

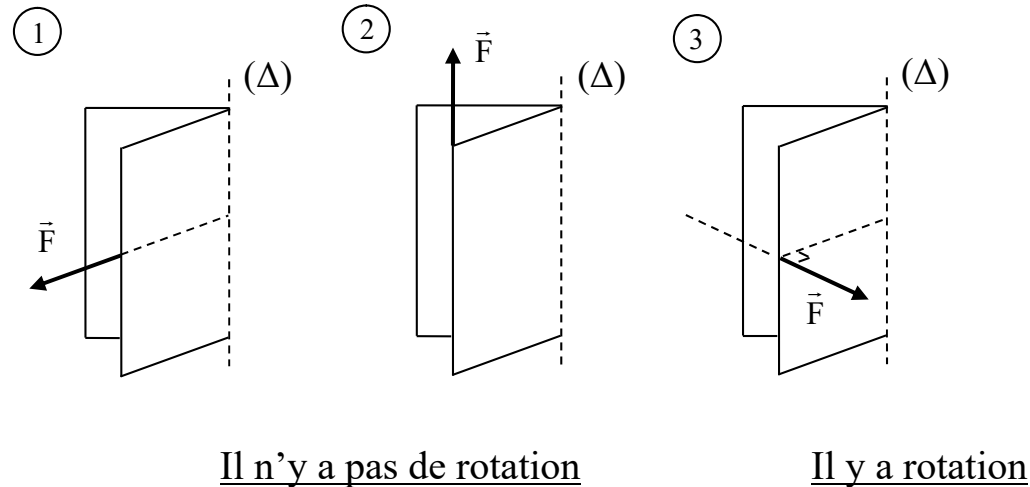
Niveau : 2 ^{nde} C	OG 2 : APPLIQUER LES CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX OU TROIS FORCES A LA RESOLUTION D'EXERCICES SMPLES DE STATIQUE.
TITRE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE	Durée : 5 H
Objectif spécifique : OS 1 : Utiliser les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.	
Moyens :	
Vocabulaire spécifique :	
Documentation : Livres de Physique AREX Seconde, Eurin-gié Seconde. Guide pédagogique et Programme.	
Amorce :	
Plan du cours : I) Rotation d'un solide autour d'un axe fixe 1° Effet de rotation d'une force 1.1° Expériences et observations 1.2° Conclusion 2° Moment d'une force par rapport à un axe fixe 2.1° Expériences 2.2° Définition du moment d'une force 2.3° Le moment : grandeur algébrique II) Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe 1° Théorème des moments 1.1° Expérience 1.2° Résultats 1.3° Enoncé du théorème des moments 2° Conditions générales d'équilibre	

EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

I) Rotation d'un solide autour d'un axe fixe

1° Effet de rotation d'une force

1.1° Expériences et observations



1.2° Conclusion

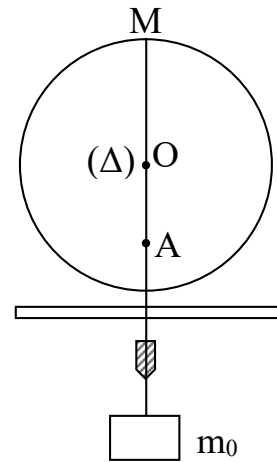
Une force a un effet de rotation sur un solide mobile autour d'un axe fixe si sa droite d'action :

- n'est pas parallèle à l'axe de rotation ;
- ne coupe pas l'axe de rotation.

2° Moment d'une force par rapport à un axe fixe

2.1° Expériences

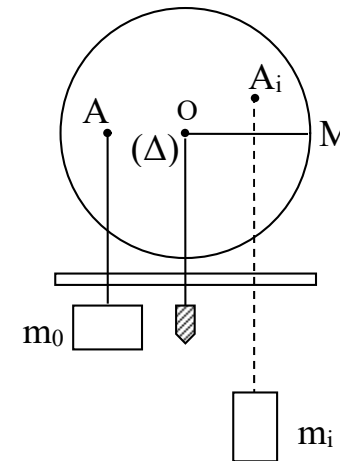
- Dispositif expérimental



$$m_0 = 600 \text{ g}$$

$$OA = d_0 = 15 \text{ cm}$$

Exerçons différentes forces à différentes distances d de l'axe (Δ) , par l'intermédiaire de masses marquées, de sortes à ramener le rayon OM à l'horizontale.



• Tableau de mesure

F (N)	$F_0 = 6$	$F_1 = 4,5$	$F_2 = 6$	$F_3 = 9$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d_3 = 0,10$
$F \times d$	0,90	0,90	0,90	0,90

• Exploitation des résultats

On obtient le même effet de rotation chaque fois que : $F_0 \times d_0 = F_i \times d_i$.

L'effet de rotation dépend donc à la fois de l'intensité F de la force exercée et de la distance d à l'axe de rotation. Cette distance d est appelée **bras de levier**.

