

توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

Equilibre d'un corps solide soumis à trois forces non parallèles

I- دراسة تجريبية

1- نشاط تجريبي

نعتبر جسم خفيف (S) مشدود بثلاث خيوط (1), (2) و (3) كتلتهم مهملة، وغير قابلة للامتداد. بواسطة الدينامومترين D_1 , D_2 و D_3 , نقيس شدة القوى F_1 , F_2 و F_3 المطبقة من طرف الخيوط (1), (2) و (3).

أسئلة:

أ- أجرد القوى المطبقة على الجسم (S), ثم مثل هذه القوى دون اعتبار السلم.

ب- قارن مميزات القوى \vec{F}_1 , \vec{F}_2 و \vec{F}_3 .

ج- مثل باستعمال سلم مناسب مجموع القوى $\sum \vec{F}_i$. ماذا تستنتج؟

أجوبة:

أ- جرد القوى المطبقة على الجسم (S), و تمثيلها دون اعتبار السلم:

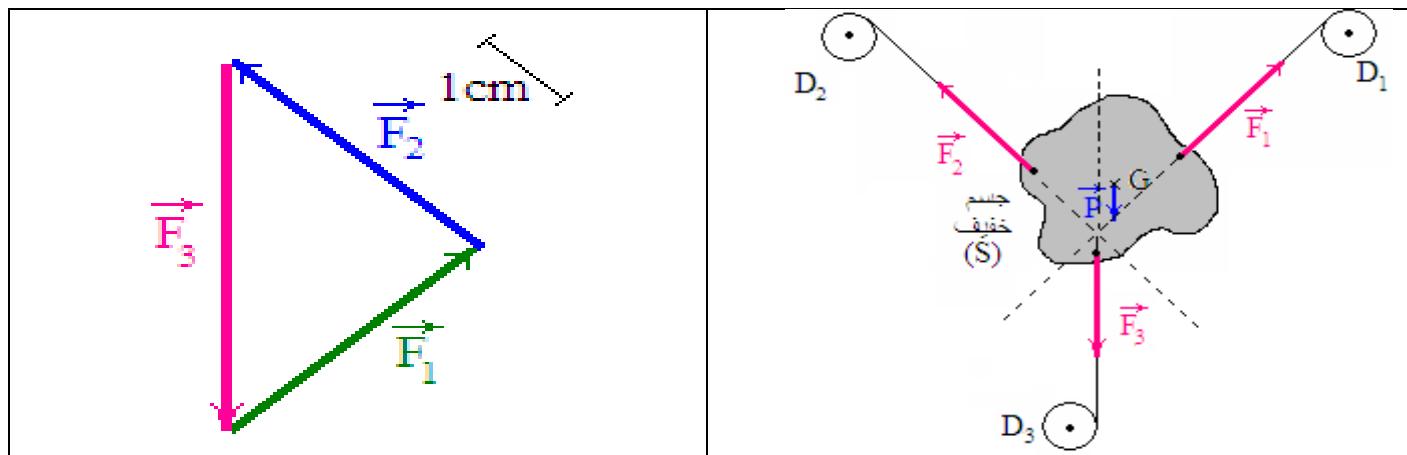
المجموعة المدرosaة: {الجسم (S)}

جرد القوى: ↗ \vec{F}_1 : القوة المطبقة من طرف الخيط (1).

↗ \vec{F}_2 : القوة المطبقة من طرف الخيط (2).

↗ \vec{F}_3 : القوة المطبقة من طرف الخيط (3).

↗ \vec{P} : وزن الجسم (S) مهملا لأن الجسم خفيف.



ب- مقارنة مميزات القوى \vec{F}_1 , \vec{F}_2 و \vec{F}_3 :

↗ خطوط التأثير مستوائية، غير متوازية و متلاقية في نقطة وحيدة.

↗ كل متجهة لها منحى مختلف عن المتجهة الأخرى.

↗ باستعمال الدينامومترات D_1 , D_2 و D_3 , نجد:

$$F_3 = 0.46N \quad \text{و} \quad F_2 = 0.3N \quad , \quad F_1 = 0.3N$$

ج- تمثل مجموع القوى $\sum \vec{F}_i$, وذلك باستعمال السلم: $1\text{cm} \rightarrow 0.1N$

2- شروط التوازن

عندما يكون جسم صلب في توازن تحت تأثير ثلاثة قوى \vec{F}_1 , \vec{F}_2 و \vec{F}_3 مستوائية و غير متوازية، فإن:

☞ القوى الثلاثة \vec{F}_1 , \vec{F}_2 و \vec{F}_3 تتلاقى في نقطة وحيدة.

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

ملحوظة:

القوى الثلاثة \vec{F}_1 , \vec{F}_2 و \vec{F}_3 تكون خطأ مضلعاً معلقاً، بحيث:

II- تطبيقات: توازن جسم صلب على سطح مائل

1- حالة احتكاكات مهمة

أ- الدراسة التجريبية:

المجموعة المدرستة: {الجسم (S)}

جرد القوى: \vec{P} : وزن الجسم (S).

\vec{T} : القوة المطبقة من طرف الناشر.

\vec{R} : القوة المطبقة من طرف السطح المائل.

عندما يصبح الجسم (S) في حالة توازن تحت تأثير القوى الثلاثة \vec{P} , \vec{T} و \vec{R} , تكون هذه الأخيرة خطأ مضلعاً معلقاً.

