

Notions de force.

1- Mise en évidence d'une force.

1-1 Effets dynamiques.

1.1-1 Mouvement d'un corps

L'application d'une force peut se traduire par :

- ⇒ La mise en mouvement d'un objet : le joueur lance la balle.
- ⇒ La modification du mouvement d'un corps : le goal dévie le ballon.

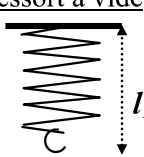
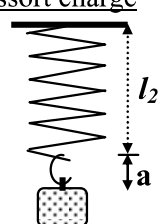
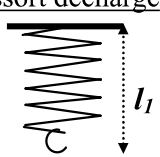
1.1-2 Chute d'un objet

Un objet, abandonné à lui-même, tombe : il va vers la terre. Un objet tombe sous l'effet de son poids : la force d'attraction exercée par la terre sur l'objet. c'est une force de pesanteur.

1-2 Effets statiques

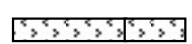
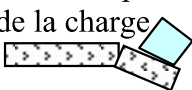
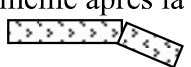
Une force peut engendrer une déformation qui peut être :

1.2-1 Une déformation élastique

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p><u>Ressort à vide</u></p>  | <p><u>Ressort chargé</u></p>  | <p><u>Ressort déchargé</u></p>  | <ul style="list-style-type: none"> - Soit un ressort de longueur l_1 à vide - Chargé, il s'allonge de a ; cet allongement qui traduit une déformation est $a = l_2 - l_1$ - déchargé, il reprend sa longueur initiale l_1 : c'est un corps élastique |
|--|---|--|---|

La déformation de ce corps élastique est due à une force : le poids de la charge

1.2-2 Une déformation plastique

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p><u>Objet plastique</u></p>  | <p><u>Effet du poids intense de la charge</u></p>  | <p><u>La déformation reste même après la charge</u></p>  | <p><u>L'application d'une force trop intense sur l'objet se traduit par une déformation définitive</u></p> |
|---|---|---|--|

Exemples : Un grain moulu, une pâte à modeler façonnée...

2 Définition de la force

2-1 Définition statique.

Une force est toute cause capable de modifier l'état de repos ou de mouvement d'un corps ou de déformer le corps lui-même.

N.B. Quand on parle de **force**, il y a toujours **deux corps** : celui qui **l'exerce** et celui qui **la subit**.

2-2 Les deux types de forces.

2.1-1 Les forces de contact

La force est une force de contact quand le corps qui l'exerce et celui qui la subit sont en contact direct.

Exemples : Force musculaires, forces de traction, forces de freinage, forces pressantes ...

2.1-2 Forces à distance

Une force à distance existe quand le corps qui l'exerce et celui qui la subit sont distants : ils n'ont aucun contact direct. Exemples : la force de pesanteur : le poids du corps, la force magnétique, les forces électrostatiques...

3 Les caractéristiques d'une force

3-1 Le point d'application de la force.

Le **point d'application** d'une force est le point de l'objet sur lequel elle agit. Il correspond :

- ⇒ au **point de contact** pour les forces de contact
- ⇒ au **centre d'inertie** de l'objet pour les forces à distance.

3-2 La droite d'action de la force.

La **droite d'action** est la droite suivant laquelle la force agit.
Elle est toujours dans une direction donnée.

N.B. : Il existe trois directions : horizontale, oblique et verticale

3-3 Le sens de la force

Le **sens** d'une force est le sens du mouvement que produirait la force si elle agissait seule.
Le **sens** est une orientation.

3-4 L'intensité de la force.

L'**intensité** de la force est sa valeur numérique exprimée en unités de force. On la détermine avec le **dynamomètre**.

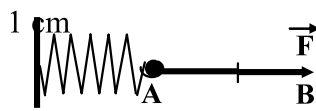
N.B. : L'unité internationale de force est le **newton (N)**

4 - Représentation graphique d'une force.

Exemple pratique

Représenter la force d'intensité 5N exercée horizontalement sur l'extrémité libre d'un ressort couché sur un plan.

Echelle : 2,5 N →



La représentation est le vecteur
(d'origine A et d'extrémité B)

$$\vec{F} = \overrightarrow{AB}$$

La force est une grandeur vectorielle : elle a les mêmes caractéristiques que le vecteur. Elle est représentée par le vecteur. On la note par une lettre surmontée d'une flèche

Exemples \vec{F} \vec{f} \vec{P} \vec{T}

N.B. Sans la flèche, la notation (la lettre sans la flèche) représente l'intensité de la force.

