

Frottement statique, de glissement et de roulement

Objectifs expérimentaux

- Etude du frottement statique et de glissement en fonction de la surface, du poids et du matériau
- Comparaison entre le frottement statique et le frottement de glissement en fonction du poids et détermination des coefficients de frottement.
- Comparaison entre le frottement de roulement et le frottement de glissement en fonction du poids et détermination des coefficients de frottement.

Notions de base

Parmi les frottements qui existent entre les corps solides, il faut différencier le frottement statique, le frottement de glissement et le frottement de roulement. Une force de frottement statique est la force minimale nécessaire pour faire entrer en mouvement un corps au repos sur un support fixe. De même, une force de frottement de glissement est la force nécessaire à la conservation du mouvement uniforme du corps. Le mouvement uniforme d'un corps qui roule sur un autre corps est conservé par la force de frottement de roulement.

L'expérience consiste à mettre tout d'abord en évidence que la force de frottement statique F_H et la force de frottement de glissement F_G ne dépendent pas de la taille de la surface portante et sont proportionnelles à la force d'appui G du support sur la base du bloc de frottement, donc au poids G . On a ainsi

$$F_H = \mu_H \cdot G \quad (I)$$

et

$$F_G = \mu_G \cdot G \quad (II).$$

Les coefficients de frottement μ_H et μ_G dépendent du matériau des surfaces de frottement. Comme la force de frottement statique est toujours plus grande que la force de frottement de glissement, on a toujours

$$\mu_H > \mu_G \quad (III).$$

Pour faire la différence entre le frottement de glissement et le frottement de roulement, on place le bloc de frottement sur

plusieurs tiges parallèles les unes aux autres. La force de frottement de roulement

$$F_R = \mu_R \cdot G \quad (IV)$$

mesurée est celle grâce à laquelle le bloc de frottement conserve un mouvement uniforme sur les tiges roulantes. A titre de comparaison, on mesure à nouveau la force de frottement de glissement F_G mais cette fois, le bloc de frottement est tiré sur les tiges servant de support fixe (direction de la traction = direction de l'axe des cylindres). L'expérience montre que

$$\mu_G > \mu_R \quad (V).$$

Montage

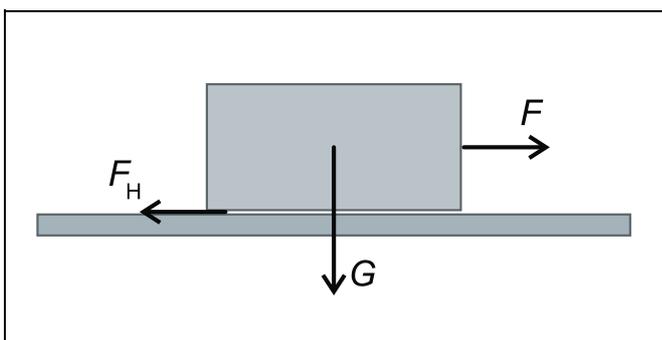
- Préparer des surfaces lisses, propres et bien sèches (par ex. table d'expérimentation) comme support pour les expériences sur le frottement.
- Si les forces de frottement qui se manifestent sont trop faibles, utiliser un autre support.

Réalisation

- A l'aide du dynamomètre, déterminer les poids G_1 du petit bloc et G_2 du grand bloc pour l'étude des frottements.

a) Frottement statique et frottement de glissement en fonction de la surface, du poids et du matériau

- Poser le petit bloc avec la face plastifiée sur le support.
- A l'aide du dynamomètre, mesurer comme force de frottement statique F_H la force de traction horizontale maximale pour laquelle le corps adhère encore tout juste au support.
- Mesurer comme force de frottement de glissement F_G la force de traction horizontale qui permet de conserver un glissement uniforme du corps sur la surface.
- Poser le petit bloc avec la face en bois large sur le support puis avec la face en bois étroite et mesurer à chaque fois F_H et F_G .
- Recommencer les mesures avec le grand bloc pour l'étude des frottements.
- Eventuellement recommencer les mesures sur d'autres supports.



Matériel

1 paire de blocs en bois pour l'étude des frottements	342 10
1 jeu de 7 masses marquées avec crochet	315 36
1 dynamomètre 10,0 N	314 47
6 tiges, 10 cm	300 40

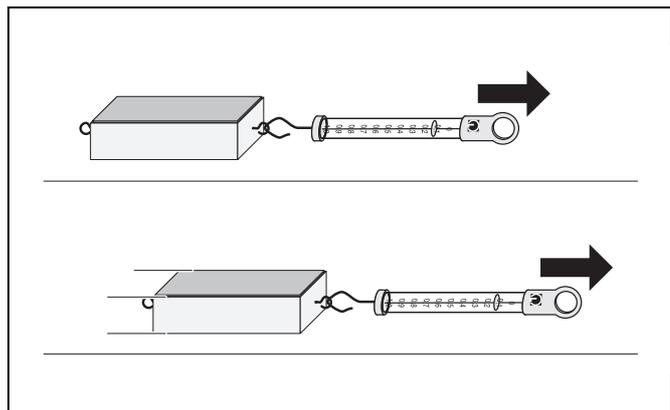


Fig. 1 Mesure de la force de frottement statique F_H (en haut) et de la force de frottement de glissement F_G (en bas).

