

Equilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles

(I) الدراسة التجريبية expérimentale

1 - نشاط تجريبي

نربط صفيحة (S) جد خفيفة بثلاثة خيوط إلى ثلاثة دينامومترات D_1 ، D_2 ، و D_3 بحيث تكون الخيوط متوترة .

أ - أجرد القوى المطبقة على الصفيحة و بين بأنها لا تخضع إلا لثلاث قوى
ب - أنسخ خطوط تأثير القوى الثلاثة ثم بين أنها مستوائية و متلاقية .

ج - انطلاقا من نقطة A مثل متجهة القوة \vec{F}_1 و عند نهايتها B مثل متجهة القوة \vec{F}_2 و عند نهاية هذه الأخيرة C مثل متجهة القوة \vec{F}_3 . ماذا تستنتج ؟

2 - استثمار

أ - المجموعة المدروسة { الصفيحة }

جرد القوى

قوى التماس

\vec{F}_1 : تأثير الدينامومتر D_1

\vec{F}_2 : تأثير الدينامومتر D_2

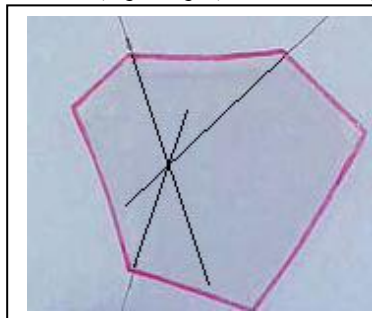
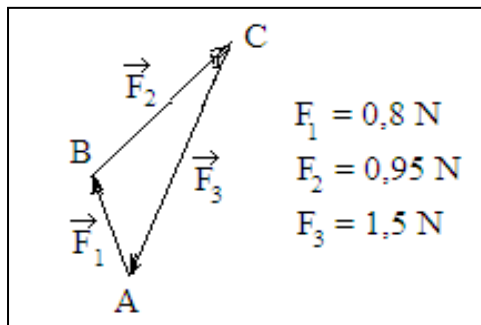
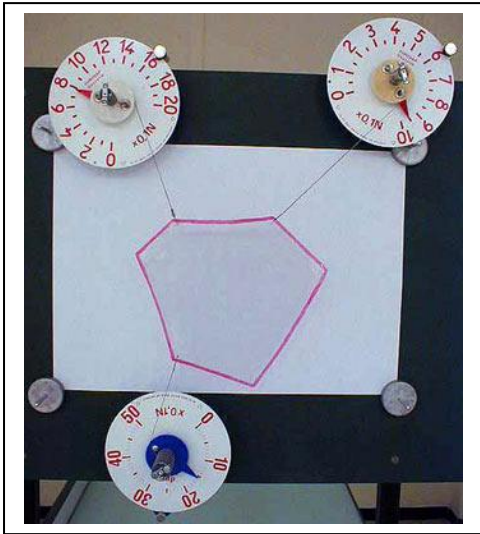
\vec{F}_3 : تأثير الدينامومتر D_3

قوى عن بعد

\vec{P} : وزن الصفيحة جد مهمل أمام \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، و \vec{F}_3 و بالتالي فإن الصفيحة لا تخضع في توازن إلا لتأثير ثلاثة قوى \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، و \vec{F}_3 .

ب - نلاحظ من خلال الأنسوخ أن خطوط تأثير القوى الثلاثة متلاقية و مستوائية

. Concourantes et coplanaires



ج - حسب علاقة شال $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$

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

نقول إن الخط المضلعي لمتجهات القوى مغلق .

3 - شرطا التوازن

عندما يكون جسم صلب في توازن تحت تأثير ثلاثة قوى \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، و \vec{F}_3 غير متوازنة فإن الشرطين الآتيين يتحققان في نفس الوقت :

- الشرط الأول : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$ أي الخط المضلعي لمتجهات القوى مغلق

هذا الشرط يحقق توازن مركز القصور G للجسم الصلب .

- الشرط الثاني : خطوط تأثير القوى الثلاثة مستوائية و غير متلاقية .

هذا الشرط يحقق عدم دوران الجسم

4 - ملحوظة

- هذان الشرطان لازمان لدراسة التوازن و لكنهما غير كافيان .

