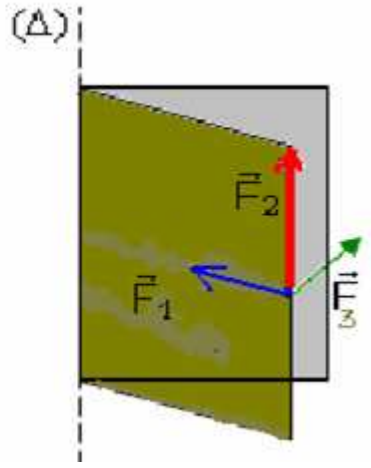
بسم الله الرحمان الرحيم
Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

I مفعول قوة على دوران جسم صلب:

1- ملاحظات :

عند فتح الباب أو إغلاقه جميع نقطه تدور حول محور ثابت Δ.



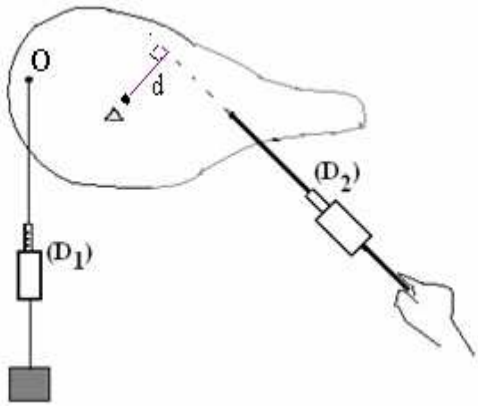
- $\vec{F}_3$ بإمكانها إدارة الباب حول المحور Δ.
- $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لا تؤديان إلى دوران الباب ⟸ كل قوة خط تأثيرها يوازي أو يتقاطع مع محور الدوران ليست لها مقدرة على إدارة الباب.

2- استنتاج:

مقدرة قوة على إدارة جسم صلب حول محور الدوران لا يتوقف على شدة هذه القوة فقط بل على اتجاهها أيضا ، لأن مفعول دوران القوة يتميز بمقدار فيزيائي يسمى عزم القوة .

II - عزم قوة بالنسبة لمحور ثابت:

1- تجربة : ننجز التركيب التالي :



الصفيحة بإمكانها الدوران حول المحور Δ. نثقلها بجسم في النقطة O ثم نطبق قوة $\vec{F}$ من الجهة الأخرى للحصول على التوازن .
نغير شدة واتجاه القوة وندرج النتائج في الجدول التالي :

F ب (N)	6	5	4	3	2
d ب (m)	2,6	3,9	5,2		7,8
F. d ب(N.m)	15,6	15,5	15,6	15,6	15,6

نلاحظ ما يلي :

كلما ارتفعت شدة القوة $\vec{F}$ كلما تناقصت المسافة d.
الجداء $F.d$ يبقى ثابتا . وذلك باعتبار الأخطاء الناتجة عن القياسات.

2- استنتاج :

الجداء $F.d$ يعبر عن مقدرة القوة على إدارة الجسم ونسميه عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور الدوران Δ ونرمز إليه ب: $M_{\vec{F}/\Delta}$.

ووحدة العزم في النظام العالمي للوحدات : $(N.m)$.

وبما أن للدوران حول المحور Δ منحيان ، فإن العزم يعتبر مقدار جبري (يمكن أن يكون موجبا أو سالبا).

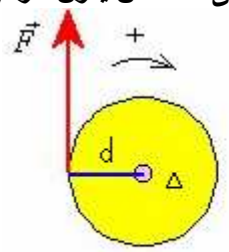
$$M_{\vec{F}/\Delta} = \pm F.d$$

$M_{\vec{F}/\Delta}$: عزم القوة بالنسبة للمحور Δ.
F : شدة القوة.
d : أصغر مسافة بين خط تأثير القوة ومحور الدوران . ب (m)

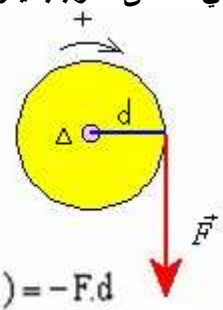
ملحوظة : لتحديد عزم قوة نختار منحى موجبا للدوران .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

إذا كانت القوة تدير الجسم في المنحى الموجب يكون عزمها موجبا وإذا كانت تديره في المنحى المعاكس يكون عزمها سالبا.



