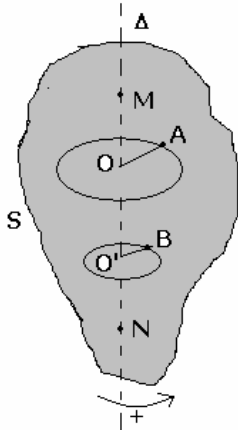


حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت



I - تعريف حركة الدوران حول محور ثابت

1 - مثال

الجسم (S) في حالة دوران حول محور ثابت (Δ) :
النقطتين A و B تتحركان وفق دائرتين ممركتين على المحور (Δ)
النقطتين M و N المنتميتين للمحور (Δ) ساكنتين .

2 - تعريف

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

II - معلمة نقطة من جسم صلب

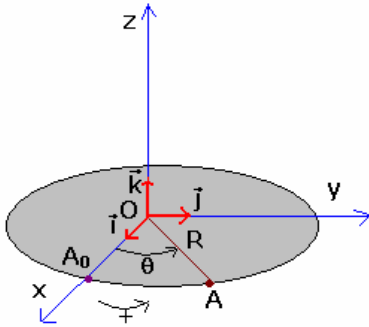
1 - الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

لدراسة حركة النقطة A من جسم صلب (S) ، نختار معلما متعامدا منظمًا (O, $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$) بحيث تكون المتجهة \vec{k} منطبقة مع محور الدوران ويكون المستوى (O, \vec{i}, \vec{j}) منطبقة مع مستوى مسار حركة هذه النقطة ، وبالتالي يمكن تعيين موضع النقطة A في كل لحظة :

- بمعرفة أفصوله المنحني $s(t) = \widehat{A_0 A}$ على مسار النقطة A .

- بمعرفة أفصوله الزاوي $\theta(t) = (\widehat{OA_0, OA})$

2 - العلاقة بين الأفصول المنحني والأفصول الزاوي



$$s(t) = R \cdot \theta$$

R : شعاع المسار الدائري للنقطة A ونعبر عنها بالمتر و θ بالراديان (rad)
الأفصول الزاوي والأفصول المنحني مقداران جبريان .

III - السرعة الزاوية

1 - السرعة الزاوية المتوسطة

نعتبر النقطة A من الجسم (S) والتي تبعد عن محور الدوران بالمسافة R .
أثناء الدوران وعند اللحظة t_1 ، تحتل النقطة A الموضع A_1 وعند اللحظة t_2 تحتل الموضع A_2

وخلال المدة الزمنية $t_2 - t_1$ تقطع النقطة A القوس $\widehat{A_1 A_2}$ ويدور الجسم بالزاوية $\theta_2 - \theta_1 = (\widehat{OA_1, OA_2})$

نعرف السرعة المتوسطة بالعلاقة التالية :

$$\omega_m = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$

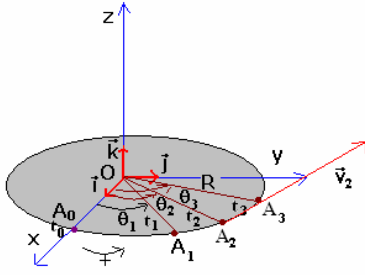
وحدة السرعة الزاوية في النظام العالمي للوحدات هي rad/s

2 - السرعة الزاوية اللحظية

إذا اعتبرنا t_1 و t_3 لحظتين جد متقاربتين وتؤطران اللحظة t_2 ، يكون القوس $\widehat{A_1 A_3}$ الذي تقطعه النقطة A متطابق مع الوتر $A_1 A_3$ وبالتالي تكون السرعة الزاوية عند اللحظة t_2 هي :

$$\omega_2(t) = \frac{\theta_3 - \theta_1}{t_3 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

وتكون السرعة الخطية المماسية عند هذه اللحظة هي :



$$v_2(t) = \frac{\overline{A_1 A_3}}{\Delta t} = \frac{\overline{A_0 A_3} - \overline{A_0 A_1}}{t_3 - t_1} = \frac{s_3 - s_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_2(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

