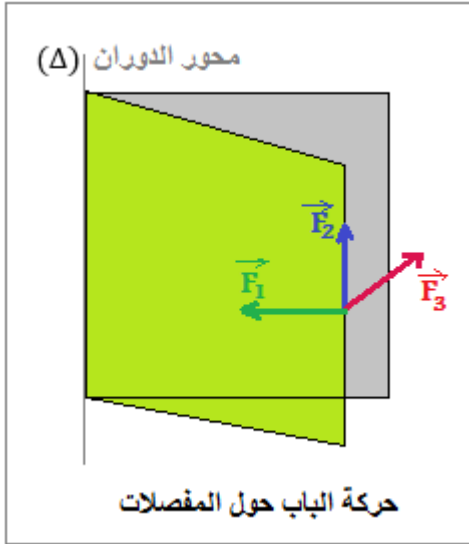


توازن جسم قابل للدوران حول محور ثابت

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

I- مفعول قوة على دوران جسم صلب

* مثال 1 :



حركة الباب حول المفصلات والتي تجسد محو الدوران (Δ) .

ليس للقوتين \vec{F}_1 و \vec{F}_2 مفعول على دوران الباب .

* مثال 2 :

القوة \vec{F}_3 بإمكانها إدارة الباب حول المحور (Δ) .

نلاحظ أن شدة القوة تزداد كلما اقتربنا من محور الدوران (Δ) أي المفصلات .

استنتاج :

يكون لقوة \vec{F} مفعول دوران على جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

(Δ) إذا كان خط تأثيرها غير مواز لمحور الدوران ولا يتقاطع معه .

II- عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت :

1-تعريف :

عزم قوة \vec{F} بالنسبة لمحور الدوران (Δ) ثابت ومتعامد مع خط تأثيرها هو جداء الشدة F لهذه القوة والمسافة d

الفاصلة بين المحور (Δ) وخط تأثيرها .

وحدة العزم في النظام العالمي للوحدات هي النيوتن في المتر $(N.m)$.

2-عزم قوة مقدار جبري :

إن الجداء $F.d$ لا يحدد منحى دوران الجسم حول المحور (Δ) ، لذلك نختار

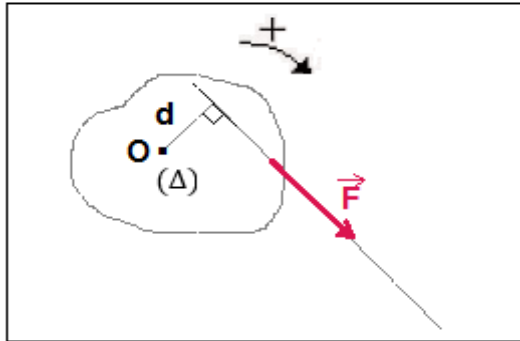
منحى اعتباطيا لدوران الجسم نعتبره موجبا .

بالنسبة للشكل جانبه القوة \vec{F} تدير الجسم في المنحى الموجب الذي تم

اختياره ومنه العزم يكتب : $M_{\Delta}(\vec{F}) = +F.d$

بصفة عامة يعبر عن عزم قوة بالنسبة لمحور (Δ) ثابت بالعلاقة :

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F.d$$



III-عزم مزدوجة قوتين :

1-تعريف :

تكون القوتان \vec{F}_1 و \vec{F}_2 مزدوجة قوتين ، إذا كان مجموعهما المتجهي منعدم : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ و خطا تأثيرهما متوازيان (أي غير متطابقان) .

2-عزم مزدوجة قوتين :

