COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTIÈME.

JANVIER — JUIN 1900.

VILLE DE PARIS
BIBLIOTHÈQUE
CONSEIL MUNICIPAL

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1900

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MARS 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Déviation du rayonnement du radium dans un champ électrique.* Note de M. **HENRI BECQUEREL.**

« Les expériences que je poursuis depuis plusieurs mois sur le rayonnement du radium ont montré que les propriétés de la partie de ce rayonnement déviable par un champ magnétique avaient la plus grande analogie avec celles des rayons cathodiques. Pour démontrer l'identité complète des deux sortes de radiations, il était nécessaire d'établir l'existence, pour le rayonnement du radium, soit d'un transport de charges électriques négatives, soit d'une déviation dans un champ électrique, ces deux propriétés étant, du reste. corrélatives l'une de l'autre.

» M. et Mme Curie ont montré tout récemment que le rayonnement du radium transporte des charges électriques négatives. Pendant que ces savants réalisaient cette expérience fondamentale qui a mis hors de doute

l'identité dont il vient d'être question, je cherchais, de mon côté, à mesurer la déviation électrostatique à laquelle mes mesures préliminaires dans le champ magnétique avaient permis d'assigner une grandeur probable (¹).

» Cette mesure est particulièrement intéressante parce qu'elle permet, par sa comparaison avec la déviation magnétique, de déterminer la vitesse de translation des charges électriques et le rapport des masses matérielles entraînées à la charge qu'elles transportent.

» Après plusieurs essais pour obtenir, dans le vide, des champs électrostatiques très grands, je suis revenu à une disposition que j'avais employée il y a trois mois et qui, avec quelques perfectionnements, m'a permis de manifester le phénomène de la déviation électrique avec beaucoup de netteté, dans l'air, et à la pression atmosphérique.

» La disposition consiste essentiellement à faire passer un faisceau très étroit de radiations entre deux petits plateaux électrisés, et à recevoir le faisceau sur une plaque photographique enveloppée de papier noir. Des fils métalliques fins, placés en avant de la plaque, donnaient, par la trace de leur ombre, des repères précis. On constate alors que le faisceau émané du radium est repoussé par le plateau électrisé négativement, ce qui est conforme à l'existence de charges négatives transportées au travers du champ. La diffusion du faisceau est augmentée par la dispersion qui se produit dans le champ électrique comme dans le champ magnétique, et pour la même cause, qui est l'hétérogénéité du rayonnement.

» En renversant le sens du champ, les déplacements sont inverses, et l'on peut, en couvrant successivement chaque partie de la plaque par un écran opaque, obtenir sur la même épreuve les deux déviations de sens contraires.

» Ces déviations sont difficiles à mesurer; j'ai obtenu des résultats plus nets en employant la disposition suivante :

» Deux petits plateaux de cuivre, rectangulaires et de $3^{cm},45$ de hauteur, ont été disposés verticalement et fixés par de la paraffine de façon à laisser entre eux un intervalle d'air de 1^{cm} d'épaisseur. Dans cet intervalle, le champ électrique était mesuré sensiblement par la différence de potentiel des plateaux, évaluée en unités C. G. S. L'un des plateaux étant à la terre, l'autre était en relation avec une batterie de six grandes jarres dont la

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 210; 29 janvier 1900.

capacité réduisait considérablement la vitesse de la variation du potentiel entre les deux plateaux, sous l'influence du radium. Un électromètre à cadran de Henley, en relation avec la batterie, avait été gradué par l'observation de diverses distances explosives, de façon à donner approximativement le potentiel de la batterie. Pendant l'expérience, ce potentiel était maintenu constant en rechargeant constamment la batterie avec une machine à influence, et en faisant en sorte que la déviation de l'électromètre se maintînt constante. Une disposition convenable permettait, au cours d'une expérience, de renverser le sens du champ électrique entre les plateaux en lui conservant la même intensité.

» La plaque photographique, enveloppée de papier noir, était fixée en dehors du champ, à $1^{cm},2$ au-dessus de l'arête supérieure des plateaux; la matière radio-active était placée au-dessous du champ; dans une première série, la matière active était placée dans une petite cuve de plomb au-dessous d'une lame de plomb dans laquelle était pratiquée une fente de $0^{cm},15$ environ de large; dans une autre série, le sel de radium était rassemblé dans une rainure rectiligne de 1^{mm} de large, pratiquée dans un petit bloc de plomb; le tout était orienté de manière que la partie moyenne du faisceau coïncidât à peu près avec un plan parallèle aux plateaux et à égale distance de ceux-ci.

