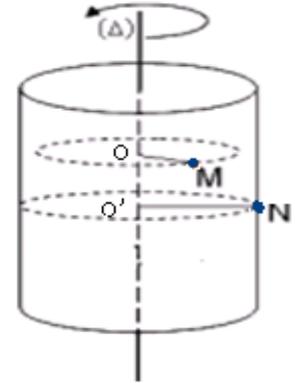


حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

I دوران جسم صلب حول محور ثابت

(1) تعريف

يكون جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت إذا كانت كل نقطة من نقطه في حركة دائرية ممركة على هذا المحور.



النقطتان M و N ترسمان بالتتابع مسارين دائريين ممركين

على التوالي في النقطتين O و O' على المحور Δ

ومسار كل منهما ينتمي إلى المستوى المتعامد مع محور الدوران .

(2) معطاة حركة نقطة من جسم صلب في حالة دوران حول محور ثابت

لدراسة حركة نقطة M من الجسم الصلب نعتبر معلما (o, \vec{i}, \vec{j}) منطبقا مع مستوى الحركة.

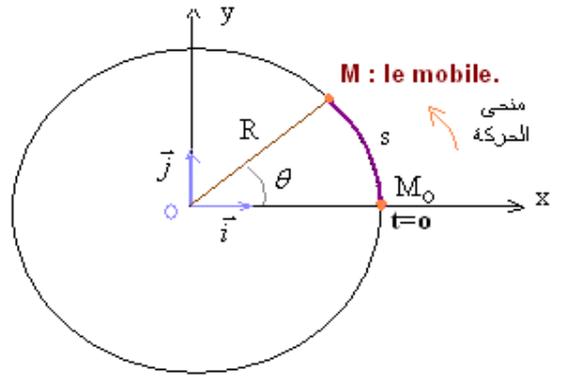
ليكن M_o هو موضع المتحرك عند اللحظة $t=0$

M موضع المتحرك عند لحظة t .

لمعلمة موضع المتحرك M نستعمل :

- الأفضول المنحني : $s = \widehat{M_o M}$

- أو الأفضول الزاوي : $\theta = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$



(3) العلاقة بين الأفضول المنحني والأفضول الزاوي

$$s = R\theta$$

في كل لحظة الأفضول الزاوي والأفضول المنحني تربطهما العلاقة التالية :

R : شعاع المسار الدائري ب (m)

s : الأفضول المنحني ب (m)

θ : الأفضول الزاوي بالراديان (rad) .

فمثلا : بالنسبة ل: دورة واحدة $\theta = 2\pi$ الأفضول المنحني يساوي : $s = 2\pi.R$ محيط الدائرة .

$$1 \text{ tour} = 2\pi = 360^\circ$$

(4) السرعة الزاوية والسرعة الخطية

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{السرعة الخطية المتوسطة} \quad \text{ب : (m/s)}$$

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad \text{السرعة الزاوية المتوسطة} \quad \text{ب : (rad/s)}$$

(5) العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية

$$v = R.\omega \quad \text{إذن} \quad v = \frac{\Delta s}{dt} = \frac{\Delta(R\theta)}{dt} = R.\frac{\Delta\theta}{dt} = R.\omega \quad \text{لدينا}$$

$$\omega = \frac{180^\circ}{60mn} = \frac{2.\pi(rad)}{3600(s)} \approx 1,74.10^{-3} rad/s \quad \text{السرعة الزاوية المتوسطة لعقرب دقائق الساعة :}$$

ونحصل عليها مبيانيا بطريقة

$$\omega = \frac{\delta\theta}{\delta t}$$

$$\omega_4 = \frac{\theta_5 - \theta_3}{t_5 - t_3} \quad \text{مثلا :}$$

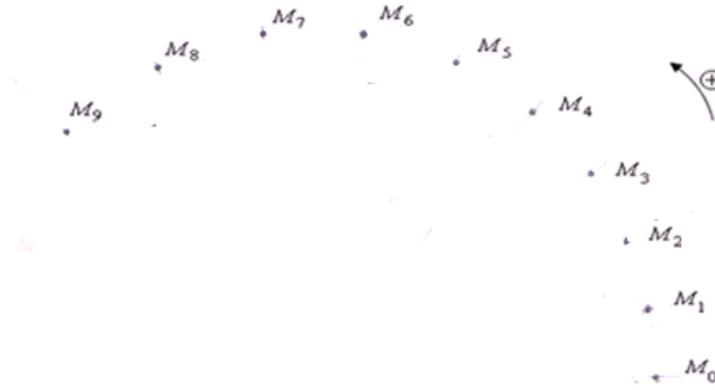
$$\omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \quad \text{التأثير التالية}$$

