

## تصحيح تمارين توازن جسم صلب قابل الدوران حول محور ثابت

### تمرين 1

1 — حساب عزم كل قوة بالنسبة للمحور  $\Delta$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) = +F_1 \cdot OA = 0,5 N \cdot m$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) = +F_2 \cdot r = 2 N \cdot m$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_3) = -F_3 \cdot r = -2,5 N \cdot m$$

2 — حساب المجموع الجبري لعزم القوى المطبقة على القرص

القوى المطبقة على القرص هي  $\vec{P}, \vec{R}, \vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_3) = 0 + 0 + 0,5 + 2 - 2,5 = 0$$

$$\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_i) = 0$$

3 — هل القرص في حالة توازن ؟

$\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_i) = 0$  هذا الشرط غير كافي لاستنتاج الطبيعة الميكانيكية للقرص

### تمرين 2

العلاقة بين  $\alpha, m, M$  بما أن القرص في حالة توازن يمكن تطبيق مبرهنة العزوم .

— القوى المطبقة على القرص :  $\vec{T}_B, \vec{P}, \vec{R}, \vec{P}_A$

$$(1) \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{T}_B) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}_A) = 0$$

بالنسبة ل  $\vec{P}$  و  $\vec{R}$  فخط تأثيرهما يتقاطع مع محور الدوران  $\Delta$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{T}_B) = +T_B \cdot r$$

فحسب شرطي التوازن  $Mg = T'_B$  وحسب التأثيرات المتبادلة والخيط غير قابل الامتداد

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{T}_B) = M \cdot g \cdot r \text{ وبالتالي } T'_B = T_B = Mg$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}_A) = -mg \cdot d \text{ بحيث أن } d = r \sin \alpha \text{ وبالتالي}$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}_A) = -mg \cdot r \cdot \sin \alpha$$

$$M = m \sin \alpha \text{ في العلاقة (1) } Mgr - mgr \sin \alpha = 0 \text{ أي أن}$$

### تمرين 3

1 — تعبير شدة القوة  $T$  بدلالة  $g, m, \alpha$  بتطبيق مبرهنة العزوم :

القوى المطبقة على القضيب :  $\vec{P}, \vec{R}, \vec{T}_A$  بحيث  $\vec{R}$  القوة المقرونة بتأثير الجدار على العارضة .

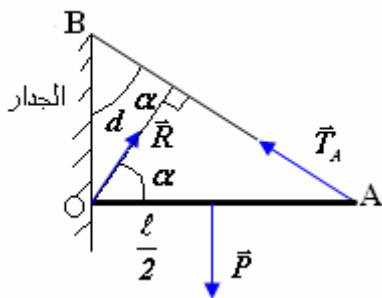
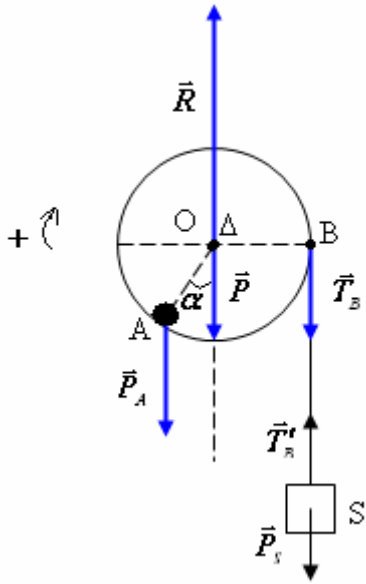
لإيجاد التعبير المطلوب في السؤال نطبق مبرهنة العزوم بالنسبة لمحور مار من النقطة  $O$  وفي هذه الحالة فإن عزم القوة  $\vec{R}$  بالنسبة للنقطة  $O$  منعدم

$$\mathcal{M}_O(\vec{R}) = 0 \text{ نظرا لتقاطع خط تأثير هذه القوة والنقطة } O$$

$$(1) \mathcal{M}_O(\vec{P}) + \mathcal{M}_O(\vec{R}) + \mathcal{M}_O(\vec{T}_A) = 0$$

باختيار منحنى موجب كما هو في الشكل نحصل على :

$$d = OB \cdot \sin \alpha \text{ بحيث أن } \mathcal{M}_O(\vec{T}_A) = -T \cdot d \text{ و } \mathcal{M}_O(\vec{P}) = +mg \cdot \frac{\ell}{2}$$