» Le faisceau large et diffus ainsi obtenu est dévié par le champ électrostatique; mais la déviation, qui correspond sur la plaque à un déplacement de quelques millimètres, est difficile à mesurer. On a alors disposé exactement au-dessus du milieu de la fente un écran plan très mince, en mica recouvert d'étain et bien isolé. Cet écran, qui dépassait les limites du champ et s'approchait près de la plaque photographique à laquelle il était normal, donnait sur celle-ci une ombre rectiligne très étroite, si le faisceau des radiations actives était exactement parallèle à son plan, ce qui est sensiblement réalisé lorsque les deux plateaux sont au même potentiel. Au contraire, si le faisceau est dévié dans un sens, une partie de ce faisceau sera arrêtée par l'écran, et celui-ci projettera sur la plaque une ombre dont la direction indiquera le sens de la déviation et dont la limite correspondra à la déviation des radiations les moins déviées par le champ électrique, et donnant encore une impression notable au travers du papier noir. Cette limite est diffuse en raison de la pénombre due à la largeur de la source, et surtout en raison de la dispersion du rayonnement par le champ électrique. Si l'on renverse le sens du champ, l'ombre est projetée en sens contraire.

» Dans cette expérience une disposition particulière permettait de couvrir, par un écran opaque, successivement, chacune des parties de la plaque photographique perpendiculairement à la déviation, de façon à obtenir sur la même épreuve les deux phénomènes inverses. On constate alors l'existence de deux bandes blanches décalées l'une par rapport à l'autre, montrant la dispersion dans deux sens opposés, à partir d'une origine commune.

» On a obtenu diverses épreuves pour des champs électriques qui ont varié entre $1,02 \times 10^{12}$ et $1,29.10^{12}$ unités C. G. S. La déviation, ramenée à une intensité commune du champ électrique d'environ $1,02 \times 10^{12}$ unités C.G.S. (10200 volts entre les deux plateaux), peut être évaluée à $0^{cm},4$ environ.

» Lorsqu'on calcule quelle doit être la trajectoire d'une particule matérielle de masse m, chargée d'une quantité d'électricité e entrant avec une vitesse v dans un champ électrique uniforme d'intensité F, la direction de la vitesse initiale étant normale au champ, on reconnaît très simplement que cette trajectoire est une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe du champ, dont le sommet est au point d'entrée, et dont le paramètre est $\frac{mv^2}{eF}$. Si le champ a une épaisseur l perpendiculairement aux lignes de force, la déviation linéaire parallèlement au champ, vers le plateau positif, si e est négatif, a pour valeur au sortir du champ $x_1 = \frac{eFl^2}{2mv^2}$. A partir du moment où la particule a quitté le champ, elle se meut suivant la tangente à la parabole, et comme cette tangente va couper la tangente au sommet, c'est-à-dire la direction de la vitesse initiale, au milieu du champ, on voit que l'angle de déviation θ ou l'angle des tangentes est donné par la relation $\tang\theta = \frac{eFl}{mv^2}$. Si l'on considère un écran normal à la direction de la vitesse initiale, et situé à une distance h du champ, la particule mobile rencontrera cet écran à une distance du point d'intersection de cet écran avec la direction primitive égale à

$$\delta = \left(\frac{l}{2} + h\right)\tang\theta = \frac{eFl\left(\frac{l}{2} + h\right)}{mv^2}.$$

Dans l'expérience décrite ci-dessus, on avait approximativement $\delta = 0^{cm},4$

pour $F = 1,02 \times 10^{12}$ avec $l = 3^{cm},45$ et $h = 1^{cm},2$.

» Si l'on connaissait exactement le rayon de courbure ρ de la trajectoire dans un champ magnétique d'intensité H, d'une radiation identique, c'est-à-dire de la même masse m, chargée de la même quantité e, et animée de la même vitesse v normalement au champ, on sait qu'on aurait la relation

$$\frac{m}{e} v = \mathrm{H} \rho,$$

et en combinant cette relation avec la précédente, on en déduirait, pour la vitesse v, la valeur

$$v = \frac{\mathrm{F} l \left(\frac{l}{2} + h \right)}{\mathrm{H} \rho \times \delta}.$$

» Le point délicat de cette comparaison est d'identifier les radiations qui ont des déviations électriques et magnétiques correspondantes.

» Dans l'expérience qui vient d'être décrite, le papier noir élimine par absorption les radiations les plus déviables, et l'on peut vraisemblablement admettre que le bord de l'ombre correspond à des radiations de même nature que le bord le moins dévié de la région du maximum de transparence du spectre du papier noir obtenu dans le champ magnétique. Afin de contrôler l'exactitude de cette hypothèse, on a placé contre la plaque photographique enveloppée de papier noir, une bande étroite d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, de manière à pouvoir observer la déviation des rayons qui, avant d'atteindre la plaque photographique, ont traversé, les uns le papier noir seul, les autres la lame d'aluminium, puis le papier noir. J'ai montré que dans ces conditions les rayons les plus déviés par le champ magnétique et qui traversent le papier noir, ne traversent pas l'aluminium; les spectres sont décalés du côté le plus dévié et ne le sont pas de l'autre.