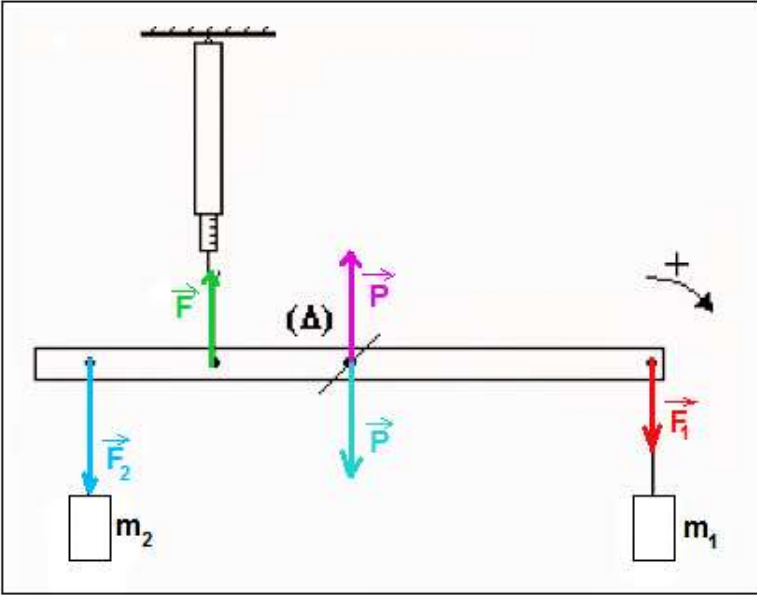
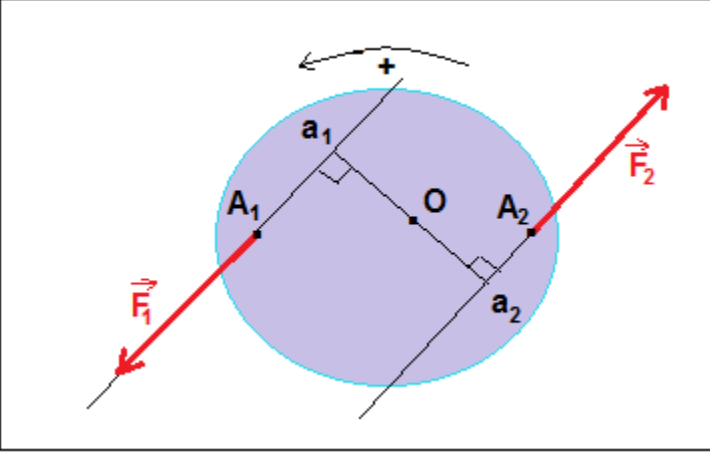
عزم مزدوجة قوتين (\vec{F}_1, \vec{F}_2) تفصل بين خطي تأثيرهما المسافة d ، بالنسبة لمحور الدوران ثابت وعمودي على المستوى الذي يتضمن المتجهتين (\vec{F}_1, \vec{F}_2) وبشكل مستقل عن المحور (Δ) هو : $M = \pm F \cdot d$

IV-توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

1-تجربة :

نحقق توازن مسطرة (S) متجانسة قابلة للدوران حول محور ثابت (Δ) أفقي وعمودي ويمر من مركز ثقلها G المسطرة (S) تخضع للتأثيرات التالية :
 \vec{R} : تأثير محور الدوران (Δ) .
 \vec{P} : وزن المسطرة .

\vec{F}_1 : القوة المطبقة من طرف الكتلة المعلمة m_1 .
 \vec{F}_2 : القوة المطبقة من طرف الكتلة المعلمة m_2 .
 \vec{F} : القوة المطبقة من طرف الدينامومتر .



2-نتائج التجربة :

متجهة القوة \vec{F}_i	\vec{R}	\vec{P}	\vec{F}_1	\vec{F}_2	\vec{F}
شدة القوة $F_i(N)$	$m \cdot g$	R	1	2	2
المسافة $d_i(m)$	0	0	0,12	0,10	0,04
العزم $M_{\Delta}(N.m)$	0	0	+0,12	-0,20	0,08

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}_i) = M_{\Delta}(\vec{R}) + M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{F}_1) + M_{\Delta}(\vec{F}_2) + M_{\Delta}(\vec{F})$$

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}_i) = 0 + 0 + 0,12 - 0,20 + 0,08$$

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}_i) \approx 0$$

3-مبرهنة العزوم :

عند توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) ، أيا كان ، فإن المجموع الجبري لعزوم كل القوى المطبقة على الجسم ، بالنسبة لهذا المحور منعدم :

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}) = 0$$

4-شرطا التوازن :

عندما يكون جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) في توازن وهو خاضع لعدة قوى ، بالنسبة لمعلم مرتبط بالأرض ، فإن :

