

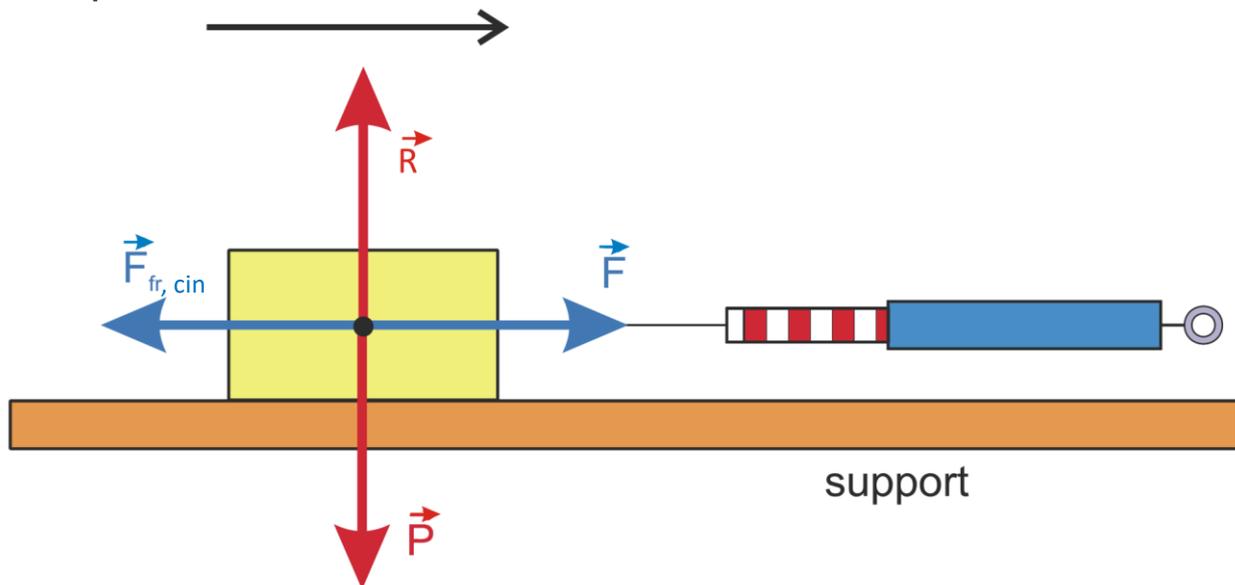
TP 8 : Force de frottement

Une force de frottement est une force qui **s'oppose au mouvement** relatif de 2 corps. Lorsqu'un corps peut glisser sur un support on distingue :

- La force de frottement statique : elle s'oppose à la mise en mouvement du corps
- La force de frottement cinétique : elle agit sur le corps s'il est en mouvement

1. Théorie force de frottement cinétique sur un support plan horizontal

déplacement à vitesse constante



On sait qu'en pratique il est nécessaire d'exercer une force \vec{F} sur un corps pour qu'il reste en mouvement. Ceci est dû au fait que le corps en mouvement est soumis à la force de frottement cinétique $\vec{F}_{fr, cin}$.

Lorsqu'un corps effectue un mouvement rectiligne uniforme on sait que la somme des forces agissant sur lui est nulle. Les forces doivent se compenser dans les 2 directions.

(dir T) $F_{fr, cin} = F$ **(dir N)** $R = P = m \cdot g$ sur un support horizontal

Mesurer $F_{fr, cin}$ revient donc à mesurer l'intensité F de la force de traction requise pour entretenir un mouvement rectiligne uniforme (**à vitesse constante**)

D'après une loi empirique (c-à-d déduite à partir d'expériences) **l'intensité de la force de frottement cinétique** $F_{fr, cin}$ s'exerçant sur le solide est proportionnelle à l'intensité de la réaction normale \vec{R} que le plan exerce sur le solide :

$$\frac{F_{fr, cin}}{R} = \mu_c \quad \text{ou} \quad F_{fr, cin} = \mu_c \cdot R$$

Le coefficient de proportionnalité μ_c est appelé **coefficient de frottement cinétique**

