Mouvement : vecteurs position, vitesse et accélération

Fiche méthode

(Physique-chimie Tle spécialité · Mouvement et interactions · Décrire un mouvement)

La démarche pour décrire un mouvement

1. Je fixe le cadre : le point étudié, le référentiel, le repère et l'orientation des axes.

2. Je pars de ce qui est donné : équations horaires (je dérive), coordonnées de la vitesse (je dérive une fois), relevé de positions (je calcule sur 2τ).

3. Je reconnais le mouvement : trajectoire droite ou circulaire, valeur de la vitesse constante ou non.

4. J'applique la bonne relation : coordonnées cartésiennes, équations du mouvement uniformément accéléré, ou repère de Frenet.

5. Je conclus avec les signes et les unités : sens du vecteur, vitesse qui augmente ou diminue, m·s^{-1} et m·s^{-2}.

Le réflexe — la vitesse est la dérivée de la position, l'accélération la dérivée de la vitesse, coordonnée par coordonnée.

Cas 1 · Obtenir le vecteur vitesse à partir de la position

Réflexe — je dérive chaque coordonnée, puis $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$.

Exemple. Une voiture radiocommandée suit $x(t) = 0{,}20\,t^2 + 0{,}50\,t$ et $y(t) = 1{,}2\,t$ (m, s). Vitesse à $t = 2{,}0$ s ?

$v_x = 0{,}40\,t + 0{,}50$ et $v_y = 1{,}2$; à 2,0 s, $v_x = 0{,}40 \times 2{,}0 + 0{,}50 = 1{,}3$ m·s^{-1} ; $v = \sqrt{1{,}3^2 + 1{,}2^2} \approx \mathbf{1{,}77\ m·s^{-1}}$.

Attention — la dérivée d'une constante est nulle : le terme x_0 disparaît.

Cas 2 · Obtenir le vecteur accélération

Réflexe — je dérive les coordonnées de la vitesse (ou deux fois celles de la position).

Exemple. $v_x(t) = 3{,}0 - 0{,}80\,t$ et $v_y(t) = 0{,}30\,t^2$ (m·s^{-1}). Accélération à $t = 2{,}0$ s ?

$a_x = -0{,}80$ m·s^{-2} et $a_y = 0{,}60\,t = 1{,}2$ m·s^{-2} ; $a = \sqrt{0{,}80^2 + 1{,}2^2} \approx \mathbf{1{,}44\ m·s^{-2}}$.

Attention — une accélération non nulle ne veut pas dire « va plus vite » : freiner ou tourner, c'est aussi accélérer.

Cas 3 · Exploiter un mouvement rectiligne uniformément accéléré

Réflexe — $v_x = a_x t + v_{0x}$, $x = \frac{1}{2}a_x t^2 + v_{0x} t + x_0$, et les signes de v_x et a_x.

Exemple. Une trottinette électrique part arrêtée avec $a_x = 1{,}5$ m·s^{-2}. Durée et distance pour atteindre 6,0 m·s^{-1} ?

$1{,}5\,t = 6{,}0$ donne $t = \mathbf{4{,}0\ s}$; $x = 0{,}75 \times 4{,}0^2 = \mathbf{12\ m}$.

Attention — la distance n'est pas proportionnelle à la durée : elle varie comme t^2.

Cas 4 · Mouvement circulaire dans le repère de Frenet

Réflexe — $a_t = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$, $a_n = \dfrac{v^2}{R}$; uniforme : $v = \dfrac{2\pi R}{T}$.

Exemple. Un disque vinyle tourne à 33 tours ⅓ par minute. Accélération d'un point situé à 15 cm de l'axe ?

$T = \dfrac{60}{100/3} = 1{,}8$ s ; $v = \dfrac{2\pi \times 0{,}15}{1{,}8} \approx 0{,}524$ m·s^{-1} ; $a = \dfrac{v^2}{R} \approx \mathbf{1{,}83\ m·s^{-2}}$, vers l'axe.

Attention — le rayon en mètres : 15 cm = 0,15 m.

Cas 5 · Estimer une accélération sur un relevé

Réflexe — vitesses sur 2τ, puis accélération sur 2τ.

Exemple. $\tau = 40$ ms ; x_0 à x_4 : 0 ; 0,052 ; 0,112 ; 0,180 ; 0,256 m. Accélération en M_2 ?

$$v_1 \approx \frac{0{,}112}{0{,}080} = 1{,}40 \text{ m·s}^{-1},\ v_3 \approx \frac{0{,}256 - 0{,}112}{0{,}080} = 1{,}80 \text{ m·s}^{-1} ;\ a_2 \approx \frac{1{,}80 - 1{,}40}{0{,}080} = \mathbf{5{,}0 \text{ m·s}^{-2}}.$$

Attention — pas d'accélération calculable aux deux premières ni aux deux dernières positions.

Les pièges

- Croire qu'une vitesse de valeur constante donne une accélération nulle : faux dès que la trajectoire tourne.
- Croire qu'une accélération constante donne une trajectoire droite : il faut aussi qu'elle soit colinéaire à la vitesse.
- Conclure « accéléré » sur le seul signe de a_x : on compare les signes de v_x et de a_x.
- Calculer $\dfrac{v^2}{R}$ avec v en km·h^{-1} ou R en centimètres.
- Diviser par τ au lieu de 2τ sur une chronophotographie : résultat deux fois trop grand.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).