
W. CROOKES. — On the viscosity of gases at high exhaustions (Viscosité des gaz à de très faibles pressions); *Nature*, 3 et 10 mars 1881.

I. Maxwell a établi théoriquement et vérifié par l'expérience entre certaines limites que la viscosité d'un gaz est indépendante de la pression qu'il supporte; cette loi suppose que le chemin moyen libre d'une molécule est très petit relativement aux dimensions du vase : il y a donc lieu d'examiner la question dans le cas d'un vide très complet.

L'appareil de torsion employé pour la mesure de la viscosité, après avoir reçu un grand nombre de perfectionnements, est actuellement très compliqué. Il se compose essentiellement d'un ballon à long col dans lequel une plaque de mica calcinée et noircie est suspendue à un fil de verre d'environ $\frac{1}{1000}$ de pouce de diamètre et de 26 pouces de longueur. Le bouchon est surmonté d'une pointe et le fond du ballon porte aussi une pointe placée avec la première dans l'axe de l'appareil; ces pointes reposent sur des coussinets et permettent de communiquer à l'appareil un mouvement de rotation brusque et peu étendu, de façon à faire mouvoir la plaque sans faire osciller le fil. Un rayon lumineux réfléchi par la plaque vient tomber sur une règle graduée et permet de mesurer l'amplitude des oscillations. La pression est mesurée par un manomètre de MacLeod.

Air. — La viscosité déduite de la différence des logarithmes de l'amplitude des oscillations est 0,1124 à 0^m,760; la loi de Maxwell s'applique jusqu'à une pression d'environ 0^m,003; la viscosité diminue lentement pour des pressions comprises entre 1000M à 250M (M = 0^{atm}, 00001), plus rapidement jusqu'à 35M, et enfin disparaît complètement. La courbe de viscosité coïncide exactement avec celle qui représente l'allongement du chemin moyen libre d'une molécule.

La répulsion par une bougie placée à 0^m,500 commence au point à partir duquel la viscosité diminue rapidement, et la variation de ces deux effets est la même jusqu'à 35M.

Oxygène. — Ce gaz se comporte comme l'air, sauf que la viscosité augmente de 0^m,016 à 1^{mm},5, puis diminue rapidement; un maximum analogue semble exister pour d'autres gaz, mais pour l'oxygène il est beaucoup plus marqué, et sa valeur est supérieure aux erreurs d'expérience. Le rapport de la viscosité de l'oxygène à celle de l'air est 1,1185 pour toutes les pressions, sauf peut-être entre 0^m,020 et 0^m,001.

Azote. — La viscosité de l'azote, en prenant celle de l'air pour unité, est 0,9715; si l'on calcule la viscosité de l'air par la formule

$$\frac{\overbrace{20,8 \times 0,1257}^{\text{Viscosité de O.}} + \overbrace{79,2 \times 0,1092}^{\text{Viscosité de Az.}}}{100} = 0,11255,$$

on retrouve le coefficient de l'air, et le calcul s'applique jusqu'à des pressions de 30M.

Acide carbonique. — La courbe est analogue à celle de l'air, sauf qu'entre 0^m,620 et 0^m,50 elle descend plus rapidement, puis reprend la même marche. La variation totale entre 0^m,760 et 0^m,001 est environ double de celle de l'air. Le rapport à l'air est 0,9208.

Oxyde de carbone. — Même courbe et même coefficient que pour l'azote; la courbe des répulsions par la bougie présente seule quelques différences sur celle des autres gaz.

La courbe de viscosité de la vapeur d'eau se confond avec celle de l'air sec jusqu'à 350^{mm}; elle s'en écarte alors rapidement, et de 7^{mm} à 1^{mm} elle coïncide avec celle de l'hydrogène. Il faut donc admettre que la viscosité de la vapeur d'eau est égale à celle de l'hydrogène, ou plutôt que le mercure électrisé par le frottement dans la pompe décompose l'eau et absorbe l'hydrogène. La répulsion produite par la radiation est plus faible dans la vapeur d'eau que dans l'air.

