

Force de résistance et force normale sur le plan incliné

Objectifs expérimentaux

- Mesure de la force de résistance F_1 et de la force normale F_2 d'un corps sur le plan incliné en fonction de l'angle d'inclinaison α .
- Comparaison des forces mesurées F_1 et F_2 avec les forces calculées par la décomposition vectorielle du poids G .

Notions de base

Le mouvement d'un corps sur un plan incliné se décrit le plus simplement en décomposant de façon vectorielle son poids G en une force de résistance F_1 et en une force normale F_2 . La force de résistance agit pa-rallèlement et la force normale perpendiculairement au plan incliné de l'angle α (voir fig. 1). Elles valent

$$F_1 = G \cdot \sin\alpha \quad (I)$$

et

$$F_2 = G \cdot \cos\alpha \quad (II)$$

Cette décomposition est vérifiée expérimentalement dans l'ex-périence. Pour cela, les deux forces F_1 et F_2 sont mesurées avec des dynamomètres de précision pour différents angles d'inclinaison α . La variation de l'angle d'inclinaison α s'obtient en déplaçant une cale de hauteur $h = 5$ cm pour différentes distances s entre le pivot du plan incliné et le point d'appui de la cale (voir fig. 1). On a

$$\sin\alpha = \frac{h}{s} \quad (III)$$

et

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2} \quad (IV)$$

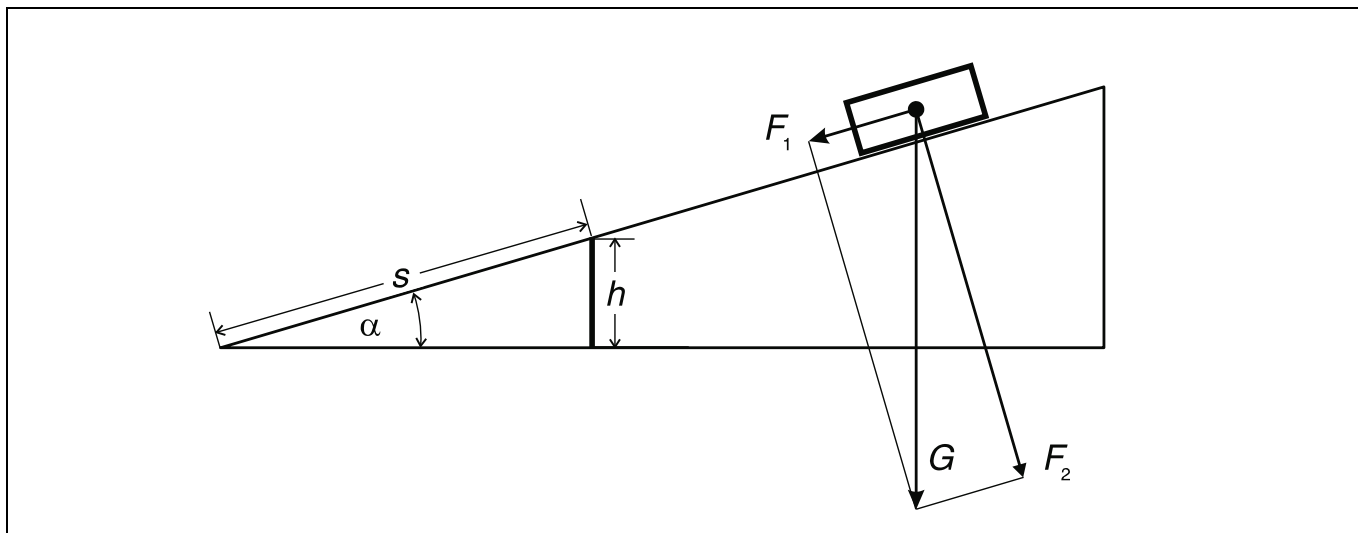
D'après (I) et (III), on obtient pour la force de résistance

$$F_1 = G \cdot \frac{h}{s} \quad (V)$$

et d'après (II) et (IV), on obtient pour la force normale

$$F_2 = G \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2} \quad (VI)$$

Fig. 1 Décomposition vectorielle du poids G en une force de résistance F_1 et en une force normale F_2 sur le plan incliné



Matériel

- 1 plan incliné avec modèle de vis 341 21
- 1 dynamomètre de précision 1,0 N 314 141

Exemple de mesure

$h = 5 \text{ cm}$
 $G = 1,07 \text{ N}$

Tab. 1: Positions s de la cale et forces F_1 et F_2 sur le plan incliné

| $\frac{s}{\text{cm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_2}{\text{N}}$ |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 50 | 0,10 | 1,01 |
| 40 | 0,12 | 0,98 |
| 30 | 0,18 | 0,97 |
| 20 | 0,27 | 0,97 |
| 15 | 0,35 | 0,95 |
| 10 | 0,59 | 0,81 |

Montage et réalisation

a) Correction du zéro des dynamomètres

- Poser le dynamomètre F_1 à l'horizontale et corriger le zéro.
- Tenir le dynamomètre F_2 verticalement vers le bas et corriger le zéro.

