Cours

Cinématique newtonienne
Résumé

Sciences-physiques MPSI$_3$

La cinématique est l'étude du mouvement d'un point M indépendamment des causes qui lui ont donné naissance ou des effets qu'il pourrait produire, elle d'écrit le mouvement sans chercher à l'interpréter.

I Définitions

I.1 Horloge

Définition : horloge

Une horloge peut être n'importe quel système physique au comportement périodique, sa période définit une échelle de temps.

I.2 Référentiel

Définition : référentiel

On appelle *référentiel* la donnée simultanée d'un solide idéal de référence et d'une horloge.

Le mouvement d'un point mobile $M(t)$ est alors repéré par son vecteur position $\overrightarrow{OM(t)} = \vec{r}(t)$. Ses coordonnées $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ forment alors les lois horaires du mouvement.

Définition : Trajectoire

La trajectoire $(\mathcal{T})$ d'un point mobile M dans son mouvement relativement au référentiel (K) est le lieu des positions successivement parcourues par M lors de l'écoulement du temps.

II Systèmes de coordonnées

II.1 Système cartésien

Base orthonormée directe fixe $(\vec{u}_x,\ \vec{u}_y,\ \vec{u}_z)$ avec :

- vecteur position $\overrightarrow{OM} = x\vec{u}_x + y\vec{u}_y + z\vec{u}_z.$;
- vecteur déplacement élémentaire $\mathrm{d}\overrightarrow{OM} = \mathrm{d}x\vec{u}_x + \mathrm{d}y\vec{u}_y + \mathrm{d}z\vec{u}_z$;
- vecteur vitesse $\vec{v} = \dot{x}\vec{u}_x + \dot{y}\vec{u}_y + \dot{z}\vec{u}_z$;
- vecteur accélération $\vec{a} = \ddot{x}\vec{u}_x + \ddot{y}\vec{u}_y + \ddot{z}\vec{u}_z$.

II.2 Système cylindrique

Base orthonormée directe mobile $(\vec{u}_r,\ \vec{u}_\theta,\ \vec{u}_z)$ avec :

- $\vec{u}_r = \dfrac{\overrightarrow{OM'}}{OM'}$ avec M' le projeté orthogonal de M sur le plan Oxy et $r = OM'$;
- vecteur position $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}_r + z\vec{u}_z$;

- vecteur déplacement élémentaire $\mathrm{d}\overrightarrow{OM} = \mathrm{d}r\,\vec{u}_r + r\mathrm{d}\theta\,\vec{u}_\theta + \mathrm{d}z\,\vec{u}_z$.

Les formules de la vitesse et de l'accélération ne sont pas à connaître par cœur, par contre il faut savoir les retrouver en utilisant les deux formules suivantes qui sont primordiales :

$$\frac{\mathrm{d}\vec{u}_r}{\mathrm{d}t} = \dot{\theta}\vec{u}_\theta \text{ et } \frac{\mathrm{d}\vec{u}_\theta}{\mathrm{d}t} = -\dot{\theta}\vec{u}_r$$