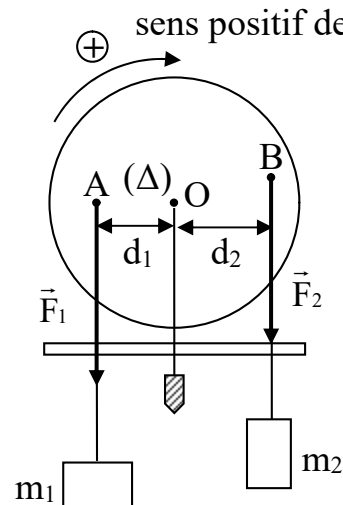
2.2° Définition du moment d'une force

Le moment $\mathcal{M}_A(\vec{F})$ par rapport à un axe fixe (Δ) d'une force $\vec{F}$ orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité F de la force par la longueur d du bras de levier :



$$\begin{array}{c}
 \text{(N.m)} \leftarrow \boxed{\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \vec{F} \times \vec{d}} \rightarrow \text{(m)} \\
 \downarrow \\
 \text{(N)}
 \end{array}$$

2.3° Le moment : grandeur algébrique



$\vec{F}_2$ tend à faire tourner le disque dans le sens positif **choisi** et $\vec{F}_1$ dans le sens contraire. On pose que :

$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) > 0$ et égal à $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2$;

$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) < 0$ et égal à $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) = - F_1 \cdot d_1$.

Conséquences

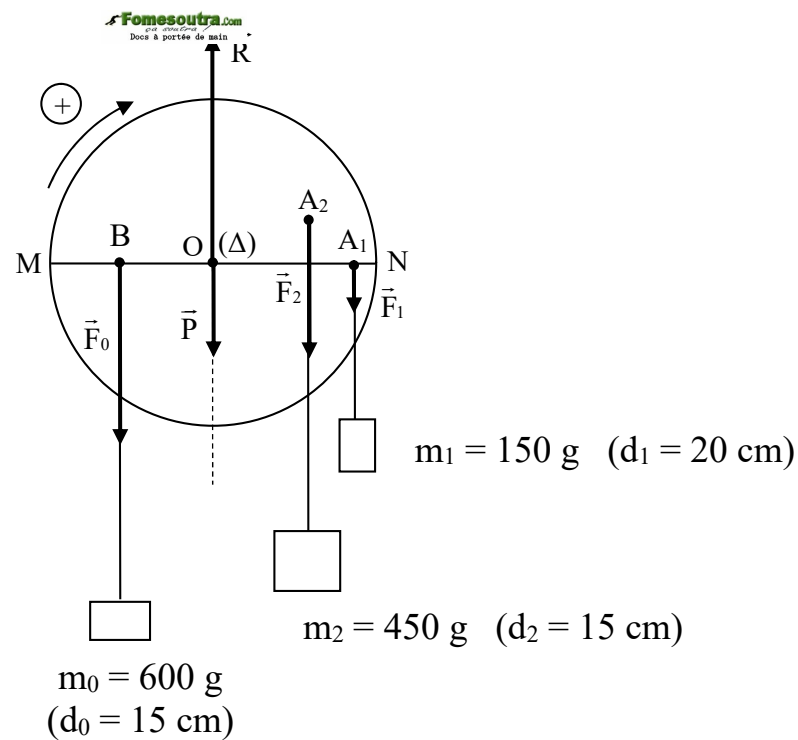
- Deux forces ayant le même moment par rapport à un axe auront le même effet de rotation.
- Si une force n'a aucun effet de rotation sur un solide alors son moment par rapport à l'axe de rotation du solide est nul.

II) Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

1° Théorème des moments

1.1° Expérience

Maintenons en équilibre un disque capable de tourner autour d'un axe fixe (Δ) en exerçant des forces à différents endroits.



1.2° Résultats

F (N)	$F_0 = 6 \text{ N}$	$F_1 = 1,5 \text{ N}$	$F_2 = 4,5 \text{ N}$	$P = 2 \text{ N}$	$R = 14 \text{ N}$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d' = 0$	$d'' = 0$
$\mathcal{M}_\Delta$ (N.m)	- 0,90	+ 0,30	+ 0,60	0	0

Calculons la somme des différentes forces extérieures appliquées au disque maintenu en équilibre :

$$\begin{aligned}
 \sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext}}) &= \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_0) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) \\
 &= -0,9 \quad + \quad 0,3 \quad + \quad 0,6 \quad + \quad 0 \quad + \quad 0 \\
 \sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext}}) &= 0 \text{ N.m.}
 \end{aligned}$$

On constate que cette somme est nulle.

1.3° Enoncé du 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 extérieures appliquées à ce solide est nécessairement nulle :

$$\sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

2° Conditions générales d'équilibre

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ) est en équilibre alors :

- la somme algébrique des moments par rapport à l'axe des forces appliquées est nulle :

$$\sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

C'est la condition nécessaire de **non rotation** autour de l'axe (Δ).

- la somme vectorielle des forces appliquées est nulle :

$$\sum (\vec{F}_{\text{ext}}) = \vec{0}.$$

C'est la condition nécessaire d'**immobilité du centre d'inertie** du solide.