Exemples : F ; f ; P ; T...

Equilibre d'un solide soumis à l'action de deux forces.

Situation - problème

Deux groupes d'enfants A et B composés du même nombre d'éléments, jouent à s'attirer chacun un cerceau dans son camp. Ils exercent leurs forces respectives par l'intermédiaire de deux cordes nouées au cerceau dont le poids est négligeable devant les forces appliquées. Ils constatent que la victoire d'un groupe n'est possible qu'avec la défection d'un élément de l'autre groupe.

1 Pourquoi la défection d'un élément d'un groupe entraîne-t-elle la victoire de l'autre ?

2 Sans une défection, comment est le cerceau ?

3 Comparer, à l'aide du tableau d'inventaire, les deux forces appliquées à ce cerceau.

1 - Notions d'équilibre

1-1 Exemples

⇒ Le cycliste, sur son vélo, est en équilibre : il est immobile par rapport à celui-ci.

⇒ Pour le receveur, le chauffeur du bus est en équilibre : il est immobile par rapport à lui.

⇒ Le cartable posé sur la table est en équilibre car il est immobile par rapport à celle-ci.

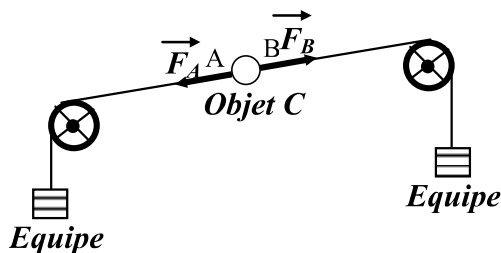
1-2 Définition de l'équilibre d'un solide.

Un solide est en équilibre quand il est immobile par rapport à un repère.

N.B. L'équilibre, comme le mouvement, est relatif à un repère.

2 - Conditions d'équilibre du solide soumis à deux forces.

2-1 Expériences



Le solide C est en équilibre : il est soumis à l'action de deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B

2 - Caractéristiques des deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B

2.1 Point d'application : Les deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B ont respectivement appliquées aux points A et B

2.2 Droite d'action : Les forces \vec{F}_A et \vec{F}_B agissent suivant la même droite (P,N). Elles ont la même droite d'action

2-3 Sens : Les forces \vec{F}_A et \vec{F}_B ont des sens opposés

2-4 Intensité : Les forces \vec{F}_A et \vec{F}_B ont la même intensité. $F_A = F_B$

N.B. Deux forces ayant mêmes droites d'actions, mêmes intensités et des sens opposés sont **des forces directement opposées**.

Conclusion :

Un solide, soumis à l'action de deux forces directement opposées, est en équilibre.

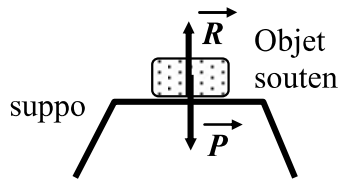
Remarque :

Deux forces sont opposées si elles ont même direction, même intensité et des sens opposés.

Des forces directement opposées sont des forces opposées et on note : $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$

3 - Exemples pratiques

3-1 Le corps soutenu



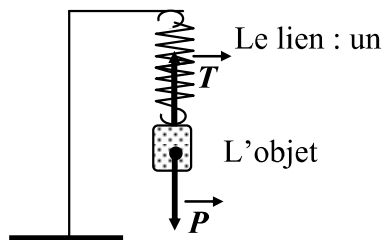
Un corps soutenu est en équilibre car son poids \vec{P} est directement opposé à la réaction \vec{R} du support.

Remarque :

L'équilibre d'un corps soutenu peut être :

- ⇒ **Stable** : Tout écartement de l'objet de sa position d'équilibre est suivi d'oscillations qui tendent à rétablir l'équilibre.
- ⇒ **Instable** : Un écartement de la position d'équilibre rompt cet équilibre.
- ⇒ **Indifférent** : Toute nouvelle position est une position d'équilibre.

3-2 Le corps suspendu.



L'objet suspendu est en équilibre car son poids \vec{P} est directement opposé à la tension \vec{T} du lien (le ressort)

Méthode conseillée.

Le tableau d'inventaire de forces est composé de cinq (5) colonnes pour respectivement la force, son point d'application, sa droite d'action, son sens et son intensité. Il permet une comparaison synoptique d'un ensemble de forces évitant ainsi les longues dissertations souvent très confuses.

