



PRÉ-REQUIS

- La notion de force.
- Les effets d'une force sur un objet.
- La représentation d'une force (point d'application, direction, sens, intensité).
- Les unités de mesure de la force (Newton).



OBJECTIF D'APPRENTISSAGE

À la fin de cette leçon, l'élève sera capable de :

- ✓ Connaître la condition d'équilibre d'un solide soumis à l'action de deux forces.
- ✓ Appliquer la condition d'équilibre dans des situations simples.



SITUATION DE DÉPART

Pendant la récréation,
Yassine arrive à équilibrer
un ballon sur sa tête sans
qu'il tombe.

Son ami **Khalid** essaye
plusieurs fois, mais
il n'y arrive pas.

Khalid pose alors
la question :

**Pourquoi le ballon
est-il en équilibre ?**



PROBLÉMATIQUE

*Quelles sont les conditions nécessaires pour qu'un solide
soumis à l'action de deux forces soit en équilibre ?*



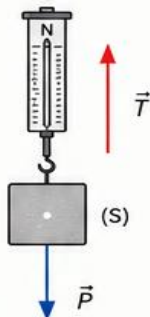
I. OBSERVATION ET CONSTAT

Un solide suspendu à un dynamomètre reste immobile.

Le solide (S) est soumis à deux forces :

- son poids $\vec{P}$ exercé par la Terre (vertical vers le bas).
- la tension $\vec{T}$ exercée par le dynamomètre (verticale vers le haut).

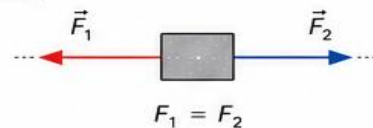
Le solide reste immobile : il est en équilibre.



II. DÉFINITION

Un corps solide soumis à l'action de deux forces est en équilibre si et seulement si ces deux forces sont :

- COLINÉAIRES (même droite d'action)
- DE SENS OPPOSÉS
- DE MÊME INTENSITÉ

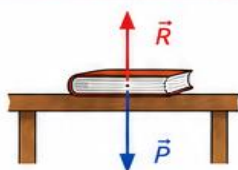


Remarque

Si l'une de ces trois conditions n'est pas vérifiée, le solide n'est pas en équilibre.

III. APPLICATIONS – EXEMPLES

1. Livre posé sur une table



- ✓ Forces colinéaires
- ✓ De sens opposés
- ✓ De même intensité

Le livre est en équilibre.

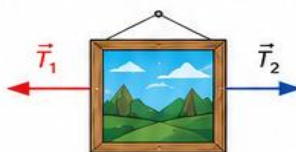
2. Lampe suspendue au plafond



- ✓ Forces colinéaires
- ✓ De sens opposés
- ✓ De même intensité

La lampe est en équilibre.

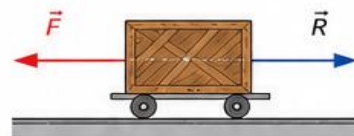
3. Tableau accroché au mur



- ✓ Forces colinéaires
- ✓ De sens opposés
- ✓ De même intensité

Le tableau est en équilibre.

4. Tirer une caisse sur un sol horizontal



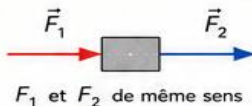
- ✓ Forces colinéaires
- ✓ De sens opposés
- ✓ De même intensité

La caisse se déplace à vitesse constante (mouvement rectiligne uniforme).

IV. CAS PARTICULIERS

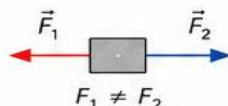
1 Forces de même sens

Les deux forces ont même direction et même sens. Le solide n'est **pas** en équilibre.



2 Forces de sens opposés mais d'intensités différentes

Les forces sont colinéaires et de sens opposés mais d'intensités différentes. Le solide n'est **pas** en équilibre.



⚠ À RETENIR

Un corps solide soumis à l'action de deux forces est en équilibre si et seulement si ces forces sont :

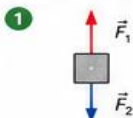
- ♦ colinéaires (même droite d'action)
- ♦ de sens opposés
- ♦ de même intensité

Dans ce cas, le solide reste immobile ou se déplace en ligne droite avec une vitesse constante.

