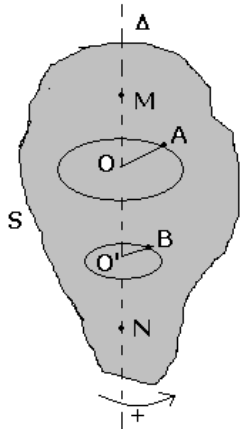
R

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

I ـ تعريف حركة الدوران حول محور ثابت



1 ـ مثال

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

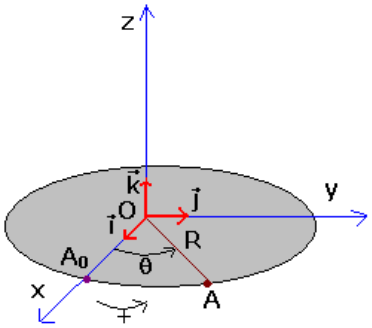
2 ـ تعريف

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

II ـ معلمة نقطة من جسم صلب

1 ـ الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

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



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

ـ بمعرفة أفصوله الزاوي $\theta(t)=\left(\overline{OA_0},\overline{OA}\right)$

2 ـ العلاقة بين الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

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

R : شعاع المسار الدائري للنقطة A ونعبر عنها بالمتر و θ بالرديان (rad)

الأفصول الزاوي والأفصول المنحني مقداران جبريان .

III ـ السرعة الزاوية

1 ـ 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 $\overset{\frown}{A_1A_2}$ ويدور الجسم بالزاوية

$$\left(\overline{OA_1},\overline{OA_2}\right)=\theta_2-\theta_1$$

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 ـ السرعة الزاوية اللحظية

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

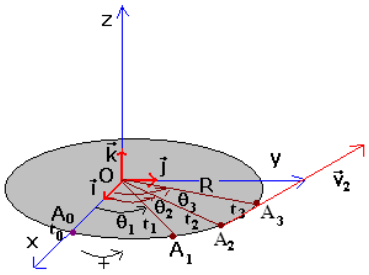
R

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

وتكون السرعة الخطية المماسية عند هذه اللحظة هي :

$$v_2(t) = \frac{\overline{A_1A_3}}{\Delta t} = \frac{\overline{A_0A_3} - \overline{A_0A_1}}{t_3 - t_1} = \frac{s_3 - s_1}{t_3 - t_1}$$

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



3 ـ العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية

أثناء نفس المدة تدور جميع نقط الجسم الصلب بنفس السرعة الزاوية

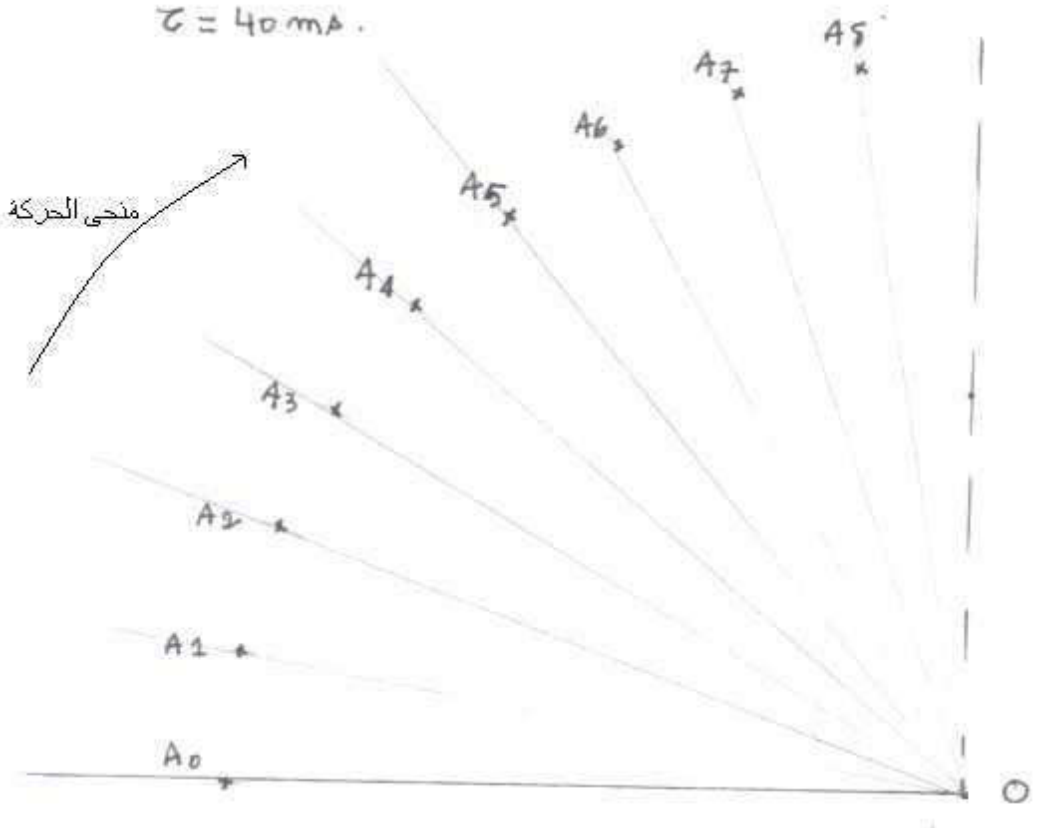
بالنسبة لنقطة A عند اللحظة t تكون السرعة الخطية هي كالتالي :

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

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

4 ـ الدراسة التجريبية : التحقق التجريبي 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 τ=40ms ، فنحصل على التسجيل التالي .



أ ـ املأ الجدول التالي نأخذ كأصل معلم الزمن النقطة A_2 :

R

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
t_i(s)			0				
□rad)							
□i(rad/s)							
s_i(m)							
v_i(m/s)							

ب ـ التأكد من العلاقة $v=R\omega$

VI ـ حركة الدوران المنتظم

1 ـ 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 ـ 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 ـ المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم

أ ـ نشاط تجريبي :

1 ـ على ورق مليمتري وباختيار سلم مناسب مثل $\theta = f(t)$

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

ب ـ 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 :

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

$$s = vt + s_0$$