

الجزء الأول :
الميكانيك

المحور الثالث
الوحدة 7

ذ. هشام محجر

توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

Equilibre d'un corps solide pouvant tourner autour d'un axe fixe

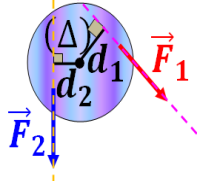
بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين

الجذع المشترك
الفيزياء لجميع الشعب
الصفحة : $\frac{1}{2}$

* يكون جسم صلب في دوران حول محور ثابت (Δ) إذا كانت جميع نقطه في حركة دائرية ممرضة في محور الدوران (Δ) ، ما عدا النقط التي تنتمي إلى محور الدوران (Δ) .

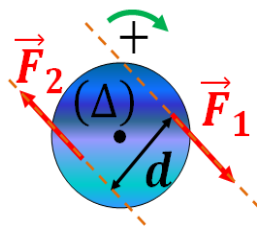
* يكون لقوة \vec{F} مفعول دوران على جسم صلب إذا كان خط تأثيرها غير مواز لمحور الدوران (Δ) ولا يتقاطع معه .
* تزداد شدة القوة التي نختارها لإدارة جسم صلب كلما اقتربنا من محور الدوران (Δ) .

* عزم قوة \vec{F} بالنسبة لمحور دوران ثابت (Δ) ومتعامد مع خط تأثيرها ، هو جداء الشدة F لهذه القوة و المسافة d الفاصلة بين خط تأثيرها والمحور (Δ) حيث : $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \cdot d$.
* عندما يكون جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) في توازن بالنسبة لمعلم مرتبط بالأرض تحت تأثير عدة قوى ، فإن :



❖ المجموع المتجهي للقوى المطبقة على الجسم منعدم $\sum \vec{F} = \vec{0}$.

❖ المجموع الجبري لعزوم كل القوى المطبقة عليه بالنسبة لهذا المحور منعدم $\sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = 0$.

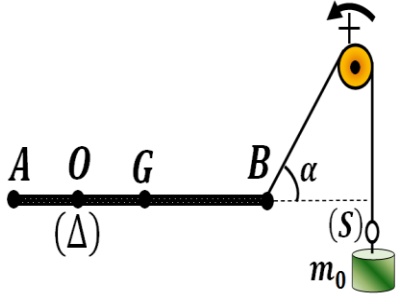


* تكون القوتان \vec{F}_1 و \vec{F}_2 مزدوجة قوتين قادرة على إدارة جسم صلب في نفس المنحى ، إذا كان : مجموعهما المتجهي منعدم $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$ وليس لهما نفس خط التأثير .

* عزم مزدوجة قوتين \vec{F}_1 و \vec{F}_2 بالنسبة لمحور دوران ثابت (Δ) عمودي على مستوى المزدوجة هو جداء الشدة F المشتركة للقوتين و المسافة d الفاصلة بين خطي تأثيرهما : $\mathcal{M}_C = \pm F \cdot d$. عزم مزدوجة قوتين لا يتعلق بمحور الدوران .

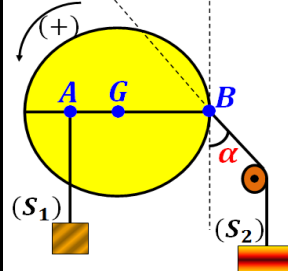
* نسمي نواس الي الجهاز المكون من سلك فولاذي أسطوانتي محور راسي ثبت أعلاه بأسطوانة مدرجة من 0° إلى 150° ، بينما يحمل في طرفه الأسفل قضيبا فلزيا متجانسا أفقيا .

* عند لي سلك فلزي بزاوية θ فإن هذا الأخير يطبق مزدوجة التي تقاوم هذا الالتواء ، تعبير عزم مزدوجة التي هو : $\mathcal{M}_T = -C \cdot \theta$ حيث نسمي ثابتة لي السلك ، وحدتها في (ن ع) هي $N.m.rad^{-1}$.



محور أفقي ثابت (Δ) يمر من النقطة O حيث $OA = \frac{L}{4}$.
نثبت عند النقطة خيطا يمر عبر مجرى بكرة ويحمل في الطرف الآخر جسما (S) كتلته m_0 ، علما أن اتجاه الخيط يكون زاوية $\alpha = 30^\circ$ مع المستقيم الأفقي المار من O و G .
نعي : $g = 10 N.kg^{-1}$.

- 1- اجد القوى المطبقة على القضيب AB .
- 2- أوجد تعبير عزم كل قوة .
- 3- بتطبيق مبرهنة العزوم ، عين شدة القوة المطبقة من طرف الخيط على القضيب AB .
- 4- استنتج قيمة m_0 كتلة الجسم (S) .



تمرين 1 :

يمثل الشكل جانبه قرصا (D) قابلا للدوران بدون احتكاك حول محور ثابت (Δ) .
(S1) كتلته m_1 و (S2) كتلته m_2 .