$M(\vec{F}_{/\Delta}) = +F.d$



$M(\vec{F}_{/\Delta}) = -F.d$

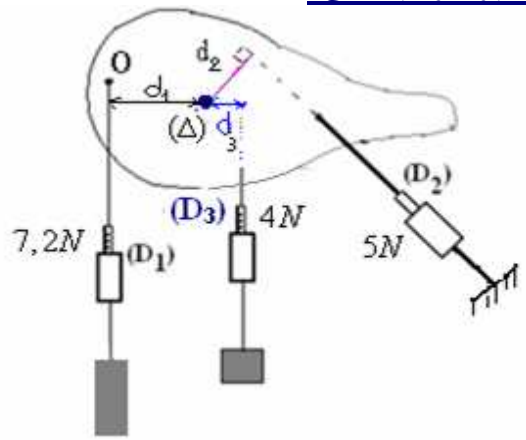
III توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

1- تجربة: ننجز التركيب التالي :

$d_1 = 4cm$

$d_2 = 3,6cm$

$d_3 = 2,7cm$



الصفيحة في حالة توازن

جرد القوى:

تخضع الصيحة للقوى التالية :

$\vec{P}$: وزن الصفيحة

$\vec{R}$: تأثير محور الدوران .

$\vec{F}_1$: القوة المطبقة من طرف الديناموميتر D_1.

$\vec{F}_2$: القوة المطبقة من طرف الديناموميتر D_2.

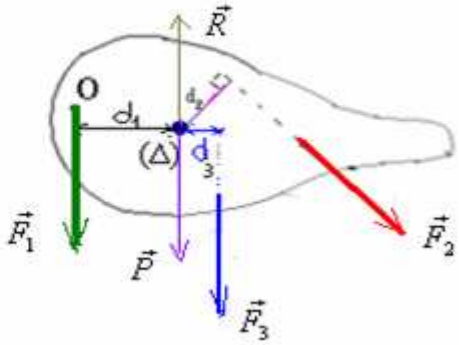
$\vec{F}_3$: القوة المطبقة من طرف الديناموميتر D_3.

نختار منحى موجبا للدوران ثم نحسب عزم كل قوة .

$M_{\vec{P}/\Delta} = 0$

$M_{\vec{R}/\Delta} = 0$

لأن خطي تأثيرهما يتقاطعان مع محور الدوران.



$$\sum M(\vec{F}_{/\Delta}) = M(\vec{F}_{1/\Delta}) + M(\vec{F}_{2/\Delta}) + M(\vec{F}_3/\Delta) + M(\vec{P}_{/\Delta}) + M(\vec{R}_{/\Delta})$$

$$= -0,288 + 018 + 0,108 + 0 + 0$$

$$= -0,288 + 0,288$$

$$= 0$$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

2. مبرهنة العزوم:

عندما يكون جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) في حالة توازن ، فإن المجموع الجبري لعزوم كل القوى المطبقة عليه بالنسبة لهذا المحور مجموع منعدم .

$$\sum M(\vec{F}_{/\Delta})=0$$

3- توازن جسم صلب قابل للدوران: الشرط العام للتوازن.

عند توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) و خاضع لمجموعة من القوى فإن :

* $\sum \vec{F}=\vec{0}$:مجموع متجهات القوى المطبقة على الجسم الصلب يساوي متجهة منعدمة.أي الخط المضلعي للقوى مغلق.

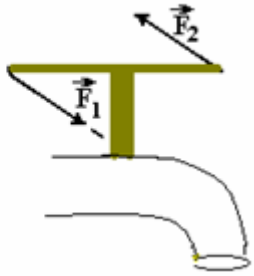
* $\sum M(\vec{F}_{/\Delta})=0$: المجموع الجبري لعزوم كل القوى المطبقة عليه بالنسبة للمحور (Δ) مجموع منعدم.