Exemple : dresser le tableau d'inventaire des forces appliquées au corps suspendu ci-dessus.

| Caractéristiques Forces | Point d'application | Droite d'action | Sens | Intensité |
|----------------------------|------------------------|--------------------|------|-----------|
| Poids \vec{P} | | | | |
| Tension \vec{T} | | | | |

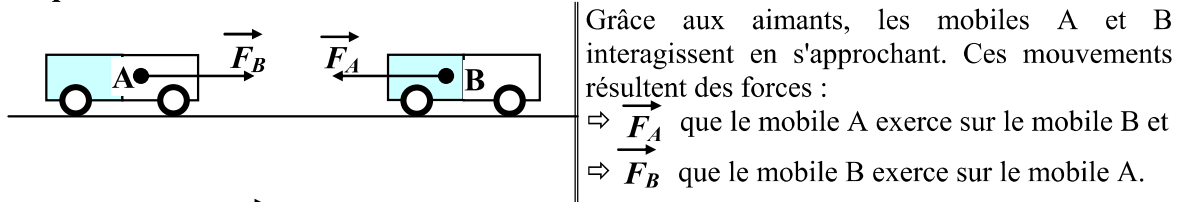
Principes des actions réciproques

Situation - problème

Au cours de la battue annuelle d'une région, des jeunes découvrent avec étonnement leur idole le grand chasseur Bouba évanoui à quelques mètres d'un gibier qu'il a abattu avec son fusil couché à ses côtés. Ils se posent alors les questions suivantes :

- 1) - Bouba a-t-il été victime de l'action du gibier ou de son fusil ?
- 2) - Comparer la force qui l'a assommé et celle qui a expédié la balle reçue par le gibier.
- 3) - Comment sont ces actions ?

1 – Expérience



Ces deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B sont des forces d'actions réciproques.

Caractéristiques des forces d'actions réciproques

Dresser le tableau d'inventaire des forces appliquées aux deux chariots ci-dessus.

| Caractéristiques Forces | Points d'application | Droites d'action | Sens | Intensité |
|----------------------------|----------------------|------------------|------|-----------|
| Action \vec{F}_A | | | | |
| Réaction \vec{F}_B | | | | |

Ce sont deux forces appliquées sur des **corps différents** et ayant mêmes intensités, mêmes droites d'actions et des sens opposés : Ce sont des forces directement opposées

N.B. Les forces d'interactions sont des forces directement opposées appliquées sur deux **objets différents** qui sont alors en mouvement

2 - Principe des actions réciproques.

Quand deux objets interagissent, l'action de l'un et la réaction de l'autre sont des **forces directement opposées**.

Remarque : L'action et la réaction sont des actions réciproques qui se produisent simultanément.

3 - Applications

Le principe des actions réciproques permet d'interpréter ou d'expliquer de nombreux phénomènes physiques parmi lesquels on peut citer :

- ⇒ La propulsion par réaction des avions et des fusées.
- ⇒ Le recul des armes à feu

Electrisation par frottement

Situation - problème

Dimanche, il est 16 h 30 min., Amadou saute de son lit et se rappelle que son équipe de quartier joue dans une quinzaine de minutes. Il constate avec amertume que son pantalon n'avait pas été repassé et se met aussitôt à l'œuvre avec empressement et maladresse. En portant ce pantalon, au repassage forcé, il sent une étreinte au niveau de ses jambes et se pose des questions.

Quel est l'origine de ce phénomène ?

Est-il lié au pantalon ou au repassage de celui-ci ?

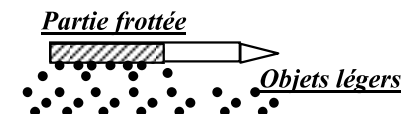
Pourquoi les cheveux de ses jambes se dressent-ils ?

1 - Interactions électriques

1-1 Expériences

Frottons un stylo à bille et approchons le d'objets légers (cendres de cigarette, petits morceaux de papiers ...)

On constate que la partie frottée du stylo attire les objets.



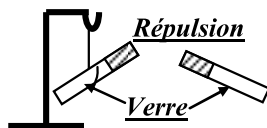
Le même phénomène explique :

- { Les cheveux qui se collent sur le peigne après usage.
- { La poussière recouvrant le disque joué
- { Les vêtements collant après repassage.