» L'expérience avec le champ électrique n'a montré non plus aucun décalage appréciable de l'ombre du côté le moins dévié, tandis qu'au-dessus de l'écran, en des points que peuvent atteindre les rayons les plus déviés de la région où il n'y a pas d'ombre, il semble que ces rayons aient été arrêtés par l'aluminium et non par le papier. L'hypothèse que nous venons de faire paraît donc légitime, mais l'identification reste encore une question d'appréciation. L'examen des épreuves a conduit à admettre que les rayons dont la déviation électrique était $0^{cm},4$ dans un champ égal à $1,02 \times 10^{12}$ étaient sensiblement les mêmes que ceux pour lesquels, dans

un champ magnétique, le produit $H\rho$ est environ 1600. On aurait donc

$$v = \frac{1,029.10^{13}}{1600 \times 0,4} = 1,6.10^{10},$$

ce nombre est donné ici seulement pour montrer l'ordre de grandeur de la vitesse qui, pour les radiations considérées, paraît comprise entre la moitié et les deux tiers de la vitesse de la lumière.

» On déduit de cette valeur de v la valeur de $\frac{m}{e} = 10^{-7}$.

» Ces nombres sont tout à fait de l'ordre de grandeur de ceux qui ont été trouvés pour les rayons cathodiques.

» La correspondance des valeurs de δ et de $H\rho$ introduites dans les formules ci-dessus n'est qu'approchée; des valeurs plus précises apporteront vraisemblablement quelque changement à ces nombres dont l'ordre de grandeur ne peut varier beaucoup. Il importe de faire la comparaison précise des valeurs de $H\rho$ et de δ par l'examen des spectres d'absorption électrique et magnétique de différentes substances afin de déterminer les valeurs de v et de $\frac{m}{e}$ pour des radiations inégalement déviables. On pourra ainsi reconnaître si $\frac{m}{e}$ et v sont tous deux variables et quelle est celle de ces deux grandeurs dont la variation prédominante entraîne la variation si considérable du produit $H\rho$ dans le champ magnétique.

» On obtient un spectre pur de la dispersion magnétique en recueillant seulement les radiations qui, issues d'une source ponctuelle, ont passé toutes par une même ouverture étroite; par ces deux points, en effet, il ne peut passer qu'une circonférence de rayon donné, et il n'y a qu'une trajectoire pour chaque espèce de radiation. Les épreuves que j'ai obtenues dans ces conditions n'ont pas présenté, au point de vue des limites d'absorption, de différences notables avec les résultats que j'ai publiés antérieurement. Si l'on veut isoler une radiation dont le rayon de courbure, dans un champ magnétique, soit déterminé, il faut disposer sur le trajet de celle-ci, dans un plan normal au champ, deux petites ouvertures qui, avec la source ponctuelle, constituent trois points par lesquels ne passe qu'une seule circonférence.

» Une expérience identique a été faite en disposant une fente au-dessus du champ électrique; il passe par cette fente un seul faisceau parabolique pour chaque nature de radiation. On reconnaît ainsi que les rayons les plus transmissibles au travers de l'aluminium sont moins déviés que ceux qui

traversent le papier noir, comme cela se produit dans le champ magnétique. Je reviendrai prochainement sur les résultats de ces expériences.

» Si la radiation considérée se propageait parallèlement aux lignes de force du champ électrique, la vitesse de propagation serait augmentée ou diminuée suivant que les masses électriques s'éloignent ou s'approchent du plateau négatif. La vitesse qui s'ajouterait à la vitesse initiale v, ou se retrancherait de celle-ci, aurait pour valeur, après un trajet de longueur l' parallèlement au champ,

$$u = \frac{eFl'}{mv} = \frac{Fl'}{H\rho},$$

ou, en introduisant la valeur de v donnée plus haut, $\frac{u}{v} = \frac{l'\delta}{l\left(\frac{l}{2} + h\right)}$.

Dans les conditions de l'expérience ci-dessus, $\frac{u}{v} = 0,04$. Ce rapport varie pour chaque radiation proportionnellement à la déviation δ.

» En combinant les valeurs de v et de $\frac{m}{e}$ avec la valeur de la charge déterminée par M. et Mme Curie (¹), on peut avoir une idée de l'ordre de grandeur de l'énergie transportée par ce rayonnement.

» Des nombres donnés par M. et Mme Curie il résulte que, sous une épaisseur de $0^{cm},2$, la quantité d'électricité émise pendant une seconde par un centimètre carré de surface serait de l'ordre de 4.10^{-13} unités C, G. S. Soit N le nombre des particules électrisées, on aurait $Ne = 4.10^{-13}$. Or nous avons trouvé que $\frac{m}{e}v^2$ était de l'ordre de grandeur de $2,57 \times 10^{13}$.

Multipliant par $\frac{1}{2}Ne$, on a $\frac{1}{2}Nmv^2 = 5,1$.

» Ainsi l'énergie rayonnée par un centimètre carré serait de quelques unités C. G. S. d'énergie par seconde, c'est-à-dire de quelques dix millionièmes de watt.

» Enfin on peut conclure de la valeur du rapport $\frac{m}{e} = 10^{-7}$ que cette perte d'énergie correspondrait à un déplacement de matière d'environ un milligramme en un milliard d'années.

» Ces considérations montrent que l'énergie rayonnée par les substances radio-actives peut être empruntée à la matière elle-même, sans que l'on puisse constater une diminution appréciable du poids de celle-ci. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 647; 5 mars 1900.