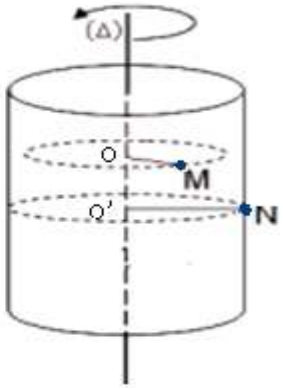
حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

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 ممركزة على هذا المحور.

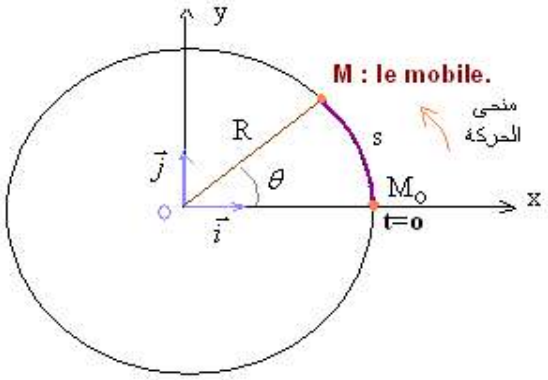


النقطتان M و N ترسمان بالتتابع مسارين دائريين ممركزين على التوالي في النقطتين O و O' على المحور Δ

ومسار كل منهما ينتمي إلى المستوى المتعامد مع محور الدوران .

2) معلمة 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=o

M موضع المتحرك عند لحظة t .

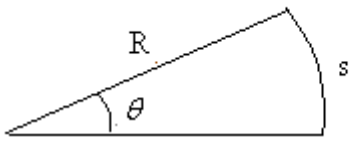
لمعلمة موضع المتحرك M نستعمل :

- الأفصول المنحني : $s = \overset{\frown}{M_oM}$

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

3) العلاقة بين الأفصول المنحني والأفصول الزاوي :

في كل لحظة الأفصول الزاوي والأفصول المنحني نربطهما العلاقة التالية : $s = R\theta$



R : شعاع المسار الدائري ب (m)

s : الأفصول المنحني ب : (m)

θ : الأفصول الزاوي بالراديان (rad) .

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

$$1\ tour = 2\pi = 360°$$

4) السرعة الزاوية والسرعة الخطية :

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

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

5) العلاقة بين السعة الخطية والسرعة الزاوية :

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

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

ملحوظة : السرعة الزاوية اللحظية هي السرعة الزاوية في لحظة معينة وتعطيها العلاقة التالية $\omega = \frac{\delta\theta}{\delta t}$ ونحصل عليها مبيانيا بطريقة التأطير التالية : $\omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$

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

والسرعة الخطية اللحظية هي السرعة الخطية في لحظة معينة وتعطيها العلاقة التالية $v = \frac{\delta s}{\delta t}$ ونحصل عليها مبيانيا بطريقة التأطير التالية : $v_i = \frac{\overset{\frown}{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\overset{\frown}{M_oM_{i+1}} - \overset{\frown}{M_oM_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{s_{i+1} - s_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$ مثلا : $v_4 = \frac{s_5 - s_3}{t_5 - t_3}$

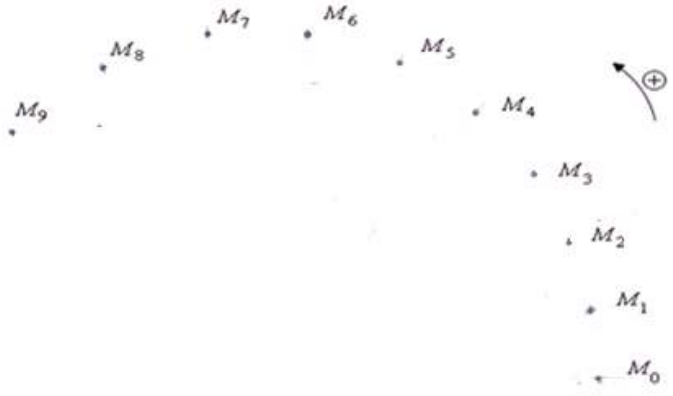
---

(6) نشاط تجريبي

الهدف منه : التحقق التجريبي من العلاقة : $v = R.\omega$

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: $v_i = \frac{\overset{\frown}{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$ أتمم ملء الجدول التالي :

