REPUBLIQUETUNISIENNE **PROF/ MABROUKI SALAH**

MINESTRE DE L'EDUCATION ET DE LAFORMATION **SERI E N°8** **SEANCE N°50**

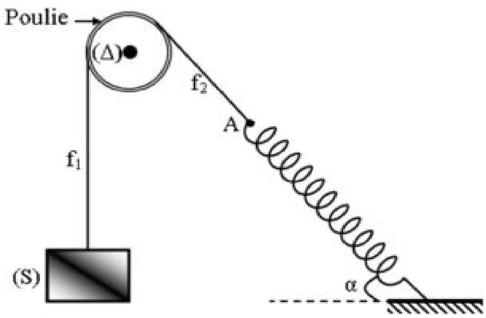
**SECTION/** **2 EME ANNEE SCIENCES**

**NUM.22427502** **©©© Les moments des forces ©©©**

## ☺ EXERCICE N°1

Un solide (**S**) de masse **m = 200 g** est relié à un fil de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie à axe fixe (**Δ**), de masse négligeable et de rayon **r**.

L'autre extrémité du fil est attachée à un ressort de raideur **k** et de masse négligeable. A l'équilibre, l'axe du ressort fait un angle **α = 30°** avec l'horizontale et le ressort est allongé de **$\Delta l$ = 4 cm**. On néglige tout type de frottement.




**1) a)** Représenter les forces exercées sur le solide (**S**).

**b)** Ecrire la condition d'équilibre de (**S**) et déterminer l'expression de la tension du fil $f_1$, puis calculer sa valeur.

**2) a)** Représenter les forces exercées sur la poulie.

**b)** En appliquant le théorème des moments, déterminer la tension du fil $f_2$.

**c)** Déduire la tension du fil $f_2$ au point **A**.

**3)** Déterminer la valeur de la raideur du ressort **k**.

**4)** Par projection de la relation vectorielle, traduisant l'équilibre de la poulie, dans un repère orthonormé, montrer que la valeur de la réaction $\vec{R}$ de l'axe (**Δ**) est $\|\vec{R}\| = m\|\vec{g}\|\sqrt{1+2\sin\alpha}$ .

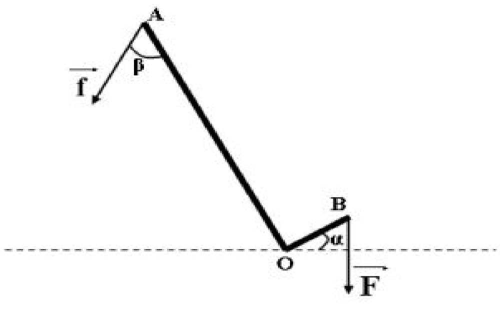
Calculer sa valeur.

On prendra : $\|\vec{g}\| = 10\ N.kg^{-1}$.

## ☺ EXERCICE N°2

Un arrache clou (**S**) de masse **m = 2 kg** est constitué par deux tiges rigides : **OA = L** et **OB = $\frac{L}{5}$**, soudée au point **O** de façon qu'elles soient perpendiculaires. (**S**) est mobile autour d'un axe (**Δ**) perpendiculaire au plan de la figure et passant par le point d'appui **O**. Le centre de gravité **G** du système est situé à une distance **OG = $\frac{L}{5}$**.

Pour arracher un clou, un opérateur exerce une force $\vec{f}$ à l'extrémité **A**, inclinée d'un angle **β = 45°** par rapport à **OA**. La tige **OB** est alors inclinée d'un angle **α = 30°** par rapport à l'horizontale. Le clou exerce une force $\vec{F}$ supposée verticale et de valeur $\|\vec{F}\|$ = **200 N**, comme l'indique la figure ci-contre.




**1)** En appliquant le théorème des moments,

**a.** Déterminer l'expression de la valeur de la force $\vec{f}$ exercée par l'opérateur en fonction de **m**, $\|\vec{g}\|$, $\|\vec{F}\|$, **α** et **β**.

