Cours Prives Edme

Cours de Physique-Chimie

Année Académique 2022

Classe de Terminale Spécialité

Chapitre 11- Forces et Mouvements

Dans ce chapitre nous nous intéresserons aux notions de forces et de mouvements. Nous avons appris en classe de Première, qu'une force était une influence qui changeait l'état d'un système. Spécifiquement, ce changement peut être de passer d'un état au repos ($vitesse = cste$) à un état accéléré ($vitesse = variable$), ou d'un état en mouvement à un état au repos. De toute manière, il faut que tout au long de l'étude du mouvement, nous soyons en mesure de spécifier la position de l'objet étudié, sa vitesse et son accélération.

Référentiel, Position, Vitesse et acceleration

Nous avons vu dans le document intitulé "Point Mathématique:Vecteurs" que les points dans un espace sont toujours définis par rapport à un origine. Ainsi, les vecteurs, qui eux peuvent décrire des déplacements d'un point à un autre sont aussi, implicitement définis selon un origine. Nous pouvons dire que notre origine est un point de référence, **un référentiel**.

En considérant un solide quelconque à notre point d'origine, nous pouvons affirmer qu'un référentiel est un solide de référence par rapport auquel le mouvement d'un système est étudié. À chaque référentiel est associé:

- **Un repère d'espace qui donne la position du point**
- **Un repère de temps qui permet d'associer une date à chaque position**

L'origine des dates est fixée arbitrairement et un dispositif, appelé horloge, mesure la durée entre deux dates.

Si nous considérons l'ensemble des solides immobile sur la terre comme étant des points de références, nous parlons ici de **référentiel terrestre.**

Si nous considérons un solide fixé au centre de la terre, nous parlons de **référentiel géocentrique**. Si nous considérons un solide fixé au centre du soleil, nous parlons de **référentiel héliocentrique**.

- **La position** d'un objet dans l'espace est donné par un vecteur. Car, les coordonnées dans $\mathbb{R}^3$ de ce point, peuvent toujours être considérés comme étant des distances sur les trois axes par rapport à l'origine de coordonnées $O(0,0,0)$. Le vecteur position est noté $\overrightarrow{OM}(t)$ de coordonnées $(x(t), y(t), z(t))$. Noté que le vecteur position est fonction du temps, car toutes ses composantes (coordonnées) sont dépendantes du temps. Le vecteur position peut être écrit en fonction des vecteurs de bases du repère cartésien:

$$\overrightarrow{OM}(t)=x(t)\overrightarrow{i}+y(t)\overrightarrow{j}+z(t)\overrightarrow{k} \qquad (1)$$

La norme du vecteur position est déterminé à partir du théorème de Pythagore (comme vu dans le document sur les vecteurs). En effet:

$$||\overrightarrow{OM}(t)|| = \sqrt{x(t)^2+y(t)^2+z(t)^2} \text{ en mètre (m) (2)}$$

- **La vitesse** de l'objet est aussi déterminé par un vecteur, noté $\overrightarrow{v}(t)$. Le vecteur vitesse d'un objet à une date *t* est la **dérivée** du vecteur position. En utilisant la notation de Leibniz:

$$\overrightarrow{v}(t) = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$

$$\overrightarrow{v}(t) = \frac{dx(t)\overrightarrow{i}}{dt} + \frac{dy(t)\overrightarrow{j}}{dt} + \frac{dz(t)\overrightarrow{k}}{dt} \qquad (3)$$

les composantes du vecteur vitesse sont: $(v_x(t), v_y(t), v_z(t))$ ou encore, le vecteur peut s'écrire avec les vecteurs de base du repères:

$$\overrightarrow{v}(t) = v_x(t)\overrightarrow{i} + v_y(t)\overrightarrow{j} + v_z(t)\overrightarrow{k} \qquad (4)$$

Notez que: $v_x(t) = \dfrac{dx(t)}{dt};\ et\ \ v_y(t) = \dfrac{dy(t)}{dt};\ et\ \ v_z(t) = \dfrac{dz(t)}{dt}$.

La norme du vecteur vitesse est aussi déterminé par Pythagore:

$$||\overrightarrow{v}(t)|| = \sqrt{v_x(t)^2+v_y(t)^2+v_z(t)^2} \text{ en mètre par seconde } (m\cdot s^{-1}) \qquad (5)$$

- **L'accélération** de l'objet est déterminé par le vecteur accélération noté $\overrightarrow{a}(t)$. Les composantes sont noté: $(a_x(t), a_y(t), a_z(t))$ et le vecteur peut s'écrire:

$$\overrightarrow{a}(t) = a_x(t)\overrightarrow{i} + a_y(t)\overrightarrow{j} + a_z(t)\overrightarrow{k} \quad (6)$$

le vecteur accélération est **la dérivée** du vecteur vitesse:

$$\overrightarrow{a}(t) = \frac{d\overrightarrow{v}}{dt} \quad (7)$$

Alors, pour chaque composante, on a, comme précédemment: $a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt}$; et $a_y(t) = \frac{dv_y(t)}{dt}$; et $a_z(t) = \frac{dv_z(t)}{dt}$.