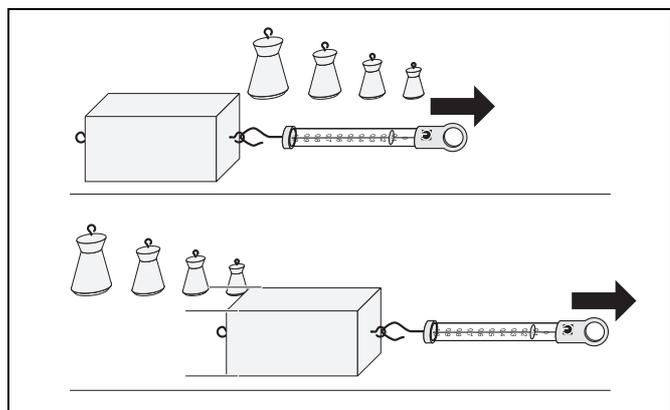


Fig. 2 Mesure de la force de frottement statique F_H (en haut) et de la force de frottement de glissement F_G (en bas) en fonction du poids G .

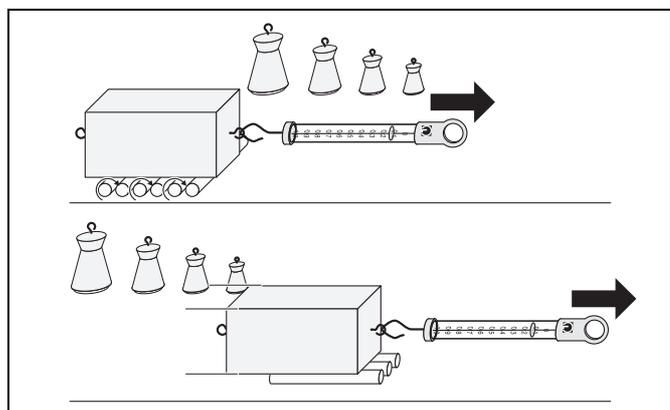


Fig. 3 Mesure de la force de frottement de roulement F_R (en haut) et de la force de frottement de glissement F_G (en bas) en fonction du poids G .

b) Frottement statique et de glissement en fonction du poids

- Poser le grand bloc avec la surface plastifiée sur le support puis mesurer la force de frottement statique et la force de frottement de glissement.
- Augmenter le poids du bloc par application successive des masses marquées de 0,1 kg, 0,2 kg, 0,5 kg et 1,0 kg puis recommencer les mesures.
- Réaliser les mêmes mesures aussi avec la face en bois du bloc.

c) Frottement de roulement et frottement de glissement en fonction du poids

- Placer les tiges côte à côte et poser dessus le bloc avec la face plastifiée en-dessous.
- Mesurer comme force de frottement de roulement F_R la force de traction horizontale grâce à laquelle est conservé un mouvement uniforme du corps sur les tiges roulantes.
- Augmenter le poids du bloc par l'application successive des masses marquées de 0,1 kg, 0,2 kg, 0,5 kg et 1,0 kg puis recommencer les mesures.
- Placer le bloc parallèlement aux axes cylindriques et mesurer la force de frottement de glissement.

Exemple de mesure

$G_1 = 1,5 \text{ N}$
 $G_2 = 3,0 \text{ N}$

a) Frottement statique et frottement de glissement en fonction de la surface, du poids et du matériau

Support: table plastifiée

Tab. 1: Force de frottement statique F_H et force de frottement de glissement F_G en fonction de la surface, du poids et du matériau.

$\frac{G}{\text{N}}$	Matériau	$\frac{A}{\text{cm}^2}$	$\frac{F_H}{\text{N}}$	$\frac{F_G}{\text{N}}$
1,5	Plastique	12×6	0,8	0,6
1,5	Bois	12×6	0,3	0,3
1,5	Bois	12×3	0,3	0,3
3,0	Plastique	12×6	1,6	1,1
3,0	Bois	12×6	0,5	0,5

b) Comparaison entre le frottement statique et le frottement de glissement

Support: table plastifiée

Tab. 2: Force de frottement statique F_H et force de frottement de glissement F_G en fonction du poids G