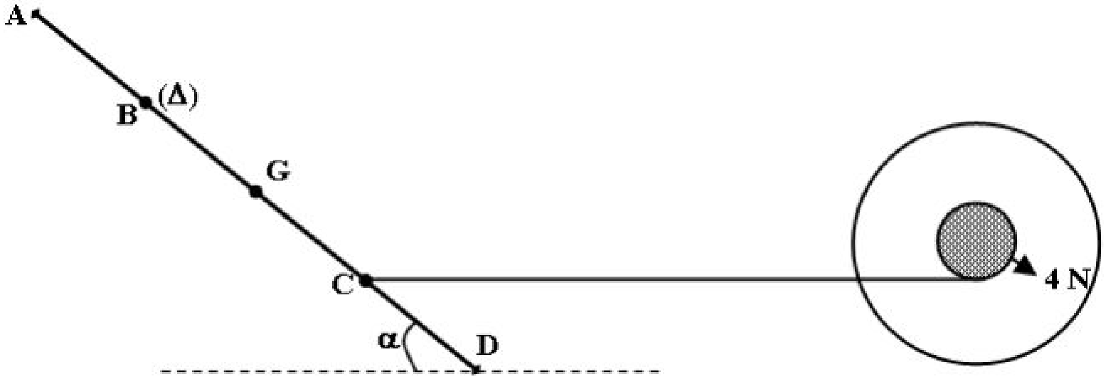
**b.** Calculer $\|\vec{f}\|$.

**2)** L'opérateur souhaite exercer le minimum d'effort pour arracher le clou. Préciser les paramètres sur lesquels il doit agir pour aboutir à ce résultat.

## ☺ EXERCICE N°3

On dispose d'une tige homogène de section constante, de masse **M = 460 g**, de longueur **AD = L = 80 cm** et pouvant tourner autour d'un axe **(Δ)** passant par **B**. Cette tige est attachée en **C** à un dynamomètre qui la maintient dans une position d'équilibre faisant un angle **α = 30°** par rapport à l'horizontale, comme le montre la figure ci-dessous.

$\mathbf{AB = BG = GC = CD = \frac{L}{4}}$. On prendra $\|\vec{g}\| = \mathbf{10\ N.kg^{-1}}$.




1) **a.** Faire le bilan de toutes les forces qui s'exercent sur la tige en équilibre.
   **b.** Représenter ces forces en utilisant l'échelle suivante : **1 N → 1 cm**.
   **c.** Déduire graphiquement la valeur de la réaction $\|\vec{R}\|$ de l'axe **(Δ)**.
2) On se propose de déterminer les caractéristiques de la réaction $\vec{R}$ de l'axe **(Δ)**.
   **a.** Ecrire la condition d'équilibre de la tige.
   **b.** Choisir un système d'axes orthonormés, et écrire les composantes des forces exercées sur la tige suivant ces deux axes.
   **c.** Déduire alors les caractéristiques de $\vec{R}$ .
3) On se propose maintenant de vérifier l'indication du dynamomètre.
   **a.** Ecrire la condition d'équilibre du solide par application du théorème des moments.
   **b.** Retrouver à partir à partir de cette condition d'équilibre la valeur indiquée par le dynamomètre.

## ☺ EXERCICE N°4

**On donne : m=0,4kg ; k'= 20 N.m$^{-1}$ ; AB=20 cm ; α=30° et β = 60°.**

On considère un système constitué d'un solide **(S)** de masse **m** maintenu en équilibre sur un plan incliné par l'intermédiaire d'un ressort **(R)** de raideur **k'**, d'un fil de masse négligeable reliant l'extrémité supérieure du ressort à l'extrémité **A** d'une barre homogène de masse **m'**. Le fil passe par la gorge d'une poulie à axe fixe. La barre **AB** peut tourner autour de l'axe passant par **B** et perpendiculaire au plan de la figure (**figure 2 sur la feuille annexe à compléter et à rendre avec la copie) :**

**A- Etude de la condition d'équilibre du solide (S) :**

**1- Cas où le contact solide-plan est sans frottement :**

a- Représenter sur le schéma de la figure 2, sans échelle les forces appliquées à (**S**).

b- Par projection de la condition d'équilibre de (**S**) exprimer les valeurs de la tension du ressort et de la réaction du plan en fonction de **m**, $\|\vec{g}\|$, **sinα et cosα.**

c- Calculer leurs valeurs puis déduire l'allongement **Δl** du ressort.

**2- Cas où le contact solide-plan est avec frottement :**

Déterminer la valeur de la force $\vec{f}$ de frottement subie par (**S**) lorsque l'allongement du ressort est **Δl' = 8 cm**.

