



HAL
open science

Sur la mobilité de l'ion positif dans les gaz aux basses pressions

G.W. Tood

► **To cite this version:**

G.W. Tood. Sur la mobilité de l'ion positif dans les gaz aux basses pressions. Radium (Paris), 1911, 8 (3), pp.113-115. 10.1051/radium:0191100803011300 . jpa-00242458

HAL Id: jpa-00242458

<https://hal.science/jpa-00242458>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Sur la mobilité de l'ion positif dans les gaz aux basses pressions

Par G. W. TODD

[Emmanuel Collège Cambridge. — Laboratoire de M. J. J. THOMSON].

Les expériences de Rutherford¹, Langevin², Wellich³ et autres physiciens, sur la mobilité des ions dans les gaz, montrent que pour les pressions ordinaires, le produit de la pression et de la mobilité est constant. Au-dessous de 20 cm de mercure, Langevin a trouvé que, pour le cas des ions négatifs dans l'air, ce produit augmentait rapidement quand la pression diminuait, tandis que pour les ions positifs, il avait seulement une tendance à croître. Langevin a fait des mesures jusqu'à 7,5 cm. Récemment, Kovarik⁴ a déterminé la mobilité des ions négatifs dans l'air et les autres gaz pour des pressions inférieures (jusqu'à 1 cm) et a trouvé que le produit de la pression par la mobilité continue à croître très rapidement.

Les expériences décrites dans la présente note montrent que la vitesse de l'ion positif dans un champ unité est inversement proportionnelle à la pression pour des pressions allant jusqu'à quelques millimètres de mercure.

On a employé une modification de la méthode du

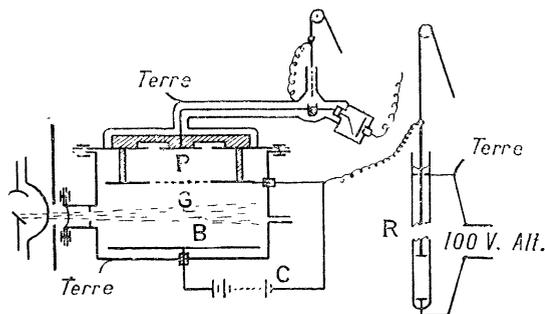


Fig. 1.

champ alternatif de Rutherford. La disposition de l'appareil est représentée sur la figure 1.

P est un plateau métallique soigneusement isolé, relié à un électroscope incliné. A une distance de 5 cm au-dessous de P se trouve une toile métallique G qui peut être reliée à un conducteur dont le potentiel est alternatif, la valeur maxima de ce potentiel pouvant prendre telle valeur qu'on désire, grâce à un dispositif R, analogue à un potentiomètre. Ce poten-

tiomètre est constitué par une résistance à sulfate de cuivre, dont les extrémités sont reliées aux pôles d'une force électromotrice alternative de 100 volts, l'un des pôles étant au sol. En faisant monter ou descendre un disque de cuivre dans la solution, la toile G est portée à des potentiels alternatifs, de valeur maxima variable. Le plateau B, relié à la toile métallique G par une batterie d'accumulateurs isolée C, est toujours maintenu à un potentiel constant plus élevé que G, et il en résulte que lorsque le gaz entre B et G est ionisé, il n'y a qu'un courant d'ions d'un seul signe qui traverse le grillage. L'ionisation était produite par un faisceau de rayons X traversant une fenêtre d'aluminium pratiquée sur le côté de la boîte métallique contenant les plateaux.

Soit u la vitesse de l'ion dans un champ de 1 volt par cm, et d la distance entre G et P.

La vitesse de l'ion, à l'instant où G est au potentiel E , a pour valeur $u \frac{E}{d}$.

Si $E = E_0 \sin 2\pi \frac{T}{t}$, où E_0 est la valeur maxima du potentiel et T la période de la force électromotrice alternative, la vitesse, à un instant quelconque, est représentée par :

$$\frac{u E_0 \sin \frac{2\pi t}{T}}{d}$$

L'électroscope commence à accuser une déviation lorsque les ions parcourent la distance d dans le temps $\frac{T}{2}$. La condition pour qu'il en soit ainsi est la suivante :

$$d = \frac{u E_0}{d} \int_0^{\frac{T}{2}} \sin \frac{2\pi t}{T} dt = \frac{u E_0 T}{\pi d}$$

d'où

$$u = \frac{\pi d^2}{E_0 T}$$

Le voltmètre donne la valeur efficace du potentiel. Si la valeur instantanée E est $E_0 \sin pt$, on a $E_0 = \sqrt{2} \cdot e$. On n'a pas fait de correction relativement à l'induction entre les plateaux, cette correction n'at-

1. Cambridge Phil. Soc., 9 (1904) 410.
2. Ann. de Chimie, 7 (1905) 28.
3. Phil. Trans. Roy. Soc., A, 209-249.
4. Phys. Rev., 30-4-420.

teignant pas 1 %. La distance entre le plateau P et le grillage G était $d = 5,0$ cms, et le nombre de périodes par seconde 90, de sorte que la mobilité a pour valeur

$$u = \frac{5010}{e}$$

Pour faire une détermination de la mobilité, on amenait au moyen d'une pompe à mercure la pression à une valeur déterminée lue à une jauge de McLeod. On isolait ensuite l'électroscope et on fermait le circuit alternatif, le potentiomètre ayant une certaine position. Si la différence de potentiel entre P et G avait une valeur supérieure à celle correspondant au parcours par les ions de la distance d dans le temps $\frac{T}{2}$ la feuille se déplaçait lentement sur l'échelle

de l'électroscope. Avec une valeur maxima de la différence de potentiel alternative moindre qu'une certaine valeur critique la feuille de l'électroscope ne recevait plus de charge.

