Chapitre 1 : Mouvement de rotation d'un solide indéformable autour d'un axe fixe 1biof

Volume horaire	*Titre*	*contenus*	*Connaissances et savoir –faire exigibles*	*Exemples d'activités*	*Moyens didactiques*	*Diagnostiq-ues*
4H	**Mouvement de rotation d'un solide indéformable autour d'un axe fixe**	I. <u>Rappels</u> II. Définition du mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe III. Repérage d'un point d'un solide en mouvement autour d'un axe fixe 1. Abscisse curviligne et abscisse angulaire 2. Relation entre s(t) et $\boldsymbol{\theta}$(t) IV. Vitesse linéaire et vitesse angulaire 1. Définitions. 2. Relation entre v(t) et ω(t) 3. Activité (1) V. Mouvement de rotation uniforme 1- Définition 2- Caractéristiques du mvt de rotation uniforme 3- Equations horaires du mvt de rotation uniforme. Activité(2)	Reconnaitre le mouvement de rotation. ♣ savoir repérer un point d'un solide en rotation autour d'un axe fixe. ♣ Connaitre l'expression de la vitesse angulaire et son unité. ♣ connaitre la relation entre la vitesse angulaire et la vitesse linéaire d'un point du solide. ♣ connaitre les caractéristiques d'un mouvement de rotation uniforme. ♣ connaitre et utiliser les équations du mouvement de rotation uniforme θ(t) et s(t).	♣utiliser des documents et exemples de la vie courante pour présenter le mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe ♣ exploiter des enregistrements du mouvement d'un point du solide en rotation autour d'un axe fixe ♣ mettre en évidence les caractéristiques du mouvement de rotation uniforme expérimentalement.	❖ Le manuel scolaire. ❖ Table à coussin d'air avec son équipement.	❖ Evaluation diagnostique (Questions orales et écrites) ❖ Evaluation formative. Exercices de synthèse

Chapitre 1 : Mouvement de rotation d'un solide indéformable autour d'un axe fixe — 1biof

I. Rappels

I. 1. Notion de solide :

Dans un solide, la distance qui sépare deux points quelconques reste constante au cours du temps. C'est un système matériel indéformable.

I. 2. Trajectoire :

Dans un référentiel donné, la trajectoire d'un point d'un solide est l'ensemble des positions successivement occupées par ce point au cours du temps. Elle dépend du référentiel par rapport auquel on étudie le mouvement.

I. 3.Centre d'inertie d'un solide :

Il existe toujours un point du solide dont le mouvement est plus simple que les autres. Ce point est le centre d'inertie G du solide.

I. 4.Référentiel :

Le mouvement d'un solide dépend du référentiel dans lequel on l'étudie.

Un référentiel est un solide considéré fixe par rapport auquel on étudie le mouvement d'un objet.

II. Définition du mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe:

Exemple :

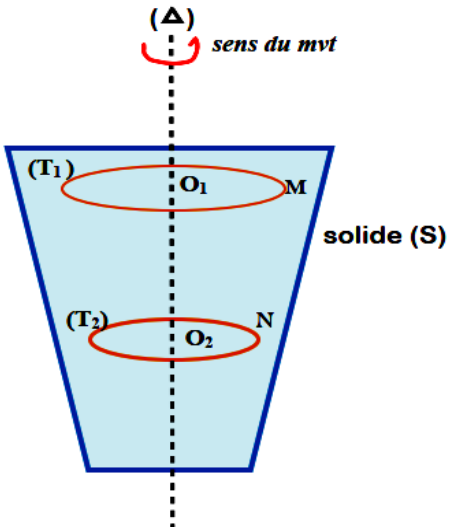
On considère un corps solide (S) en mouvement autour de l'axe (Δ) (voir figure ci-après)

- ☐ Quel est le mouvements des points M et N ?

Les deux points M et N décrivent des trajectoires circulaires centrées sur l'axe (Δ) .

- ☐ Quel est le mouvement des points O_1 et O_2?

Les deux point O_1 et O_2 qui appartiennent à l'axe (Δ) sont immobiles .



Définition :

Au cours d'un mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe, appelé axe de rotation, tous les points du solide décrivent des trajectoires circulaires centrées sur l'axe. Ces points n'ont pas, au même instant, le même vecteur vitesse (direction différente)..

III. Repérage d'un point d'un solide en mouvement autour d'un axe fixe

III. 1. Abscisse curviligne et abscisse angulaire

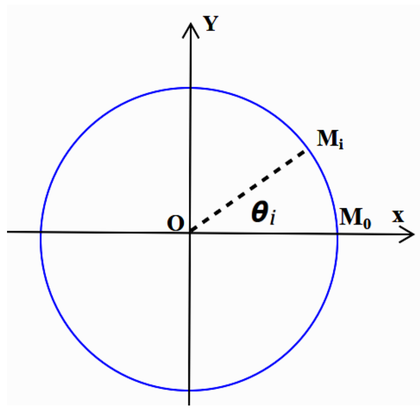
Pour étudier le point M du solide on doit :

Choisir un repère orthonormé$(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.