**On se placera jusqu'à la fin de l'exercice dans le cas où le contact solide-plan est sans frottement.**

**B- Etude de la condition d'équilibre de la poulie :**

Déterminer la valeur de la tension $\vec{T}'$ exercée par le fil sur la barre.

**C- Etude de la condition d'équilibre de la barre :**

1- Représenter sur le schéma de la figure 2, sans échelle les forces appliquées à la barre.

1- Appliquer le théorème des moments à la barre :

2- Déterminer la valeur de la masse **m'** de la barre.

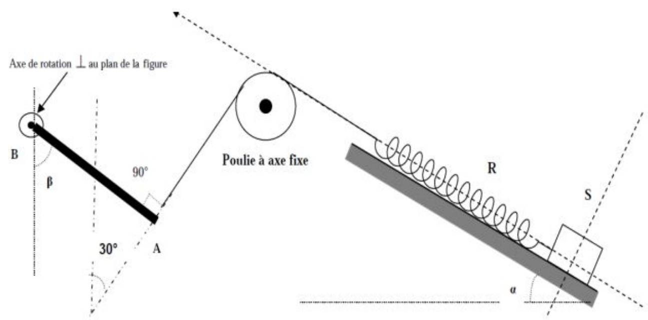



Figure 2

## ☺ EXERCICE N°5

Une tige AB rigide est homogène de masse M, de longueur L est mobile autour d'un axe Δ horizontal passant par son extrémité A.

Pour maintenir la tige en équilibre dans une direction faisant un angle α par rapport à l'horizontal on relie son extrémité B à un fil de masse négligeable faisant un angle θ avec la direction de la tige. Ce fil passe sur la gorge d'une poulie de rayon r de masse négligeable et porte à son bout un solide de masse m.

On donne : θ = 30° ; α = 60° ; AB = L ; OA = OB = $\frac{L}{2}$ ; M = 2 Kg ; $\|\vec{g}\|$ = 10 N.Kg$^{-1}$

1°) Représenter toutes les forces appliquées sur la tige AB, la poulie et le solide (S)

2°) Montrer que les deux tensions exercées sur la poulie ont la même intensité.

3°) Montrer que $m = \frac{M\cos\alpha}{2\sin\theta}$, la calculer.

4°) Etablir l'expression de $\|\vec{R}\|$ dans un repère orthonormé.

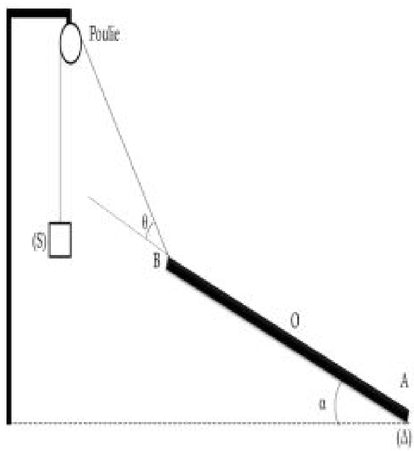



Figure 1 de l'exercice N°1

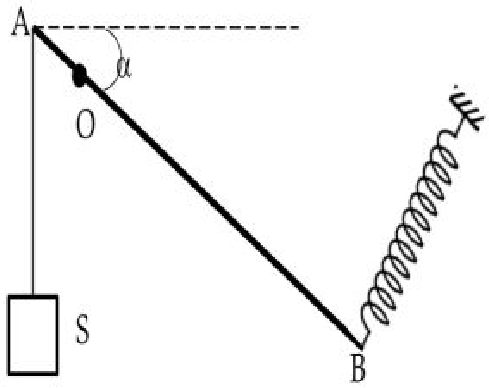
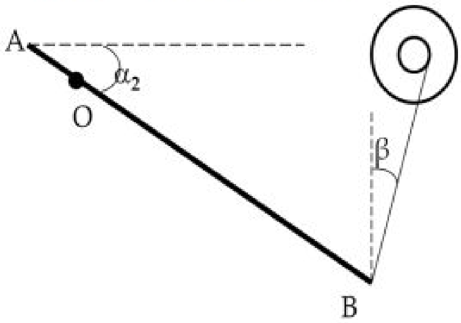
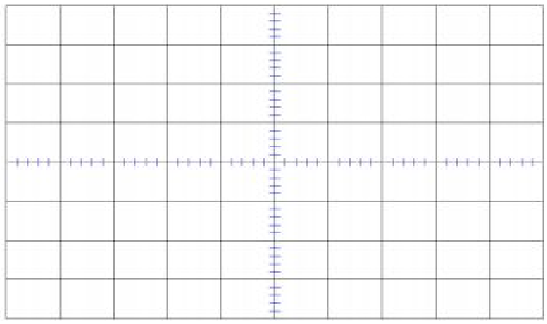