IV - عزم مزدوجة قوتين :

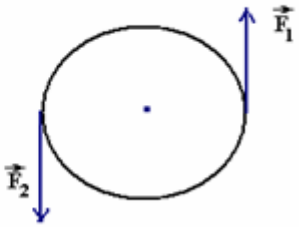
1- تعريف مزدوجة قوتين:

نسمى مزدوجة قوتين مجموعة قوتين لهما نفس الشدة ، خطي تأثيرهما متوازيان ولهما منحيان متعاكسان : وكل جسم خاضع لتأثير مزدوجة قوتين تصبح له حركة دوران.

مثال1 : لفتح الصنبور نسلط عليه مزدوجة قوتين .

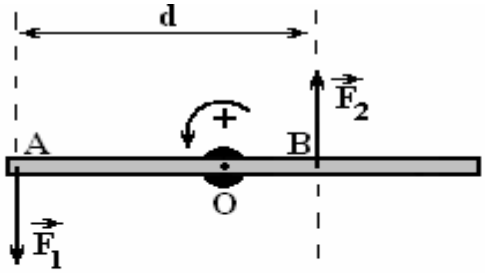


مثال 2: لإدارة مقود السيارة أو الدراجة نسلط عليه مزدوجة قوتين :



2- عزم مزدوجة قوتين :

عزم مزدوجة قوتين يساوي مجموع عزم القوى المكونة للمجموعة. $M(\vec{F}_{/\Delta})=M(\vec{F}_{1/\Delta})+M(\vec{F}_{2/\Delta})$



$$M(\vec{F}_{1/\Delta}) = F_1.OA$$

$$M(\vec{F}_{2/\Delta}) = F_2.OB$$

$$M(\vec{F}_{/\Delta}) = M(\vec{F}_{1/\Delta}) + M(\vec{F}_{2\Delta})$$

$$M(\vec{F}_{/\Delta}) = F_1.OA + F_2.OB = F(OA + OB) = F.AB = F.d$$

- الصيغة العامة لعزم مزدوجة قوتين $M(\vec{F}_{/\Delta})=\pm F.d$

F : الشدة المشتركة لقوتي المزدوجة $(F=F_1=F_2)$

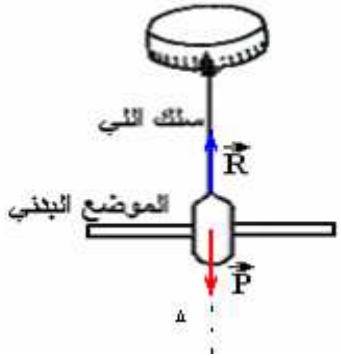
d : المسافة الفاصلة بين خطي تأثير القوتين.

2-عزم مزدوجة اللي :

أ- الدراسة التجريبية :

يتكون الجهاز المستعمل من سلك فولاذي قابل للي يحمل في طرفه السفلي قضيبا معدنيا.

-التوازن الأول :



بما أن القضيب في توازن :

$$\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$$

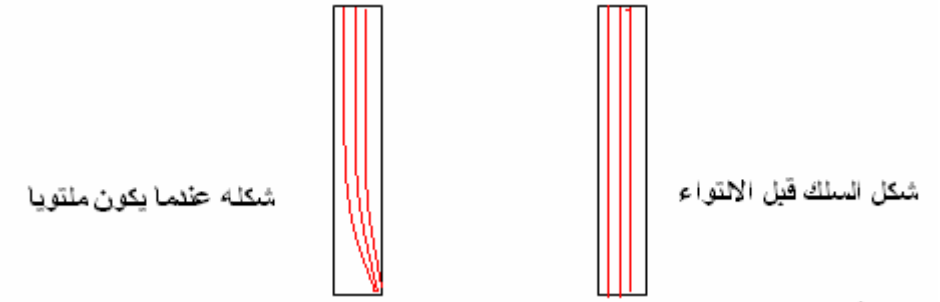
$$M_{\vec{P}/\Delta}+M_{\vec{R}/\Delta}=0$$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

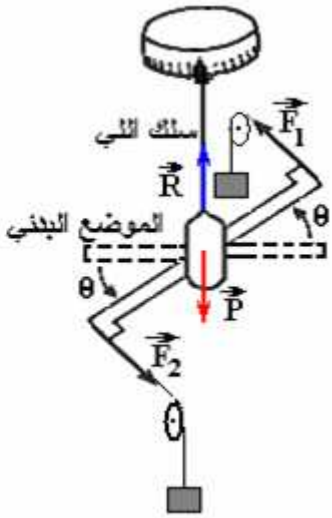
ب- التوازن الثاني :

عندما ندير القضيب أفقيا حول المحور Δ الرأسي بزاوية θ ثم نحرره نلاحظ أنه يعود لوضعه الأول لأن السلك الملتوي يؤثر عليه.