- 1- اجد القوى المطبقة على القرص (D) .
- 2- اعط تعبير عزم كل القوى المطبقة على القرص (D) .
- 3- بتطبيق مبرهنة العزوم ، بين أن :

$$m_2 = m_1 \cdot \frac{AG}{GB \cdot \cos \alpha}$$

تمرين 2 :

نعتبر قضيبا متينا ومتجانسا طوله $L = AB$ وكتلته $m = 400 g$ في توازن أفقي ، قابل للدوران حول

الجزء الأول :
الميكانيك

المحور الثالث
الوحدة 7

ذ. هشام محجر

توازن جسم صلب قابل للدوران حول
محور ثابت

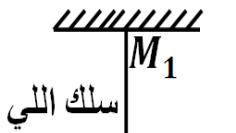
*Equilibre d'un corps solide pouvant
tourner autour d'un axe fixe*

بسم الله الرحمن الرحيم
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الجذع المشترك
الفيزياء جميع الشعب
الصفحة : $\frac{2}{2}$

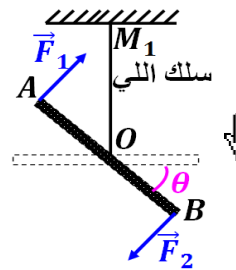
المحور (Δ) على العارضة . السلم $1N \rightarrow 1cm$
نعطي : $P = 3N$ و $CG = EG = \frac{L}{4}$

تمرين 5 :



يمثل الشكل جانبه قضيبا متجانسا
AB مقطعه ثابت وطوله L معلق
من منتصفه O بسلك فلزي OM₁
ثابتة ليه هي

$C_1 = 0,063 N.m.rad^{-1}$



نطبق على القضيب مزدوجة قوتين
(\vec{F}_1, \vec{F}_2) حيث يبقى خطا تأثيرهما
دوما متعامدين معه ، ويوجدان في
المستوى الأفقي المار به ، فيدور
القضيب بزاوية θ ويلتوي السلك ،
ثم يبقى القضيب في حالة توازن .

1- اجرد القوى المطبقة على القضيب AB .

2- اعط تعبير عزم كل القوى المطبقة على القضيب AB .

3- بتطبيق مبرهنة العزوم ، أوجد العلاقة بين \mathcal{M}_T عزم

مزدوجة اللي و \mathcal{M}_C عزم مزدوجة القوتين (\vec{F}_1, \vec{F}_2) .

4- احسب قيمة الزاوية θ علما أن $F_2 = 3.10^{-2} N$.

5- نضيف إلى التركيب السابق سلكا

آخر OM₂ من نفس النوع والمقطع

، ثابتة ليه C_2 . نطبق على القضيب

مزدوجة قوتين (\vec{F}'_1, \vec{F}'_2) و يبقى

القضيب في حالة توازن .

5-1- ادرس توازن القضيب ،

واستنتج \mathcal{M}'_C عزم مزدوجة القوتين

(\vec{F}'_1, \vec{F}'_2) بدلالة C_1 و C_2 و θ .

5-2- نغير F' الشدة المشتركة

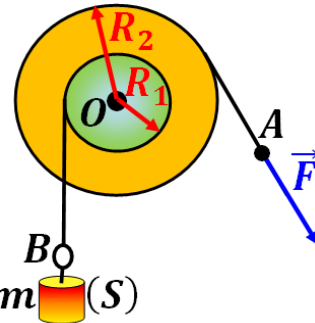
لقوتي المزدوجة المطبقة على

القضيب ، ونقيس الزاوية θ .

يمثل المبيان جانبه تغيرات

\mathcal{M}'_C بدلالة الزاوية θ .

حدد مبيانيا قيمة الثابتة C_2 .



تمرين 3 :

نعتبر بكرة متجانسة وذات
مجرين ، وكتلتها مهملة ،
وقابلة للدوران حول محور
(Δ) أفقي وثابت يمر من
مركزها O .

نثبت خيطا غير مدود في
المجرى ذي الشعاع R₁
ونشد بنهايته جسما صلبا
(S) كتلته $m = 200 g$. وللحفاظ على توازن البكرة

، نطبق عليها في المجرى ذي الشعاع R₂ قوة \vec{F} تكون
زاوية $\alpha = 45^\circ$ مع الخط الأفقي .

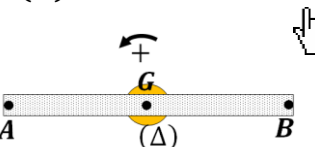
نعطي : $g = 10 N.kg^{-1}$ و $R_2 = 2R_1$.

1- اجرد القوى المطبقة على البكرة وهي في توازن .

2- اعط تعبير عزم كل قوة بالنسبة للمحور (Δ) .

3- أوجد قيمة F .

4- حدد مميزات \vec{R} القوة المطبقة من طرف المحور (Δ) .



تمرين 4 :

نعتبر عارضة متجانسة
طولها $L = AB$ قابلة

للدوران حول محور (Δ) أفقي وثابت يمر من مركز
قصورها G حيث تكون في توازن وهي في وضع أفقي .

1- اجرد القوى المطبقة على العارضة AB .

2- ذكر بشروطي توازن العارضة AB .

3- بواسطة خيطين

نطبق على العارضة

قوتين \vec{F}_1 و \vec{F}_2 لهما

نفس الشدة $F = 2 N$.

ونبقى العارضة في

توازن أفقي بتطبيق قوة

بواسطة نابض .

3-1- هل تكون القوتان \vec{F}_1 و \vec{F}_2 مزدوجة قوتين ؟

3-2- ادرس توازن العارضة واستنتج توتر النابض .

3-3- باستعمال الطريقة الهندسية ، استنتج R شدة تأثير

