الجزء الاول: الشغل الميكانيكي و الطاقة

الدرس الاول:

حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

Mouvement de rotation d'un corps solide indéformable autour d'un axe fixe

نشاط تمهيدي : النشاط 1 :

الحصيلة

* جسم صلب غير قابل للتشويه هو كل جسم بحيث المسافة بين نقطتين كيفما كانتا، لا تتغير مع الزمن.

*** المسار**

- مسار متحرك هو مجموعة المواضع المتوالية لهذا المتحرك خلال الزمن
- نقول أن حركة الجسم منحنية إذا كان مساره منحنيا.
- نقول أن حركة الجسم مستقيمية إذا كان مساره مستقيميا.
- نقول أن حركة الجسم دائرية إذا كان مساره دائريا.

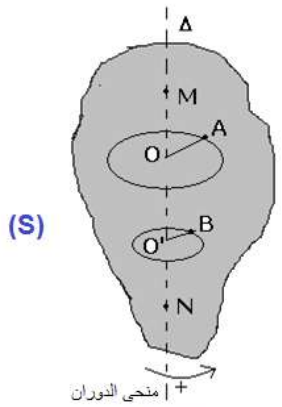
I- تعريف حركة الدوران حول محور ثابت Δ

1- مثال: نعتبر 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- تعريف

يكون جسم صلب غير قابل للتشويه في دوران حول محور ثابت, إذا كانت كل نقطة من نقطه في حركة دائرية ممركزة على هذا المحور, و مسار هذه النقط المتحركة تنتمي إلى المستوى المتعامد مع محور الدوران.



الشكل (1)

II - دراسة الحركة الدائرية.

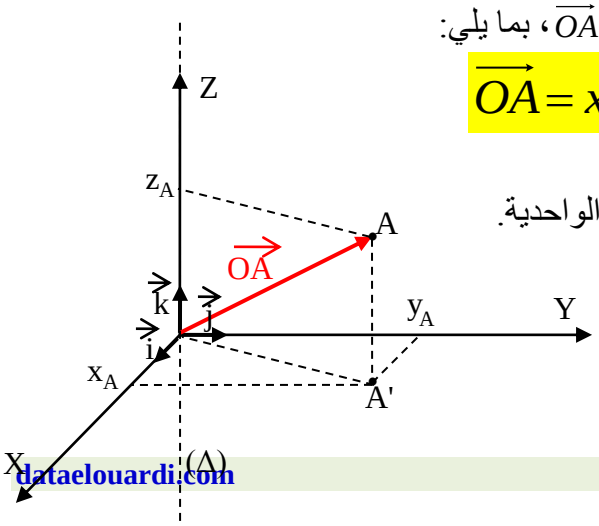
1- معلمة نقطة من جسم صلب في دوران

لدراسة حركة النقطة من جسم صلب (S)، نختار معلما متعامدا ممنظما $\Re(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$، بحيث تكون المتجهة $\vec{k}$ منطبقة مع محور الدوران (Δ), و يكون المستوى $(O,\vec{i},\vec{j})$ متطابقا مع مسار النقطة A.

يمكن تعيين موضع النقطة A في كل لحظة بمعرفة متجهة الموضع $\overrightarrow{OA}$، بما يلي:

$$\overrightarrow{OA} = x_A.\vec{i} + y_A.\vec{j} + z_A.\vec{k}$$

مع x و y و z إحداثيات النقطة A. و تمثل $\vec{i}$ و $\vec{j}$ و $\vec{k}$ المتجهات الواحدية.