إذن السلك عندما يتغير شكله يصبح قادرا على الدوران في المنحى المعاكس نتيجة تأثير قوى ة اللي.



بواسطة خيط نطبق على القضيب مزدوجة قوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لكي يبقى في حالة توازن بعد التوائه بزاوية θ .



المجموعة المدروسة: العارضة

جرد القوى:

* $\vec{R}$: تأثير السلك.
* $\vec{P}$: وزن العارضة.
* $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$: مزدوجة قوتين عزمها $M(\vec{F}_{/\Delta}) = F.d$
* مزدوجة اللي ذات العزم M_t .

العارضة في توازن و بالتالي:

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

لدينا من خلال التوازن الأول : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

ونعلم أن : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ من خلال خاصيات مزدوجة قوتين .

إذن : $\sum \vec{f}_i = \vec{0}$ مجموع قوى اللي منعدم .

نلاحظ أن قوى اللي لها نفس خاصيات مزدوجتين لذلك نقرن بها مزدجة تسمى بمزدوجة اللي .

$$\sum M(\vec{F}_{/\Delta}) = M(\vec{P}_{/\Delta}) + M(\vec{R}_{/\Delta}) + Mc + Mt = 0$$

$$M(\vec{R}_{/\Delta}) = 0 \text{ : و } \vec{P} : M(\vec{P}_{/\Delta}) = 0$$

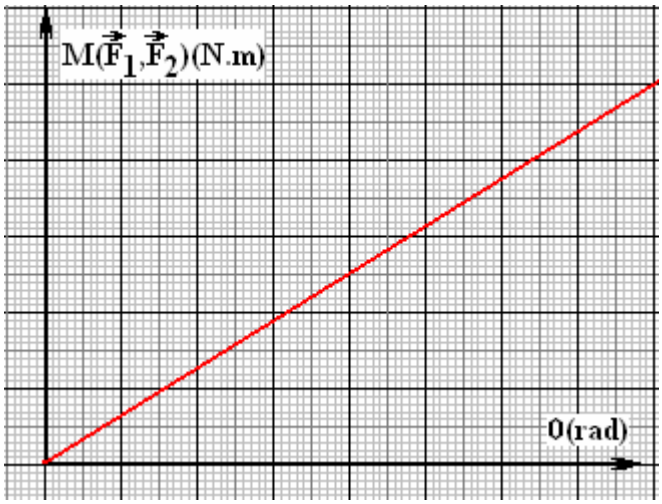
$$Mt + Mc = 0 \quad \text{ومنه} \quad \boxed{Mt = -Mc}$$

3- تعبير مزدوجة اللي:

- نغير عزم مزدوجة القوتين بتغير الشدة المشتركة F للمزدوجة المطبقة على العارضة أو بتغيير المسافة d لهذه المزدوجة من ونقيس قيمة الزاوية θ .

0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	F(N)
10	8	8	6	6	4	d(cm)
0.030	0.024	0.016	0.012	0.006	0.004	$M(\vec{F}_{/\Delta}) = F.d$
69	55	37	28	14	9	θ°
1.2	0.96	0.64	0.48	0.24	0.16	θ(rad)

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com



يتبين من خلال المبيان أن عزم مزدوجة القوتين يتناسب اطرادا مع زاوية اللي و بالتالي: $M(\vec{F}_{/\Delta}) = C.\theta$

C : ثابتة التناسب.

و بالتالي: $Mt = -C.\theta$

4 - استنتاج:

عندما يكون السلك ملتويا، يطبق مزدوجة قوتين تسمى مزدوجة اللي، عزمها M_t يتناسب اطرادا مع زاوية اللي θ بحيث :

$$M_t=-C.\theta$$

الإشارة السالبة تدل على أنه عزم ارتداد.

θ(rad) : زاوية اللي أو الدوران .

C : ثابتة اللي وحدتها : $(N.m.rad^{-1})$ ، وهي تتعلق بنوعية السلك وطوله ومساحة مقطعه.