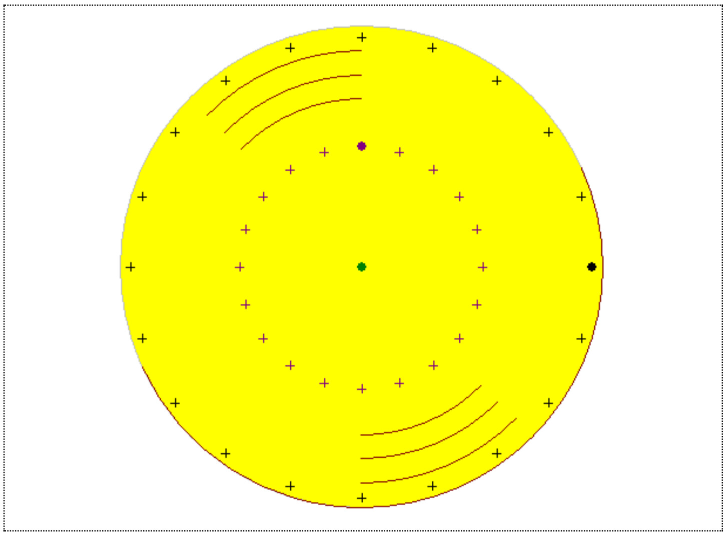
دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت
Rotation d'un solide indéformable autour d'un axe fixe

I) حركة جسم صلب في دوران حول محور ثابت.

النشاط: استحضار أمثلة مختلفة و تجسيد البعض منها

تكون المجموعة $\{corps-axe\}$ قابلة للتشويه في حالة إزاحة دائرية لجسم صلب, في حين تكون المجموعة $\{corps-axe\}$ صلبة في حالة حركة دورانية للجسم.

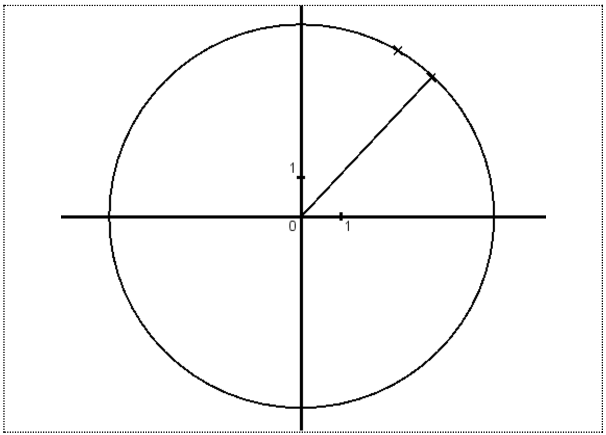
مثال: قرص في دوران حول محور ثابت.



تعريف: تكون لجسم صلب غير قابل للتشويه حركة دوران حول محور ثابت إذا كانت كل نقطة من نقطه في حركة دائرية ممركزة على هذا المحور.

II) دراسة الحركة الدائرية.

1) معلمة الحركة.



المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ متعامد و ممنظم و متجهته $\vec{k}$ منطبقة مع محور الدوران. نعتبر المحور Ox اتجاها مرجعيا و نوجه المسار وفق منحى الحركة:

- نسمي الزاوية $\theta=(\overrightarrow{Ox},\overrightarrow{OM})$ بالأفصول الزاوي للنقطة المتحركة M عند اللحظة t, و هو مقدار جبري وحدته في S.I هي الراديان (rad).
- نسمي القوس $s = AM$ بالأفصول المنحني للنقطة المتحركة M عند التاريخ t, و هو مقدار جبري وحدته في S.I هي المتر (m).

❖ العــلاقــة بــين الأفصــول الــزاوي و الأفصــول المنحنــي: $s = r . \theta$

r يمثــل شعــاع المســار الــدائري للنقــطة المتحــركة.

تطبيق: حــدد على التسجــيل كــل من الأفصــول الــزاوي و الأفصــول المنحــني للنقــطة المتحــركة عنــد التــاريخ $t = 3.\tau$

2) الســرعة الــزاويــة.

أ- الســرعة الــزاويــة المتــوسطة.

