ADDITION

FAITE à la Balance romaine, pour la rendre plus sensible et plus exacte ;

Par le C.en J. H. HASSENFRATZ, Inspecteur des mines.

Extrait des leçons de Physique de l'École polytechnique (1).

LES substances minérales et métalliques se mesurent ordinairement ou par leur capacité, ou par leur poids.

On se sert, pour comparer les poids, de balances à leviers égaux, ou de balances à leviers inégaux : la première détermine la pesanteur de la substance par des poids étalons, la seconde par un poids constant, mais variable dans sa position. Cette manière commode de peser nous est venue des Romains ; et l'instrument dont on fait usage pour cette méthode, se nomme *balance romaine*.

La balance romaine est formée d'un levier de bois, de fer, ou de toute autre matière : à une distance plus ou moins grande de l'une de ses

(1) Cette note avait été adressée au conseil des mines longtemps avant que l'on eût connaissance à Paris du travail dont le C.en *Paul* s'était occupé à Genève. On voit que la théorie a conduit le C.en *Hassenfratz* à une idée utile, qu'un mécanicien éclairé mettait en même temps à exécution, sans que l'un de ces deux savans eût connaissance des idées de l'autre. *(Note du rédacteur.)*

extrémités, est placé un axe pour le supporter ou le suspendre. Cet axe divise le levier en deux parties inégales : à l'extrémité de la petite partie est attaché un plateau de balance, ou un crochet, pour placer les corps à peser; sur l'autre levier est un poids mobile, susceptible de parcourir toute sa longueur et de s'arrêter à des points fixes et déterminés.

Les points tracés sur le grand levier sont tels, que le poids mobile, lorsqu'il s'y arrête, fait équilibre à des poids déterminés, placés sur le crochet ou dans le plateau.

Dans la supposition que le levier soit sans pesanteur, on trouve la gradation pour des poids égaux, par cette formule : $x = \frac{a \times nQ}{P}$.

a = la longueur de la petite partie du levier.

Q = le poids pris pour unité, ou unité de poids.

n = le nombre de fois que cette unité de poids est employée.

P = le poids mobile.

x = la distance du point de suspension où le poids mobile doit être posé pour faire équilibre.

Ainsi, dans l'hypothèse où $P = Q$ et $a = 1$, les distances correspondant à $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$, &c., seront 1, 2, 3, 4, &c.;

Et, dans le cas où $P = 2Q$, les distances correspondantes seront 2, 4, 6, 8, &c.

Mais l'hypothèse du levier sans pesanteur n'existe pas dans la nature; il faut que son influence détermine la position des poids.

Dans ce cas, la formule est $x = \frac{nQa + \frac{\Pi a^2}{2} - \frac{\Pi A^2}{2}}{P}$,

et cela en faisant

a = comme ci-dessus,

Q = poids pris pour unité,

n = nombre de fois que le poids est répété,

P = le poids mobile,

x = la distance où le poids doit être du point de suspension pour faire équilibre,

Π = la pesanteur d'une branche du levier,

A = la longueur du grand levier.

Comme Π, a et A ne varient point, et sont indépendans du poids en équilibre, la formule devient $x = \frac{nQa}{P} + C$, en faisant

$a = 1$,

$A = 4$,

$\Pi = 2$,

et $Q = P = 1$,

On a $C = -3$;

Donc $x = n - 3$. Ainsi, dans le cas de $n = 3$, $n = 4$, $n = 5$, $n = 6$, &c., les distances x seront 0, 1, 2, 3, &c.

Telles sont les formules qui pourraient être employées pour tracer les divisions du grand levier; mais le balancier préfère de faire usage du tâtonnement, c'est-à-dire, de mettre des poids successifs dans le plateau de la balance, et d'écarter le poids mobile, jusqu'à ce qu'il fasse équilibre.

Ce tâtonnement n'est nécessaire que pour connaître le premier point de division et l'espace qu'une division nécessite : car le calcul prouve que, quelle que soit la variation dans la densité du levier, les divisions sont toujours égales.

Comme la distance du point de suspension de la balance à celui où l'on place le corps à peser, détermine l'unité de division, on voit qu'en rendant cette distance plus ou moins grande, on peut avoir des divisions plus ou moins distantes, et conséquemment indiquer plus ou moins facilement les subdivisions.

Aussi les balanciers, pour jouir de cette facilité, ont placé sur les balances romaines deux points de suspension différemment éloignés du poids à peser. En se servant du point le plus éloigné, le poids mobile peut indiquer des divisions ou des fractions de poids principal; en retournant la balance et la suspendant par le point le plus rapproché, le poids peut, en parcourant la longueur du levier, faire équilibre à des poids plus gros; mais les divisions devenant alors plus petites, on ne peut indiquer aussi facilement les fractions.

Ainsi, d'après la construction actuelle de la balance romaine, amenée au point de perfection où son usage successif l'a conduite, on peut, avec le même poids mobile et le même levier, avoir deux divisions différentes, l'une de gros poids, l'autre des fractions; mais comme ces deux divisions ne peuvent être employées ensemble, on ne peut jouir à-la-fois de l'avantage qu'elles procurent.

Avec la grande division on peut apprécier des

fractions de poids, mais on ne peut peser que de petites masses.

Avec la petite division on peut peser de grosses masses, mais on ne peut avoir de fractions de poids.

Ces deux divisions forment de la balance romaine deux balances différentes.

J'ai pensé que si ces deux balances distinctes, celle des grosses, celle des petites masses, pouvaient être réunies ensemble, on aurait le double avantage de peser de grosses masses et d'apprécier les fractions les plus petites de leur poids.

