentales de la forme du spectre sont souvent imprécises mais s'accordent, aux erreurs d'expériences près, avec la formule de Schiff.

3.- MESURE ABSOLUE OU RELATIVE DE L'INTENSITÉ DU FAISCEAU

Cette intensité est appréciée en général par un "moniteur", chambre d'ionisation soumise au rayonnement. Mais il faut l'étalonner.

Méthode directe - Mesure du nombre d'électrons frappant l'anticathode. Cette méthode a été employée dans le cas où les électrons sortent de l'appareil, en utilisant une chambre de Faraday spéciale.

Méthode indirecte - Mesure d'un phénomène connu lié au nombre total de photons reçus par un dispositif approprié.

Le procédé le meilleur a priori consisterait dans le comptage de la fréquence d'un phénomène élémentaire (effet Compton ou formation de paires) dans des conditions bien définies. Malheureusement, on se heurte à de grandes difficultés pratiques sauf aux très hautes énergies (quelques centaines de MeV).

Pour les énergies inférieures à 25 MeV, on a utilisé avec succès la mesure de l'ionisation produite dans une cavité intérieure à un bloc de matière (plomb, aluminium ou mieux plexiglas). Les résultats sont interprétés par la formule de Gray (1936) reliant l'énergie-photons absorbée par cm^3 de la matière à l'ionisation exprimée en "roentgens", au rapport des "pouvoirs d'arrêt" de la matière et de l'air et à l'énergie moyenne nécessaire pour produire une paire d'ions dans l'air.

Les hypothèses faites sont nombreuses, mais admissibles lorsque l'énergie maximum des photons ne dépasse guère 20 MeV. Au delà, elle perd certainement de sa rigueur.

En définitive, la valeur de toutes ces considérations est démontrée par la possibilité de tirer des résultats cohérents, et concordants d'une méthode à l'autre, des courbes d'excitation expérimentales.
