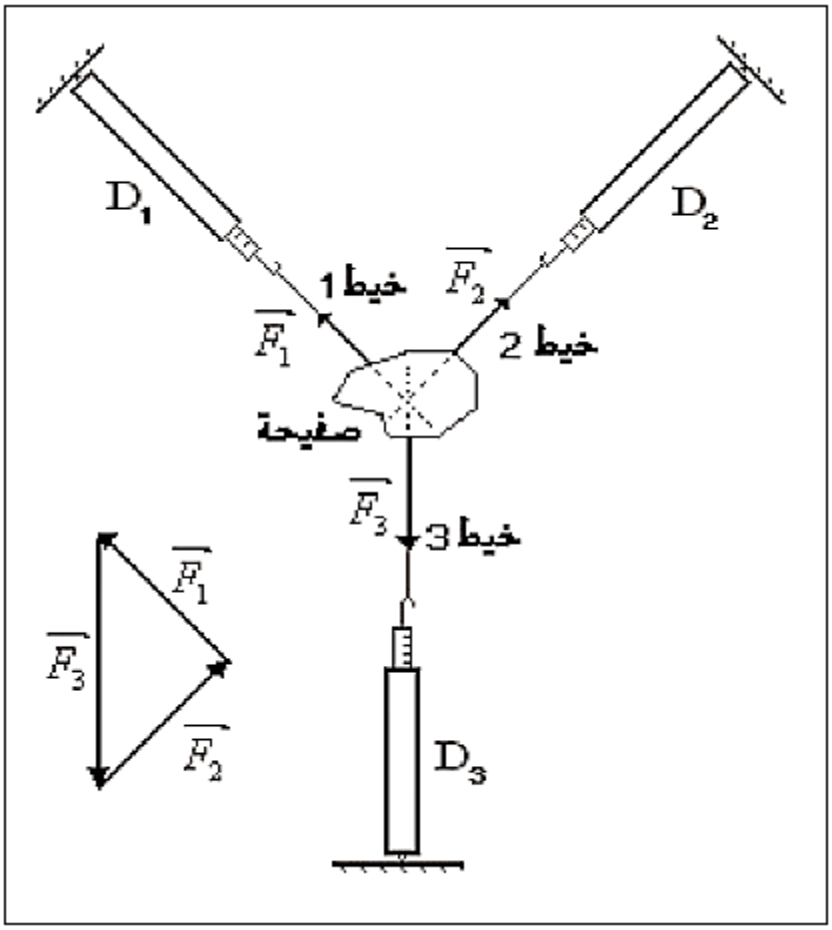
توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

Equilibre d'unsolide soumis à l'actions de trois forces non paralléles

I-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 مناسبا ، 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 المبيانية .

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 :

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

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

خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية ومتلاقية .

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

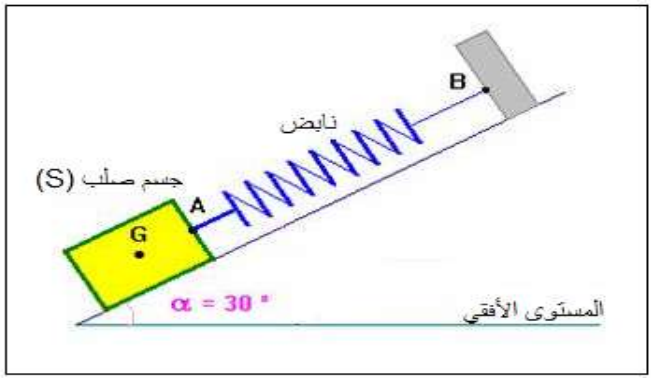
ملحوظة :

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 $\alpha = 30°$ 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 .

نعطي : $g = 10\ N.kg^{-1}$



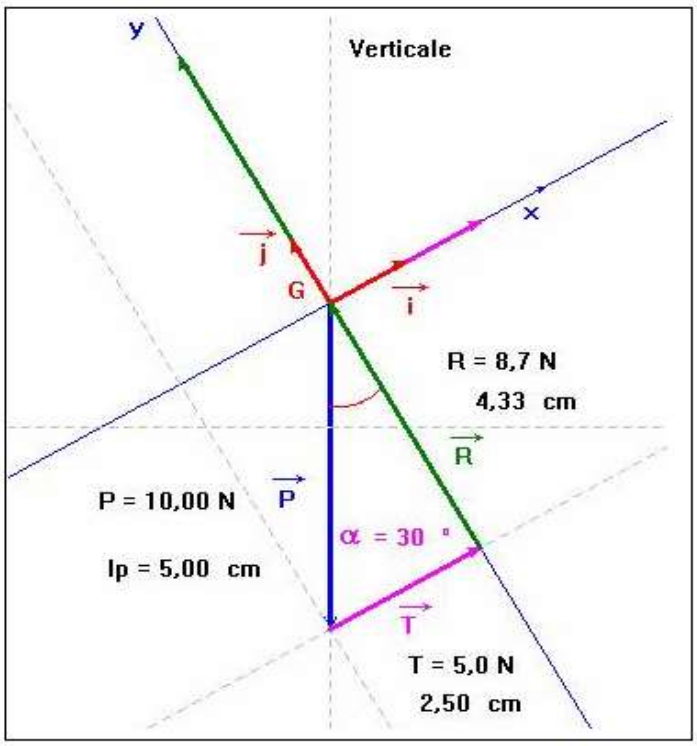
4-1-الطريقة الهندسية :

*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 .

