

Études de l'effet du champ électrique sur la viscosité des liquides. I.

Par Osamu KIMURA.

(Reçu le 15 mars 1937.)

La viscosité d'un liquide est en général remarquablement influencée par des facteurs qui se rapportent à sa structure intérieure tels que la forme et la grandeur des molécules qui composent ce liquide et l'association de ces molécules, aussi bien que par l'attraction mutuelle entre ces molécules. Comme il en est ainsi, si l'on peut en changer volontairement sa structure intérieure par un certain champ de force, on trouvera

certainement le changement de la viscosité dû à ce champ appliqué. Il sera très intéressant d'utiliser ce changement pour étudier sa structure intérieure.

Quand on place un liquide polaire dans le champ électrique, ces molécules qui sont de forme allongée, auront une tendance à se diriger vers la direction du champ susdit, et sa structure intérieure changera, et par conséquent la viscosité le sera aussi. De ce point de vue, R. Herzog et ses collaborateurs⁽¹⁾ ont récemment étudié quelques solvants organiques, et A. Passynski⁽²⁾ la solution benzénique de caoutchouc. Mais, on pourrait dire que leurs expériences ne seraient pas suffisantes pour comprendre la relation entre le changement de viscosité et la structure intérieure du liquide. Pour comprendre mieux, on a besoin de choisir une substance plus simple et de mesurer la viscosité plus précisément. Pour cette raison, j'ai construit un viscosimètre spécial, au moyen duquel on peut mesurer exactement la viscosité du liquide sous le champ électrique. Et j'ai choisi ici comme solvant le benzène qui est non polaire, et comme corps dissous l'acide stéarique dont la molécule a assez de longueur, en possédant un groupe polaire. Dans cet appareil le liquide s'écoule entre deux plaques-électrodes séparées de 0.2 mm. La direction du champ électrique est perpendiculaire à celle du courant de liquide.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau et dans la figure, où on porte en abscisses les tensions électriques et en ordonnées les durées d'écoulement qui sont proportionnelles à la viscosité. La concentration de la solution était de 5%, et la température était 27.0° durant nos expériences.

Tableau 1.

Durée d'écoulement en secondes.	Intensité du champ en volts
47.4	0
47.6	4500
47.8	8750
48.1	13750
48.2	20000
48.2	25000
48.2	30000

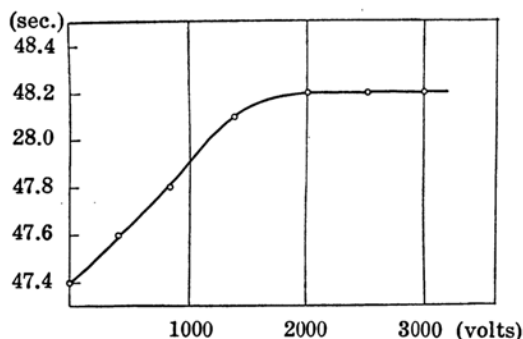


Fig. 1.

(1) R. Herzog, H. Kuder, et E. Paersch, *Physik. Z.*, **35** (1934), 446.

(2) A. Passynski, *Kolloid-Z.*, **70** (1935), 180.

Dans la figure on voit que, durant que la tension n'est pas encore grande, la viscosité s'augmente graduellement au fur et à mesure de l'accroissement de la tension, mais la viscosité arrive à un état de saturation, en n'y changeant plus sa valeur pour la variation de la tension. Pour comprendre mieux cet événement, j'ai essayé un calcul simple.

Si l'on indique par μ le moment électrique de l'acide stéarique et par F l'intensité du champ électrique, on peut calculer, selon la loi de Maxwell-Boltzmann, le nombre des molécules f qui font un angle α avec la direction du champ et un angle solide entre Ω et $\Omega + d\Omega$; donc on a :

$$f = Ae^{\frac{\mu F}{kT} \cos \alpha} d\Omega.$$

Comparons maintenant la valeur de μF à celle de kT , afin de trouver la relation qui existe entre l'agitation thermique moléculaire et le champ électrique appliqué. Si on pose le moment électrique de l'acide stéarique $= 1.8 \times 10^{-18}$ E.S.U., et la tension F la plus haute dans cette expérience $= 30,000$ volt/cm. ($= 100$ E.S.U.), on obtient

$$\frac{\mu F}{kT} = \frac{1.8 \times 10^{-18} \times 100}{300 \times 1.37 \times 10^{-16}} = 4.4 \times 10^{-3}.$$

où $k = 1.37 \times 10^{-16}$, et $T = 300$.

On voit que la valeur de μF est beaucoup plus petite que celle de kT . Cela signifie que les molécules qui se dirigent parallèlement à la direction du champ ne sont pas encore nombreux. A la première vue, il semble que la viscosité doive s'augmenter proportionnellement à l'élévation de la tension, mais il n'en est pas ainsi. Elle atteint déjà à l'état de saturation pour une tension pas si grande. Il est très naturel de supposer que cette anomalie soit peut-être due à l'association de molécules de l'acide stéarique. Je ferai un rapport sur ce point dans le prochain mémoire.

Ce travail a été effectué aux laboratoires de Chimie Colloïdale de l'Institut Shiomi et de l'Université Impériale d'Osaka. Tous mes remerciements sont dus à M. le Prof. N. Sata qui n'a pas cessé de s'intéresser très activement à mon travail et de donner tant de renseignements précieux.