

توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية *Equilibre d'un solide soumis à l'actions de trois forces non parallèles*

1- توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية :

1- تجربة :

ننجز التركيب التجريبي التالي :

حيث الصفيحة S ذات كتلة مهملة مرتبطة بثلاث خيوط (1) و (2) و (3) غير مدودة .

بإهمال وزن الصفيحة أمام القوى الأخرى ، تصبح الصفيحة في حالة توازن تحت تأثير ثلاث قوى \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 غير متوازية .

2- نتائج التجربة :

نلاحظ أن :

- خطوط تأثير القوى الثلاث توجد في نفس المستوى ، نقول إنها مستوائية .

- خطوط تأثير القوى الثلاث تتقاطع في نقطة واحدة ، نقول إنها متلاقية .

لتمثيل القوى المطبقة على الصفيحة ومجموع متجهاتها نستعمل سلما مناسباً ، ونأخذ بعين الاعتبار مميزات كل قوة .

- نمثل المجموع المتجهي لمتجهات القوى \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 مع الأخذ بعين الاعتبار اتجاه ، منحى وشدة كل منها .

المثلث المحصل عليه يسمى الخط المضلعي ، تسمى هذه الطريقة الهندسية أو المبيانة .

الخط المضاعي المحصل عليه مغلق ، يعني أن المجموع المتجهي لهذه القوى منعدم :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

3-شرطا التوازن :

عندما يكون جسم صلب في توازن وهو خاضع لثلاث قوى \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، \vec{F}_3 غير متوازية ، فإن :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} : \text{المجموع المتجهي لهذه القوى منعدم}$$

أي أن الخط المضلعي للقوى مغلق ، وهذا شرط أول لازم لسكون G مركز قصور الجسم .

خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية ومتلاقية .

وهذا شرط ثاني لازم لغياب الدوران في حالة تحقيق الشرط الأول .

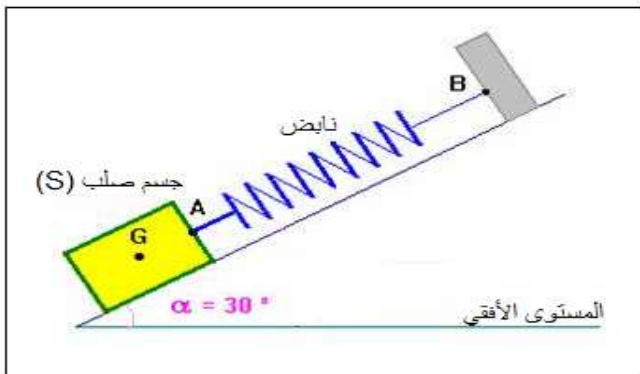
ملحوظة :

هذان شرطان لازمان لتوازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى لكنهما غير كافيين .

4-تطبيق :

نضع جسما صلبا (S) كتلته $m = 1kg$ على مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي دون احتكاك .
نحقق التوازن بواسطة ربط نابض بالجسم (S) بحيث يكون محور النابض موازيا للمستوى المائل . لنحدد مميزات تأثيري النابض والمستوى بطريقتين مختلفتين .