والسرعة الخطية اللحظية هي السرعة الخطية في لحظة معينة وتعطيها العلاقة التالية $v = \frac{\delta s}{\delta t}$ ونحصل عليها مبيانيا بطريقة

مثلا : $v_4 = \frac{s_5 - s_3}{t_5 - t_3}$: $v_i = \frac{\widehat{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\widehat{M_oM_{i+1}} - \widehat{M_oM_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{s_{i+1} - s_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$: النأطير التالية

الهدف منه : التحقق التجريبي من العلاقة : $v = R.\omega$ **﴿ نشاط تجريبي ﴾**

نعتبر قرصا متجانسا شعاعه R قابلا للدوران حول محور ثابت Δ بتسجيل حركة M تنتمي إلى محيط القرص خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 20ms$ نحصل على التسجيل التالي بالسلم الحقيقي: نقطة



(1) حدد مبيانيا شعاع مسار النقطة M .

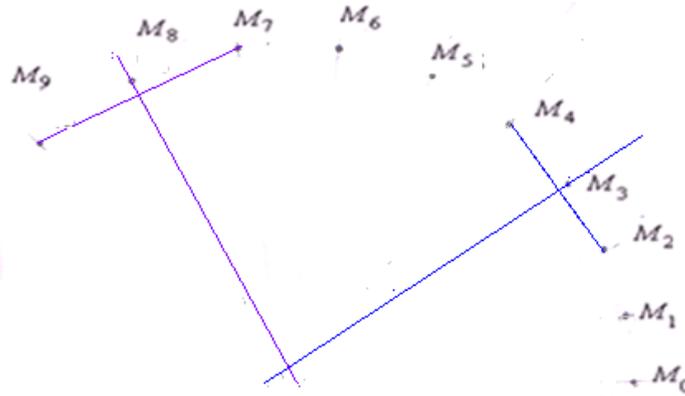
(2) باستعمال العلاقتين : $\omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{2\tau}$ و $v_i = \frac{\widehat{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$ أنم ملء الجدول التالي :

الموضع	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة الخطية $v(m/s)$					
السرعة الزاوية $\omega(rad/s)$					
$\frac{v}{\omega}$ (m)					

(3) استنتج العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية .

• استعمل خطا لقياس المسافة الممثلة للقوس $\widehat{M_{i-1}M_{i+1}}$

(1) مبيانيا نحصل على $R = 7cm = 0,07m$ تصحيح انظر الطريقة في الشكل أسفله .



(2) (. لدينا π radians توافق 180°) وبالتالي :

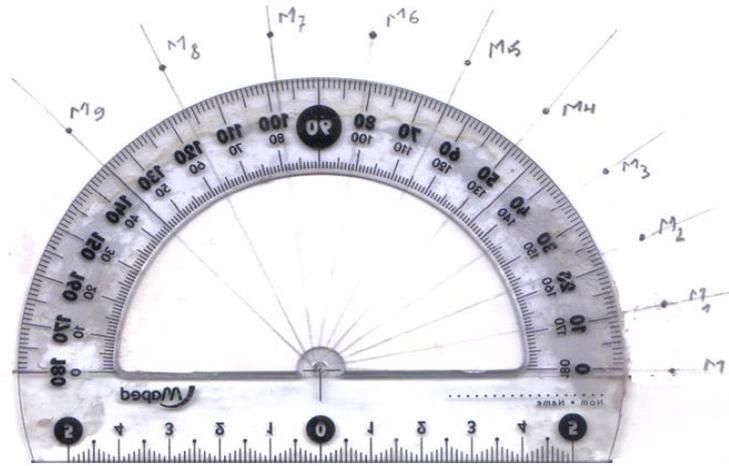
$$\alpha(\text{radians}) = \frac{\alpha(\text{degrés})}{180} \times \pi$$