ب- الطريقة التحليلية:

بعد إنشاء الخط المضلعي في معلم متعدد منظم (O, \vec{i}, \vec{j}), نسقط

القوى الثلاثة \vec{P} , \vec{T} و \vec{R} , فنحصل على إحداثيات هذه القوى،

حيث:

$$\vec{T} = P_x \cdot \vec{i} + P_y \cdot \vec{j}, \quad \vec{P} = P_x \cdot \vec{i} + P_y \cdot \vec{j}$$

$$\vec{R} = R_x \cdot \vec{i} + R_y \cdot \vec{j}$$

عند التوازن: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$

بالتعوض نجد:

$$P_x \cdot \vec{i} + P_y \cdot \vec{j} + T_x \cdot \vec{i} + T_y \cdot \vec{j} + R_x \cdot \vec{i} + R_y \cdot \vec{j} = \vec{0}$$

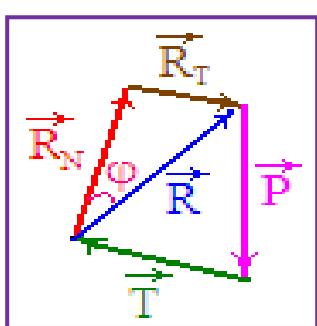
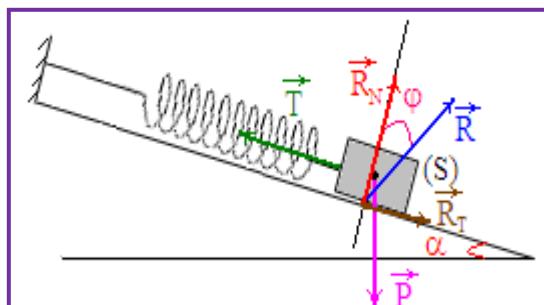
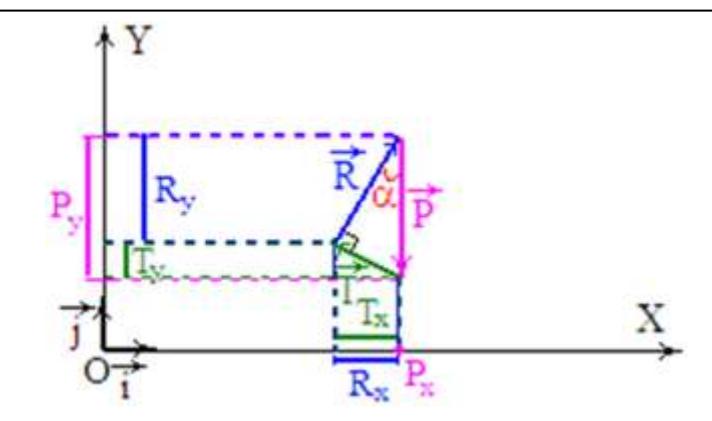
$$(P_x + T_x + R_x) \cdot \vec{i} + (P_y + T_y + R_y) \cdot \vec{j} = \vec{0}$$

إذن: $P_x + T_x + R_x = 0$

و وبالتالي: $P_y + T_y + R_y = 0$

و

2- حالة احتكاكات غير مهمة



$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$$

يمكن تفكيك \vec{R} إلى مركبة منتظمة \vec{R}_N و مركبة مماسية \vec{R}_T بحيث:

$$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T$$

\vec{R} : المركبة المنظمة لقوة التماس

\vec{R}_T : هي القوة التي تقاوم الحركة، و تسمى قوة الاحتكاك و يرمز لها غالبا ب \vec{f}

$$K = \frac{\vec{R}_T}{\vec{R}_N} = \tan \varphi$$

φ_0 : زاوية الاحتكاك الساكن و هي القيمة الحدية للزاوية φ التي يفقد عندها الجسم توازنه. و هي مقدار فيزيائي يميز التماس بالاحتكاك بين جسمين. و تميز طبيعة المواد المكونة للأجسام المتماسة و طبيعة مساحة التماس، حيث تزداد مع ازدياد خشونة سطحي التماس ولا تتعلق بمساحة التماس.

ملحوظة: إذا كانت الزاوية φ_0 أصغر من α فإن الجسم ينزلق نحو الأسفل.

$$\begin{aligned} |P_X| &> |R_T| & \text{حيث} \\ |R_N| &= |P_Y| & \text{بينما} \end{aligned}$$

III- منهجية حل تمرين في السكونيات

لدراسة جسم صلب في توازن خاضع لثلاث قوى غير متوازنة بالنسبة لمعلم أرضي:

- يحدد المجموعة المدرosa;
- جرد القوى المطبقة على المجموعة مع تحديد المتجهة المقرونة بكل قوة؛
- تمثيل على تبانية متجهات القوى ذات المميزات المعروفة؛
- تطبيق شرطي التوازن على المجموعة المدرosa؛
- و يمكن استغلال شرط التوازن $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$ بطريقتين مختلفتين؛
- * الطريقة الأولى: الطريقة الهندسية أو المبيانية و التي تعتمد على الخط المظاعي و خطوط التأثير المتلاصقة و المستوية؛
- * الطريقة الثانية: الطريقة التحليلية؛
- تحديد معلم متعمد و منظم (OXY) ثم نسقط العلاقة المتجهية على المحورين $X'OX$ و $Y'CY$ ؛
- نحصل على علاقتين جبريتين بين شذات القوى المطبقة على المجموعة المدرosa؛
- من خلال هذين العلاقتين نجيب على الأسئلة المطروحة؛

IV- تطبيقات

التمرین 6 ص 68 من واححة الفيزياء و الكيمياء