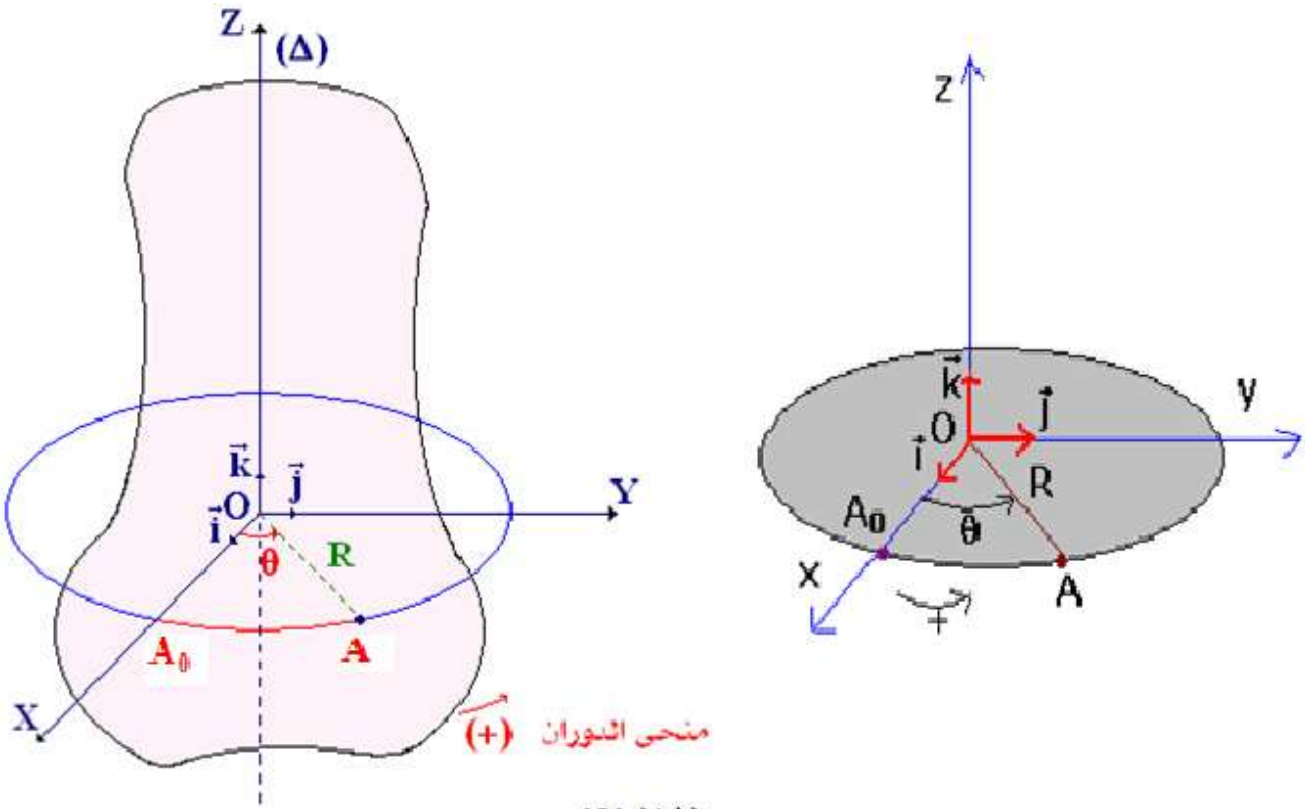


الشكل (2)

و لتبسيط دراسة الحركة لجسم صلب في دوران، يمكن معلمة النقطة A باستعمال الأفصول الزاوي أو الأفصول المنحني.

2- الأفصول الزاوي

نعتبر ox اتجاها مرجعيا، و نوجه مسار النقطة A وفق منحى الحركة.



الشكل(3)

تعريف : نسمي الأفصول الزاوي في اللحظة t القيمة الجبرية للزاوية التي تكونها متجهة الموضع و محور مرجعي نتخذه أصلا للأفاصيل.

- عمليا نختار المنحى الموجب المنحى المعاكس لعقارب الساعة.
- في الشكل 3 الزاوية $\theta=(\overrightarrow{Ox},\overrightarrow{OA})$ تمثل الأفصول الزاوي للنقطة المتحركة A عند اللحظة t, و هو مقدار جبري وحدته في S.I هي الراديان، و يرز لها ب rad .

3- الأفصول المنحني

نعتبر المحور Ox اتجاها مرجعيا، و نوجه مسار النقطة A وفق منحى الحركة (الشكل 3).

إذن نكتب $s = A_0A$.

تعريف : نسمي الأفصول المنحني (s) للنقطة A في اللحظة t المقدار الجبري $s = A_0A$، حيث A' أصل الأفاصيل المنحنية.

- s مقدار جبري إشارته تتعلق بتوجيه المسار.
- وحدة الأفصول المنحني في النظام العالمي للوحدات هي المتر (m).

4- العلاقة بين الأفصول المنحني و الأفصول الزاوي

نبرهن في الرياضيات أن $s = R \cdot \theta$ ، حيث R شعاع المسار الدائري ل A .

ملحوظة :

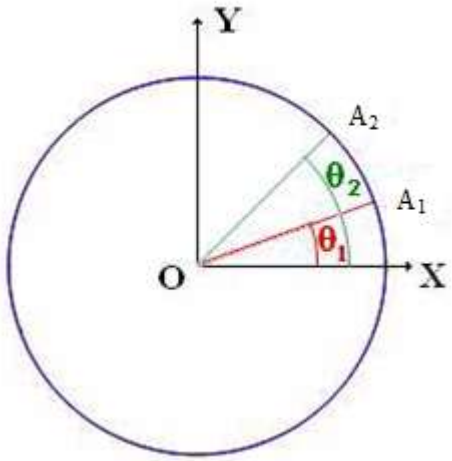
يمكن تحديد العلاقة بين الأفصول المنحني و الأفصول الزاوي، انطلاقا من :

$$\begin{array}{lcl} 2\pi\ (rad) & \rightarrow & 2\pi R \\ \theta & \rightarrow & s \end{array}$$

فنجد $s = R \cdot \theta$.