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

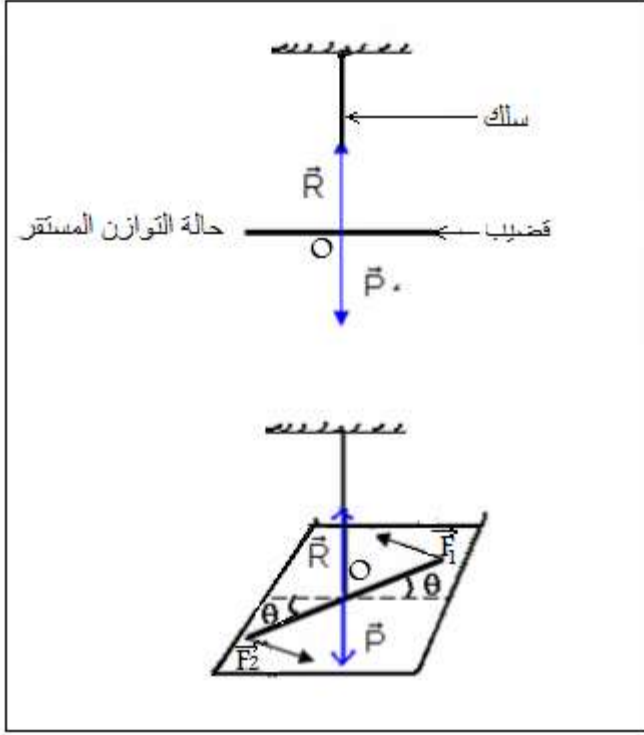
-مجموع متجهات القوى يكون منعدم

وهذا شط لازم لسكون مركز قصور الجسم الصلب .

-المجموع الجبري لعزوم كل القوى المطبقة على الجسم الصلب ، بالنسبة للمحور (Δ) ، مجموع منعدم

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}) = 0$$

وهذا شرط لازم لغياب دوران الجسم الصلب حول المحور (Δ)



٧-عزم مزدوجة اللي :

1-مزدوجة اللي :

عند تطبيق عزم مزدوجة قوتين على الجزء غير المثبت لسلك اللي ، يلتوي بحيث تدور النقط المكونة للسلك بزاوية θ فتسلط هذه النقط قوى $\sum \vec{f}_i$ تسعى الى إعادة السلك الى شكله الاصلي . تكون القوى $\sum \vec{f}_i$ مزدوجة اللي عزمها M_T .

2-تعبير عزم مزدوجة اللي :

2-1-تجربة :

عند تطبيق مزدوجة قوتين على القضيب مزدوجة قوتين على السلك ، نلاحظ أن السلك يلتوي أي أن تأثير المزدوجة أدى الى لي السلك ، وعند حذف المزدوجة يعود القضيب الى موضع توازنه المستقر .

دراسة توازن القضيب :

عند تطبيق مزدوجة قوتين (\vec{F}_1, \vec{F}_2) يلتوي السلك و يكون خاضعا للقوى التالية :
وزنه \vec{P} ، تأثير السلك \vec{R} ، مزدوجة قوتين (\vec{F}_1, \vec{F}_2) وجموع قوى الارتداد المسلطة من طرف جميع مولدات السلك $\sum \vec{f}_i$.
القضيب في توازن :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \sum \vec{f}_i = \vec{0}$$

$$\underbrace{M_{\Delta}(\vec{R})}_{=0} + \underbrace{M_{\Delta}(\vec{P})}_{=0} + M_{\Delta}(\vec{F}_1) + M_{\Delta}(\vec{F}_2) + \sum M_{\Delta}(\vec{f}_i) = 0$$

$$M(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = - \sum M_{\Delta}(\vec{f}_i)$$

قوى الارتداد $\sum \vec{f}_i$ لها خاصيات مزدوجة قوتين ، تسمى بمزدوجة اللي Couple de torsion ونرمز لها ب M_T .

2-2-عزم مزدوجة اللي :

تجريبيا بتمثيل تغيرات العزم $M(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ بدلالة زاوية الدوران نحصل على مستقيم يمر من أصل المعلم . يعني $M(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = f(\theta)$ دالة خطية : $M(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = C.\theta$ ثابتة تميز السلك وتسمى ثابتة اللي .
نستنتج تعبير عزم مزدوجة اللي :

$$M_T = -C.\theta$$