$$g = 10 \text{ N.kg}^{-1} : \text{نعطي}$$



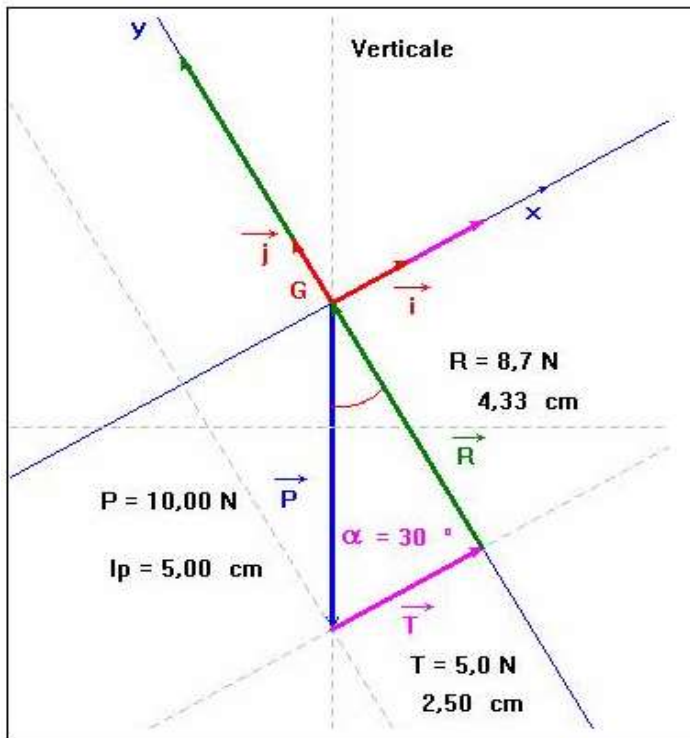
1-4-الطريقة الهندسية :

*المجموعة المدروسة : الجسم (S) .

*جرد القوى :

\vec{P} : وزن الجسم .

\vec{T} : توتر النابض .



\vec{R} : تأثير المستوى المائل .

الجسم (S) في توازن :

- الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق .

- خطوط تأثير القوى الثلاث متلاقية ومستوائية .

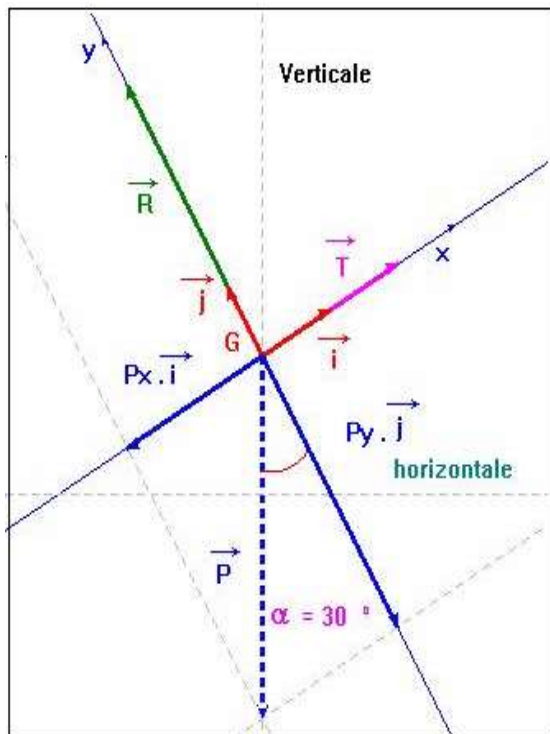
نختار سلما مناسباً للتمثيل : $2N \rightarrow 1cm$

مع : $P = mg = 10 N$ أي أن طول سهم متجهة \vec{P} هو $5cm$

نجد : $R = 8,7 N$ و $T = 5 N$

2-4- الطريقة المبيانية :

نختار معلماً متعامداً ممنظماً (O, \vec{i}, \vec{j}) ، نسقط عليه العلاقة : $\vec{R} + \vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$



إحداثيات متجهات القوى :

$$\vec{P} \begin{cases} P_x = -m \cdot g \cdot \sin \alpha \\ P_y = -m \cdot g \cdot \cos \alpha \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{T} \begin{cases} T_x = T \\ T_y = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{R} \begin{cases} R_x = 0 \\ R_y = R \end{cases}$$

الإسقاط على المحور Ox و Oy :

$$\begin{cases} R_x + T_x + F_x = 0 \\ R_y + T_y + F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T - m \cdot g \cdot \sin \alpha = 0 \\ R - m \cdot g \cdot \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$T = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