La norme du vecteur accélération est:

$$||\overrightarrow{a}(t)|| = \sqrt{a_x(t)^2 + a_y(t)^2 + a_z(t)^2} \text{ en } m \cdot s^{-2} \quad (8)$$

N.B1: Souvenez-vous que la dérivée est toujours un changement instantané! Graphiquement, elle est la tangente d'une courbe en point donné. Pour la vitesse est la tangente en un point d'abscisse *t* à la courbe *position en fonction du temps.* L'accélération est la tangente un point d'abscisse *t* à la courbe *vitesse en fonction du temps*.

N.B2: L'accélération étant la dérivée de la vitesse, et la vitesse celle de la position, alors l'accélération est la dérivée seconde de la position: $\overrightarrow{a}(t) = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$ **et** $a_x(t) = \frac{d^2x(t)}{dt^2}$; et $a_y(t) = \frac{d^2y(t)}{dt^2}$; et $a_z(t) = \frac{d^2z(t)}{dt^2}$.

<u>Mouvement rectiligne uniforme et uniformément accéléré</u>

Ces notions nous permettent de revisiter la notion de mouvement rectiligne et uniforme. Nous avons vu en classe de Première, qu'un mouvement est **rectiligne si la trajectoire est une droite** et est **uniforme si la vitesse est constante**. L'accélération étant la dérivée de la vitesse (c'est-à-dire indique comment change la vitesse en point d'abscisse *t*), alors dans le cas d'un mouvement uniforme l'accélération est zéro car la vitesse ne change pas: $\overrightarrow{a}(t) = \frac{d\overrightarrow{v}}{dt} = \overrightarrow{0}$.

Cependant, si le vitesse est monotone, c'est-à-dire augmente ou diminue de façon constante (fonction linéaire ou affine), l'accélération sera constante $\overrightarrow{a}(t) = \frac{d\overrightarrow{v}}{dt} = \overrightarrow{cste}$ (en effet la dérivée d'une fonction affine ou linéaire est toujours une constante. Si de plus, la trajectoire est une droite, on dit alors que le mouvement est **rectiligne et uniformément accéléré**.

Rappel de classe de Première

" " " **le principe d'inertie**:

Tout corps en mouvement rectiligne et uniforme préserve sa trajectoire et sa vitesse sauf si une force extérieur agit sur ce corps.

Un référentiel dans lequel s'applique le principe d'inertie est appelé un référentiel Galiléen Une force est alors une influence qui change la quantité de mouvement d'un corps dans un intervalle de temps donné.

Nous pouvons donc dire que la somme des forces agissant sur un objet est proportionnelle au **changement du vecteur vitesse** et écrire la relation:

$$\sum \vec{F} \times \Delta t = m \times \Delta \vec{v} \qquad (4)$$

$$\sum \|F\| \times \Delta t = m \times \|\Delta v\| \quad (5)$$

Plus l'intervalle de temps long, plus la force appliquée est faible, plus l'intervalle de temps court, plus la force est large. Pour comprendre ceci, prenons l'exemple d'un camion qui perd son système de freinage. Pour arrêter le camion, il serait mieux de le diriger vers une longue meule de foin qu'un mur. En percutant la meule de foin, le camion ralentit progressivement jusqu'à s'arrêter (le temps est long, donc la force de stoppage est moindre). Mais en heurtant le mur, le camion s'arrête brusquement (le temps est court la force de stoppage est très grande) et le choc de cet impact fini par endommager le passager et la voiture.

La relation (4) nous montre que le vecteur total qui représente la somme de toutes les forces appliquées au système est parallèle, c'est à dire dans la même direction que le vecteur variation de vitesse. Cette relation est approchée, elle ne fonctionnera pas si Δt est trop grande (pg 247.)"""

Deuxième Loi de Newton

Il est important de comprendre que les equations (4) et (5) vues en classe de Première s'applique si l'interval Δt est petit. Dans la limite ou Δt devient infiniment petit et que la masse de notre objet reste constante, mathématiquement $\Delta t \to 0$, nous pouvons réécrire l'équation (4):

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \lim_{\Delta t \to 0} m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$= m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\overrightarrow{a}(t) \qquad (9)$$

L'équation (9) est la forme la plus cité de la seconde loi de Newton, et elle indique spécifiquement que la somme des forces extérieurs appliquées à un système est proportionnelle à sa masse multiplié par son accélération.

Centre de masse d'un système

Un système est un solide ou en ensemble de point matériels. **Le centre de masse** d'un système est point situé à la position **moyenne de la repartition de la masse** du système. Le mouvement d'un système peut être modélisé par le mouvement de ce point, affecté de la masse du système. Dans le cas d'un solide homogène, le centre de masse est confondu avec le centre de symétrie du solide.

Rte de Jacquet #15, Jacquet Toto, Delmas 95 * Téls : 509- 3702-4222 * e-mails : cpedmead@yahoo.fr* coursprivesedme@gmail.com

Kedy Edme