



EXERCICES

- Examen graphique de trois forces différentes quelconques en équilibre.
- Examen analytique de l'équilibre en présence d'un alignement symétrique de F_1 et de F_2 .

OBJECTIF

Analyse expérimentale de l'addition vectorielle de forces

RESUME

La table des forces permet une vérification simple et transparente de l'addition vectorielle des forces. Le point d'application de trois forces différentes devra exactement se trouver au centre si ces forces sont en équilibre. Nous déterminons les valeurs des forces différentes créées par les masses suspendues et relevons la direction qu'elles prennent, sous forme d'angle, sur une échelle angulaire graduée. L'évaluation des résultats expérimentaux pourra se faire graphiquement ou analytiquement.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Table des forces	1000694

1

GENERALITES

Les forces sont des vecteurs, ce qui signifie qu'elles seront additionnées conformément aux règles de l'addition vectorielle. Pour obtenir l'addition, le point initial du deuxième vecteur sera appliqué – sous forme d'interprétation graphique – au point final du premier vecteur. La flèche partant du point initial du premier vecteur et aboutissant au point final du deuxième vecteur représente le vecteur résultant. Si les deux vecteurs sont considérés comme les côtés d'un parallélogramme, le vecteur résultant est alors la diagonale (voire à l'illustration 1).

La table des forces permet une vérification simple et transparente de l'addition vectorielle des forces. Le point d'application de trois forces différentes devra exactement se trouver au centre si ces forces sont en équilibre. Nous déterminons les valeurs des forces différentes créées par les masses suspendues et relevons la direction qu'elles prennent, sous forme d'angle, sur une échelle angulaire graduée. Si des forces différentes sont en équilibre, leur somme est égale à :

$$(1) \quad F_1 + F_2 + F_3 = 0$$

La force $-F_3$ est donc la somme des forces différentes F_1 et F_2 (voire l'illustration 2) :

$$(2) \quad -F_3 = F = F_1 + F_2$$

Pour la composante vectorielle parallèle à la somme F , l'équation suivante s'applique :

$$(3) \quad -F_3 = F = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

et pour la composante perpendiculaire correspondante, l'équation suivante s'applique :

$$(4) \quad 0 = F_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \sin \alpha_2$$

Les équations (3) et (4) offrent une description analytique de l'addition vectorielle. Pour procéder à une vérification expérimentale, il est préférable d'appliquer la force F_3 à l'angle 0.

Alternativement à l'examen analytique, il sera également possible de procéder à un examen graphique de l'équilibre des forces. Dans ce but, toutes les trois forces seront d'abord tracées avec leurs valeurs et leurs angles respectifs en partant du point central d'application. Les forces F_2 et F_3 seront ensuite déplacées parallèlement jusqu'à ce que le point initial se trouve à l'extrémité du vecteur précédent. Le résultat attendu est le vecteur résultant 0 (voire l'illustration 3). Dans cet essai expérimental, ce phénomène sera observé pour trois forces différentes quelconques maintenant l'équilibre, l'examen analytique se limite au cas spécial où les deux forces F_1 et F_2 sont symétriques par rapport à F_3 .

EVALUATION

Dans le cas symétrique ($F_1 = F_2$ et $\alpha_1 = -\alpha_2$), l'équation (4) est trivialement satisfaite. L'équation (3) permet d'obtenir l'équation de détermination pour la force totale, utilisée dans l'illustration 4 afin de décrire les données de mesure :

$$F = 2 \cdot F_1 \cdot \cos \alpha_1$$

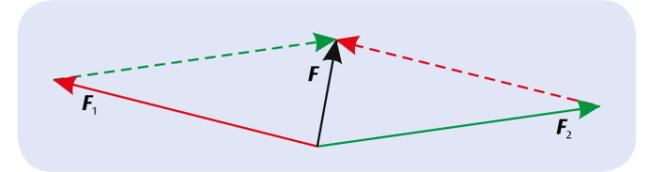


Fig. 1 Addition vectorielle de forces (parallélogramme des forces)

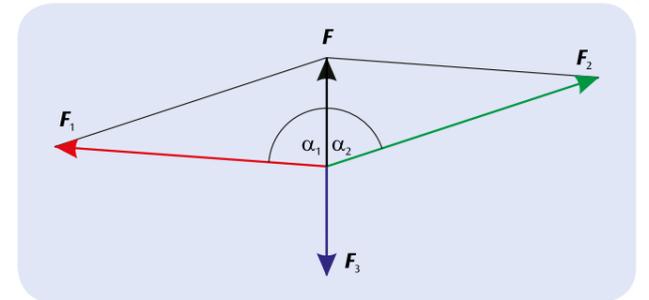


Fig. 2 Détermination de la somme vectorielle de deux forces F_1 et F_2 à partir de la force F_3 maintenant l'équilibre

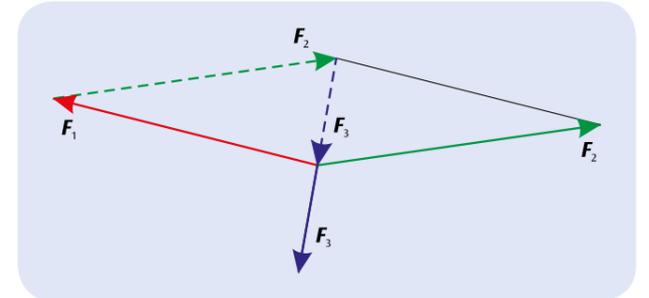


Fig. 3 Examen graphique de l'équilibre de trois forces différentes à orientation quelconque

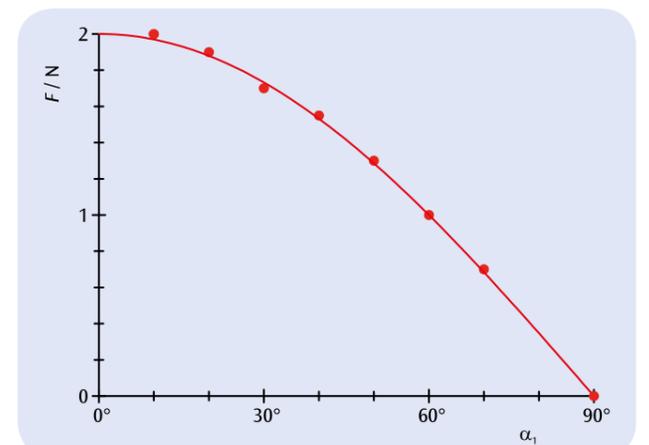


Fig. 4 Somme mesurée et calculée de deux forces symétriques en fonction de l'angle d'ouverture α_1