

Mettler
la balance à substitution



E. Mettler
Pelikanstrasse 19
Zurich (Suisse)



Test



Test



Test

La qualité et le succès de votre travail ne dépendent pas seulement de votre valeur personnelle, mais dans une mesure au moins aussi grande de la sécurité de fonctionnement des instruments que vous utilisez.

Lorsque vous voulez déterminer un poids, les indications que donne votre instrument peuvent être faussées par des erreurs invisibles qui ont leur origine dans le système de balance employé.

Dispersion trop élevée

La dispersion des indications dépend des frottements qui peuvent se produire dans la balance.

Le degré de coïncidence des résultats d'une même balance pour un nombre aussi grand que possible de pesées d'un même corps constitue la **fidélité** de cette balance.

La fidélité est exprimée en chiffres par la moyenne quadratique des écarts (**Déviati**on standard).

Vous pouvez contrôler vous-même votre balance . . .

Déviati

on standard (Moyenne quadratique des écarts)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$
$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$
$$s = \sqrt{s^2}$$

- Mise à zéro, la balance étant déchargée.
- Charger la balance à une valeur moyenne du domaine de mesure. Noter le résultat de la pesée.
- Bloquer la balance et enlever le poids de contrôle.
- Noter un déplacement éventuel du point zéro. Ne pas corriger.
- Recharger la balance comme il est indiqué au chiffre 2. Noter le résultat en tenant compte d'une variation éventuelle du point zéro.
- Répéter les opérations décrites sous 3, 4 et 5 au moins une quarantaine de fois.
- Calculer la moyenne arithmétique de toutes les mesures.
- Calculer la différence entre chaque lecture et la moyenne arithmétique, et élever ces différences au carré.
- Calculer la somme des carrés des différences.
- Diviser cette somme par le nombre de pesées moins 1.
- La racine carrée du résultat de cette division est la moyenne quadratique des écarts (**Déviati**on standard).

Asymétrie du fléau de la balance

Lorsque l'on compare la masse à peser aux poids-étalons à l'aide de deux bras de levier de longueurs inégales, le rapport de ces longueurs peut subir des modifications dues à des causes mécaniques ou thermiques. Une correction de cette erreur par tarage n'est possible que pour une charge de la balance déterminée, et n'est valable que si cette charge reste constante.

Or, la raison d'être d'une balance est de servir à déterminer des masses inconnues. De ce fait, il n'est pas possible en pratique de connaître exactement l'**erreur de bras de levier**.

Erreur de bras de levier

$$\Delta = \frac{X_1}{X_2} \cdot \left(\frac{X_1}{X_2} \right)$$

Erreur de bras de levier = $\frac{\text{tare} + 2^{\text{ème}} \text{lecture}}{2}$

- Mise à zéro, la balance étant déchargée.
- Charger les deux côtés de la balance avec deux poids de même valeur nominale, par exemple 100 g. Noter le résultat de la première pesée.
- Changer les poids de plateau. Noter le résultat de la seconde pesée.
- Calculer, en tenant compte des signes positifs et négatifs:

en vous souvenant des faits suivants:

La dispersion est la limite de la fidélité

Balances à substitution:

Le nombre de couteaux, donc de points de frottement, est réduit à deux. Le frottement est bien défini pour chaque pesée grâce à la constance de charge que permettent ces balances.

Balances à trois couteaux et à un ou deux plateaux:

Les trois couteaux constituent trois paliers qui doivent être alignés l'un par rapport à l'autre. Une charge variable produit des conditions de frottement qui ne sont pas clairement définies.

Les bras d'un fléau agissent comme des leviers

Balances à substitution:

La masse à peser et les poids-étalons sont suspendus au même bras du fléau.

*Balances à trois couteaux et à deux plateaux:

Si l'on veut éliminer l'erreur de bras de levier, il est nécessaire de procéder à une pesée double, c'est-à-dire de changer les poids et la masse inconnue de plateau.

*Balances à trois couteaux et à un plateau:

Sur ces balances à un plateau, il n'est pas possible d'effectuer un échange entre masse à peser et poids. L'erreur de bras de levier ne peut donc pas être éliminée.

Variations de la sensibilité

La sensibilité de toute balance est fonction de sa charge, mais toute balance peut être rendue aussi sensible qu'on le désire. Ce n'est donc pas la grandeur de la sensibilité qui est déterminante, mais sa constance.

Lorsque la charge est variable, la sensibilité se modifie et une **erreur de sensibilité** vient fausser le résultat des mesures.

Erreur de sensibilité

$$\Delta = \frac{X_2}{X_1}$$

- Mise à zéro, la balance étant déchargée.
- Charger la balance d'un seul côté de manière que la déviation de l'échelle optique ou de l'aiguille atteigne le quart supérieur du domaine de mesure. Noter le résultat.
- Enlever le poids de contrôle.
- Charger les deux côtés de la balance d'un même poids, par exemple de 100 g. Rajuster si nécessaire le point zéro pour éliminer les différences de longueur de levier ou de poids éventuelles.
- Remettre le poids de contrôle sur le même plateau de la balance (voir sous 2).
- La différence éventuelle entre la première et la seconde lecture correspond à la diminution de la sensibilité, donc à l'**erreur de sensibilité**.

Un fléau de balance agit comme un pendule

Balances à substitution:

Constance de la charge signifie constance de la masse pendulaire et constance de la sensibilité.

*Balances à trois couteaux et à un ou deux plateaux:

Variabilité de la charge signifie variabilité de la masse pendulaire et variabilité de la sensibilité.

