

Forces - Interactions

Ce qu'il faut savoir sur...

1

la définition d'une action mécanique

On observe l'effet dynamique d'une action quand il y a modification de la valeur et/ou de la direction de la vitesse de l'objet. La mise en mouvement d'un objet immobile, l'augmentation de sa vitesse (accélération), ou au contraire sa diminution (freinage), la modification de la trajectoire, sont des conséquences d'actions mécaniques. (fig. 1)

L'effet statique de plusieurs actions exercées sur un objet se manifeste par l'équilibre de cet objet et/ou par sa déformation.

Une action mécanique est une cause capable de modifier le mouvement d'un objet ou de provoquer une déformation de cet objet.

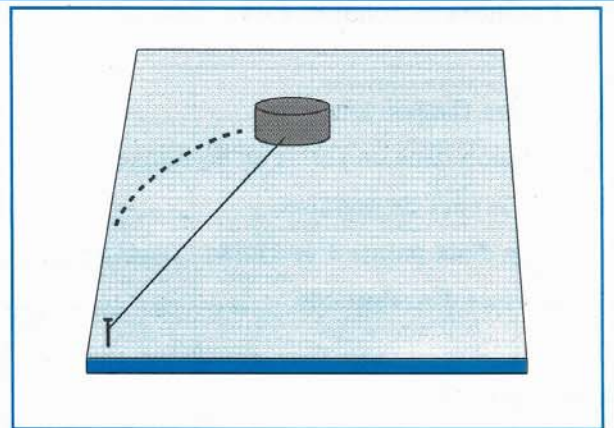


Fig. 1. Effet dynamique d'une action mécanique. L'action du fil élastique sur le mobile auto-porteur modifie à chaque instant la direction et la valeur de la vitesse. Cette action est une force de tension, qui s'exerce au point d'attache du fil.

2

les différents types d'actions mécaniques

a) Action de contact et action à distance

Les actions à distance s'exercent sans qu'il y ait contact entre l'auteur de l'action et le receveur. Les principaux types d'actions à distance sont les interactions électriques, magnétiques, ou de gravitation. (fig. 2) Les interactions de frottement, les forces pressantes ou la force de traction d'un câble sont des exemples d'actions de contact.

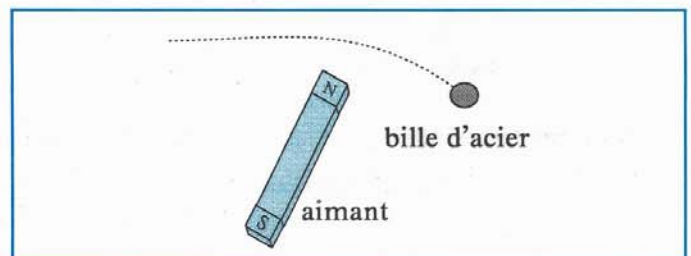


Fig. 2 Action mécanique à distance.

Quand elle passe en son voisinage, la trajectoire de la bille d'acier, initialement rectiligne, se courbe vers l'aimant. La bille subit une action magnétique attractive exercée à distance par l'aimant.

b) Actions localisées et actions réparties

Les actions localisées s'exercent en un point déterminé de l'objet receveur : par exemple la traction d'un fil.

Les actions réparties s'exercent en tout point d'une surface ou d'un volume, c'est le cas des forces pressantes, des forces de frottement ou des forces de gravitation.

On distingue les actions à distance des actions de contact et les actions localisées des actions réparties.

3 la modélisation d'une force par un vecteur

a) Une action mécanique localisée est une force, exercée par un auteur A sur un objet B, et caractérisée par :

- une droite d'action qui est la direction suivant laquelle elle agit ;
- un sens ;
- une intensité dont la valeur s'exprime en newton (N) et qui est mesurée à l'aide d'un dynamomètre ;
- un point d'application I.

Une force est donc représentée par un vecteur force (I, $\vec{F}_{A/B}$) :

- de direction celle de la force ;
- orienté dans le sens de la force ;
- de longueur proportionnelle à l'intensité ;
- d'origine confondue avec le point d'application. (fig. 3)

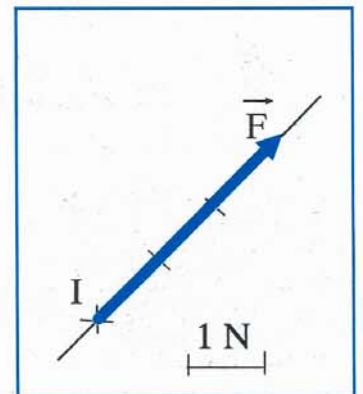


Fig. 3 Représentation d'un vecteur force.

Compte tenu de l'échelle, la force représentée a une intensité $F = \|\vec{F}\| = 3 \text{ N}$.

b) Pour les actions réparties, on définit également un vecteur force qui représente la résultante des actions.

4 le principe des actions réciproques

a) On constate qu'à une action mécanique d'un système A sur un système B est toujours associée une action réciproque de B sur A; on dit qu'il y a interaction entre les objets A et B (fig.4).

b) *Enoncé du principe des interactions.*

Quand un objet A exerce une force $\vec{F}_{(A/B)}$ sur un objet B, B exerce simultanément sur A une force $\vec{F}_{(B/A)}$ opposée à $\vec{F}_{(A/B)}$. Les deux interactions vérifient donc la relation :

$$\vec{F}_{(A/B)} = - \vec{F}_{(B/A)}$$

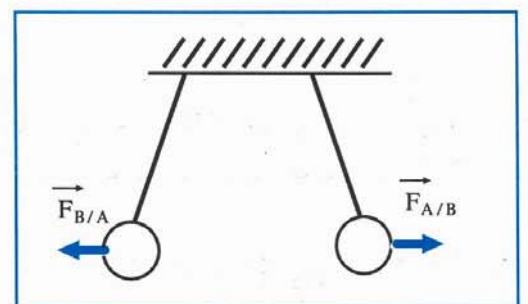


Fig. 4. Interactions à distance.