Pour la vapeur de kérosoline, substance qui bout un peu au-dessus de la température ordinaire, la viscosité diminue avec la

pression beaucoup plus rapidement que pour les autres gaz; l'eau fait cependant exception.

Les nombres donnés par les divers auteurs qui se sont occupés de la viscosité des gaz sont les suivants :

	Kundt			
	Graham.	et Warburg.	Maxwell.	Crookes.
Air.....	1,000	1,000	1,000	1,000
Oxygène.....	1,1099	»	»	1,1185
Azote.....	0,971	»	»	0,9715
Oxyde de carbone.	0,971	»	»	0,9715
Acide carbonique..	0,807	0,806	0,859	0,9201
Hydrogène.....	0,4855	5,488	0,5156	0,4439

Le rapport pour l'oxygène, l'azote, l'air, l'oxyde de carbone sous diverses pressions diffère peu de celui qui correspond à 760^{mm} ; pour l'acide carbonique, le rapport avec l'air est constant, sauf entre 650^{mm} et 50^{mm} , limites entre lesquelles il diminue rapidement; pour l'hydrogène, le décroissement logarithmique reste constant, même dans un vide très complet.

Si l'on prolonge les courbes au delà de 760^{mm} , on peut conclure de leur forme générale que la viscosité augmente rapidement avec la pression, d'autant plus que le gaz est plus liquéfiable et que la loi de Maxwell ne s'applique qu'aux gaz parfaits.

Au delà de $0^{\text{M}},02$, limite des pressions observées, elles semblent couper la ligne de pression 0, anomalie due probablement à ce que les fils de verre employés comme fils de torsion ne sont pas parfaitement élastiques. Les courbes de répulsion indiquent, au contraire, qu'elle cesse complètement dans le vide absolu.

II. L'auteur a étudié en outre le passage de l'étincelle dans les gaz et les variations de leur spectre avec la pression. Sous des pressions de $0,02\text{ M}$ et même $0,01\text{ M}$ dans l'air, une étincelle de $0^{\text{m}},085$ à la pression ordinaire ne passe que par intermittences et donne une phosphorescence verte; une étincelle de 20 pouces donne une lueur verte qui augmente rapidement, puis elle perce le verre.

Dans le spectre de l'azote, les bandes apparaissent à $0^{\text{m}},055$ et présentent un maximum à $1^{\text{mm}},14$. A 812 M , on observe des bandes et des raies, le maximum d'éclat de ces dernières correspond à 450 M ; à partir de là, elles disparaissent peu à peu et simultanément.

ment aux deux extrémités du spectre. A 2,8 M, la raie correspondant à une longueur d'onde de $0^{\text{mm}},567$ est à peu près seule visible; enfin, à 2 M, elle est masquée par la phosphorescence verte.

Le maximum d'éclat du spectre de l'acide carbonique correspond à 300 M; à 75 M, la raie $\lambda = 0,409$ disparaît; à 40 M, les raies $\lambda = 0,519$ et $\lambda = 0,560$ sont seules visibles, puis tout disparaît.

A $2^{\text{mm}},8$, le spectre de l'oxyde de carbone est semblable au spectre n° 2 attribué par M. Watt au carbone; le maximum d'éclat correspond à 100 M; à 0,4 M, les raies $\lambda = 0,560$ et $\lambda = 0,519$ restent seules.

Enfin, pour l'hydrogène, le maximum des raies $\lambda = 0,656$, $\lambda = 0,486$ et $\lambda = 0,434$ correspond; à 418 M, $\lambda = 0,434$ est à peine visible; à 38 M, $\lambda = 0,656$ est très faible; cependant elle persiste jusqu'à 2 M; $\lambda = 0,486$ disparaît à 0,37 M. Cependant l'hydrogène, apparaissant comme impureté, est toujours signalé en premier lieu par la raie rouge.

C. DAGUENET.