Figure 1 de l'exercice N°2 (1°)

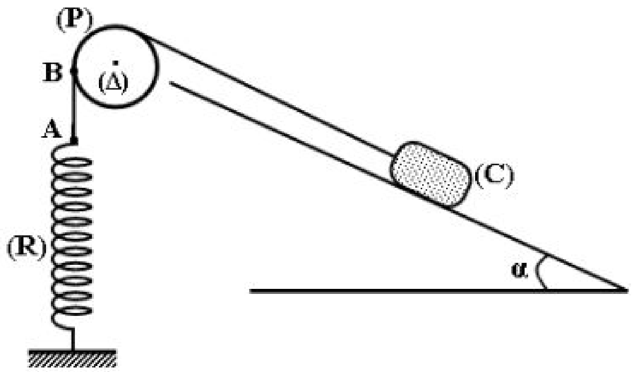


## ☺ EXERCICE N°6

On considère le dispositif de la figure ci-contre.

- **(P)** est une poulie à axe fixe **(Δ)** de rayon **r** et de masse négligeable.
- **(R)** est un ressort de masse négligeable et de raideur **k = 25 N.m$^{-1}$**.
- **(C)** est un solide, de masse **m = 0,3 kg**, qui repose sans frottement sur un plan incliné d'un angle **α = 30°** avec l'horizontale.
- Les fils sont inextensibles et de masses négligeables.




**1)** Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le solide **(C)** et les représenter.

**2)** Ecrire la condition d'équilibre de **(C)** et exprimer la tension $\|\vec{T}\|$ du fil en fonction de **m**, $\|\vec{g}\|$ et **α**. Calculer sa valeur.

**3)** Représenter les forces qui s'exercent sur la poulie **(P)**.

**4)** En appliquant le théorème des moments à la poulie, déterminer la tension du fil en **B**.

**5)** Quelle est la valeur de la tension du fil au point **A** ? En déduire la tension du ressort.

**6)** Déterminer l'allongement du ressort.

## ☺ EXERCICE N°7

**On donne** : - **On donne :** $\|\vec{g}\|$ **= 10N.Kg⁻¹, m = 0,4Kg, K= 200N.m⁻¹,** $\alpha = 30°$ **et** $\beta = 60°$

*Soit le système constitué : d'un solide S, de masse est* **m** *maintenu en équilibre sur un plan incliné par l'intermédiaire d'un ressort de raideur* **K**, *d'un fil est de masse négligeable reliant l'extrémité*

*supérieure du ressort à l'extrémité A d'une barre homogène de masse* **M.** *Le fil passe par la gorge d'une poulie à axe fixe. La barre AB peut tourner autour de l'axe passant par B et perpendiculaire au plan de la figure.* ***Le système est représenté sur la figure de la page annexe à remettre avec la copie.***

***A- Etude de la condition d'équilibre du solide S :***

***1- Cas où le contact solide-plan est sans frottement :***

*a- Représenter sur le schéma de la figure de l'annexe, sans échelle les forces appliquées à S.*

*b- Par projection de la condition d'équilibre de S sur le système d'axes (Gx, Gy) montrer que : les valeurs de la tension du fil et de la réaction du plan satisfont les relations :*

$$\|\vec{T}\| = m.\|\vec{g}\|.\sin\alpha \quad et \quad \|\vec{R}\| = m.\|\vec{g}\|.\cos\alpha$$

*c- Calculer leurs valeurs puis en déduire l'allongement* $\Delta l$ *du ressort.*

***2- Cas où le contact solide-plan est avec frottement :***

*- Déterminer la valeur de la force* $\vec{f}$ *de frottement subie par S lorsque l'allongement du ressort n'est que* $\Delta l' = 8cm$.