Aux pressions auxquelles on a opéré, l'ionisation était faible et comme une fraction seulement des ions formés traversait le grillage, le mouvement de la feuille était lent. Le tableau ci-dessous donne un exemple des lectures faites à l'électroscope et la fig. 2

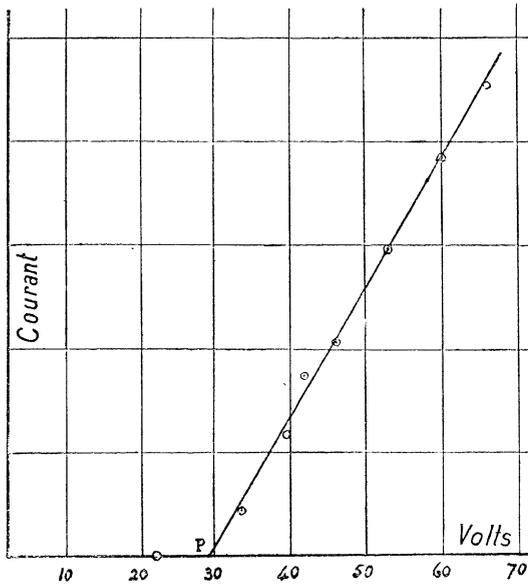


Fig. 2.

représente graphiquement ces résultats, le point P correspondant à la valeur critique de la différence de potentiel.

Air : pression = 6,10 mm.

Volts . . .	60	55	46	59	54	22	42	66
Temps . .	26.0	55.6	47.9	85.0	220.	Pas de mouvement	57.4	21.9
Courant .	585	297	208	118	45	—	175	455

Voltage critique = 29,2 Mobilité = 173 cm/sec.

La première ligne du tableau donne les valeurs efficaces du champ alternatif; la seconde, les temps mis par la feuille de l'électroscope à parcourir la même partie de l'échelle, et la troisième, les inverses des temps qui sont proportionnels aux courants qui chargent la feuille.

On a opéré avec quatre gaz : air, gaz carbonique, hydrogène et vapeur de bromure d'éthyle. Dans le cas de l'hydrogène l'ionisation était si faible qu'on n'a pas pu faire de mesures pour des pressions inférieures à 4 mm. de mercure. Les tableaux ci-dessous donnent les résultats de ces expériences.

Air.

Pression mm.	Mobilité	Produit
12,60	84	106
10,60	100	106
10,55	99	100
8,25	128	106
7,75	154	104
7,65	150	99
6,85	155	105
6,65	167	106
6,10	175	106
5,10	199	102
5,00	200	100
4,85	206	100
4,45	241	107
5,40	350	109

Hydrogène.

Pression mm.	Mobilité	Produit
25,10	95	248
20,90	124	259
18,15	152	259
15,40	152	254
11,25	215	241
9,85	252	248
6,11	404	247
4,55	504	250

Gaz carbonique.

Pression mm.	Mobilité	Produit
8,70	85	72
8,40	85	72
7,25	105	76
6,85	108	74
5,40	152	72
4,62	164	76
3,74	212	79
5,12	241	75

Bromure d'éthyle.

Pression	Mobilité	Produit
mm.		
5,12	82,2	42,2
4,40	96,1	42,5
5,70	115	41,9
2,40	177	42,5
1,62	266	43,1
1,54	507	41,1
0,95	462	45,8

On a fait des déterminations de la mobilité des ions négatifs dans l'air et les valeurs obtenues sont du même ordre que celles de Kovarik, attestant aussi un accroissement considérable de la mobilité aux basses pressions.

On considère l'ion négatif, soit comme un groupement de molécules autour d'un électron, le groupement se simplifiant aux basses pressions, soit comme une seule molécule (ou bien un nombre constant de molécules) liée à un corpuscule, qui peut aux faibles pressions voyager d'une molécule à une autre.

Si l'ion positif est un groupement de molécules autour d'une charge positive, ce groupement subsiste jusqu'aux plus basses pressions employées dans ces expériences. Si c'est une unité d'électricité positive, aux températures ordinaires et aux pressions au-dessus de deux ou trois millimètres de mercure, cette unité est inséparable des molécules qui constituent l'ion, sinon on aurait constaté un accroissement de la mobilité. Il peut se faire que, aux températures élevées, l'unité positive puisse exister un instant à l'état libre, car la mobilité des ions positifs dans les flammes est bien supérieure à celle qu'on peut déduire de la loi qui lie la mobilité à la température.

L'auteur poursuit ces expériences avec les ions émis par le phosphate d'aluminium chauffé, dans le but de mesurer les mobilités à des pressions beaucoup plus basses.

Je remercie Sir J. J. Thomson pour l'intérêt et l'encouragement qu'il m'a témoignés au cours de ces recherches.

[Le 20 février 1911].

==== =