

ENSC 402

APPAREIL POUR L'ETUDE DU FROTTEMENT DE GLISSEMENT

L'appareil est destiné à la mesure du coefficient de frottement statique de 2 matières et la vérification de la loi de Coulomb.

Sur une plaque d'une des matières, est posée une plaque de l'autre matière.

La plaque supérieure est accrochée à un dynamomètre.

Lorsqu'on déplace la plaque inférieure en l'éloignant du dynamomètre, elle entraîne la plaque supérieure sur laquelle le dynamomètre exerce une force de plus en plus grande dont l'intensité est lue sur son cadran.

On repèrera ainsi la force pour laquelle s'amorce le glissement.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

Un châssis en tôle porte sur sa face supérieure 2 cornières formant glissière sur lesquelles est placé un chariot en duralumin.

A l'extrémité du châssis est fixé un moteur à réducteur portant sur son axe un petit tambour. Un câble s'enroulant sur ce tambour est fixé au chariot et l'entraîne d'un mouvement uniforme.

Le tambour est monté à friction sur son axe, ce qui permet de ramener facilement le chariot en arrière. Un interrupteur commande le moteur.

En bout du châssis, à l'extrémité opposée au moteur est fixé un dynamomètre à cadran, gradué de 0 à 20 dN. Pour les travaux pratiques, il est normalement monté horizontalement. Le socle est percé de 2 trous supplémentaires pour permettre de le monter verticalement. Dans cette position prévue pour le cours les indications du dynamomètre sont visibles de l'auditoire.

Le frottement est mesuré entre une plaque solidaire du chariot, que nous appellerons, plaque inférieure et une plaque plus petite posée sur la précédente et attachée par un crochet au dynamomètre, que nous appellerons, plaque supérieure.

.../...

L'appareil est livré avec 3 plaques inférieures de 120 x 90 mm.

- une plaque de verre.
- une plaque de duralumin dont une face est recouverte de feutre.
- une plaque de liège.

Les plaques supérieures d'une dimension de 90 x 40 mm sont réalisées dans les matières suivantes :

Liège
Chlorure de vinyle
Plexiglas
Acier
Acier plastifié
Acier recouvert de feutre.

S'assurer que le branchement du moteur correspond à la tension du secteur. La schéma de branchement est gravé à l'arrière du moteur (les appareils sont normalement livrés branchés en 220 V. Eventuellement modifier le branchement des fils du moteur sur la barette à borne.

Vérifier si l'aiguille du dynamomètre est bien en face du zéro. Si non, effectuer le réglage en faisant tourner le cadran après avoir débloqué le bouton moleté.

Pour l'étude du frottement à sec, il est indispensable que les surfaces en contact soient parfaitement propres, c'est à dire débarrassées de la poussière et dégraissées.

On aura intérêt à nettoyer la surface avec un pinceau et la dégraisser soigneusement à l'alcool.

Pour les plaques en plastique, particulièrement celle en plexiglas, éviter de les frotter pour ne pas les charger d'électricité statique.

Il est bon de préciser que les valeurs du coefficient de frottement ne doivent être considérées que comme des ordres de grandeur.

Une étude poussée du phénomène permet de constater que le coefficient de frottement croît avec la durée du contact. Il dépend de l'état de rugosité et de la structure des surfaces.

De plus le coefficient de frottement qui d'après la loi de Coulomb devrait être indépendant de la charge, croît avec la pression de contact. Dans l'impossibilité d'avoir 2 surfaces en contact parfait, ce qui conduirait d'ailleurs à un collage dû à l'absence d'air, la pression de contact peut être très importante en certains points et provoquer des micro-grippage augmentant le coefficient.

Les différentes considérations nous ont conduit au choix des matières citées plus haut, les résultats les plus reproductibles étant obtenus entre

.../...

une matière dure et une matière souple, permettant d'avoir une pression de contact à peu près uniforme sur toute la surface.

On obtient de bons résultats avec les combinaisons suivantes.

Acier plastifié	- verre
feutre	- verre
Chlorure de vinyle	- verre
Plexiglas	- verre
liège	- verre
Acier plastifié	- liège
liège	- liège
acier	- liège
Chlorure de vinyle	- liège.

MANIPULATIONS.

1° Mesure du coefficient de frottement.

Peser les plaques supérieures et noter leur poids.

Pour cet essai, chaque plaque sera chargée avec des masses pour que tous les ensembles plaque + masse pèsent le même poids.

On choisira un poids total de 100 g par exemple, ou mieux 102 g (1 Newton à Paris) ce qui facilitera le calcul du coefficient de frottement et de l'angle de frottement, le dynamomètre étant gradué en Newton.

L'appareil étant placé devant l'opérateur, le dynamomètre à sa gauche, poser la plaque inférieure choisie sur le chariot en la positionnant entre les 4 ergots.

Tirer le chariot vers la gauche pour dérouler entièrement le câble du tambour.

Poser la plaque supérieure au centre de la plaque inférieure les bords des 2 plaques étant bien parallèles.

Le fil du dynamomètre étant enroulé dans le sens des aiguilles d'une montre autour de la poulie sur presque un tour, passer sa boucle terminale dans le crochet de la plaque supérieure.

Charger cette dernière avec des masses, comme dit plus haut.

Mettre le moteur en marche en agissant sur l'interrupteur.

Le câble s'enroule sur le tambour et entraîne le chariot et les 2 plaques d'un mouvement uniforme vers la droite.

La traction de la plaque supérieure sur le fil du dynamomètre contraint son ressort qui exerce sur la plaque une force dont l'intensité est lue sur le cadran. Cette force est équilibrée par le frottement.

.../...

Suivre les déviations du dynamomètre et noter la force maximum indiquée avant que le glissement ne s'amorce.

Arrêter le moteur et ramener le chariot vers la gauche.

Si T est la force horizontale (indiquée par le dynamomètre)

P le poids plaque + masses

Le coefficient de frottement $f = \frac{T}{P}$

et l'angle de frottement ϕ est tel que $\text{tg } \phi = \frac{T}{P}$

2°- Vérification de la loi de Coulomb.

Cette loi qui, comme nous l'avons dit plus haut n'est qu'approximative, indique que le coefficient de frottement reste constant quelle que soit la charge.

Donc, si pour amorcer le glissement d'une plaque pesant 100 g il faut exercer une force de 0,6 N, si on surcharge cette plaque avec un poids de 100 g, la force nécessaire sera de 1,2 N, le rapport $\frac{T}{P}$ restant constant.

On mesurera donc les forces nécessaires pour amorcer le glissement avec différents poids. La loi est vérifiée si les forces sont sensiblement proportionnelles aux poids.

On pourra utiliser les combinaisons suivantes :

Acier sur liège	de 100 à 300 g
Chlorure de vinyle sur liège	de 100 à 300 g
Liège sur liège	de 50 à 150 g
Feutre sur verre	de 100 à 300 g
Chlorure de vinyle sur verre	" "
Acier sur verre	" "
Liège sur verre	" "
Acier plastifié sur feutre	" "
Feutre sur duralumin	" "
Liège sur duralumin	" "