

Chapitre P5 : Les forces

I) Qu'est-ce qu'une force ?

I-1) Définition :

Voir TP atelier 7 du TP.

Définition :

Une force est toute action capable de modifier le mouvement d'un corps ou de le déformer.

Il existe deux types de forces :

- Les forces de contact : qui ne sont possibles que s'il y a contact entre deux corps différents. (exemple : force exercée par un ressort sur un solide)
- Les forces à distance : qui ne nécessitent pas que les objets soient en contact pour être en interaction. (ex : force de gravitation, forces électromagnétiques ...).

I-2) Modélisation d'une force :

Une force peut-être modélisé par un vecteur, que l'on appelle le vecteur force, et qui a les caractéristiques suivantes :

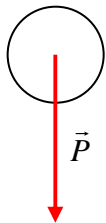
- Direction : celle de l'action qu'elle modélise
- Sens : celui de l'action qu'elle modélise
- Norme : l'intensité exprimée en Newton de la force.

II) Quelques exemples de forces :

II-1) Le poids :

Activité :

Calculer le poids d'une bille d'acier de masse $m = 100\text{g}$. Représenter le vecteur force sur un schéma.



$$P = m \times g = 0,100 \times 9,81$$
$$P = 9,81 \cdot 10^{-1} \text{ N}$$

Le poids \vec{P} d'un objet modélise une action à distance : il s'agit de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur tout objet placé à sa surface (ou dans son voisinage immédiat).

Caractéristiques du poids :

- Point d'application : le centre de gravité du solide
- Direction : Droite toujours verticale
- Sens : Toujours du haut vers le bas
- Valeur : $P = m \times g$; avec m la masse du corps en kg, et g intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Remarque : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

II-2) La poussée d'Archimède :

Pourquoi les bateaux flottent-ils sur la mer ?

Fiche activité : Poussée d'Archimède

Correction :

1. Poids de l'iceberg :

$$P = m \times g \quad \text{or} \quad m = \rho_{\text{glace}} \times V \quad \text{et} \quad V = \pi \times R^2 \times h$$

On en déduit donc que : $P = \rho_{\text{glace}} \times \pi \times R^2 \times h$

$$\text{Soit } P = 917 \times \pi \times 3^2 \times 12 = \underline{\underline{3 \cdot 10^6 \text{ N}}}$$

- On prend comme échelle 1cm pour 1.10^6N , on trace un vecteur vertical de 3 cm de longueur à partir du centre de gravité de l'iceberg et qui pointe vers le bas.
- Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de masse du volume de l'iceberg immergé dans l'eau. Soit un point situé à 5,5m de hauteur au centre de l'iceberg.
- Calcul de l'intensité de la poussée d'Archimède :

$$F_A = m_f \times g \quad \text{or} \quad m_f = \rho_{\text{eau}} \times V_f \quad \text{avec } V_f = \pi \times R^2 \times h'$$

$$\text{Soit : } F_A = \rho_{\text{eau}} \times \pi \times R^2 \times h' \times g = 1000 \times \pi \times 3^2 \times 11 \times 9.81 = \underline{\underline{3.10^6\text{N}}}$$

La poussée d'Archimède \vec{F}_A est la somme vectorielle des forces de pression qu'exerce un fluide sur la surface du corps immergé dans ce fluide.

La poussée d'Archimède a les caractéristiques suivantes :

- Point d'application : le centre de gravité Gf du fluide déplacé
- Direction : Droite toujours verticale
- Sens : Toujours du bas vers le haut
- Valeur : $F_A = m_f \times g$ ou m_f est la masse du volume de fluide déplacé.

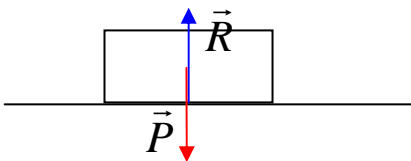
Conclusion :

Un corps immergé dans un fluide (gaz ou liquide) subit la **poussée d'Archimède**. Le vecteur force associé est **l'opposé du poids du fluide déplacé** par le corps immergé :

$$\vec{F}_A = -\vec{P}_{\text{fluide déplacé}}$$

II-3) Réaction d'un support :

Exemple : mobile sur un plan incliné

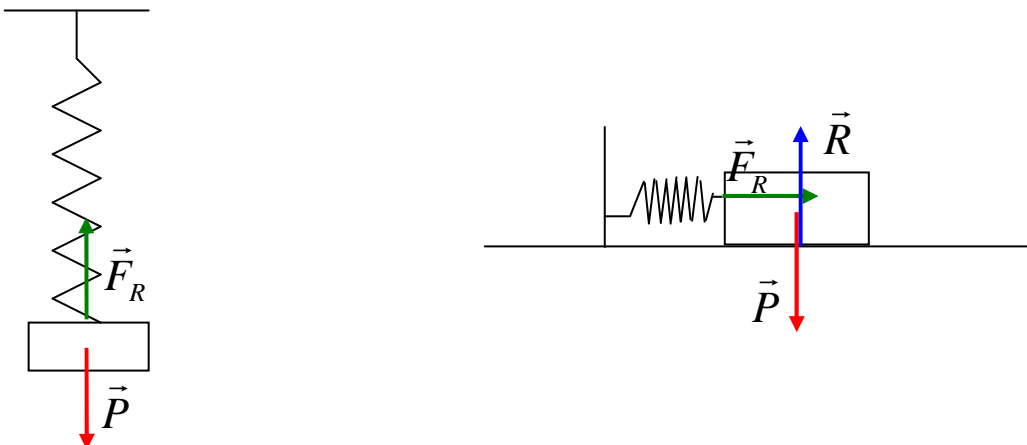


Le support sur lequel repose le solide exerce une force \vec{R} , dite réaction du support, et dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Point d'application : point de contact entre le solide et le support (que l'on assimile au centre de la surface de contact entre le solide et son support)
- Direction : perpendiculaire au support.
- Sens : opposé au sens de la force qu'exerce le solide sur le support (en général le poids du solide).