$$v_1 = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{2,9 \cdot 10^{-2}}{0,04} = 0,725 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{3,1 \cdot 10^{-2}}{0,04} = 0,775 \text{ m/s}$$

$$\omega_1 = \frac{\theta_2 - \theta_0}{2\tau} = \frac{23^\circ - 0}{0,04} = \frac{23 \cdot \pi}{180} \text{ rad} / 0,04 \approx 10 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{\theta_3 - \theta_1}{2\tau} = \frac{36^\circ - 11}{0,04} = \frac{(36-11) \cdot \pi}{180} \text{ rad} / 0,04 = 10,9 \text{ rad/s}$$



$$v_3 = \frac{M_2 M_4}{2\tau} = \frac{3,3 \cdot 10^{-2}}{0,04} = 0,825 \text{ m/s}$$

$$v_4 = \frac{M_3 M_5}{2\tau} = \frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{0,04} = 0,9 \text{ m/s}$$

$$v_5 = \frac{M_4 M_6}{2\tau} = \frac{3,8 \cdot 10^{-2}}{0,04} = 0,95 \text{ m/s}$$

$$\omega_3 = \frac{\theta_4 - \theta_2}{2\tau} = \frac{50^\circ - 23}{0,04} = \frac{(50-23) \cdot \pi}{180} \text{ rad} / 0,04 \approx 11,78 \text{ rad/s}$$

$$\omega_4 = \frac{\theta_5 - \theta_3}{2\tau} = \frac{65^\circ - 36}{0,04} = \frac{(65-36) \cdot \pi}{180} \text{ rad} / 0,04 \approx 12,65 \text{ rad/s}$$

$$\omega_5 = \frac{\theta_6 - \theta_4}{2\tau} = \frac{81^\circ - 50}{0,04} = \frac{(81-50) \cdot \pi}{180} \text{ rad} / 0,04 \approx 13,5 \text{ rad/s}$$

M ₅	M ₄	M ₃	M ₂	M ₁	الموضع
0,95	0,9	0,825	0,775	0,725	السرعة الخطية $v(m/s)$
13,5	12,65	11,78	10,9	10	السرعة الزاوية $\omega(rad/s)$
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	$\frac{v}{\omega}$ (m)

(3) لدينا المقدار $\frac{v}{\omega}$ ثابت بحيث $\frac{v}{\omega} = 0,07 \text{ m}$: إذن $v = R \cdot \omega$

II حركة الدوران المنتظم

1) تعريف

يكون دوران جسم صلب حول محور ثابت منتظما ، إذا كانت سرعته الزاوية ثابتة $\omega = C^{te}$ و حركته الدورانية تصبح دورية .
الدور T هي المدة الزمنية التي ينجز فيها الجسم دورة واحدة .

خلال الدوران المنتظم ، ينجز الجسم دورة كاملة فيقطع $\Delta\theta = 2\pi$ خلال مدة زمنية Δt ثابتة تسمى الدور الذي نرمز إليه ب: T زاوية

والسرعة الزاوية $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ تصبح في حالة الدوران المنتظم كما يلي : $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

ويمكن تمييز الدوران المنتظم بتردده f وهو عدد الدورات المنجزة في الثانية . ب : tours/s .

والتردد هو مقلوب الدور : $f = \frac{1}{T}$ ووحدة التردد في النظام العالمي للوحدات هو الهيرتز (Hz) . ومنه : $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$

تردد حركة الدوران = عدد الدورات المنجزة في الثانية .

في حالة الدوران المنتظم جميع نقط الجسم الصلب لها نفس السرعة الزاوية ω لكن السرعات الخطية التي تعطىها العلاقة $v_i = R \cdot \omega_i$ تزداد كلما ابتعدت النقطة عن محور الدوران.

ملحوظة: إذا كان جسم صلب في حالة **دوران منتظم** حول محور ثابت فإن $\Sigma M\vec{F}_\Delta = 0$.

و إذا كان جسم صلب في حالة حركة **ازاحية منتظمة**: $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

2) **المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم**

المعادلة الزمنية لحركة نقطة من جسم صلب في حالة دوران منتظم حول محور ثابت تكتب كما يلي:

θ : الأضول الزاوي عند لحظة t .