Des interactions électriques répulsives s'exercent à distance entre deux pendules électrostatiques porteurs de charges électriques de même signe; elles vérifient le principe des actions réciproques.

Tests

Vérifiez vos connaissances sur...

1 les effets des actions mécaniques

Analysez et distinguez les effets des différentes actions mécaniques mises en oeuvre entre un archer, son arc et la flèche décochée.

2 la distinction des différents types d'interaction

Caractériser les actions mécaniques suivantes : (localisées ; réparties ; de contact ; à distance).

- Action de l'air sur une aile d'avion;
- Action d'un aimant sur une bille d'acier;
- Action de la Terre sur un satellite;
- Action de la neige sur une planche de surf;
- Action de la corde d'un arc sur la flèche.

3 les caractéristiques d'une action mécanique

Complétez le texte suivant :

“ Une action mécanique est caractérisée par :

- une ..., appelée aussi droite ... ;
- un ... ;
- une ... dont la valeur s'exprime en ... ;
- un ... si elle est localisée.

4 la modélisation d'une action mécanique

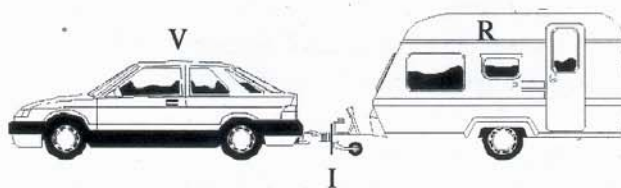
- Comment désigne-t-on une action mécanique localisée ?
- Quelle est la notion mathématique qui permet de la représenter ? Préciser ses caractéristiques en fonction de celles de l'action représentée.

5 le calcul de la longueur d'un vecteur-force

Une force a une intensité égale à 5 N. Quelle est la longueur du vecteur représentatif si l'échelle est de 1 cm pour 2 N ?

6 la désignation et la représentation d'une interaction de contact

- Utilisez la notation $\vec{F}_{(A/B)}$ pour désigner les forces en interaction au point I.
- Représentez ces forces sur le schéma.



7 la désignation et la représentation d'une interaction à distance

- Utilisez la notation $\vec{F}_{(A/B)}$ pour désigner les interactions entre les deux pôles d'aimants.
- Représentez ces forces sur le schéma.
- Même question en retournant un aimant.



8 l'expression du principe des interactions

- Reprenez les énoncés des exercices 6 et 7 et écrivez la relation qui lie les forces en interaction.
- Rappelez les caractéristiques comparées de ces deux forces en interaction.

9 les phénomènes de propulsion et de freinage

Expliquez comment interviennent les forces de frottements entre la roue et le sol dans les différentes phases du mouvement d'une moto.

- Pour la roue arrière pendant la phase d'accélération.
- Pour la roue avant pour la phase de freinage.

Exercices

Appliquez vos connaissances

10 Etude d'une trajectoire



Une bille d'acier roule sur un plan horizontal, et passe au voisinage de deux barreaux aimantés. Observez la trajectoire de la bille et positionnez correctement les deux aimants.

11 Analyse du mouvement d'un mobile

Un mobile autoporteur, fixé par un fil élastique en un point fixe O, a été lancé sur un plan horizontal.



A partir de l'analyse de l'enregistrement de son mouvement, indiquez entre quelles positions le fil élastique était tendu.

12 Choix d'une échelle de représentation

Soit les échelles : $1 \text{ cm} \triangleq 1 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 5 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 10 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 50 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 100 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 500 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 10^3 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 5 \cdot 10^3 \text{ N}$; $1 \text{ cm} \triangleq 10^4 \text{ N}$.

Quelle échelle adopteriez-vous pour représenter sur votre feuille, avec un vecteur de longueur comprise entre 4 cm et 8 cm :

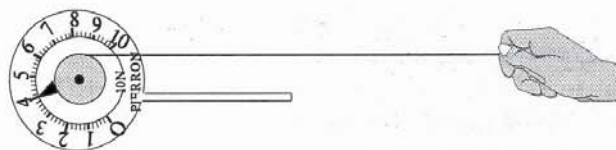
- une force d'intensité 8 N ;
- une force d'intensité 200 N ;
- une force d'intensité 600 N.

13 Le bilan des forces appliquées à un système donné



Nommez et représentez les forces qui s'exercent sur la bille d'acier.

14 La représentation des forces par un vecteur



Observez l'indication du dynamomètre et représentez la tension $\vec{T}$ exercée par le fil en prenant pour échelle 1 cm pour un newton.

15 Exercice résolu

Représentez distinctement sur un schéma les interactions entre le pied d'un marcheur et le sol.

Solution

a) L'action du marcheur sur le sol est une force de poussée $\vec{F}_{(M/S)}$ dirigée vers le bas et vers l'arrière.

b) D'après le principe des interactions, le sol exerce au niveau de la surface de contact une force $\vec{R}$ opposée à $\vec{F}$.

c) L'action du sol sur le pied est donc une force $\vec{R}_{(S/M)}$ dirigée vers le haut et vers l'avant.