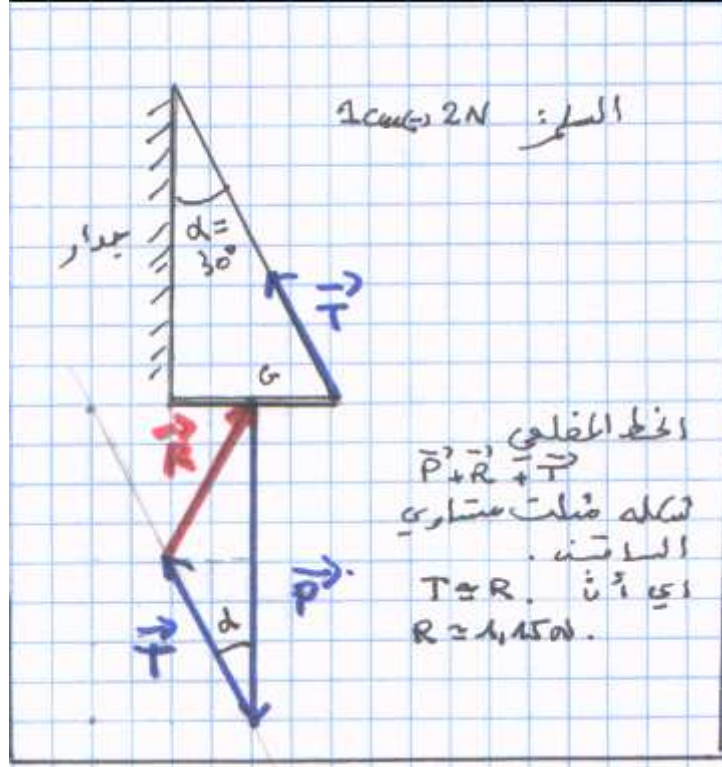
$$T \cdot OB \cdot \sin \alpha = mg \frac{\ell}{2}$$

$$T = \frac{mg\sqrt{3}}{6 \sin \alpha}$$

نحسب  $\alpha$

$$T = 1.155 N \quad \text{أي أن } \alpha = 30^\circ \quad \text{أي أن } \tan \alpha = \frac{OA}{OB} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

2 — تحديد مميزات القوة  $\vec{R}$  باستعمال الطريقة المبيانية .



#### تمرين 4

I — دراسة توازن الجسم S

1 — جرد القوى المطبقة على الجسم S

$\vec{P}, \vec{R}, \vec{F}$  بحيث أن القوة المقرونة بتأثير الساق على الجسم S

بما أن الجسم في توازن فحسب شرطي التوازن نستنتج العلاقة المتجهية بين القوى المطبقة على الجسم :  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$

2 — الطريقة المبيانية

نمثل  $\vec{P}$  بجميع مميزات شدةها  $P = m \cdot g = 2N$

نستعمل السلم  $1cm \Leftrightarrow 1N$

نطبق شرطي التوازن : الخط المضلعي للقوى  $\vec{P}, \vec{R}, \vec{F}$  مغلق وخطوط تأثيرها

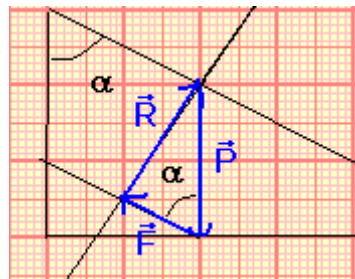
متلاقية ومستوية

يجب الإنتباه أن التماس بين الجسم S والقضيب يتم بدون احتكاك أي أن القوة  $\vec{R}$

عمودية على القضيب وبذلك يكون شكل الخط المضلعي مثلث قائم الزاوية ( $\vec{R} \perp \vec{T}$ ) حسب الشكل نستنتج أن

$$\cos \alpha = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg \cos \alpha$$

3 — تعبير طول النابض النهائي هو :



نعلم أن  $F = k\Delta l$  أي أن  $k\Delta l = mg \cos \alpha$  ومنه  $\Delta l = \frac{mg \cos \alpha}{k}$  وبالتالي  $l = \frac{mg \cos \alpha}{k} + l_0$

تطبيق عددي :  $l = 14 \text{ cm}$

II — دراسة توازن الساق

1 — جرد القوى المطبقة على الساق  $\vec{T}_A, \vec{P}', \vec{R}', \vec{P}$

2 — تطبيق مبرهنة العزوم لنبين أن  $T = g \sin \alpha \left( \frac{M}{2} + \frac{m\ell}{L} \right)$

$$\mathcal{M}_A(\vec{R}') + \mathcal{M}(\vec{T}) + \mathcal{M}_A(\vec{P}') + \mathcal{M}_A(\vec{P}) = 0$$

باختيار منحى موجب موجب وبما أن حط تأثير القوة المقرونة بتأثير المحور على الساق يتقاطع مع المحور فإن عزمها منعدم .

$$\mathcal{M}_A(\vec{P}) = +mg\ell \sin \alpha \text{ و } \mathcal{M}_A(\vec{P}') = +Mg \cdot \frac{OA}{2} \sin \alpha \text{ و } \mathcal{M}_A(\vec{T}) = -T \cdot OA$$

$$Mg \cdot \frac{OA}{2} \sin \alpha + mg \cdot \ell \sin \alpha - T \cdot OA = 0$$

$$T \cdot L = g \sin \alpha \left( \frac{M \cdot L}{2} + m\ell \right)$$

$$T = g \sin \alpha \left( \frac{M}{2} + \frac{m\ell}{L} \right) \text{ وبالتالي نستنتج التعبير المطلوب :}$$