Le vecteur $\vec{k}$ est porté par l'axe de rotation (Δ)

On peut étudier le mouvement d'un point du solide (S) dans le plan$(O,\vec{i},\vec{j})$, Le sens positif de rotation sera définie dans les sens de l'aiguille d'une montre.

Pour le point M ,son trajectoire (T1) est circulaire (voir figure ci-après)



- ❖ On définit le point M_i par son abscisse curviligne$s_i(t)$ à l'instant t :

$s_i(t) = \widehat{M_0M_i}$ Son unité dans (SI) est le mètre (m)

- On définit l'abscisse angulaire abscisse angulaire du point A à la date t par

$$\theta_i(t) = (\widehat{\overrightarrow{OM_0}, \overrightarrow{OM_i}})$$ *Son unité dans (SI) est le radian (rad)*

III. 2. Relation entre l'abscisse curviligne et l'abscisse angulaire

L' abscisse angulaire et abscisse curviligne sont proportionnelles : $s(t) = R.\theta(t)$

R est le rayon de la trajectoire du cercle décrite par le point A dans le plan $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.

IV. Vitesse linéaire et vitesse angulaire

Lorsqu'on un corps est en mouvement autour d'un axe fixe (Δ). Le point M occupe la position M_1 à l'instant t_1 et la position M_2 à l'instant t_2, les deux positions étant repérées par des abscisses angulaires θ_1 et θ_2.

1- Vitesse linéaire du point M_i :

a- Vitesse linéaire moyenne V_m

La vitesse linéaire moyenne du point M pendant une durée Δt est donnée par la relation :

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$ *son unité dans (SI) - m/s*

b- Vitesse linéaire instantanée :

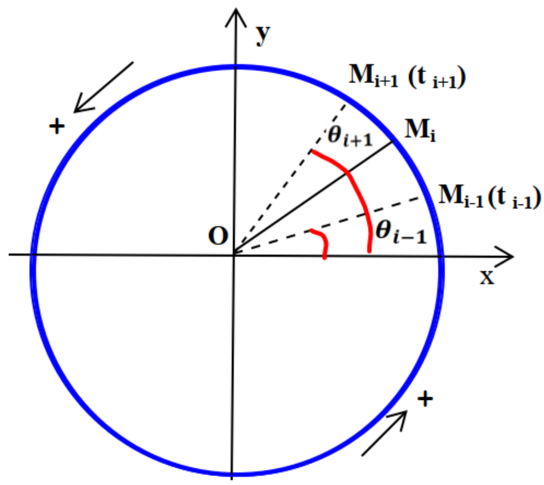
La vitesse linéaire instantanée du point M_i à instant t_i est donnée par la relation :

$$v_i(t_i) = \frac{s_{i+1} - s_{i-1}}{t_{i+1} - i_{1-1}}$$

2- Vitesse angulaire

a- Vitesse angulaire moyenne

Au cours de la durée $\Delta t = t_2 - t_1$ le point M parcours l'arc $\widehat{M_1M_2}$ et le solide tourne d'un angle $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$.



Par définition la vitesse angulaire moyenne du point M est donnée par la relation :

$$\omega_m = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$ son nuitée dans (SI) - rad/s

b- Vitesse angulaire instantanée

on définit la vitesse angulaire instantané du point M_i à instant t_i par la relation :

$$\omega_i(t_i) = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$ son nuitée dans (SI) - rad/s

3- Relation entre vitesse linéaire et vitesse angulaire :

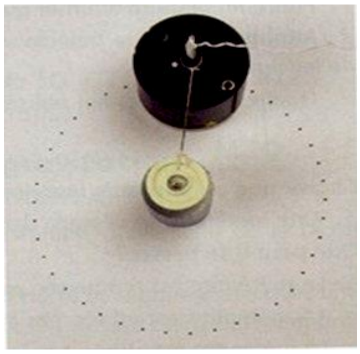
Tous les points d'un solide ont même vitesse angulaire au même instant , alors que leur vitesse V dépend de l'éloignement par rapport à l'axe de rotation .

D'après les relations $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ et $s(t) = R\theta(t)$ On écrit : $v = R\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow v = R\omega$

4- Étude expérimentale : vérification expérimentale de la relation $v = R\omega$.