***( On se placera jusqu'à la fin de l'exercice dans le cas où le contact solide-plan est sans frottement )***

***B- Etude de la condition d'équilibre de la poulie :***

*1- Rappeler le rôle d'une poulie à axe fixe.*

*2- En déduire la valeur de la tension* $\vec{T}'$ *exercée par le fil sur la barre.*

***C- Etude de la condition d'équilibre de la barre :***

*1- Représenter sur le schéma de la figure ( 1) de l'annexe , sans échelle les forces appliquées à la barre.*

*2- Par application du théorème des moments à la barre :*

*a- Déterminer la valeur du poids* $\vec{P}'$ *de la barre.*

*d- Calculer la valeur de la réaction* $\vec{R}'$ *de l'axe sur la barre.*

*c- En déduire la valeur de l'angle φ que fait la réaction* $\vec{R}'$ *avec la verticale.*

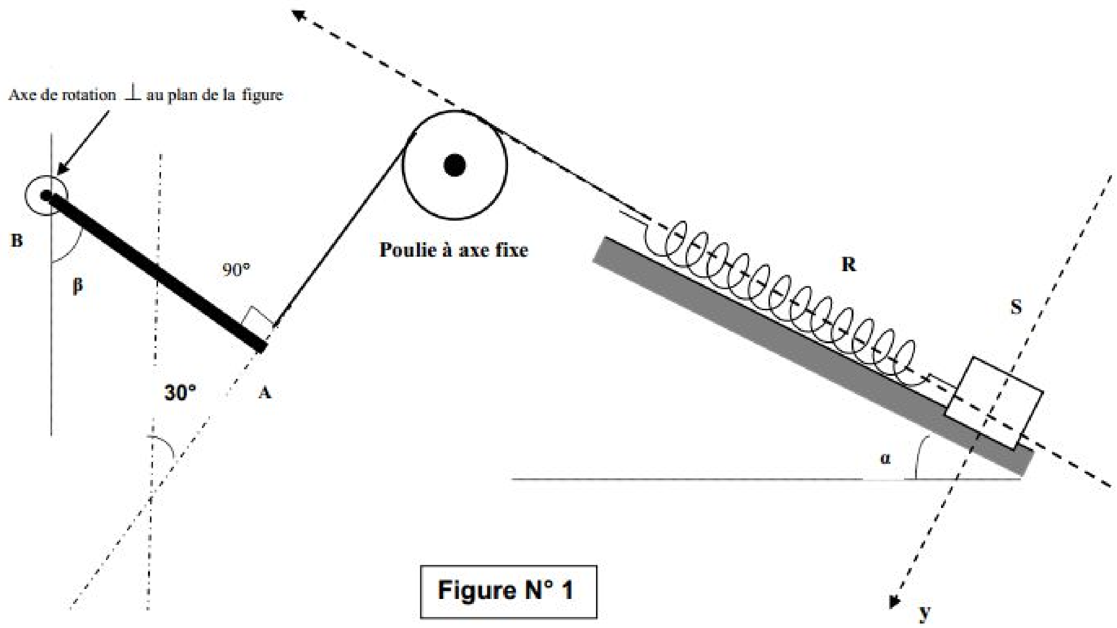
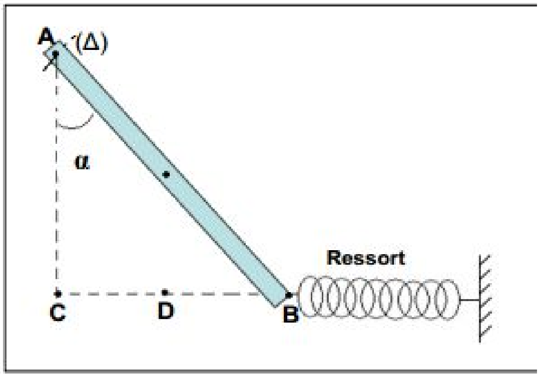



Figure N° 1

## ☺ EXERCICE N°8

**I** - On considère le système mécanique formé d'une tige rigide homogène AB de masse m, est accroché par l'extrémité A à un crochet et par son extrémité B à un ressort à spires non jointives de raideur K et direction horizontale.




A l'équilibre statique, cette tige fait un angle $\alpha$ avec la verticale de lieu. (voir figure)

On note par : $\vec{T}$ :la force tension de ressort, $\vec{R}$ la réaction de l'axe et $\vec{P}$ la force poids de la tige.

1°) Refaire le schéma et représenter soigneusement ces forces.

2°) Rappeler les conditions d'équilibre de translation d'un solide

3°) En appliquant les conditions d'équilibre de la tige, montrer que la réaction de crochet fait un angle $\beta$ avec la verticale et que sa direction passe par le point D. Représenter $\beta$

4°) Par une analyse géométrique, montrer que $tg\ \alpha = 2\ tg\ \beta$. Calculer $\beta$.