$\frac{G}{\text{N}}$	Face plastifiée		Face en bois	
	$\frac{F_H}{\text{N}}$	$\frac{F_G}{\text{N}}$	$\frac{F_H}{\text{N}}$	$\frac{F_G}{\text{N}}$
3	1,6	1,1	0,5	0,4
4	2,2	2,0	0,8	0,6
5	3,1	2,8	0,9	0,8
8	5,0	4,6	1,9	1,3
13	8,3	8,0	3,0	2,0

c) Comparaison entre le frottement de glissement et le frottement de roulement

Tab. 3: Force de frottement de glissement F_G et force de frottement de roulement F_R en fonction du poids G

$\frac{G}{N}$	$\frac{F_G}{N}$	$\frac{F_R}{N}$
3	3,0	0,1
4	4,3	0,2
5	5,2	0,2
8	9,0	0,3
11		0,4
13		0,5
18		0,6
23		0,7

Exploitation et résultat

a) Frottement statique et frottement de glissement en fonction de la surface, du poids et du matériau

Ainsi qu'illustré par les résultats des mesures du tab. 1, la force de frottement statique dépend tout autant que la force de frottement de glissement du matériau des surfaces de frottement et du poids des blocs. Par contre, les forces de frottement sont indépendantes de la taille de la surface de frottement.

b) Comparaison entre le frottement statique et le frottement de glissement

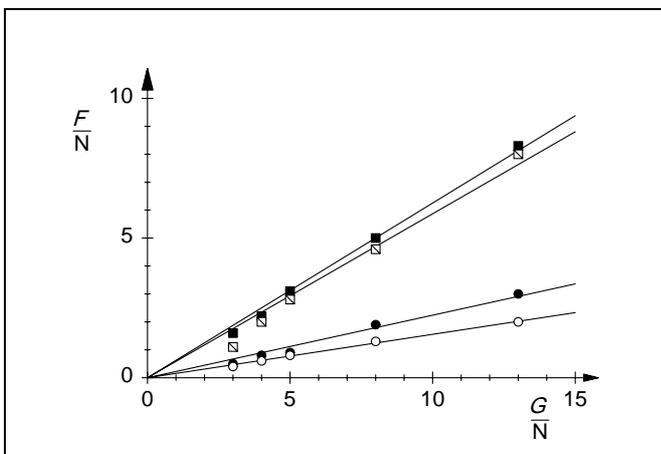


Fig. 4 Force de frottement statique F_H et force de frottement de glissement F_G en fonction du poids G
 carrés fermés: Frottement statique pour le plastique
 carrés ouverts: Frottement de glissement pour le plastique
 cercles fermés: Frottement statique pour le bois
 cercles ouverts: Frottement de glissement pour le bois
 Support: table plastifiée

Le résultat des mesures est illustré sur la fig. 4. La pente de la droite passant par l'origine qui est tracée correspond aux coefficients de frottement μ_H et μ_G selon (I) et (II) (voir tab. 2).

Tab. 4: Coefficient de frottement statique μ_H et coefficient de frottement de glissement μ_G pour le frottement sur du plastique

Materiau	μ_H	μ_G
Plastique	0,63	0,59
Bois	0,22	0,15

c) Comparaison entre le frottement de glissement et le frottement de roulement

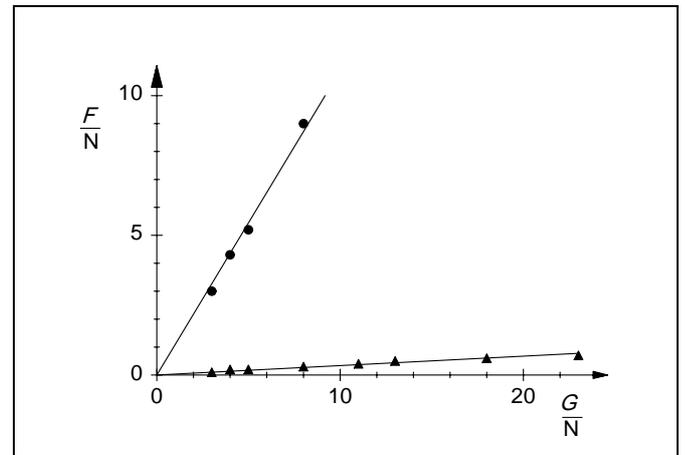


Fig. 5 Force de frottement de glissement F_G (cercles) et force de frottement de roulement F_R (triangles) en fonction du poids G

Le résultat des mesures est illustré sur la fig. 5. La pente de la droite passant par l'origine qui est tracée correspond aux coefficients de frottement μ_H et μ_G selon (I) et (II) (voir tab. 3).

Tab. 5: Coefficient de frottement de roulement μ_R et coefficient de frottement de glissement μ_G

Materiau	μ_G	μ_R
Plastique	1,09	0,03