Manipulation :

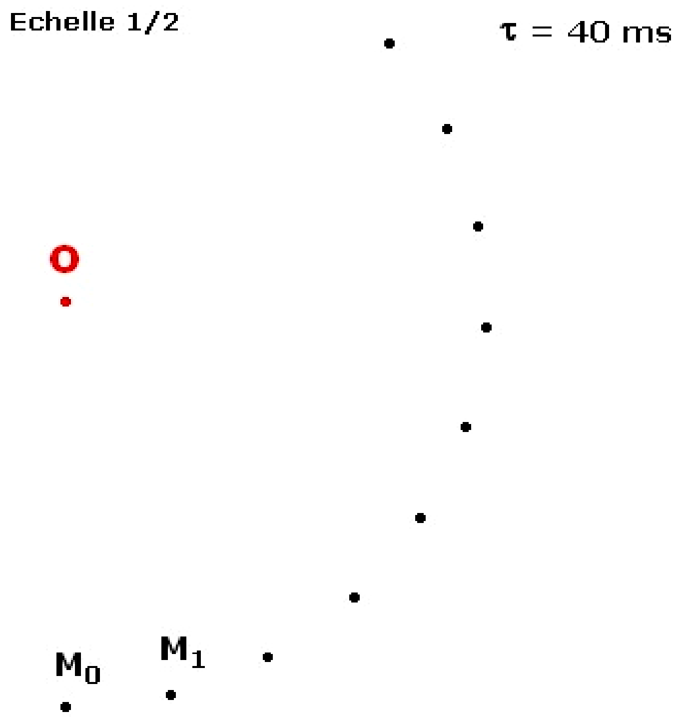
On attache, grâce à une tige rigide, un palet (autoporteur) à un point fixe O .



On lance ce palet sur la table horizontale pour avoir un mouvement de rotation du mobile autour du point O et on enregistre

la position du point M confondue avec le centre d'inertie de l'autoporteur à des intervalles de temps successifs et égaux τ = 40ms . On obtient l'enregistrement suivant avec une échelle réelle :

Exploitation



1) Quelle est la nature du mouvement du point mobile M ? Justifier votre réponse.

La nature du mouvement du point mobile M:

la trajectoire est une portion de cercle de centre O et de rayon R , donc le mouvement de M est un mouvement circulaire .

2) Mesurer le rayon R de la trajectoire en cm

Le rayon de la trajectoire :

$R \cong 10,4$ cm

3) Sachant que le point M_0 est prit comme origine des abscisses curvilignes et des abscisses angulaires compléter le tableau suivant :

Position	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
$t_i(s)$							
$\Delta t = (t_{i+1}-t_{i-1})(s)$							
$\theta_i(rad)$							
$\Delta\theta_i(rad)$							
$\omega_i(rad/s)$							
$s_i(m)$							
$\Delta s_i(m)$							
$v_i(m/s)$							

4) Vérifier la relation $V = R.\omega$

On a V ≅ 0,7m/s , $\omega \cong 0,66 m/S$ et R≅ $10,8cm$ donc $V \cong R\omega$

V. Mouvement de rotation uniforme

V. 1- Définition :

Lorsqu'un solide est animé d'un mouvement de rotation uniforme, sa vitesse angulaire est constante.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = constante$$

V. 2- Caractéristiques du mouvement de rotation

a- Période : La période T d'un mouvement de rotation uniforme est la durée d'un tour

Pour un angle Δθ = 2π rad , la durée nécessaire est Δt = T

Donc pour effectuer un tour la durée T est constante $T = \frac{2\pi}{\omega}$

avec T en (s) et ω en (rad.s^{-1})

b- Fréquence :

La fréquence f d'un mouvement de rotation uniforme est le nombre de tours par seconde.

L'inverse de la période est la fréquence de rotation du mouvement : $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

son unité dans (SI) : hertz (Hz) .

Remarque :

La vitesse angulaire ω peut être exprimée en $tr.s^{-1}$ ou $tr.min^{-1}$, $1tr.min^{-1} = {2\pi}/{60}\, rad.s^{-1}$

V. 3- L'équation horaire du mouvement de rotation uniforme .

Activité :

Suite à l'étude expérimentale du paragraphe (IV) et en utilisant les résultats du tableau répondre aux questions suivantes :

a- En choisissant une échelle convenable et en prenant (t=0) au point M_2 tracer la fonction θ = f(t) .

b- Déterminer l'équation horaire du mouvement de rotation .

c- En déduire l'équation horaire du mouvement de point M.

d- Donner la signification physique des paramètres de l'équation horaire θ = f(t) .

e- En déduire l'équation horaire du mouvement de rotation uniforme.

Conclusion :

pour un *mouvement de rotation uniforme d'un solide (S) autour d'un axe fixe*

- ✓ l'équation horaire d'un point M effectuant un mouvement circulaire uniforme s'écrit :

$$s(t) = V.t+s_0$$

Avec s(t) l'abscisse curviligne de M à l'instant t , V la vitesse linéaire du point M et s_0 , l'abscisse curviligne à l'origine des dates .

- ✓ L'équation horaire du mouvement de rotation uniforme est : $\theta(t) = \omega_0 t + \theta_0$

Avec $\theta(t)$ l'abscisse angulaire de M à l'instant t , ω_0 la vitesse angulaire du système et θ_0, l'abscisse curviligne à l'origine des dates.