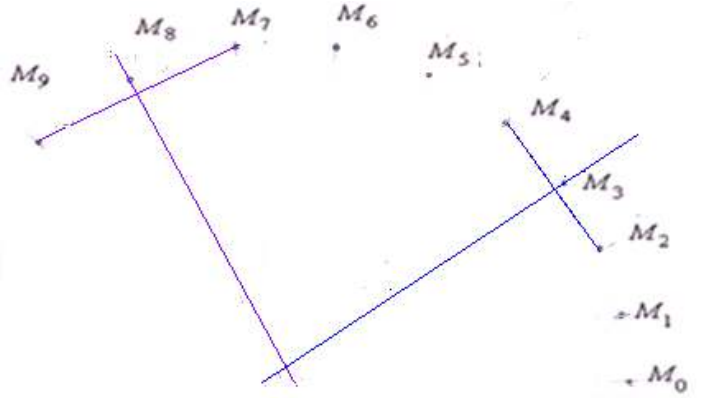
الموضح	M_1	M_2	M_3	M_4	:M_5
السرعة الخطية $v(m/s)$					
السرعة الزاوية $\omega(rad/s)$					
$\frac{v}{\omega}$ (m)					

3) استنتج العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية .

- استعمل خيطا لقياس المسافة الممثلة للقوس $\overset{\frown}{M_{i-1}M_{i+1}}$

تصحيح

1) مبيانيا نحصل على $R = 7cm = 0{,}07cm$ انظر الطريقة في الشكل أسفله .



2) (لدينا π $radians$ توافق 180^o) وبالتالي :

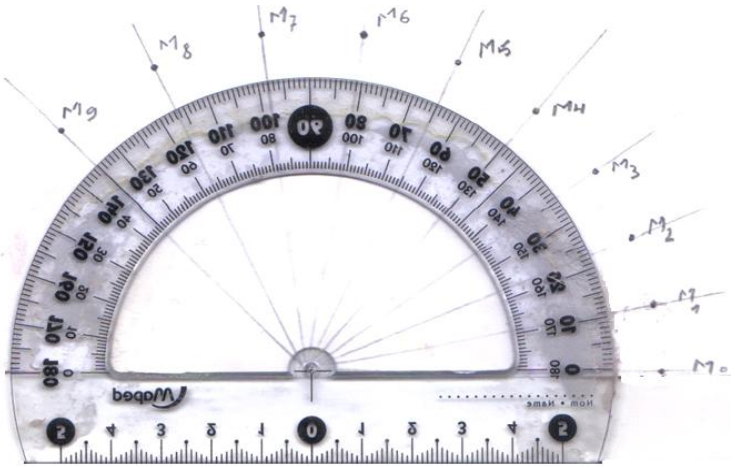
$$\alpha(radians) = \frac{\alpha(degrés)}{180} \times \pi$$

$$v_1 = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{2,9.10^{-2}}{0,04} = 0,725m/s$$

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

$$v_2 = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{3,1.10^{-2}}{0,04} = 0,775m/s$$

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



$$v_3 = \frac{M_2M_4}{2\tau} = \frac{3,3.10^{-2}}{0,04} = 0,825m/s$$

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

$$v_4 = \frac{M_3M_5}{2\tau} = \frac{3,6.10^{-2}}{0,04} = 0,9m/s$$

$$\omega_4 = \frac{\theta_5 - \theta_3}{2\tau} = \frac{65^o - 36}{0,04} = \frac{\frac{(65-23).\pi}{180}rad}{0,04} \approx 12,65rad/s$$

$$v_5 = \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{3,8.10^{-2}}{0,04} = 0,95m/s$$

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

الموضع	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة الخطية $v(m/s)$	0,725	0,775	0,825	0,9	0,95
السرعة الزاوية $\omega(rad/s)$	10	10,9	11,78	12,65	13,5
$\frac{v}{\omega}$ (m)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

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

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 نرمزإليه 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 : $\omega = \frac{2.\pi}{T} = 2.\pi.f$

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 تعطيها العلاقة $v_i = R.\omega_i$ 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 : الأفصول الزاوي عند لحظة t.
θ_o : الأفصول الزاوي عند اللحظة $t = 0$.
ω : السرعة الزاوية .