3 - العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية

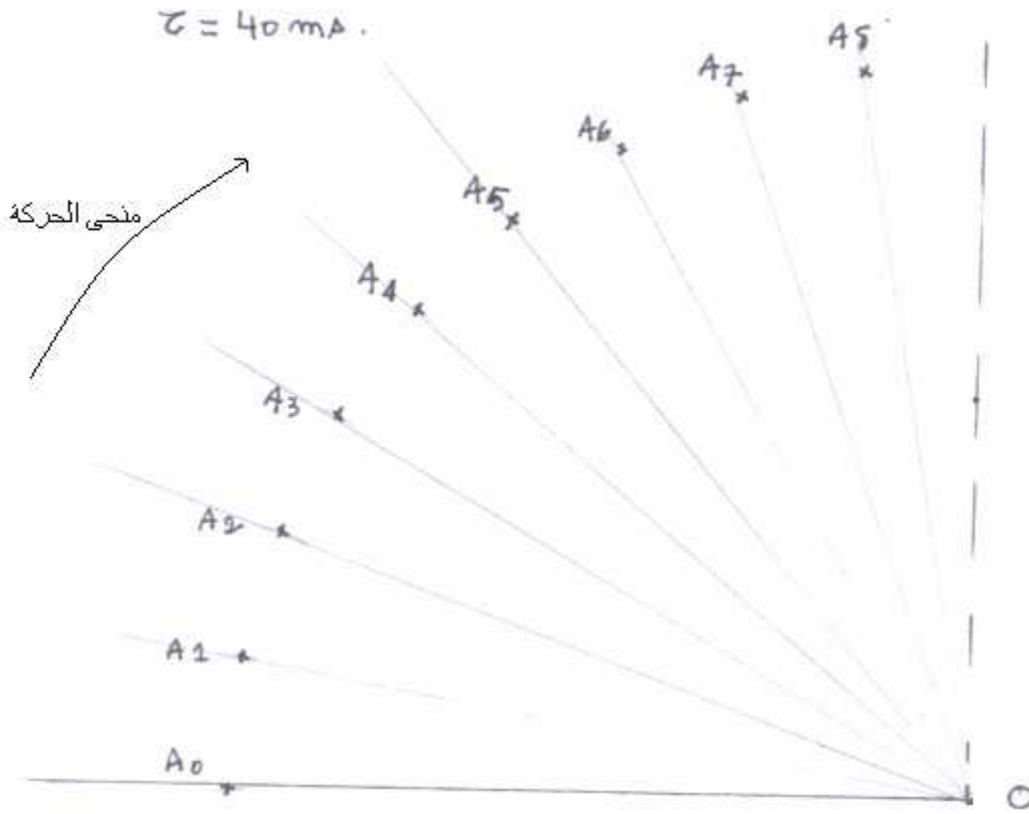
أثناء نفس المدة تدور جميع نقط الجسم الصلب بنفس السرعة الزاوية بالنسبة لنقطة A عند اللحظة t تكون السرعة الخطية هي كالتالي :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ et } \Delta s = R \Delta \theta$$

$$v = R \cdot \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow v = R \theta$$

4 - الدراسة التجريبية : التحقق التجريبي من العلاقة $v = R \theta$

نطلق حامل ذاتي على منضدة هوائية على أساس أن نحصل على حركة دوران هذا الأخير حول النقطة O والتي يمر منها محور الدوران (Δ). ونسجل حركة النقطة A والتي تتطابق مع مركز قصور الحامل الذاتي G خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 40 \text{ ms}$ ، فنحصل على التسجيل التالي .



أ - املأ الجدول التالي تأخذ كأصل معلم الزمن النقطة A_2 :

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
$t_i(\text{s})$			0				
$\theta_i(\text{rad})$							
$\omega_i(\text{rad/s})$							
$s_i(\text{m})$							
$v_i(\text{m/s})$							

ب - التأكد من العلاقة $v=R\omega$

VI - حركة الدوران المنتظم

1 - تعريف :

تكون حركة الدوران لجسم صلب ، حول محور ثابت ، منتظمة إذا بقيت السرعة الزاوية ω لهذا الجسم ثابتة مع مرور الزمن .
نعبر عن زاوية الدوران $\Delta\theta$ لجسم صلب في حركة دوران منتظم حول محور ثابت خلال مدة زمنية Δt ، كيفما كانت ، بالعلاقة التالية :

$$\Delta\theta = \omega\Delta t$$

2 - خصائص حركة الدوران المنتظم

* دور حركة الدوران المنتظم
أثناء الحركة تمر كل نقطة من الجسم بنفس الموضع بنفس السرعة عند كل دورة ، نقول أن الحركة دورية .
ينجز الجسم دورة كاملة خلال مدة $\Delta t = T$ بحيث أن :

$$\Delta\theta = 2\pi = \omega T \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

T تمثل دور حركة الدوران المنتظم وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي الثانية s .
* تردد حركة الدوران المنتظم

التردد هو عدد الدورات N المنجزة في الثانية ونعبر عنها بالعلاقة التالية :
$$N = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

وحدة التردد في النظام العالمي للوحدات هي الهرتز (Hz) .
نعبر عن التردد كذلك بالدورة في الدقيقة tr/min ومن العلاقة للتردد نستنتج أن $1Hz = 60tr / min$

3 - المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم

أ - نشاط تجريبي :

1 - على ورق ملبمترى وباختيار سلم مناسب مثل $\theta = f(t)$

2 - أستنتج المعادلة الرياضية لكل من $\theta(t)$. ما هو المدلول الفيزيائي للمعامل الموجه .

ب - خلاصة

المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم حول محور ثابت لجسم صلب هي : $\theta = \omega t + \theta_0$

ω السرعة الزاوية للجسم

θ_0 الأفضول الزاوي للجسم عند اللحظة $t=0$

ملحوظة : حركة نقطة من الجسم S في دوران منتظم هي حركة دائرية منتظمة أي أن السرعة الخطية ثابتة ومسار النقطة دائري شعاعه R في هذه الحالة تكون المعادلة الزمنية لحركة النقطة M من الجسم S هي :

$$\frac{\theta}{R} = \frac{\omega}{R}t + \frac{\theta_0}{R}$$

$$s = vt + s_0$$