5°) Ecrire la relation vectorielle traduisant la condition d'équilibre de translation de la tige.

On donne : M = 5kg ; K =100N.m$^{-1}$
$\alpha = 30°$ ; sin30=0,5
cos30=0,867
tg30= 0.577
$||g||$ =10N.kg$^{-1}$

5°) choisissant un système d'axes orthogonaux (CX, CY) [(CX) est horizontal] :

a- Etablir une relation entre $||\vec{R}||$, $\beta$ et $||\vec{T}||$

b- Etablir une deuxième relation entre $||\vec{R}||$, $\beta$ et $||\vec{P}||$.

c- Déduire une relation uniquement $||\vec{T}||$, $||\vec{P}||$ et $\beta$

d- Calculer $||\vec{T}||$ et déduire l'allongement $\Delta L$ du ressort.

e- Déduire $||\vec{R}||$.

**II**- 1°) Donner l'énoncée de théorème des moments

2°) Donner l'expression de moment par rapport à l'axe de rotation (Δ) (perpendiculaire au plan de la figure et passant par le point A ) de chacune de forces agissant sur la tige en fonction de $\alpha$ .

**Exercice 1 : [QCM]**

3°) En appliquant le théorème des moments, retrouver la relation entre $||\vec{T}||$, $||\vec{P}||$ et $\beta$

## ☺ EXERCICE N°9

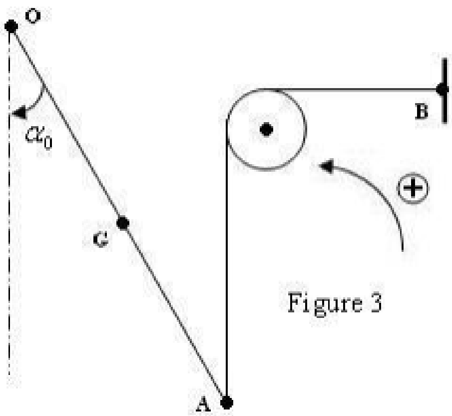



Figure 3

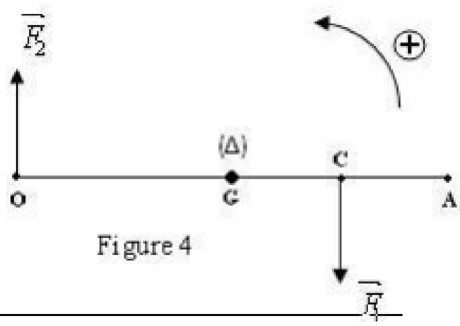



Figure 4

On étudie l'équilibre d'une barre homogène OA de poids $\|\vec{P}\| = 10\,N$ , de centre d'inertie G, mobile autour de l'axe fixe (Δ) horizontal passant par O et perpendiculaire au plan de la figure.

On donne : OA = 2OG = 50 cm. $\alpha_0 = 30°$.

AB est un fil inextensible de masse négligeable, enroulé sur la gorge d'une poulie ($\mathcal{P}$) de masse négligeable mobile autour d'un axe fixe (Δ') passant par son centre O' comme indique la figure 3.

1°) Donner l'énoncé du théorème des moments.

2°) a°) Appliquer le théorème des moments et déterminer l'expression de la valeur de la tension $\vec{T_A}$ du fil en A.

b°) Dépend-elle de l'angle $\alpha_0$. calculer sa valeur $\|\vec{T_A}\|$.

3°) Représenter sur votre feuille les forces exercées sur la poulie ($\mathcal{P}$). Echelle 5N ⟶ 1cm.

4°) Dans cette partie, la barre OA devient mobile autour de l'axe fixe (Δ) passant par son centre d'inertie G par l'action d'un couple de force $\mathcal{C} = \{\vec{F_1}, \vec{F_2}\}$ tel que OG = 2 AC comme l'indique la figure 4.

a°) Définir le couple de force.

b°) Calculer le moment du couple $\mathcal{C}$ par rapport à l'axe (Δ), sachant que $\|\vec{F_2}\| = 4\,N$ .

c°) Quel est le sens de rotation de la barre ?

d°) Que pensez-vous des moments du poids $\vec{P}$ de la barre et de la réaction $\vec{R}$ de l'axe (Δ) ? Justifier la réponse. y