

## TITRE DE LA LEÇON : Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

Discipline : Sciences physiques

Sous-discipline : physique

Cycle : Lycée - Niveaux : Seconde

### • Résumé du cours

**Moment d'une force par rapport à un axe :**

**Cas des forces orthogonales à l'axe de rotation :** Le moment  $M_{\Delta}(\vec{F})$  d'une force  $\vec{F}$  par rapport à une axe  $(\Delta)$  est égal au produit de l'intensité de la force par la longueur du bras du levier  $d$ .

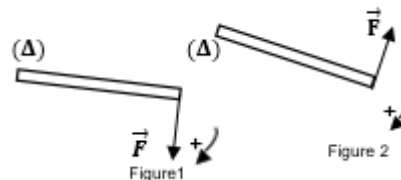
La longueur du bras du levier est la distance entre l'axe et la droite d'action de la force.

Si la force tend à faire tourner le solide dans le sens choisi comme positif, on a :

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot d \text{ (Figure 1)}$$

Si la force tend à faire tourner le solide dans le sens contraire, on a :

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = -F \cdot d \text{ (Figure 2)}$$



**Cas d'une force quelconque :**

Le moment d'une force  $\vec{F}$  quelconque par rapport à un axe  $(\Delta)$  est donné par la formule :  $M_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F' \cdot d$  ; avec  $F'$  la composante située dans le plan perpendiculaire à l'axe.

NB : Lorsque la droite d'action de la force est parallèle à l'axe ou rencontre l'axe, le moment de la force est nul.

**Cas d'un couple de forces :** un couple de forces est un ensemble de deux forces parallèles de même intensité et de sens contraires. Si  $F$  est l'intensité des forces et  $d$  la distance entre les deux droites d'action, le moment s'écrit :  $M_{\Delta} = \pm F \cdot d$ .

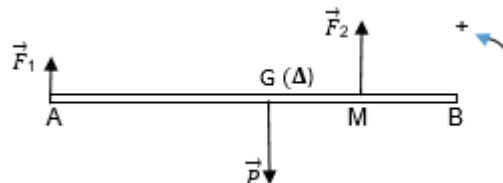
Dans le cas d'un couple de forces provoqué par un fil de torsion ou un ressort spiral de constante de torsion  $C$ , le moment est donné par la formule :  $M_{\Delta} = -C\theta$  ;  $\theta$  étant l'angle de torsion.

**Théorème des moments :** Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe est en équilibre, la somme algébrique des moments par rapport à cet axe de toutes les forces appliquées à ce solide est nulle :

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}) = 0$$

### • Exercice corrigé :

Une barre mobile autour d'un axe  $(\Delta)$  passant par son centre d'inertie  $G$ , est en équilibre lorsqu'elle est soumise aux forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{P}$ .



1) Calcule le moment de  $\vec{F}_1$  et celui de  $\vec{P}$ .

Avec  $AB = 1,2 \text{ m}$  ;  $F_1 = 20 \text{ N}$  ;  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

2) Exprime le moment de  $\vec{F}_2$  par rapport à l'axe en fonction de  $F_2$  et  $GB$  sachant que  $M$  est le milieu de  $GB$ .

3) Calcule : a) le moment de  $\vec{F}_2$

b) l'intensité de  $\vec{F}_2$

**Corrigé**

 1- Moment de  $F_1$ 

$$\mathcal{M}(\vec{F}_1) = -F_1 \times AG = -F_1 \times \frac{AB}{2} = -20 \times \frac{1,2}{2} = -20 \text{ N.m}$$

 2- Expression du moment de  $\vec{F}_2$  :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_2) = +F_2 \times MG = F_2 \times \frac{GB}{2}$$

 3- a) Moment de  $\vec{F}_2$  :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_1) + \mathcal{M}(\vec{p}) + \mathcal{M}(\vec{F}_2) = 0$$

$$\mathcal{M}(\vec{F}_2) = -\mathcal{M}(\vec{F}_1) - \mathcal{M}(\vec{p}) \text{ or } \mathcal{M}(\vec{p}) = 0$$

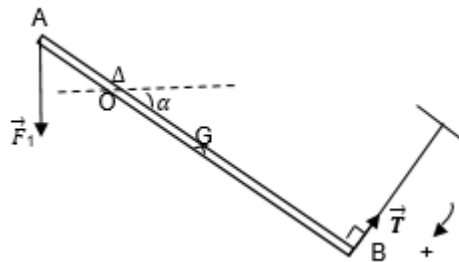
$$\mathcal{M}(\vec{F}_2) = -\mathcal{M}(\vec{F}_1)$$

$$\mathcal{M}(\vec{F}_2) = 20 \text{ N.m}$$

$$\text{b) Intensité : } F_2 = \frac{2 \mathcal{M}(\vec{F}_2)}{GB} = \frac{2 \times 20}{0,6} = 66,67 \text{ N}$$

**Exercice d'application**

1) Une barre homogène AB de masse  $m = 4,0 \text{ kg}$ , de longueur  $l = AB = 60 \text{ cm}$  est mobile autour d'un axe horizontal  $\Delta$  passant par le point O tel que  $OA = 10 \text{ cm}$ . Cette barre est maintenue en équilibre par un câble qui exerce perpendiculairement une tension  $\vec{T}$ , et une force  $\vec{F}_1$  verticale, d'intensité  $10 \text{ N}$ . On néglige les frottements sur l'axe. La barre est inclinée d'un angle  $\alpha = 60^\circ$  par rapport à l'horizontale.



Reproduis le schéma sur lequel tu représenteras les forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{T}$ , ainsi que le poids de la barre.

- 1) Calcule par rapport à l'axe  $\Delta$ , le moment de  $\vec{F}_1$  et le moment de  $\vec{P}$ .
- 2) Exprime le moment de  $\vec{T}$  en fonction de son intensité T et de OB.
- 3) Détermine T.