

Utilisation de la loi des gaz parfaits pour déterminer la masse molaire atomique du magnésium

Depuis quelques années, je propose à mes élèves de « Terminale » une très simple manipulation de Chimie donnant d'excellents résultats.

Le sujet n'est pas au « Nouveau programme, déjà allégé » de cette classe. On trouvera sans doute dans des bulletins antérieurs d'avant-guerre, un montage semblable. Je l'ai tiré de l'oubli en le perfectionnant quelque peu.

Voici l'essentiel de cette manipulation, dont le compte rendu est fait au propre sur le cahier de T.P. dans le laps de temps imposé, soit une heure et demie avec tous les calculs faits soit par log. ou à la règle. J'ai pris soin d'initier mes élèves au maniement des tables et de la règle dès la première semaine de la rentrée.

But de la manipulation.

Déterminer la masse atomique « a » du magnésium avec son incertitude.

Principe.

Attaquer une masse connue m de magnésium en ruban (de préférence R.P. pour analyse) par l'acide chlorhydrique dilué et mesurer le volume v d'hydrogène dégagé.

Réduire le volume v aux conditions normales de température et de pression. Soit v_0 le résultat en cm^3 , d'où par proportionnalité, la valeur a .

$$\frac{a}{m} = \frac{22\,400}{v_0}$$

$a = m \cdot \frac{22\,400}{v_0}$

Expérience préliminaire.

On détermine m avec précision (0,8 %) en pesant par double pesée et par deux élèves, la masse M de L mètres de ruban de magnésium que l'on coupe ensuite en morceaux d'environ 0,300 m de longueur qui seront distribués aux élèves.

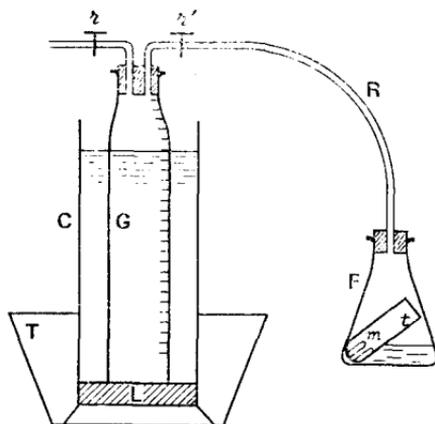
D'où :

$m = M \cdot \frac{l}{L}$

Appareil.

G est un gazomètre en verre, gradué de $2,5 \text{ cm}^3$ en $2,5 \text{ cm}^3$, posé dans un cylindre C sur un fond de liège L. L'ensemble G, C est posé dans une terrine T qui doit recevoir le trop-plein de C, lorsque les gaz dégagés refoulent l'eau de G dans C. G communique par le haut soit avec l'extérieur par le robinet r , soit avec une fiole conique F par le robinet r' .

Tous les bouchons doivent être neufs et les robinets r , r' en verre finement vaselinés. La fiole conique est fermée par le bouchon B traversé par un tube de verre coudé de même diamètre que r , r' et raccordé à eux par un tuyau souple R de longueur environ 1 m en feuille de caoutchouc anglaise.



Un tube à essais t , de longueur telle qu'il ne peut pas se coucher au fond de F, mais qu'il reste dans une position inclinée, butant sur la surface conique. Il contient les « m » g de ruban de magnésium découpé en petits morceaux.

Opérations.

On versera d'abord un mélange de 10 cm^3 d'acide chlorhydrique concentré et 50 cm^3 d'eau ordinaire dans F et on introduit délicatement t . Puis on ferme avec B et on raccorde au gazomètre en ouvrant r' .

Ouvrant r , on peut vérifier rapidement l'étanchéité de l'appareil en tirant le gazomètre vers le haut, le niveau intérieur étant presque en bas. Puis on ferme r , r' restant ouvert. On laisse descendre doucement G jusqu'à sa position d'équilibre et on observe le niveau dans G. S'il est fixe (prolonger l'observation quelques minutes), on peut effectuer les mesures.

Pour cela, ouvrir r , le gazomètre descend doucement et se pose sur L . Les niveaux intérieur et extérieur se mettent sur le plan horizontal. On ferme r . Lecture sur la graduation : L_1 cm³.

On incline légèrement F de façon à amener la solution acide en contact avec le magnésium. Vive attaque. Le niveau dans G baisse, il monte dans C . On agite F et on fait en sorte que les morceaux de magnésium sortent de t et viennent tous en contact de l'acide pour disparaître *totalemment*.

Une fois la réaction terminée, F est chaud. Refroidir sous le robinet. Amener alors les deux niveaux de G et de C dans le même plan. Lecture : L_2 .

La différence des volumes totaux des gaz enfermés dans G , l , F est évidemment $L_2 - L_1$. C'est aussi le volume v d'hydrogène dans les conditions de l'expérience.

On relève H , pression atmosphérique, t degr. C température de la salle (ou de l'eau du gazomètre), f tension correspondante de vapeur d'eau.

Les élèves d'un même groupe se séparent et font, chacun pour soi le compte rendu avec les mêmes valeurs des grandeurs et de leurs incertitudes. On fait d'abord calculer a en fonction de valeurs littérales M , l , L , v , $(H - f)$, $T = (273 + t)$, p_0 , T_0 , puis en valeurs numériques. On trouve :

$$a = M \cdot \frac{l}{L} \cdot \frac{22\,400 p_0 \cdot T}{v p T_0}$$

Résultats de l'année scolaire 1967-1968.

Valeur théorique : $a = 24,32$ g.

24,3 — 22,4 * — 24,7 — 24,4 — 24,4 — 25,5 *

24,3 — 24,5 — 24,5 — 24,5 — 24,1 — 24,5.

Les résultats excellents étonnent toujours les élèves et rendent la manipulation intéressante. Elle leur fait revoir de nombreuses connaissances de la classe de Seconde.

J. FULLSACK,
(Lycée de Mulhouse).

(*) A l'appareil N° 2, une fuite n'avait pas été remarquée. Le calcul d'incertitude prévoit environ 3 % d'incertitude maximale. A l'appareil N° 6, les mesures n'étaient pas soignées.