V. EXERCICES D'APPLICATION

Exercice 1 :

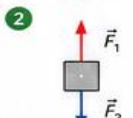
Pour chacun des systèmes suivants, dire si le solide est en équilibre. Justifier.



$$F_1 = 20 \text{ N}$$

$$F_2 = 20 \text{ N}$$

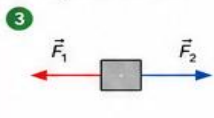
Réponse :



$$F_1 = 15 \text{ N}$$

$$F_2 = 25 \text{ N}$$

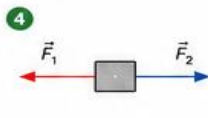
Réponse :



$$F_1 = 30 \text{ N}$$

$$F_2 = 30 \text{ N}$$

Réponse :



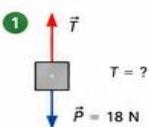
$$F_1 = 25 \text{ N}$$

$$F_2 = 15 \text{ N}$$

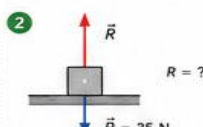
Réponse :

Exercice 3 :

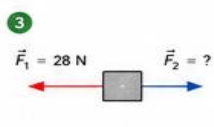
Calculer la valeur de la force manquante pour que le solide soit en équilibre.



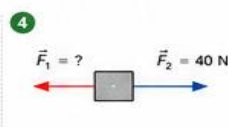
Réponse : N



Réponse : N



Réponse : N



Réponse : N

Exercice 2 :

Compléter les phrases suivantes.

- Un solide soumis à deux forces est en équilibre si ces forces sont
- Si les deux forces ont le même sens, le solide
- Si les deux forces sont colinéaires, de sens opposés et de même intensité, le solide

Exercice 4 :

Dans chaque situation, indiquer les forces qui s'exercent sur le solide et dire si le solide est en équilibre.



Équilibre :



Équilibre :



Équilibre :



Équilibre :

ACTIVITÉS DE COURS – ÉQUILIBRE DU CORPS SOLIDE

SOMMIS À L'ACTION DE DEUX FORCES

Problématique : Dans quelles conditions un corps solide soumis à deux forces est-il en équilibre ?

DÉMARCHE D'INVESTIGATION

- SITUATION-PROBLÈME**
On suspend un solide à l'aide de deux dynamomètres.
Quand le solide reste immobile ?
- HYPOTHÈSES**
Émettre des hypothèses sur les conditions d'équilibre.
- EXPÉRIMENTATION**
Réaliser des expériences en faisant varier :
 - les directions des forces
 - leurs sens
 - leurs intensités
- OBSERVATIONS – RÉSULTATS**
Noter les observations et comparer les cas où le solide est en équilibre et ceux où il ne l'est pas.
- INTERPRÉTATION – CONCLUSION**
Dégager les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.
- RÉINVESTISSEMENT**
Appliquer la conclusion à des situations concrètes et résoudre des exercices.

EXEMPLES D'ACTIVITÉS ET D'EXPÉRIENCES

Expérience 1 : Deux forces colinéaires



Cas A :
Même droite d'action,
sens opposés, mêmes
intensités ($F_1 = F_2$)

Le solide est en équilibre.



Cas B :
Même droite d'action,
sens opposés, intensités
différentes ($F_1 \neq F_2$)

Le solide n'est pas
en équilibre.



Cas C :
Même sens (F_1 et F_2)
dans le même sens

Le solide n'est pas
en équilibre.

Expérience 2 : Deux forces non colinéaires



Cas D : Forces non
colinéaires

Le solide n'est pas
en équilibre.



Cas E : Forces colinéaires ?
Non.
Même intensité mais
non colinéaires.

Le solide n'est pas
en équilibre.

Exemple de la vie quotidienne

• Lampe suspendue à deux
fils : en équilibre si les
deux tensions sont
colinéaires, de sens
opposés et de même
intensité.



• Pont suspendu (câble) :
chaque élément du câble
est soumis à deux forces
opposées.



CONCLUSION – RÉSULTAT À RETENIR

Un corps solide soumis à l'action de deux forces est en équilibre si et seulement si ces deux forces sont :

- ✓ colinéaires (même droite d'action),
- ✓ opposées (sens contraires),
- ✓ de même intensité.

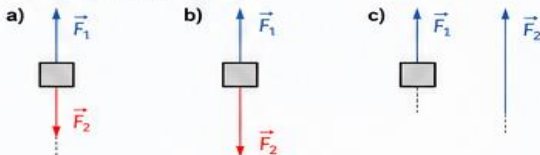


$\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ colinéaires
 $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ de sens opposés
 $F_1 = F_2$

EXERCICES D'APPLICATION

1 Vrai ou faux ? Justifier.

Indiquer si le solide est en équilibre.
Justifier votre réponse.



2 Conditions d'équilibre.

Compléter les pointillés.