III- السرعة الـــزاويـة

1- السرعة الزاويـة المتوسطة



عندما ينجز الجسم حركة دوران حول المحور (Δ) يكون للنقطة المتحركة A أفصولا زاويا θ_1 عند التاريخ t_1 ثم أفصولا زاويا θ_2 عند التاريخ t_2:

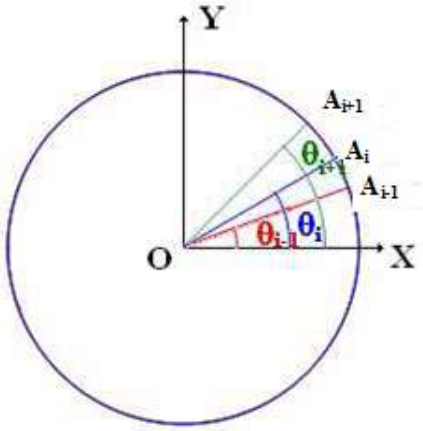
تعريف: السرعة الزاوية المتوسطة ω_m للنقطة المتحركة A بين اللحظتين t_1 و t_2 هي :

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

وحدتها في S.I هي الراديان على الثانية: $rad.s^{-1}$

2- السرعة الزاويـة اللحظية

تعريف : السرعة الزاوية اللحظية هي خارج قسمة الزاوية التي تكسحها متجهة الموضع على مدة الكسح، بحيث تكون مدة الكسح صغيرة جدا.



نعتبر لحظتين t_{i-1} و t_{i+1} جد متقاربتين تؤطران اللحظة t_i, يكون القوس $A_{i-1}A_{i+1}$ الذي تقطعه A و القطعة $[A_{i-1}A_{i+1}]$ متقايسين تقريبا، و بالتالي يكون قياس السرعة الزاوية المتوسطة بين t_{i-1} و t_{i+1} يساوي قياس السرعة الزاوية اللحظية في اللحظة t_i تقريبا. فنكتب:

$$\omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

عندما نضع: $\delta\theta_i = \theta_{i+1} - \theta_{i-1}$ و $\delta t_i = t_{i+1} - t_{i-1}$ نكتب:

$$\omega_i = \frac{\delta\theta_i}{\delta t_i}$$

ملحوظة : اتجاه متجهة السرعة $\vec{V}$ مماس في كل لحظة و المنحى هو منحى الحركة.

3- العلاقة بين السرعة الزاوية و السرعة الخطية.

* في لحظة معينة تدور جميع نقط الجسم الصلب بنفس السرعة الزاوية

السرعة الخطية V_i للنقطة المتحركة هي : $V_i = \frac{A_{i+1}A_{i-1}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{\delta s_i}{\delta t}$

و لدينا $s_A = r_A \cdot \theta$ بذلك $\delta s_A = r_A \cdot \delta\theta$ و منه: $V_A(t_i) = r_A \cdot \frac{\delta\theta_i}{\delta t} = r_A \cdot \omega(t_i)$

$$V_A(t_i) = r_A \cdot \omega(t_i)$$

ملحوظة: كل نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت لها نفس السرعة الزاوية ، بينما تختلف السرعة الخطية لهذه النقطة باختلاف المسافة التي تفصلها عن محور الدوران.

4- تمرين تطبيقي (الكتاب المدرسي مسار).

IV- حركة الدوران المنتظم.

1- تعريف: تكون حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت منتظمة إذا كانت لكل نقطة منه مسارا دائريا و سرعتها الزاوية اللحظية ثابتة: $\omega = Cte$.

2- خاصيات الدوران المنتظم

أ- الدور

الدور هو المدة الزمنية التي ينجز خلال الجسم دورة كاملة. و نرمز له ب T , وحدته هي الثانية (s).

و نستنتج أن : $\omega = \frac{2.\pi}{T}$

ب- التردد

تعريف: التردد f هو عدد الدورات المنجزة خلال ثانية.

و نكتب : $f = \frac{1}{T}$

وحدة التردد في S.I هي الهرتز رمزها Hz. ($Hz = s^{-1}$)

V- المعادلة الزمنية للحركة الدائرية

إذا كان الأفصول الزاوي لنقطة متحركة M من الجسم عند التاريخ t هو θ و عند التاريخ البدئي t_0 هو θ_0 فإن : $\omega = \frac{\theta - \theta_0}{t - t_0} = Cte$ و منه:

$$\theta = \omega.(t - t_0) + \theta_0$$

تمثل العلاقة المعادلة الزمنية لحركة النقطة M من الجسم, وفي حالة $t_0 = 0$ نكتب:

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

باعتبار الأفصول المنحني s تكون المعادلة الزمنية لحركة النقطة M:

$s_M(t) = r_M \cdot \theta_M(t)$ و بذلك : $s_M = r_M \cdot [\omega.(t - t_0) + \theta_0]$ و منه:

$$s_M = V_M \cdot (t - t_0) + s_0$$

في حالة $t_0 = 0$ تكتب المعادلة: $s_M = V_M \cdot t + s_0$

VI- تطبيقات