

Dynamique du point matériel

La dynamique est une discipline de la mécanique classique qui étudie les corps en mouvement sous l'influence des forces qui leurs sont appliquées.

1. Système d'étude, forces appliquées et référentiels

Afin de simplifier l'étude mécanique des systèmes en évolution, nous assimilerons les objets physiques à des points ayant une masse (ce qui n'a pas de réalité physique).

1. Le système mécanique

Avant toute étude dynamique, il est fondamental de définir le système d'étude, à savoir l'objet sur lequel se porte notre étude. Une fois le système défini, on peut s'intéresser à toutes les actions extérieures qui agissent dessus.

2. Référentiels galiléens

Définitions équivalentes

- ✚ Tout référentiel animé d'un mouvement de *translation rectiligne et uniforme* par rapport à un autre référentiel galiléen est lui aussi galiléen.
- ✚ Tout référentiel animé d'un mouvement de *translation rectiligne et uniforme* par rapport au référentiel héliocentrique est galiléen.
- ✚ Tout référentiel dans lequel le principe d'inertie s'applique est galiléen.

Le référentiel de Copernic réalise une bonne approximation de référentiel galiléen pour l'étude du mouvement des planètes du système solaire.

Le référentiel géocentrique est une bonne approximation de référentiel galiléen pour l'étude des satellites de la Terre et pour des mouvements n'excédant pas quelques mois.

Le référentiel terrestre est une bonne approximation de référentiel galiléen pour l'étude de mouvement sur Terre n'excédant pas quelques minutes.

3. La notion de force

Une force est toute action susceptible de déformer un corps, de le mettre en mouvement ou de modifier son mouvement. La force est définie par 4 caractéristiques :

Un point d'application.

Une direction : horizontale, verticale...

Un sens : vers le haut, vers la droite...

Une intensité : mesurable à l'aide d'un dynamomètre. (Unité le Newton N).

2. Les lois de Newton

Activité : Les lois de la dynamique.

1. Première loi de Newton, principe d'inertie

Dans un référentiel galiléen, en l'absence de force (ou si les forces appliquées se compensent), un point matériel est soit au repos, soit en mouvement rectiligne uniforme et réciproquement :

$$\vec{v} = c\vec{t}e \Leftrightarrow \Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

Application

Quelle est la valeur de la force f de frottements exercée par la neige sur une luge tractée par un fil faisant un angle $\alpha=30^\circ$ avec l'horizontale et avec une force de 12N ? Le mouvement de la luge est rectiligne et uniforme. (Faire un schéma).

2. Deuxième loi de Newton, principe fondamental de la dynamique

On considère un référentiel galiléen R , le mouvement d'un point matériel A de masse m soumis à plusieurs forces, dont la somme est $\Sigma \vec{F}$, satisfait à la relation :

$$m \cdot \vec{a}_{A/R} = \Sigma \vec{F}_{ext}$$

S'écrit aussi

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma \vec{F}_{ext}$$

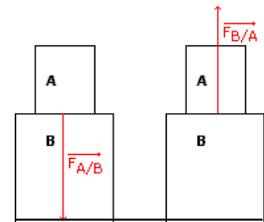
Application

Une voiture de masse $m=1253$ kg roule sur un sol horizontal et freine brusquement, subissant une force de frottements f de valeur $f=4,8 \cdot 10^3$ N supposée constante. Déterminer la valeur et le sens de son accélération. (Faire un schéma).

3. Troisième loi de Newton, principe de l'action et de la réaction

Lorsqu'un objet A exerce une force sur un corps B, le corps B exerce une force égale et opposée sur l'objet A :

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



Remarque

Lorsqu'on étudie un système, on ne tient compte évidemment que de l'une de ces 2 forces.