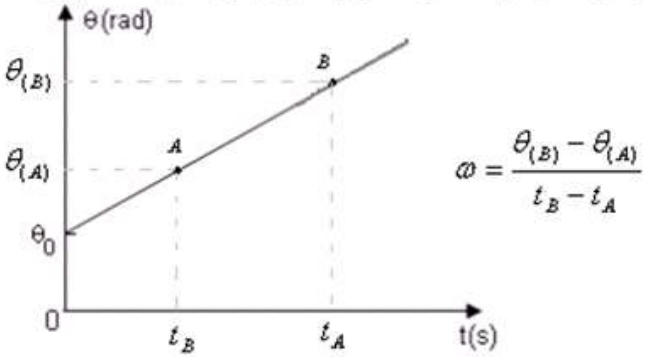
$$\theta = \omega t + \theta_o$$

وبالنسبة للفصول المنحنى :

s : الأفصول المنحنى عند لحظة t .
s_o : الأفصول المنحنى عند اللحظة $t = 0$.
v : السرعة الخطية .

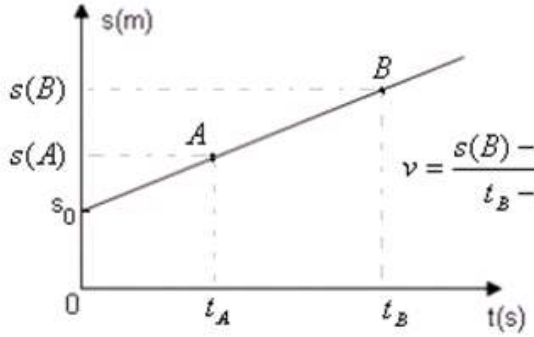
$$s = vt + s_o$$

$\Leftarrow \theta = f(t)$ عبارة عن دالة تآلفية معاملها الموجه يساوي ω .
يمكن تحديد قيمة السرعة الزاوية مبيانيا من خلال المنحنى t.



$$\omega = \frac{\theta_{(B)} - \theta_{(A)}}{t_B - t_A}$$

و $v = f(t)$ عبارة عن دالة تآلفية معاملها الموجه يساوي v .
يمكن تحديد قيمة السرعة الخطية مبيانيا من خلال المنحنى $s = f(t)$



$$v = \frac{s(B) - s(A)}{t_B - t_A}$$

ملحوظة 1:

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

$\theta = \omega.t + \theta_o$ دالة تآلفية أو : $s = v.t + s_o$ دالة تآلفية فإن حركة **الدوران منتظمة** . و العكس صحيح.

التوجيهات المتعلقة بهذا الدرس

التوجيهات

- تستغل الدراسة التجريبية لحركة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت لتعريف الأفصول المنحني والأفصول الزاوي والسرعة الزاوية والسرعة الخطية والعلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية.
- يعرف الدوران المنتظم وتقدم خاصياته والمعادلتان الزمنيتان 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 للتشوه 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 خاصيات حركة الوران المنتظم تجريبيا.	- تعرف حركة الدوران. -معرفة معلمة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت. - معرفة تعيير السرعة الزاوية ووحدتها . - معرفة العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية لنقطة من الجسم. - معرفة خاصيات 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 تنسونا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

قال الحسن البصري رحمه الله : **"يا ابن آدم إنما أنت أيام فإذا ذهب يوم، ذهب بعضك"**