Un solide soumis à deux forces
est en équilibre si :
– les deux forces sont
– elles ont des sens
– leurs intensités sont

3 Calcul d'intensité.

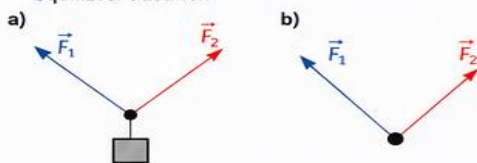
Un solide est en équilibre sous l'action de
deux forces colinéaires et opposées.
Si l'une des forces a une intensité de 12 N,
quelle est l'intensité de l'autre force ?

Réponse :



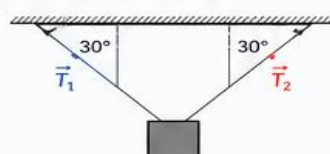
4 Analyse de situations.

Pour chaque situation, dire si le solide est en
équilibre. Justifier.



5 Application numérique.

Un objet est suspendu à l'aide de deux fils
comme indiqué ci-dessous. Les tensions
dans les fils sont T_1 et T_2 .
Le système est en équilibre et $T_1 = 15$ N.
Quelle est la valeur de T_2 ?



Réponse :

6 Situation de modélisation.

Une planche de masse négligeable est
soumise à deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ appliquées
à ses extrémités.



- Quelles sont les conditions pour que la
planche soit en équilibre ?
- Si $F_1 = 8$ N et que la planche est en
équilibre, quelle est F_2 ?

Réponses : a)
b)

À RETENIR

L'équilibre sous l'action de deux forces est une situation particulière simple mais fondamentale :
elle sert de base pour comprendre des situations plus complexes (poids-réaction, tensions, câbles, etc.).

1 ÉQUILIBRE DU CORPS SOLIDE SOUMIS À L'ACTION DE DEUX FORCES

1. RAPPEL - DÉFINITION

Un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces si et seulement si ces deux forces sont :

- ✓ colinéaires (même droite d'action),
- ✓ de sens opposés,
- ✓ de même intensité.

Dans ce cas : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$
(le solide ne bouge pas)

Représentation



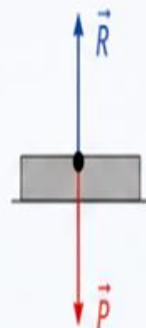
$\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ colinéaires, de sens opposés
et $F_1 = F_2 \rightarrow$ le solide est en équilibre.

2. EXEMPLES

Exemple 1 : Livre posé sur une table



- Poids du livre $\vec{P}$ (vers le bas)
- Réaction normale de la table $\vec{R}$ (vers le haut)



$\vec{P}$ et $\vec{R}$ sont colinéaires, de sens opposés et $P = R$.
Le livre est en équilibre.

Exemple 2 : Lampe suspendue



- Poids de la lampe $\vec{P}$ (vers le bas)
- Tension du fil $\vec{T}$ (vers le haut)



$\vec{T}$ et $\vec{P}$ sont colinéaires, de sens opposés et $T = P$.
La lampe est en équilibre.

Exemple 3 : Tirer un objet sans mouvement



- Force exercée par la personne $\vec{F}$ (vers la droite)
- Force de frottement du sol $\vec{f}$ (vers la gauche)



$\vec{F}$ et $\vec{f}$ sont colinéaires, de sens opposés et $F = f$.
Le caisson reste immobile.

3. CONDITION D'ÉQUILIBRE (2 FORCES)

Pour qu'un solide soumis à deux forces soit en équilibre, il faut et il suffit que :

- 1 Les deux forces aient la même droite d'action.
- 2 Les deux forces aient des sens opposés.
- 3 Les deux forces aient la même intensité.

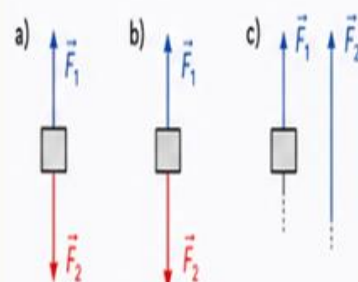
Remarque :

Si une seule des trois conditions n'est pas vérifiée, le solide n'est pas en équilibre.

4. EXERCICES D'APPLICATION

Exercice 1

Pour chaque cas ci-dessous, dire si le solide est en équilibre. Justifier.



a) b) c)

Exercice 2

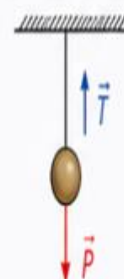
Un solide est en équilibre sous l'action de deux forces colinéaires et opposées. L'une des forces a une intensité de 15 N. Quelle est l'intensité de l'autre force ?



Réponse :

Exercice 3

Un objet de poids $P = 8$ N est suspendu à un fil vertical et reste immobile. Quelle est la tension du fil ?



Réponse :



À retenir

L'équilibre sous l'action de deux forces est une situation simple mais fondamentale. Elle sert de base pour comprendre des situations plus complexes (poids-réaction, tensions, câbles, etc.).