

Mouvement circulaire uniforme (étude cinématique)

1 But

Étude cinématique d'un mobile en mouvement circulaire uniforme.

2 Matériel

- table à coussin d'air et accessoires
- deux palets autoporteurs
- papier pour enregistrement du mouvement
- fil
- niveau à bulle

3 Mode opératoire

3.1 Réglages

Régler l'horizontalité de la table.



Appeler le professeur et faire vérifier.

Relier un mobile par un fil à un point fixe O de la table pour qu'il puisse décrire un mouvement circulaire (faire un essai sans enregistrement).

Régler la période des étincelles à 40 ms.



Appeler le professeur et réaliser l'enregistrement en sa présence.

3.2 Enregistrement

Lancer le mobile et enregistrer son mouvement. Lorsqu'il a décrit un arc de cercle, faire sauter délicatement le fil au niveau du point O à l'aide d'un stylo, de façon à détacher le mobile du point fixe.

4 Exploitation de l'enregistrement

4.1 Étude qualitative

Indiquer le sens du mouvement sur la trajectoire obtenue. Montrer que le mouvement peut se décomposer en plusieurs parties, en précisant le nombre ce à quoi elles correspondent.



Appeler le professeur pour lui exposer la réponse.

4.2 Étude qualitative

Dans la première partie du mouvement, choisir, dans le sens du mouvement, 5 points consécutifs et les nommer A_1, \dots, A_5 .

Faire la même chose pour la ou les autres parties du mouvement en changeant de lettre de l'alphabet.

4.2.1 Vitesse

Déterminer les vitesses aux points A_2, A_3 et A_4 ainsi qu'aux points B_2, B_3 et B_4 de la 2^{ème} partie. Tracer sur le document les vecteurs vitesses correspondants (préciser l'échelle).

4.2.2 Accélération

Déterminer et tracer le vecteur accélération au point A_3 (préciser l'échelle).

Que peut-on dire du vecteur accélération au point B_3 ?

4.2.3 Vitesse angulaire

Pour la première partie du mouvement,

- Mesurer l'angle $A_2\hat{O}A_4$; en déduire la valeur de la vitesse angulaire ω_3 .
- Mesurer le rayon de la trajectoire R .

5 Interprétation des résultats

5.1 Pour la première partie du mouvement,

- a) Vérifier la relation $\omega = \frac{v}{R}$
- b) Au point A_3 : que vaut l'accélération tangentielle a_t ?
que vaut l'accélération normale a_n ?
- c) Vérifier la relation $a_N = \frac{v^2}{R}$

5.2 Pour l'ensemble du mouvement

Quelle est la nature du mouvement dans chaque partie ?
Conclusions.

6 Rappel de cours

6.1 Vitesse

Le **vecteur vitesse** est la dérivée par rapport au temps du vecteur position : $\vec{v}_M = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ (en m/s)

Sur un document : $\vec{v}_{Mi} \approx \frac{\Delta \vec{M}}{\Delta t}$ avec $\Delta \vec{M} = \vec{OM}_{i+1} - \vec{OM}_{i-1} = \vec{M}_{i-1}M_{i+1}$ et $\Delta t = t_{i+1} - t_{i-1}$

Pour un **mouvement circulaire** de centre O , d'origine Ω et de rayon R , on définit :

l'abscisse curviligne $s = \Omega A$ (en m)

l'abscisse angulaire $\theta = (\vec{O\Omega}, \vec{OA})$ (en rad).

La **vitesse angulaire** est la dérivée par rapport au temps de l'abscisse angulaire : $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ (en rad/s).

La vitesse linéaire et la vitesse angulaire sont reliées par : $v = R \cdot \omega$

6.2 Accélération

Le **vecteur accélération** est la dérivée du vecteur vitesse : $\vec{a}_M = \frac{d\vec{v}_M}{dt}$ (en m/s²)

Sur un document : $\vec{a}_{Mi} \approx \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ avec $\Delta \vec{v} = \vec{v}_{Mi+1} - \vec{v}_{Mi-1}$

Dans un **repère de Frénet** : $\vec{a} = a_t \cdot \vec{u} + a_n \cdot \vec{n}$ avec :

\vec{u} : vecteur unitaire porté par la tangente à la trajectoire orienté dans le sens du mouvement,

\vec{n} : vecteur unitaire porté par la normale à la trajectoire orienté vers l'intérieure de la courbe

$$a_t = \frac{dv}{dt} = R \cdot \frac{d\omega}{dt} = R \cdot \dot{\omega} \quad \text{est l'accélération tangentielle}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = R \cdot \omega^2 \quad \text{est l'accélération normale}$$



Remettre le poste de travail dans l'état initial.