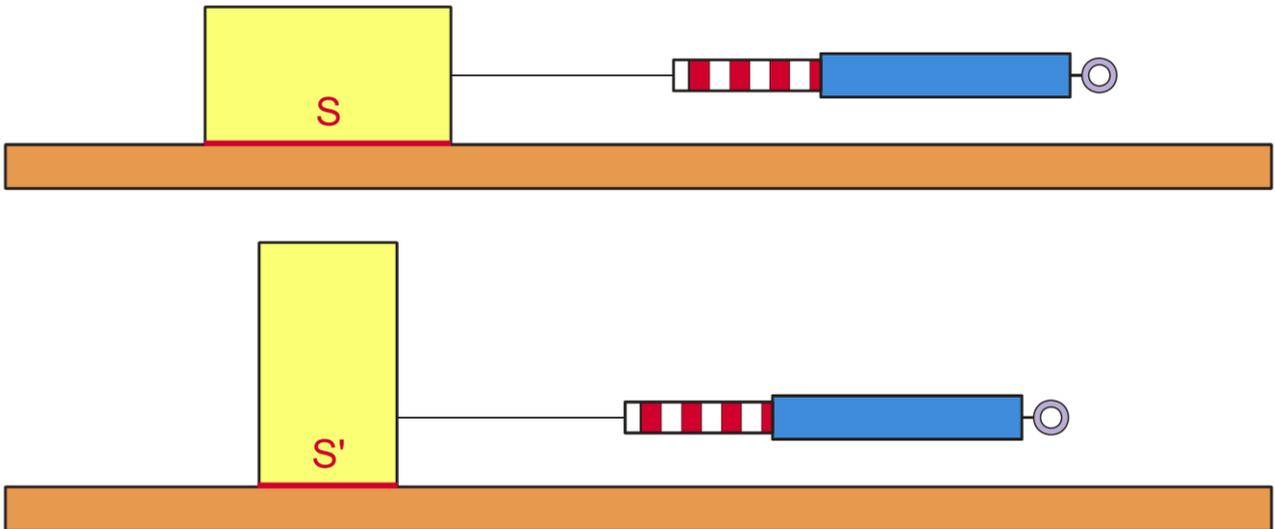
2. Mesures

Répéter dans chaque situation 2 fois la mesure de $F_{fr,cin}$ et prendre la moyenne.

2.1. Influence de la superficie de la surface de contact

Matériau corps : bois

Support : Table



Mesurer $F_{fr,cin}$ lorsque le corps est posé sur la surface de superficie S et ensuite sur une surface de superficie S'. Vérifier que la force reste pratiquement inchangée !

2.2. Influence de la vitesse

Vérifier que la vitesse du mouvement rectiligne uniforme n'a pas une influence notable sur l'intensité de la force de frottement cinétique $F_{fr,cin}$.

2.3. Influence du matériau des surfaces en contact

Configuration 1 : Matériau corps : bois

Matériau support : table

Masse m en kg	R=P=m·g en N	$F_{fr,cin}$ en N		$F_{fr,cin}$ (moyenne) en N	$\mu_c = \frac{F_{fr,cin}}{R}$
		lecture 1	lecture 2		
				Moyenne	
				Ecart-type	
				Err. rel en %	

Configuration 2 : Matériau corps : bois

Matériau support : _____

Masse m en kg	R=P=m·g en N	$F_{fr,cin}$ en N		$F_{fr,cin}$ (moyenne) en N	$\mu_c = \frac{F_{fr,cin}}{R}$
				Moyenne	
				Ecart-type	
				Err. rel en %	

Configuration 3 : Matériau corps : _____

Matériau support : __verre__

Masse m en kg	R=P=m·g en N	$F_{fr,cin}$ en N		$F_{fr,cin}$ (moyenne) en N	$\mu_c = \frac{F_{fr,cin}}{R}$
				Moyenne	
				Ecart-type	
				Err. rel en %	

Configuration 4 : Matériau corps : _____

Matériau support : _____

Masse m en kg	R=P=m·g en N	$F_{fr,cin}$ en N		$F_{fr,cin}$ (moyenne) en N	$\mu_c = \frac{F_{fr,cin}}{R}$
				Moyenne	
				Ecart-type	
				Err. rel en %	

3. Exploitation et conclusions

1. Est-ce que μ_c est bien une constante pour une combinaison donnée de matériaux?
2. Quel lien mathématique y a-t-il donc entre $F_{fr,cin}$ et R ?
3. Expliquer l'origine d'éventuels écarts par rapport à la loi citée à la page 1.
4. Réaliser un graphique (axe x : R en N, axe y : $F_{fr,cin}$ en N).
 - Représenter 3 séries de mesures qui se distinguent dans un même graphique (voir p.ex. 3 ressorts, loi de Hooke), utiliser une couleur différente pour chaque série.
 - Comment sont répartis les points ? Qu'est-ce que cela signifie ?
 - Tracer chaque fois une droite de régression (passant par l'origine) et indiquer son équation et le coefficient de corrélation linéaire. Comparer la pente de cette droite avec les valeurs moyennes obtenues pour μ_c .
5. Comment dépend μ_c des matériaux des surfaces en contact ?
6. Est-ce qu'on note lors de la mise en mouvement une force initiale plus élevée due au frottement adhérent ou statique (Haftreibung) ? Pour quels matériaux en contact ceci était particulièrement prononcé ?

4. Bonus frottement statique (Haftreibung) sur un plan incliné

On incline la surface jusqu'à un angle maximal α_{max} pour laquelle le corps reste encore tout juste au repos resp. commence tout juste à glisser.

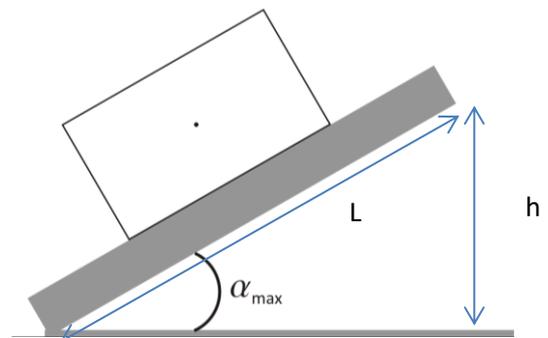
La force de frottement maximale juste avant que le corps glisse garantit l'équilibre des forces :

$$\text{(dir T)} \quad F_{fr,max} = m \cdot g \cdot \sin \alpha_{max}$$

$$\text{(dir N)} \quad R = m \cdot g \cdot \cos \alpha_{max}$$

Expérimentalement on déduit le coefficient de frottement statique (au repos) par

$$\mu_0 = \frac{F_{fr,max}}{R} = \tan \alpha_{max} \quad \text{normalement } \mu_0 \text{ est légèrement plus grand que } \mu_c.$$



Config	corps	support	h (cm)	L(cm)	$\alpha = \sin^{-1}(h/L)$	$\mu_0 = \tan \alpha$
1						
2						
3						
4						