جذع مشترك علمي
الفيزيـــاء

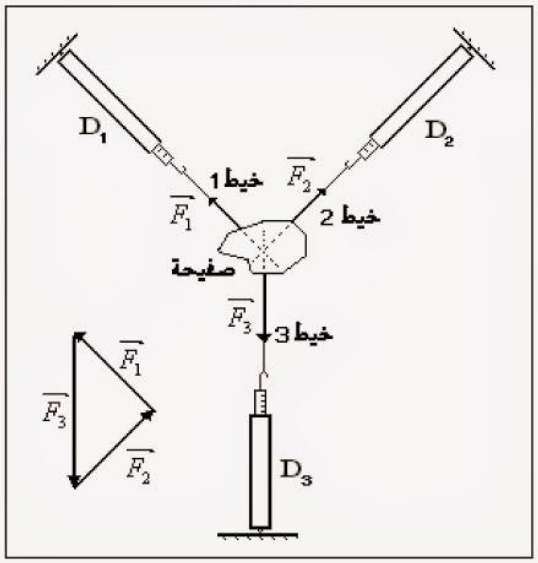
# توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

## I - توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية:

### 1- تجربة

على سبورة خاصة لدراسة السكونيات نربط صفيحة S ذات كتلة مهملة بثلاثة خيوط 1 و 2 و 3 غير مدودة. لقياس شدة القوة المطبقة من طرف كل خيط نشد طرفه الآخر بديناموميتر، ونحقق توازن الصفيحة S.

### 2- نتائج التجربة




اعتمادا على نتائج التجربة نلاحظ أن:

- خطوط تأثير القوى الثلاث توجد في نفس المستوى، نقول إنها *مستوائية*.
- خطوط تأثير القوى الثلاث تتقاطع في نفس النقطة ، نقول إنها *متلاقية*.

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

نمثل المجموع المتجهي لمتجهات القوى $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ و $\overrightarrow{F_3}$ حيث يكون أصل المتجهة $\overrightarrow{F_1}$ هو نقطة ما من المستوى الذي يضم خطوط التأثير، ومن نهاية $\overrightarrow{F_1}$ نرسم $\overrightarrow{F_2}$ ثم من نهاية $\overrightarrow{F_2}$ نرسم $\overrightarrow{F_3}$ . فنحصل على الخط المضلعي، تسمى هذه الطريقة الطريقة الهندسية أو المبيانية.

- الخط المضلعي المحصل عليه مغلق، ويعبر عنه رياضيا بالعلاقة المتجهية:

$$\overrightarrow{F_1}+\overrightarrow{F_2}+\overrightarrow{F_3}=\vec{0}$$

### 3- شرطا التوازن

عندما يكون جسم صلب في توازن وهو خاضع لثلاث قوى غير متوازية، فإن:

- المجموع المتجهي لهذه القوى منعدم: $\overrightarrow{F_1}+\overrightarrow{F_2}+\overrightarrow{F_3}=\vec{0}$ .

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

- خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية ومتلاقية، وهذا شرط ثان لازم لغياب الدوران في حالة تحقيق الشرط الأول.

**ملحوظة:**

هذان الشرطان لازمان لتوازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى لكنهماغير كافيين.

### 4- تطبيق

نضع جسما ذا كتلة $m = 1kg$ على مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي دون احتكاك. نحقق التوازن بواسطة ربط نابض بالجسم بحيث يكون محور النابض موازي للمستوى المائل.

نريد أن نجد مميزتي تأثيري النابض والمستوى المائل على الجسم بطريقتين.

***أ) الطريقة الهندسية:***

* المجموعة المدروسة: الجسم (S):

* جرد القوى:

$\vec{P}$ : وزن الجسم.

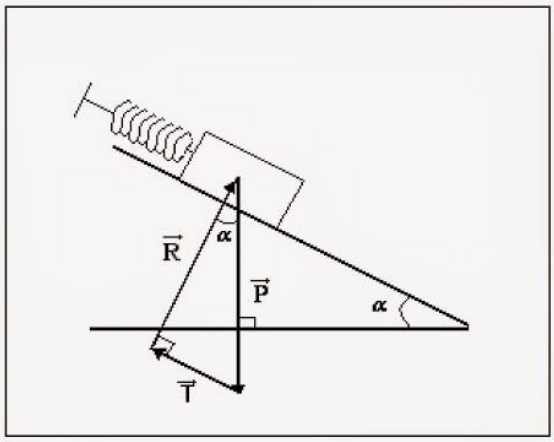
$\vec{T}$ : تأثير النابض.

$\vec{R}$ : تأثير المستوى المائل على (S).

* (S) في حالة توازن:

- الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق.

- خطوط التأثير متلاقية ومستوائية.




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

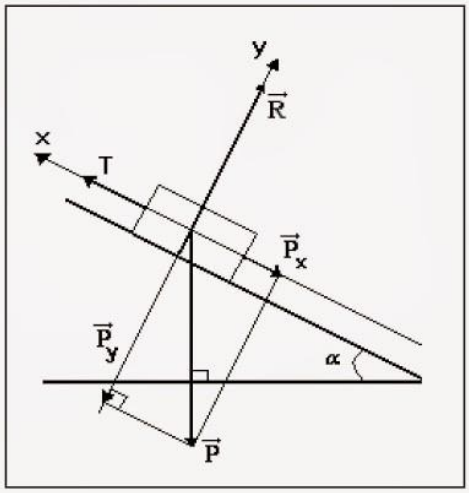
$P = m.g = 10N$ أي: طولها 5cm

من الخط المضلعي نستنتج المتجهتين $\vec{T}$ و $\vec{R}$.

نجد: $T = 4,8N$ و $R = 9N$

***ب) الطريقة التحليلية:***

نختار معلما متعامدا ممنظما $(O,\vec{i},\vec{j})$ . نسقط عليه العلاقة $\vec{R}+\vec{T}+\vec{P}=\vec{0}$.




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

بالاسقاط على المحور Ox و Oy نجد:

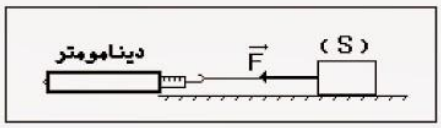
$$\begin{cases}R_x+T_x+P_x=0\\R_y+T_y+P_y=0\end{cases}$$

وبالتالي: $T = m.g.\sin\alpha = 5N$

$R = m.g.\cos\alpha = 8,7N$

# II- قوة الاحتكاك:

## 1- تجربة:




نجر جسما صلبا (S) من خشب كتلته $m = 300g$ موضوعا فوق حامل خشبي ، مستو وأفقي، بواسطة دينامومتر.

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

## 2- نتائج:

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