- إذا تحقق أحد الشرطين دون الآخر يختل التوازن .

(II) تطبيقات

1 - التمرين 8

(صفحة 68)

1 - المجموعة المدروسة { الحلقة A }

جرد القوى

قوى التماس

\vec{F}_1 : تأثير النابض

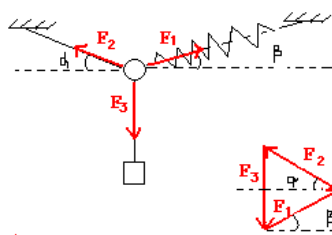
\vec{F}_2 : تأثير الخيط المائل بالزاوية α

\vec{F}_3 : تأثير الخيط الرأسي .

قوى عن بعد

\vec{P} : وزن الحلقة جد مهمل أمام \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 ، و \vec{F}_3

2 - حالة $\alpha = \beta = 30^\circ$



الخط المضلعي لمتجهات القوى

عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع

إذن $F_1 = F_2 = F_3$ و بما أن

$F_3 = m \cdot g = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ N}$

$K = \frac{F_1}{\Delta l} = \frac{5}{0,05} = 100 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

3 - توتر الخيط $F_3 = mg = 5 \text{ N}$

4 - في حالة $\alpha = 60^\circ$ و $\beta = 30^\circ$ فإن الخط المضلعي مثلث قائم الزاوية

و منه فإن $\cos \alpha = \frac{F_1}{F_3}$ إذن إطالة النابض $\Delta l = \frac{F_1}{K} = \frac{F_3 \cdot \cos \alpha}{K}$

$\Delta l = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$

(صفحة 69) الواحة

2 - التمرين 9

المجموعة المدروسة : { الجسم (C) }

جرد القوى

قوى التماس

\vec{F} : القوة الأفقية المطبقة على الجسم

\vec{R} : تأثير المستوى

قوى عن بعد

\vec{P} : وزن الجسم (C) .

بما أن الجسم (C) في توازن فإن الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق و يكون مثلث قائم الزاوية

$$F = P \sin \alpha = 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 45^\circ = 3,5 \text{ N} \Leftarrow \sin \alpha = \frac{F}{P}$$

2 - إذا نقصت أو زادت شدة القوة \vec{F} يختل التوازن . الجسم يتحرك نحو الأسفل أو نحو الأعلى .

3 - إذا كانت الاحتكاكات غير مهملة

الحالة 1

$$\text{نسقط العلاقة } \vec{F}_1 + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \text{ على المحور } Ox : F_{1x} + R_x + P_x = 0$$

$$\text{نسقط العلاقة } \vec{F}_1 + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \text{ على المحور } Oy : F_{1y} + R_y + P_y = 0$$

$$\text{العلاقة (1) تكافئ } F_1 - f - mg \sin \alpha = 0 \text{ العلاقة (2) تكافئ } R_N - mg \cos \alpha = 0$$

$$\text{نستنتج أن } K = \frac{f}{R_N} = \frac{F_1 - mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \frac{F_1}{mg \cos \alpha} - \text{tg} \alpha$$

$$F_1 = (\text{tg} \alpha + K) \cdot mg \cos \alpha = (\text{tg} 45 + 0,268) \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \cos 45 = 4,48 \text{ N}$$

الحالة 2

$$\text{نسقط العلاقة } \vec{F}_2 + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \text{ على المحور } Ox : F_{2x} + R_x + P_x = 0$$

$$\text{نسقط العلاقة } \vec{F}_2 + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \text{ على المحور } Oy : F_{2y} + R_y + P_y = 0$$

$$\text{العلاقة (1) تكافئ } F_2 + f - mg \sin \alpha = 0 \text{ العلاقة (2) تكافئ } R_N - mg \cos \alpha = 0$$

$$\text{نستنتج أن } K = \frac{f}{R_N} = \frac{mg \sin \alpha - F_2}{mg \cos \alpha} = \text{tg} \alpha - \frac{F_2}{mg \cos \alpha}$$

$$F_2 = (\text{tg} \alpha - K) \cdot mg \cos \alpha = (\text{tg} 45 - 0,268) \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \cos 45 = 2,58 \text{ N}$$

$$\text{نستنتج أن } 2,58 \text{ N} < F < 4,48 \text{ N}$$