C'est la réunion de ces deux balances sur une même face du grand bras de levier, que je présente dans ce mémoire, et qui procure en conséquence l'avantage de peser à-la-fois de grosses masses, et d'apprécier les fractions infiniment petites de ces poids.

On a vu précédemment que la grandeur de la division dépend, 1.° de la distance du point de suspension de la balance à celui des corps à peser, 2.° de la pesanteur du poids mobile.

On peut obtenir le même résultat en variant l'une ou l'autre de ces données; ainsi on peut, en diminuant ou en augmentant le poids mobile, augmenter ou diminuer la grandeur de la division correspondant au poids principal, et conséquemment procurer des divisions fractionnaires plus ou moins faciles.

D'après cela, j'ai placé sur le grand bras de levier de la balance romaine, deux poids mobiles inégaux, et susceptibles de se mouvoir l'un indépendamment de l'autre.

Le gros poids indique les multiples d'un poids principal ; le petit poids en indique les fractions.

Pour peser un corps, on le suspend à l'extrémité du bras de levier ; on fait avancer le gros poids jusqu'à la division la plus prochaine du point où les deux poids seraient en équilibre, et telle qu'elle donne le poids en moins ; on fait mouvoir le petit poids jusqu'à ce que l'équilibre soit parfaitement établi ; et le corps a pour pesanteur celle indiquée par le gros poids, plus les fractions indiquées par le petit poids.

Quant à la division de ces deux échelles, elle est simple.

Il faut d'abord tracer la division correspondant au gros poids, d'après les principes que nous avons annoncés, en supposant que ce poids soit seul, et tracer ensuite la division du petit poids, de manière que cette division corresponde à l'intervalle entre deux divisions du grand poids.

Supposons, pour un moment, que le gros poids indique des kilogrammes dans la division qu'il parcourt ; il faut que le petit poids indique des grammes, ou des décagrammes, ou des hectogrammes. Dans le premier cas, comme un kilogramme = 1000 grammes, il faut que le petit poids puisse parcourir un espace sur lequel on puisse commodément faire 1000 divisions ; dans le second cas, 100 divisions ; et dans le troisième, 10 divisions.

Une question qui pourrait peut-être présenter quelques difficultés, est celle-ci : La position du gros poids mobile influe-t-elle sur la division du poids fractionnaire !

Faisons

$a =$ la longueur du petit levier,

$L =$ la distance du gros poids au centre de suspension,

$L' =$ la même distance en éloignant le gros poids,

$A =$ la distance que le petit poids doit parcourir.

En supposant le levier sans pesanteur, et qu'il n'y ait sur les deux côtés que les poids Q et P, le premier à l'extrémité du petit levier, le second au point dont la distance est L, on aurait $LP = aQ$; si sur le bras du levier on ajoute le poids p, placé à l'extrémité du grand levier, faisant seul équilibre au poids q, on aura $Ap = aq$; conséquemment $Lp + pA = aQ + aq$.

En supposant le poids P placé à la distance L', on aura $L'P = aQ'$; et en ajoutant le poids p à l'extrémité du grand levier, et le poids q au poids Q, on aura $L'P + pA = a(Q + q)$: or, dans l'une et l'autre position, on a toujours $pA = aq$; d'où il suit que l'échelle du petit poids est indépendante de la position du gros, conséquemment que l'on peut tracer les deux échelles séparément sans avoir égard à l'autre.

On a vu précédemment, qu'en considérant les leviers pesans, on ne produisait d'autres effets que d'introduire deux constantes dans l'équation, et que conséquemment les rapports des deux échelles devenaient encore indépendans.

Je crois inutile d'observer que si l'on voulait obtenir une plus grande variation dans les divisions et les sous-divisions, on pourrait, sans rien changer à la justesse et à la précision de la balance, placer trois, quatre, ou tel nombre de poids mobiles que l'on desirerait; conséquemment, qu'il serait possible de construire le levier et les poids d'une telle manière que le premier indiquerait des unités, le second des dixièmes, le troisième des centièmes, le quatrième des millièmes, &c.

J'abandonne la construction des diverses balances à ceux qui voudront s'en occuper; il me suffit d'avoir fait connaître l'espèce de perfection que l'addition d'un ou de plusieurs poids procurerait à la balance romaine.

RAPPORT

FAIT au Bureau consultatif des poids et mesures, par le C.en Gattey, *l'un des membres de ce Bureau, sur une nouvelle Balance romaine qu'il a fait exécuter.*

LA balance vulgairement appelée *romaine*, n'a eu jusqu'ici qu'une utilité fort restreinte, parce que sa construction ne permettant point d'apprécier les fractions des poids auxquels elle est destinée, on ne peut jamais atteindre à un degré de précision suffisant pour l'employer, soit dans le commerce, au pesage des matières précieuses, soit dans les arts et les sciences, à des opérations pour lesquelles on a besoin d'une certaine exactitude.

Le C.en *Hassenfratz* a développé les imperfections de la balance romaine, dans un Mémoire dont nous avons eu communication, et par lequel il proposait, pour y remédier, un moyen très-simple. Ce moyen consistait à placer sur la verge de la romaine deux masses mobiles, dont l'une serait destinée à estimer les unités principales des poids, et l'autre, plus petite, servirait à en apprécier les fractions.

Le C.en *Hassenfratz* n'étant point descendu dans les détails des moyens d'exécution de son idée, j'ai pensé qu'il pouvait m'être permis de m'exercer sur la même matière, et de suppléer à ce que son Mémoire semblait laisser à desirer.