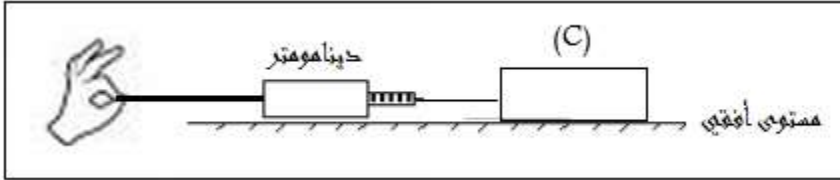
$$R = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$T = 1 \times 10 \times \sin(30^\circ) = 5N \quad \text{ت.ع:}$$

$$R = 1 \times 10 \times \cos(30^\circ) = 8,7 N$$

II- قوة الاحتكاك :

1- تجربة :

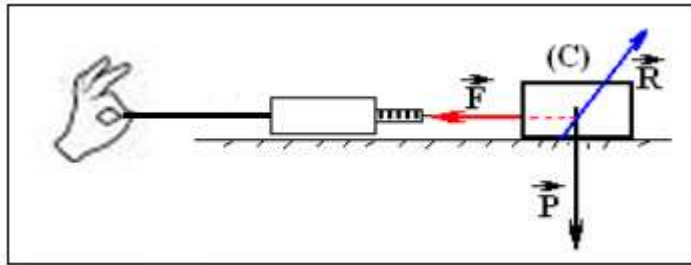


نجر جسما خشبيا (C) موضوعا فوق مستوى أفقي ، بواسطة دينامومتر ، كما هو مبين في الشكل جانبه .

نلاحظ أن الجسم يبقى في توازن مادامت شدة القوة المطبقة عليه من طرف الدينامومتر لا تتعدى قيمة قصوى F_m .

2- النتائج :

5,2	5,1	5,0	3,0	2,0	$F(N)$
حركة		توازن			الحالة الميكانيكية



3- دراسة التوازن :

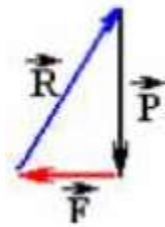
يوجد الجسم الجسم (C) في توازن تحت ثلاث قوى :

\vec{P} : وزن الجسم .

\vec{T} : تأثير الدينامومتر .

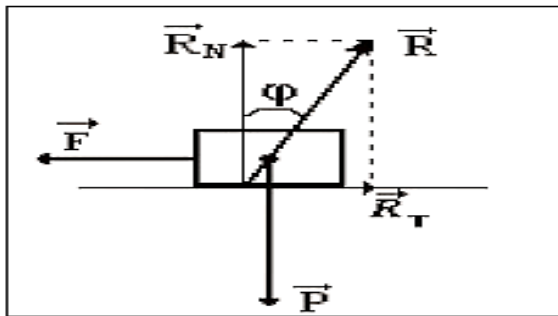
\vec{R} : تأثير المستوى الأفقي .

*مميزات القوة \vec{R} :



الجسم (C) في حالة توازن ومنه : $\vec{R} + \vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

وخطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية ومتلاقية .



نلاحظ أن الجسم (C) يبقى في حالة توازن مادامت شدة القوة المطبقة من طرف الدينامومتر أصغر من قيمة حدية F_m

3- مفهوم الاحتكاك :

القوة \vec{R} ليست عمودية على سطح التماس لأن التماس يتم باحتكاك .

يمكن تفكيك القوة \vec{R} الى مركبتين :

✓ مركبة مماسية $R_T = f$ تسمى قوة الاحتكاك .

✓ مركبة منتظمة R_N عمودية على سطح التماس .

الزاوية φ تسمى زاوية الاحتكاك .

والمعامل $k = \tan \varphi$ يسمى معامل الاحتكاك .

بسبب وجود الاحتكاك يبقى الجسم الصلب في حالة توازن مادامت شدة القوة F أصغر من قسمة حدية F_m .

• $F < F_m$: الجسم الصلب في حالة توازن ($\varphi < \varphi_0$) حيث φ_0 زاوية الاحتكاك الساكن .

• $F > F_m$: الجسم الصلب في حركة ($\varphi > \varphi_0$) .