θ_0 : الأضول الزاوي عند اللحظة $t = 0$.

ω : السرعة الزاوية.

$$\theta = \omega t + \theta_0$$

وبالنسبة للفصول المنحني:

s : الأضول المنحني عند لحظة t .

s_0 : الأضول المنحني عند اللحظة $t = 0$.

v : السرعة الخطية.

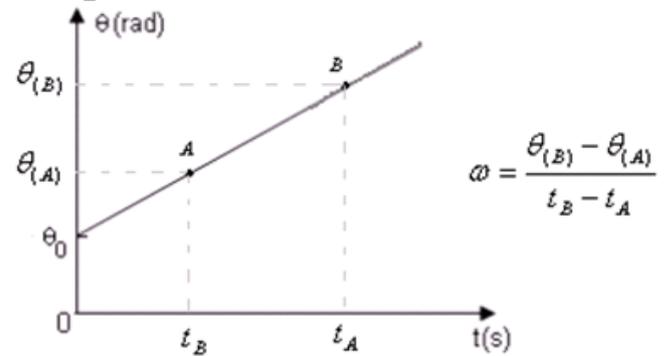
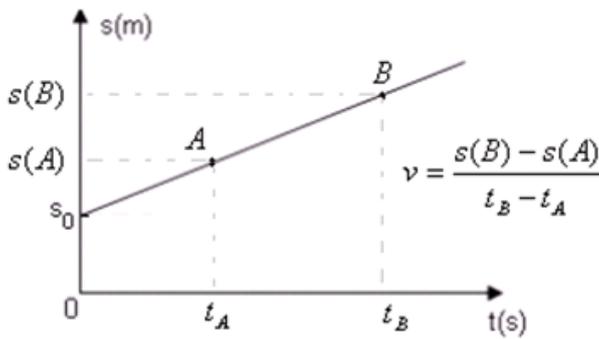
$$s = v \cdot t + s_0$$

و $v = f(t)$ عبارة عن دالة تألفية معاملها الموجه يساوي v .

يمكن تحديد قيمة السرعة الخطية مبيانيا من خلال المنحني $s = f(t)$.

$\theta = f(t)$ عبارة عن دالة تألفية معاملها الموجه يساوي ω .

يمكن تحديد قيمة السرعة الزاوية مبيانيا من خلال المنحني θ .



ملحوظة 1:

إذا كانت المعادلة الزمنية لحركة نقطة من جسم صلب في **حركة دوران** حول محور ثابت على النحو التالي:

$\theta = \omega \cdot t + \theta_0$ دالة تألفية أو: $s = v \cdot t + s_0$ دالة تألفية فإن **حركة الدوران منتظمة**. والعكس صحيح.

التوجيهات المتعلقة بهذا الدرس

التوجيهات

- تستغل الدراسة التجريبية لحركة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت لتعريف الأضول المنحني والأضول الزاوي والسرعة الزاوية والسرعة الخطية والعلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية.
- يعرف الدوران المنتظم وتقدم خاصياته والمعادلتان الزميتان لهذه الحركة $\theta(t)$ و $S(t)$ والعلاقة بينهما.
- يميز بين الحركة الدورانية والإزاحة الدائرية من خلال أمثلة مستقاة من المحيط المعيش للمتعلم (ة) وحركة بعض الكواكب.

* التوجيهات

المحتوى	أنشطة مقترحة	معارف ومهارات
1- حركة دوران جسم صلب غير قابل للاشوه حول محور ثابت	- اعتماد وثائق وأمثلة مستقاة من المحيط المعيش للمتعلم(ة) لتقديم حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت. - إنجاز واستغلال تسجيلات لحركة نقطة من جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت. - إبراز خصائص حركة الدوران المنتظم تجريبيا.	- تعرف حركة الدوران. - معرفة معلمة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت. - معرفة تعبير السرعة الزاوية و وحدتها . - معرفة العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية لنقطة من الجسم. - معرفة خصائص حركة الدوران المنتظم. - استغلال معادلات حركة الدوران المنتظم $\theta(t)$ و $s(t)$

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc

Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

"يا ابن آدم إنما أنت أيام فإذا ذهب يوم، ذهب بعضك"

قال الحسن البصري رحمه الله :