*Dans une balance à trois couteaux qui vient d'être réglée à neuf, on ne peut en règle générale observer des erreurs de sensibilité et de bras de levier que dans la partie supérieure du domaine de mesure. Toutefois, si l'on utilise régulièrement une balance de ce genre, on voit bientôt grandir les effets de telles erreurs pour des charges de plus en plus faibles.

Mettler

Les avantages Mettler

Erreur des bras de levier impossible = **Exactitude garantie**

$$1g = 1g$$

Sensibilité constante = **Indépendant de la charge**

$$(1g + 1mg) - 1g = (100g + 1mg) - 100g$$

Deux couteaux seulement = **Meilleure fidélité**

$$0,1mg = 0,1mg = 0,1mg = 0,1mg \dots$$

Caractéristiques de construction

Levage mécanique de toutes les combinaisons de poids
Jeu de poids en acier chrome-nickel antimagnétique
Couteaux et plans en saphir pratiquement inusables
Large échelle optique pour les pesées différentielles

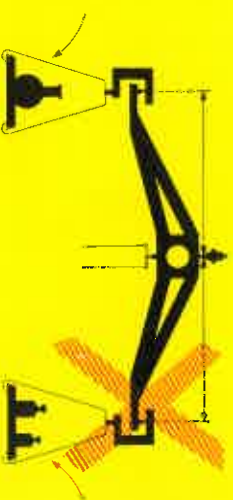
Mettler
Pelikanstrasse 19
Zürich / Suisse
Tél. 051 / 25 02 30
représentée par:

Imprimé en Suisse 10/462

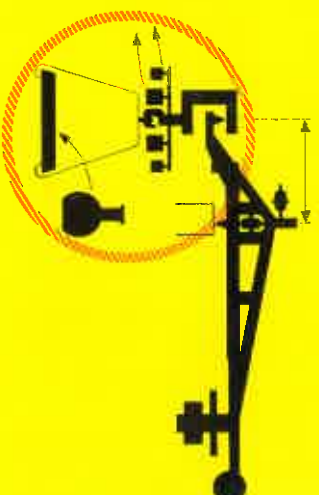
Mettler

Le Principe Mettler

Un seul bras du fléau = Erreur des bras de levier impossible



Charge constante = Sensibilité constante



La balance à substitution à deux couteaux seulement

a

Les bras d'une balance à fléau agissent comme des leviers

Pour qu'on puisse donc procéder avec suffisamment d'exactitude à une comparaison entre une masse inconnue et un poids-étalon suspendus à deux bras de fléau différents, il serait absolument nécessaire que ces deux bras soient de la même longueur. Si cela n'est pas le cas, la différence de poids indiquée par une position intermédiaire stable du fléau ne correspond pas à la différence réelle; de même, la position d'équilibre normale du fléau ne représente pas une identité effective entre les poids suspendus à chaque bras.



En effet, les deux bras de fléau ne sont en pratique jamais de même longueur (ceci est dû soit aux tolérances de fabrication de la balance, soit à des tensions internes du métal, soit encore à un échauffement irrégulier!). A supposer que l'on doive peser une masse de 1 g, une différence de longueur des deux bras du fléau de $\frac{1}{1000}$ suffit déjà pour faire apparaître dans le résultat indiqué par la balance une erreur de bras de levier atteignant 1 mg.



Si l'on suspend par contre la masse inconnue et les poids de comparaison au même bras du fléau, l'erreur de bras de levier mentionnée plus haut ne peut évidemment pas se manifester, puisque ce bras du fléau reste sans cesse égal à lui-même, qu'il change ou non de longueur!

Pour la pesée, on échange donc l'un contre l'autre la masse inconnue et les poids de comparaison, tout en gardant la balance constamment sous une charge constante. Le fléau est maintenu en équilibre par l'action d'un contre-poids équivalent suspendu au second bras du fléau. Une modification du rapport des longueurs des deux bras du fléau ne provoque donc qu'un changement de la position d'équilibre du fléau (déplacement du point zéro), mais ne produit en aucun cas une erreur de bras de levier qui viendrait fausser le résultat de la pesée.

b

Chaque fléau de balance se comporte comme un pendule

Le centre de gravité du fléau doit être placé en dessous de son centre de rotation, si l'on veut assurer à la balance une stabilité suffisante. L'écart du fléau de la position d'équilibre pour une différence de charge donnée des deux bras du fléau, c'est-à-dire la sensibilité de la balance, est ainsi défini par le poids du fléau, représentant le poids du pendule, et par la distance qui sépare le centre de rotation et le centre de gravité du fléau, représentant la longueur du pendule.



Si l'on veut empêcher qu'un changement de charge des plateaux modifie le poids de ce pendule et partant la sensibilité de la balance, il est indispensable que le couteau médian, constituant le centre de rotation, et les couteaux externes supportant les poids des plateaux soient disposés selon une droite absolument rectiligne. Cependant, toute balance se déforme à l'usage et n'atteint plus cette droite idéale, du fait de l'usure des couteaux et de la flexion du fléau chargé.

Pour cette raison, le poids du pendule augmente avec la charge de la balance. On sait qu'un pendule plus lourd se laisse plus difficilement écarter de sa position de repos, ce qui signifie que la sensibilité de la balance diminue à mesure que la charge des plateaux augmente. L'utilité d'une balance est donc déterminée par l'indépendance de sa sensibilité des différentes charges possibles. Seule une balance à sensibilité constante, c'est-à-dire forcément à charge constante, conviendra parfaitement à tous les emplois.