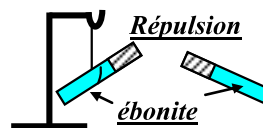
Conclusion :

Tout corps frotté s'électrise. L'électricité qui naît du frottement peut se manifester alors par l'apparition de forces.

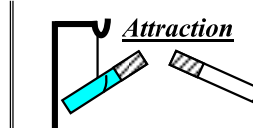
1-2 Attraction et répulsion.



Frottés dans les mêmes conditions les corps identiques se repoussent



Frottés dans les mêmes conditions les corps identiques se repoussent



Des corps différents frottés s'attirent

L'expérience montre qu'il n'existe que deux interactions entre des porteurs de charges électriques :

- { Ils se repoussent quand les électricités sont de même nature.
- { Ils s'attirent quand ils portent des électricités de natures différentes.

Conclusions :

Les interactions électriques montrent qu'il existe **deux sortes d'électricités** :

- { Une électricité **positive (+)** ; celle qui naît sur le verre frotté avec de la laine.
- { Une électricité **négative (-)** ; celle qui naît sur l'ébonite frotté avec de la fourrure.

2 - L'électricité.

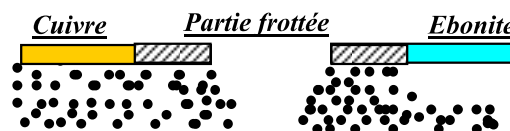
2-1 La charge électrique.

L'électricité est l'ensemble des charges électriques. Le porteur de charges électriques notées (**q**) est une grandeur mesurable dont l'unité est le **coulomb (C)**. La charge **q** du porteur, pouvant être positive (**+q**) ou négative (**-q**), est un multiple de la charge élémentaire (**e**) $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$$Q = n \cdot e$$

2-2 Conducteurs et isolants électriques.

Approchons un bâton de verre et un bâton de cuivre électrisés chacun sur une extrémité, d'objets légers répandus sur la table.



On constate que :

- ⌋ Le verre frotté n'attire les objets légers que sur sa partie frottée : C'est un **isolant électrique**.
- ⌋ Le bâton de cuivre attire les objets légers sur tout son corps même en dehors de la partie frottée : C'est un **conducteur électrique**.

Conclusion : L'expérience montre que :

- ⌋ Sur un **conducteur**, les charges électriques se déplacent.
- ⌋ Sur un **isolant**, les charges électriques restent immobiles.

3 - Interprétation de l'électrisation par frottement.

3-1 Structure de la matière : La matière est faite d'atomes.

3-2 Constitution d'un atome : Un atome est constitué :

- ⌋ d'un **noyau central** chargé positivement (+) dans lequel on trouve plusieurs particules (les nucléons) dont les **protons** qui sont des charges élémentaires positives notées $e^+ = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.
- ⌋ d'**électrons** qui sont des charges élémentaires négatives qui gravitent autour du noyau dans un désordre ordonné. On les note $e^- = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

N.B. Un atome, dans son état normal, est électriquement neutre. Il n'est pas porteur de charges électriques : le nombre de protons dans le noyau est égal au nombre d'électrons qui gravitent autour de ce noyau..

$$n \cdot e^+ = n \cdot e^-$$

3-2 Formation d'ions

En frottant une matière, ses atomes deviennent des porteurs de charges électriques par la perte ou le gain d'électrons.

| <u>Atomes</u> | <u>Bilan de l'échange électronique</u> | | <u>Ions</u> |
|---------------|--|----------------------------------|------------------------|
| | <u>Nombre d'électrons gagnés</u> | <u>Nombre d'électrons perdus</u> | |
| H | | $- 1 e^-$ | H⁺ |
| Cl | $+1 e^-$ | | Cl⁻ |
| Na | | $- 1 e^-$ | Na⁺ |
| O | $+ 2 e^-$ | | O²⁻ |
| Ca | | $- 2 e^-$ | Ca²⁺ |
| Al | $+3 e^-$ | | Al³⁺ |
| N | | $+3 e^-$ | N³⁻ |

Un ion est atome ou un groupe d'atomes ayant gagné ou perdu un ou des électrons.

- ⌋ Il est un **porteur positif** s'il subit une perte d'électrons : On l'appelle **cation**.
- ⌋ Il est un **porteur négatif** s'il subit un gain d'électrons : On l'appelle **anion**.

Conclusion :

L'électrisation par frottement est un simple transfert d'électrons donc une formation d'ions.