عنــدما ينجــز الجسم حــركة دوران حــول المحــور (Δ) يكــون للنقــطة المتحــركة M أفصــولا زاويــا θ_1 عنــد التــاريخ t_1 ثــم أفصــولا زاويــا θ_2 عند التــاريخ t_2:

تعــريــف:

الســرعة الــزاويــة المتــوسطة ω_m للنقــطة المتحــركة M بــين اللحظــتين t_1 و t_2 هــي :

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

وحــدتهــا فــي S.I هــي الراديــان عــلى الثــانية: $rad.s^{-1}$

ملحــوظة: يكــون لجمــيع نقــط الجــسم نفــس الســرعة الــزاوية, نتحــدث بذلــك عن الســرعة الــزاوية للجــســم.

تطبيق: أحســب الســرعة الــزاوية المتــوسطة للقــرص علمــا أن $\tau = 20ms$.

ب- الســرعة الــزاويــة اللحــظية.

نعتــبر لحظتــين t_{i-1} و t_{i+1} جــد متقــاربتــين تؤطــران اللــحظة t_i , إذا كــان الفــرق فــي الأفصــول الــزاوي بــين هــاتين اللحظتــين $\theta_{i+1} - \theta_{i-1}$, نحــدد الســرعة الــزاوية اللحــظــية بالعــلاقــة:

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

عندمــا نضــع: $\delta\theta_i = \theta_{i+1} - \theta_{i-1}$ و $\delta t_i = t_{i+1} - t_{i-1}$ نكتــب: $\omega_i = \frac{\delta\theta_i}{\delta t_i}$

ت- العــلاقة بــين الســرعة الــزاوية و الســرعة الخطــية.

الســرعة الخطــية V_i للنقــطة المتحــركة هــي : $V_i = \frac{M_{i+1}M_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\delta s_i}{\delta t}$

و لدينــا $s_M = r_M . \theta$ بذلك $\delta s_M = r_M . \delta\theta$ و منــه: $V_M(t_i) = r_M . \frac{\delta\theta_i}{\delta t} = r_M . \omega(t_i)$

$$\boxed{V_M(t_i) = r_M . \omega(t_i)}$$

تطبيق: أحســب الســرعة الخــطية للنقطتــين A و B عــلى التسجــــيل.

III) حـــركة الـــدوران المنتـــظم.

تعـــريف: تكـــون حـــركة دوران جسم صـــلب حـــول محـــور ثـــابت منتـــظمة إذا بقـــية ســـرعـــته الـــزاوية اللحـــظية ثـــابتة: $\omega = Cte$.

*** الـــدور و التـــردد.**

مع مـــرور الـــزمن تتكـــرر ممـــاثلة لنفسهـــا حـــركة جســـم دورانه منتـــظم, نقـــول أنهـــا دورية. إذا كـــان الجسـم ينجـز دورة خـــلال مـــدة زمـــنية T , فـــإن T تمثـل دور الحـــركة.

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

تعـــريف: التـــردد f لحـــركة دوريـــة هـــو عـــدد الأدوار التي تتكـــرر خـــلال وحـــدة الـــزمن.

و نســـتنتج : $$\boxed{f = \frac{1}{T}}$$

وحـــدة التـــردد في S.I هـــي الهـــرتـــز رمـــزهـــا Hz. $(Hz = s^{-1})$

تطبـــيق: أحســـب تـــردد حـــركة القـــرص فـــي التسجـــيل.

*** المعـــادلة الـــزمـــنية للحـــركة.**

إذا كـــان الأفصـــول الـــزاوي لنقـــطة متحـــركة M من الجســـم عنـــد التـــاريخ t هـــو θ و عنـــد التـــاريخ البـــدئي t_0 هـــو θ_0 فـــإن : $\omega = \dfrac{\theta - \theta_0}{t - t_0} = Cte$ و منـــه:

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

تمثـــل العـــلاقة المعـــادلة الزمـــنية لحـــركة النقـــطة M مـــن الجســـم, وفي حـــالة $t_0 = 0$ نكتـــب:

$$\boxed{\theta = \omega.t + \theta_0}$$

بـــاعتبـــار الأفصـــول المنحنـــي s تكـــون المعـــادلة الزمـــنية لحـــركة النقـــطة M:

$s_M(t) = r_M.\theta_M(t)$ و بـــذلك : $s_M = r_M.[\omega.(t - t_0) + \theta_0]$ و منـــه:

$$\boxed{s_M = V_M.(t - t_0) + s_0}$$

فـــي حـــالة $t_0 = 0$ تكتـــب المعـــادلة: $\boxed{s_M = V_M.t + s_0}$

IV) تطبـــيق: دراســـة حـــركة قـــرص باستعمـــال الـــومـــاض