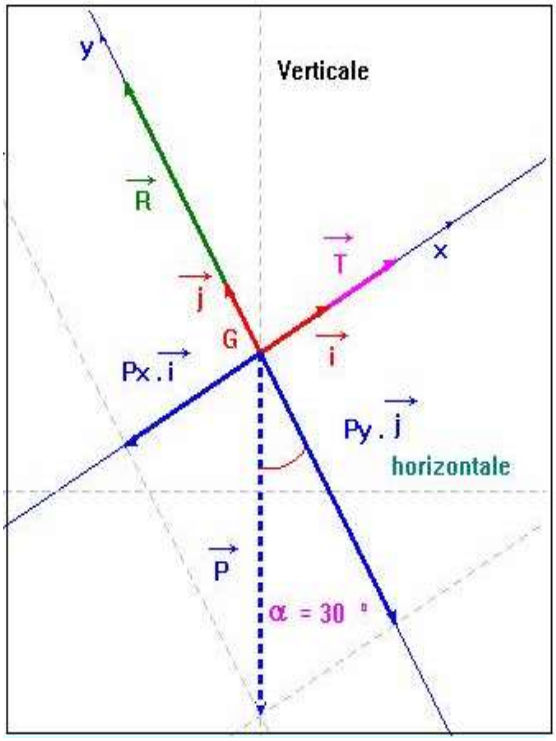
نختار سلما مناسبا للتمثيل : $2N \longrightarrow 1cm$

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

نجد : $R = 8{,}7\ N$ و $T = 5\ N$

4-2-الطريقة المبيانية :

نختار معلما متعامدا ممنظما $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ ، نسقط عليه العلاقة : $\vec{R} + \vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$



إحداثيات متجهات القوى :

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

الإسقاط على المحور Ox و Oy :

$$\begin{bmatrix} R_x + T_x + F_x = 0 \\ R_Y + T_y + F_y = 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} T - m.g.sin\alpha = 0 \\ R - m.g.cos\alpha = 0 \end{bmatrix}$$

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

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

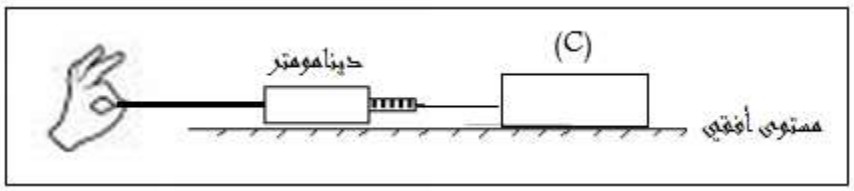
ت.ع: $T = 1 \times 10 \times \sin(30°) = 5N$

$$R = 1 \times 10 \times coos(30°) = 8{,}7\ N$$

II-قوة الاحتكاك :

1-تجربة :

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

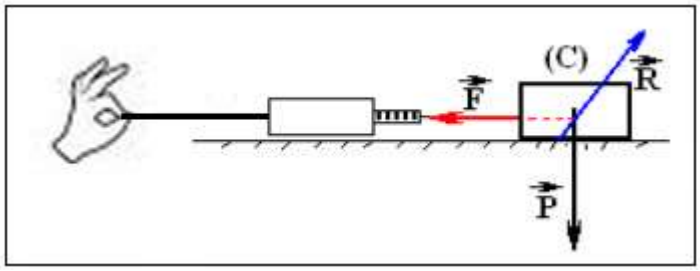


نلاحظ أن الجسم يبقى في توازن مادامت شدة القوة المطبقة عليه من طرف الدينامومتر لا تتعدى قيمة قصوية F_m .

2-النتائج :

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

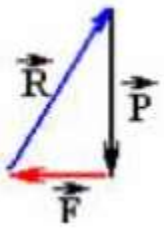
3-دراسة التوازن :



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

$\vec{P}$: وزن الجسم .

$\vec{T}$: تأثير الدينامومتر .

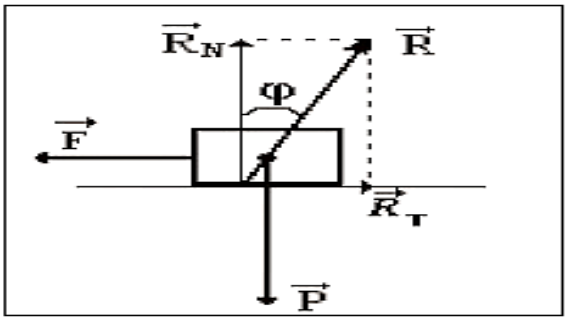


$\vec{R}$: تأثير المستوى الأفقي .

*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 الديناموميتر اصغر 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 منظمية 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 $(\varphi > \varphi_0)$.