II-4) Force de rappel d'un ressort:

Exemple : masse accrochée à un ressort

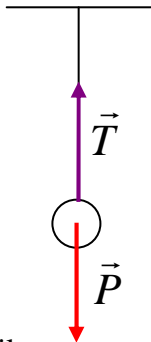


Le ressort étiré exerce une force \vec{F} sur la masse suspendue que l'on appelle force de rappel et dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Point d'application : point de contact entre la masse et le ressort.
- Direction : la même que le ressort.
- Sens : si le ressort est étiré, le sens est celui de la masse vers le ressort. Si le ressort est comprimé, le sens est celui du ressort vers la masse.

II-5) Force exercée par un fil ou un câble :

Exemple : masse suspendue à un fil



Le fil exerce sur la bille une force que l'on appelle couramment la tension du fil, et dont les caractéristiques sont les suivantes.

- Point d'application : point de contact entre le fil et la bille.
- Direction : celle du fil
- Sens : de l'extrémité en contact avec la bille vers l'autre extrémité du fil.

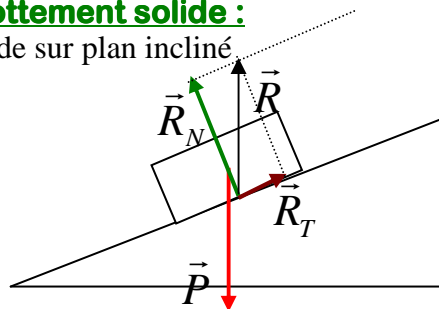
II-6) Force de frottement fluide :

Lorsqu'un solide est en mouvement dans un fluide (gaz ou liquide), il s'ajoute à la poussée d'Archimède, une force liée aux frottements visqueux du solide avec le fluide. Cette force a pour caractéristiques :

- Point d'application : centre de gravité du solide
- Direction : celle du vecteur vitesse
- Sens : toujours opposé au vecteur vitesse

II-7) Force de frottement solide :

Activité élève : solide sur plan incliné



En plus de la réaction du support, le contact entre le solide et le support entraîne une force de frottement solide qui s'exerce sur le solide et qui s'oppose à son mouvement. Les caractéristiques de cette force sont les suivantes :

- Point d'application : point de contact entre le solide et le support. (que l'on suppose au milieu de la surface de contact entre le solide et le support)
- Direction : parallèle au support (ou celle du vecteur vitesse si le mobile est en mouvement).
- Sens : toujours de sens opposé à celui du vecteur vitesse (s'oppose au mouvement du solide).

Remarque : cette force de frottement étant liée au support, on l'inclus bien souvent dans la réaction support et on décompose ainsi la réaction du support en deux composantes :

- La composante normale \vec{R}_n : qui est liée à la simple réaction du support sans tenir compte des frottements solides, et qui est donc la force définie au II-3)

- La composante tangentielle \vec{R}_t : qui est liée aux frottement solides.

La réaction du support est donc définie comme la somme vectorielle de ces deux composantes :

$$\vec{R} = \vec{R}_t + \vec{R}_n$$

Exercice 24 p 73

III) Quelle est la condition pour qu'un solide soit en position d'équilibre ?

Activité du manuel p 58.

Correction :

- Pour qu'un solide soit en position d'équilibre il est absolument nécessaire que la somme vectorielle des forces appliquées à ce solide soit nulle.
- Il est possible d'un solide se mette en mouvement bien que la somme vectorielle des forces qui s'y appliquent soit nulle.
- Si le solide est soumis à **deux** forces, il est non seulement nécessaire que la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le solide soit nulle, mais il faut également que les deux forces aient la même droite d'action.
Si le solide est soumis à **trois** forces ou plus, il est nécessaire en plus d'une somme vectorielle nulle des forces, que les droites d'actions de toutes les forces se coupent en un même point. On dit alors que les forces sont concourantes.
- voir cours

Condition d'équilibre d'un solide :

Un solide est en **position d'équilibre**, si toutes les forces qui s'exercent sur lui répondent aux deux conditions suivantes :

- leurs droites d'actions doivent toutes se croiser en un même point (**forces concourantes**)
- **la somme vectorielle des forces doit être nulle.**

IV) Les effets d'une force :

4-1) Modification de la vitesse du centre d'inertie d'un solide :

Voir TP 3 physique atelier n°7

Nous avons vu en TP qu'une **force pouvait modifier la vitesse et la trajectoire d'un solide en mouvement.**

4-2) Mise en rotation d'un objet :

Exemple de la porte

La porte est un bel exemple de rotation autour d'un axe fixe. Observer l'axe de rotation d'une porte. On montre qu'il est impossible de mettre en rotation la porte en exerçant une force dont la droite d'action est parallèle au plan contenant l'axe de rotation de la porte.

On montre ensuite que si la droite d'action de la force ne coupe pas l'axe de rotation de la porte, alors la porte se met en mouvement de rotation.

A retenir :

Pour mettre un solide en rotation autour d'un axe fixe, un observateur doit lui appliquer au moins une force dont la droite d'action ne doit ni couper l'axe de rotation du solide ni être parallèle à cet axe.

4-3) Déformation d'un objet :

Sous l'effet de deux forces, un solide peut-être déformé sans qu'il n'acquière un mouvement.