4. application à la propulsion par réaction

Dans un référentiel galiléen, lorsqu'un système assimilé à un point matériel est soumis à des forces qui se compensent, la deuxième loi de Newton permet d'écrire que le vecteur quantité de mouvement se conserve :

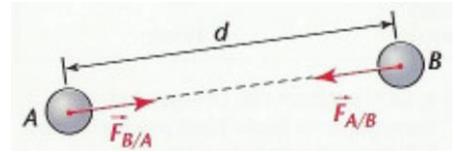
$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \quad \text{donc} \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{0}$$

La conservation de la quantité de mouvement permet d'expliquer la propulsion par réaction.

3. Quelques forces usuelles (Rappels, travail personnel)

1. interaction gravitationnelle

L'interaction gravitationnelle entre deux corps ponctuels A et B, de masses respectives m_A et m_B , séparés par la distance d , est modélisée par des forces d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ et $\vec{F}_{B \rightarrow A}$ dont les caractéristiques sont les suivantes :



Direction : la direction de la droite (AB),

Sens : dirigées vers le centre attracteur, A pour $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ et B pour $\vec{F}_{B \rightarrow A}$

Intensité en Newton (N) :

$$F_{A \rightarrow B} = F_{B \rightarrow A} = \frac{G.m_A.m_B}{d^2}$$

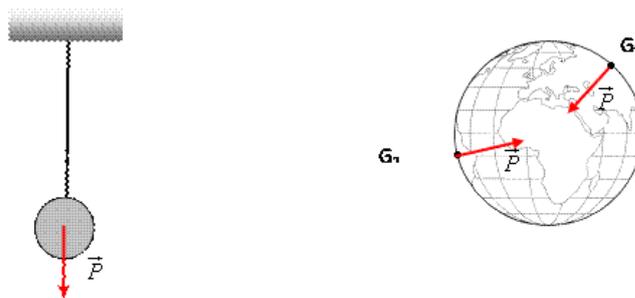
m_A et m_B masses en kg

d distance en m

G constante de gravitation universelle $G=6,67.10^{-11}$ USI.

2. poids d'un corps

Le poids d'un corps de masse m est la force de tension exercée sur un fil auquel cet objet immobile est accroché. Il correspond approximativement (cf ; la suite du cours) à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur ce corps. Cette force est verticale, dirigée vers le centre de la Terre, et appliquée au centre d'inertie du corps.



On retiendra que pour un objet de masse m : $\vec{P} = m.\vec{g}$

\vec{g} est l'intensité du champ de pesanteur, $g=9,8$ m/s².

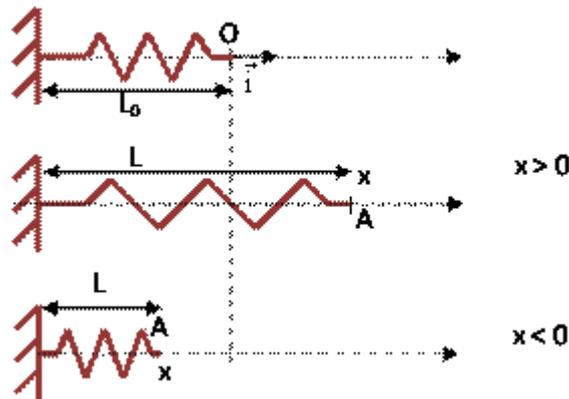
3. Force de rappel d'un ressort : loi de Hooke

Pour un ressort à spire non jointive, on a pu remarquer l'an passé que la force exercée sur le ressort est proportionnelle à l'allongement x de celui-ci.

Soit L_0 la longueur d'un ressort au repos. Celui-ci, après allongement (ou raccourcissement), a une longueur L .

Soit ΔL , valeur algébrique de l'allongement du ressort :

$$\Delta L = L - L_0 = x$$



Représenter la force de rappel élastique \vec{F} exercée par le ressort en A, elle s'écrit :

$$\vec{F} = -k.x.\vec{i}$$

4. Réaction normale du support

Si on considère un corps de masse m posé sur un support, ce dernier exerce une force de contact sur le corps, notée \vec{R}_N , et appelée réaction normale du support.

Celle-ci est perpendiculaire à la surface de contact, vers le haut. Son point d'application est centré sur la surface de contact.

