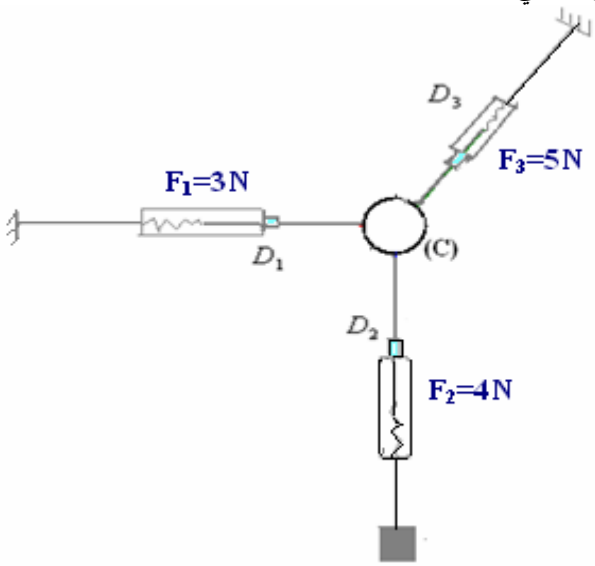
# توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

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

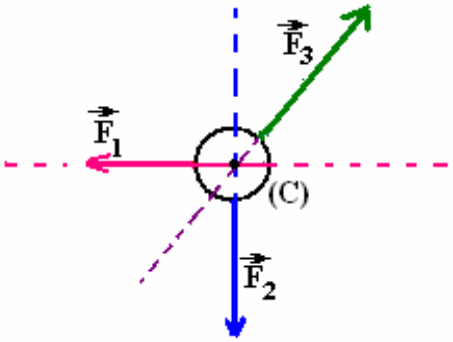
**1-تجربة:** ننجز التركيب التالي :




الحلقة خفيفة وزنها $P = 0,1N$ ، مهمل أمام شدات القوى المطبقة عليها وبالتالي الحلقة في توازن تحت تأثير ثلاث قوى.

باستعمال مصباح نسقط ظل الخيوط على ورقة بيضاء مثبتة خلف الحلقة فنحصل على خط تأثير كل قوة ثم نمثل القوى بنفس السلم

$1cm \rightarrow 2N$




**2-بعض مميزات القوى الثلاث :**

خطوط تأثير القوى الثلاث توجد في نفس المستوى : نقول أنها مستوائية.

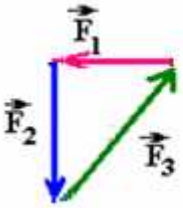
خطوط تأثير القوى الثلاث تتقاطع في نفس النقطة : نقول أنها متلاقية .

**3) العلاقة بين متجهات القوى :**

أ) الطريقة الهندسية :

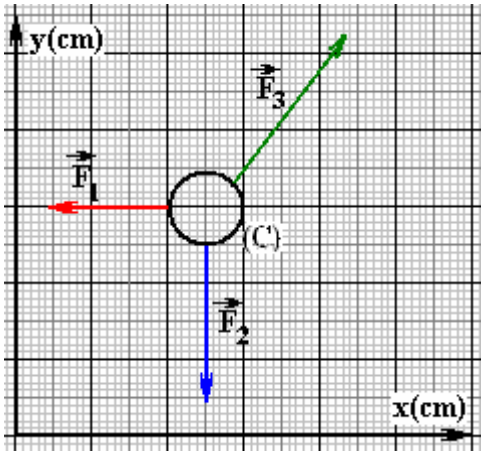
نرسم الخط المضلعي للقوى الثلاث ونحصل عليه برسم المتجهة الثانية في طرف المتجهة الأولى ثم رسم المتجهة الثالثة في طرف الثانية باحترام نفس الطول والتوازي مع خط تأثير كل قوة .

الخط المضلعي : للقوى الثلاث




نحصل على خط مضلعي مغلق .

ب) الطريقة التحليلية:




في معلم متعامد ممنظم يتم تحديد إحداثيات كل قوة:(باعتبار سلم التمثيل $1cm \rightarrow 2N$.

$\vec{F}_3\begin{pmatrix} F_{3x}=3 \\ F_{3y}=4 \end{pmatrix}$ و $\vec{F}_2\begin{pmatrix} F_{2x}=0 \\ F_{2y}=-4 \end{pmatrix}$ و $\vec{F}_1\begin{pmatrix} F_{1x}=-3 \\ F_{1y}=0 \end{pmatrix}$

نلاحظ أن:

$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}=0$

$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}=0$

و بالتالي:

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

**4) شرط التوازن:**

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

- خطوط تأثير هذه القوى مستوائية و متلاقية.
- المجموع المتجهي لهذه القوى منعدم :

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

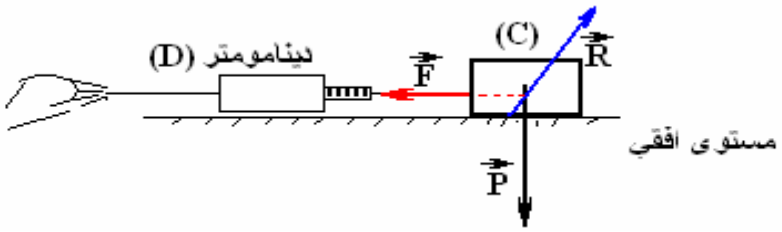
الشيء الذي يتكافأ مع كون الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق.

$$\sum \vec{F}=\vec{0} \quad \text{أي :}$$

## II قوى التماس الموزعة: الاحتكاك.

**1- تجربة:**

نجر جسما خشبيا بواسطة ديناموميتر فوق مستوى أفقي كما يبينه الشكل التالي :




جرد القوى: يخضع الجسم (C) للقوى التالية :

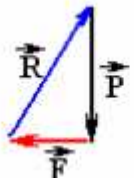
$\vec{P}$ : وزن الجسم (C)

$\vec{F}$ : تأثير الديناموميتر

$\vec{R}$ : تأثير المستوى الأفقي

الجسم (C) في حالة توازن و منه $\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=\vec{0}$

و خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية و متلاقية



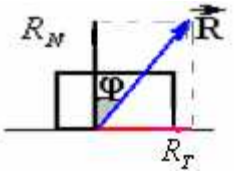

$R=\sqrt{P^2+F^2}$

نلاحظ أن الجسم (C) يبقى في توازن ما دامت شدة القوة المطبقة من طرف الخيط أصغر من قيمة حدية $F_m$.

**2- مفهوم الاحتكاك :** القوة $\vec{R}$ ليست بعمودية على سطح التماس لأن التماس يتم باحتكاك.

يمكن تفكيك القوة $\vec{R}$ إلى مركبتين :

- مركبة مماسية $R_T=f$ : تسمى **قوة الاحتكاك**.
- مركبة منظمية $R_N$ عمودية على سطح التماس.




الزاوية $\varphi$ تسمى بزاوية الاحتكاك.

$k=tg\varphi$ : معامل الاحتكاك.

بسبب وجود الاحتكاك يبقى الجسم الصلب في حالة توازن ما دامت شدة القوة F أصغر من شدة حدية $F_m$.

- $F<F_m$: الجسم الصلب في حالة توازن ($\varphi<\varphi_0$).
- $F>F_m$: الجسم الصلب في حركة ($\varphi>\varphi_0$).

$\varphi_0$ : زاوية الاحتكاك الساكن.