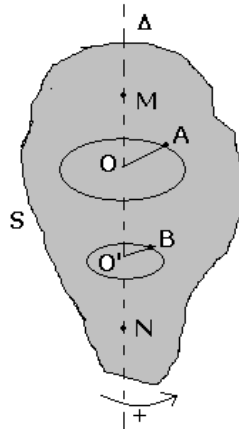


حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت



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 $\square$ إذا كانت كل نقطة من نقطه في حركة دائرية ممركة على هذا المحور .

II - معلمة نقطة من جسم صلب

1 - الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

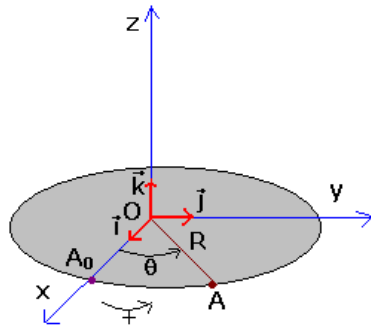
لدراسة حركة النقطة A من جسم صلب (S) ، نختار معلما متعامدا ممتظما $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ بحيث تكون المتجهة $\vec{k}$ منطبقة مع محور الدوران ويكون المستوى $(O, \vec{i}, \vec{j})$ منطبقا مع مستوى مسار حركة هذه النقطة ، وبالتالي يمكن تعيين موضع النقطة A في كل لحظة :

– بمعرفة أفصوله المنحني $s(t) = \overline{AA_0}$ على مسار النقطة

A .

– بمعرفة أفصوله الزاوي $\theta(t) = (\overrightarrow{OA_0}, \overrightarrow{OA})$

2 - العلاقة بين الأفصول المنحني والأفصول الزاوي



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

R : شعاع المسار الدائري للنقطة A ونعبر عنها بالمتر و $\square$ بالرديان (rad)

الأفصول الزاوي والأفصول المنحني مقداران حيران .

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 A_1A_2 ويدور الجسم بالزاوية

$$(\overrightarrow{OA_1}, \overrightarrow{OA_2}) = \theta_2 - \theta_1$$

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

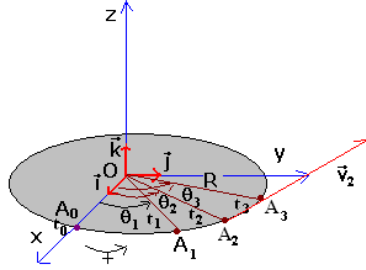
إذا اعتبرنا t_1 و t_3 لحظتين جد متقاربتين وتؤطران اللحظة t_2 ، يكون القوس A_1A_3 الذي تقطعه النقطة A متطابق مع الوتر A_1A_3 وبالتالي تكون السرعة الزاوية عند اللحظة t_2 هي :

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

وتكون السرعة الخطية المماسية عند هذه اللحظة هي :

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

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



3 - العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية

أثناء نفس المدة تدور جميع نقاط الجسم الصلب بنفس السرعة الزاوية

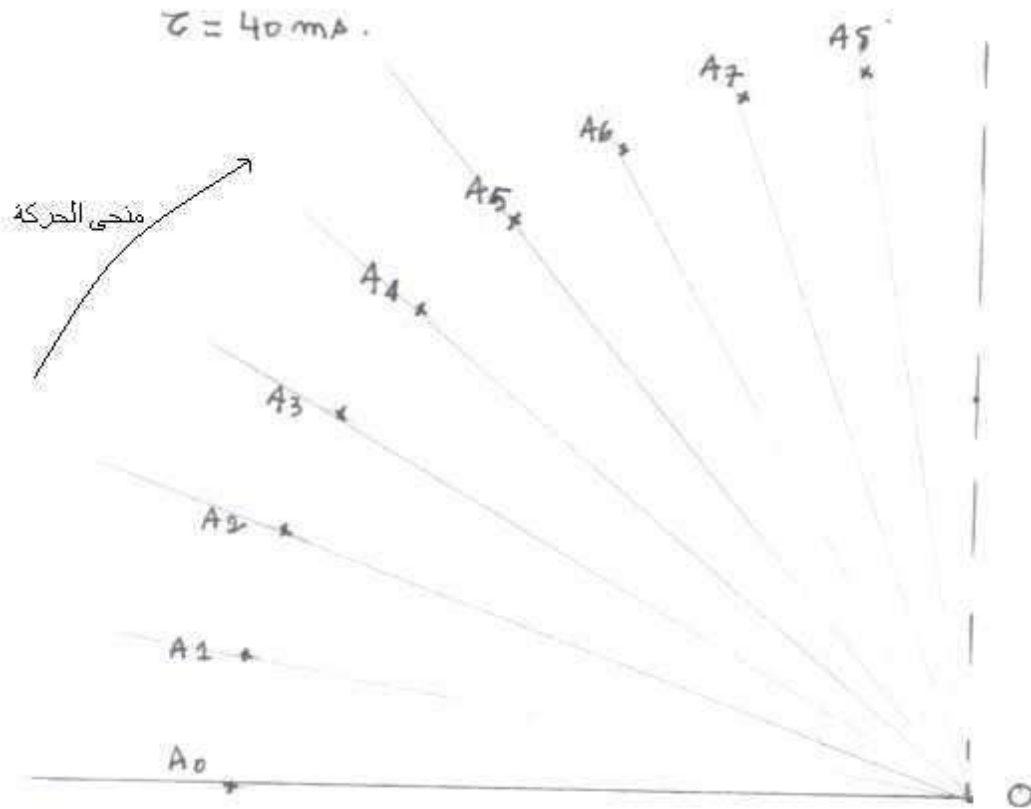
بالنسبة لنقطة A عند اللحظة t تكون السرعة الخطية هي كالتالي :

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

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

4 - الدراسة التحريية : التحقق التحريي من العلاقة $v = R\omega$

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 - املاً الجدول التالي نأخذ كأصل معلم الزمن النقطة A_2 :

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
$t_i(s)$			0				
$\square \square rad$							
$\square_i(rad/s)$							
$s_i(m)$							
$v_i(m/s)$							

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 - خاصيات 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 تحريبي :

1 - على ورق مليمتري 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 الأفصول 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 :

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

$$s = vt + s_0$$