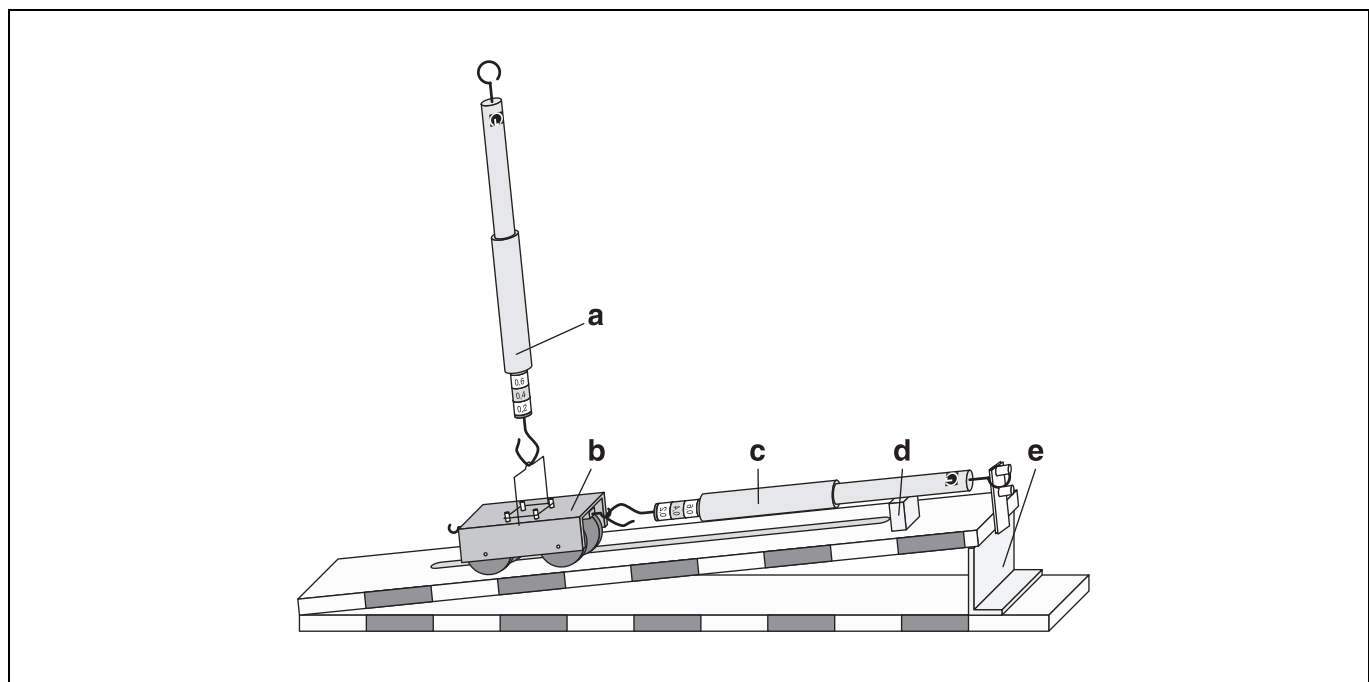
b) Détermination du poids:

- Accrocher le chariot en suspension avec l'étrier de maintien rabattable dans le dynamomètre F_2 puis déterminer le poids G du chariot.

c) Détermination de la force de résistance et de la force normale:

- Mettre en place le plan incliné et positionner la cale (e) avec $s = 50 \text{ cm}$
- Placer le chariot (b) et l'accrocher dans le dynamomètre F_1 (c); soutenir le dynamomètre avec le bloc support (d).
- Déplacer soigneusement le dynamomètre F_2 (a) le plus perpendiculairement possible au plan incliné et soulever le chariot jusqu'à ce qu'il touche à peine le plan.
- Relever et noter les forces F_1 et F_2 .
- Positionner la cale (e) successivement avec $s = 40, 30, 20, 15$ et 10 cm , déplacer à chaque fois le dynamomètre perpendiculairement au plan incliné et soulever le chariot; relever et noter les forces F_1 et F_2 .

Fig. 2 Montage expérimental pour la détermination de la force de résistance et de la force normale sur le plan incliné



Exploitation et résultat

Les tableaux 2 et 3 permettent une comparaison entre les forces mesurées et les forces calculées selon (V) et (VI). Les résultats sont représentés graphiquement sur la fig. 3.

Pour la force normale, on obtient un écart systématique entre les valeurs mesurées et celles calculées. Il résulte du fait que le chariot est en partie soutenu lors de la mesure de la force.

Tab. 2: Force de résistance F_1 mesurée et calculée

| $\frac{s}{\text{cm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ mesurée | $\frac{F_2}{\text{N}}$ calculée |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 50 | 0,09 | 0,107 |
| 40 | 0,12 | 0,134 |
| 30 | 0,18 | 0,178 |
| 20 | 0,27 | 0,268 |
| 15 | 0,33 | 0,357 |
| 10 | 0,53 | 0,535 |

Tab. 3: Force normale F_2 mesurée et calculée

| $\frac{s}{\text{cm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ mesuré | $\frac{F_2}{\text{N}}$ calculée |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 50 | 1,01 | 1,065 |
| 40 | 0,98 | 1,062 |
| 30 | 0,97 | 1,055 |
| 20 | 0,97 | 1,036 |
| 15 | 0,95 | 1,009 |
| 10 | 0,81 | 0,927 |

Fig. 3 Valeurs mesurées (trait continu) et calculées (points de mesure) pour la force de résistance F_1 et la force normale F_2

