

Moment d'une force

Table des matières

I - Sens de rotation	3
A. Sens de rotation	3
II - Expérience d'introduction	
A. Mise en situation.....	4
B. Situation 1.....	4
C. Situation 2.....	4
D. Situation 3.....	5
E. Situation 4.....	6
F. Situation 5 :.....	6
G. Exploitation.....	7
H. Résumé :.....	7
III - Le bras de levier	8
A. Définition.....	8
IV - Le moment d'une force	9
A. Définition :.....	9
B. Signe d'un moment de rotation :.....	9
C. La droite d'action de la force est parallèle ou coupe l'axe de rotation.....	10
D. Exercice: Autotest 1.....	10
Conclusion	11
Solution des exercices	11

Sens de rotation

A . Sens de rotation

En physique, pour indiquer le sens de rotation d'un corps, on utilise le sens trigonométrique (encore appelé sens géométrique).



Figure 1.1 – Sens de rotation trigonométrique

Le sens trigonométrique positif correspond au sens de rotation contraire à celui des aiguilles d'une montre. Le sens trigonométrique négatif correspond au sens de rotation identique à celui des aiguilles d'une montre.

Expérience d'introduction

Mise en situation	4
Situation 1	4
Situation 2	5
Situation 3	5
Situation 4	6
Situation 5 :	6
Exploitation	7
Résumé :	7

A . Mise en situation

Un disque peut tourner librement autour d'un axe horizontal passant par son centre. On peut accrocher des masses à différents points du disque.

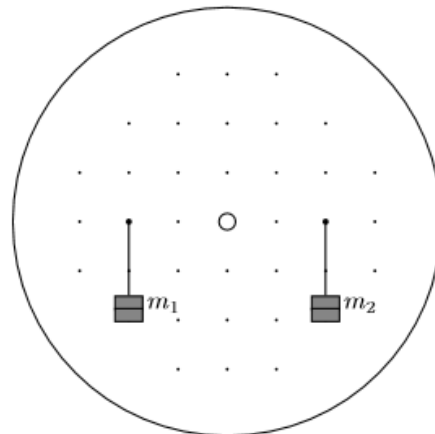


Figure 1.2 – Disque - Situation 1

B . Situation 1

Accrochons deux masses de 200g, m_1 et m_2 , telles que leurs points d'application se trouvent horizontalement alignés avec l'axe de rotation et qu'ils se trouvent à distance égale de cet axe (voir fig1.2).

On constate : lorsqu'on lâche le disque, il reste au repos. Il est en équilibre de rotation.

C. Situation 2

Déplaçons m_2 vers la droite (voir fig 1.3)

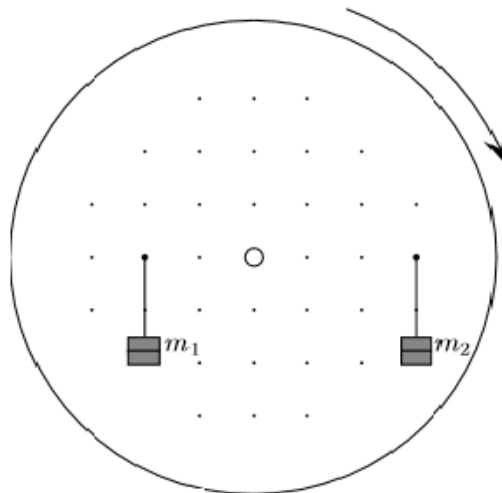


Figure 1.3 - Disque - Situation 2

On constate : lorsqu'on lâche le disque, il commence à tourner dans le sens négatif (-).

D. Situation 3

Maintenant, déplaçons m_2 vers la gauche (par rapport sa position initiale, (voir fig 1.4)

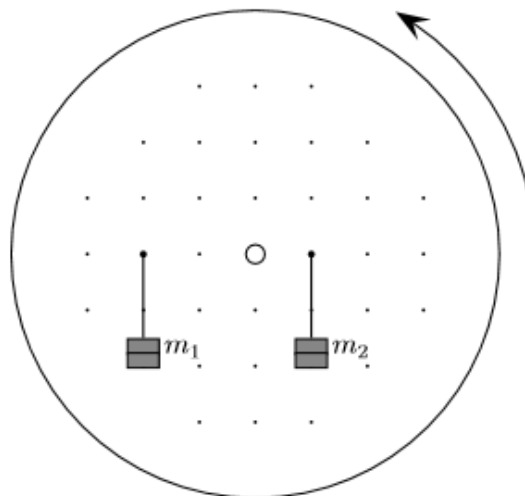


Figure 1.4 - Disque - Situation 3

On constate : lorsqu'on lâche le disque, il commence à tourner dans le sens positif (+).

E. Situation 4

Maintenant, déplaçons m_2 verticalement vers le bas (par rapport sa position initiale, voir fig 1.5)

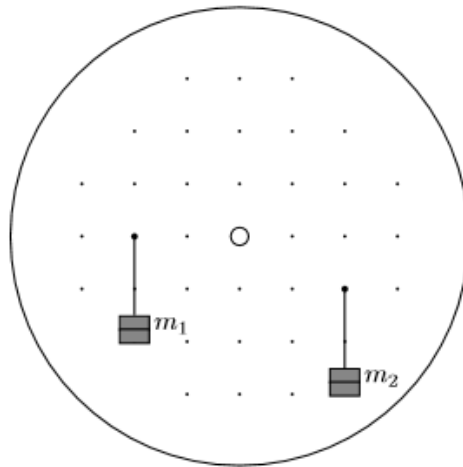


Figure 1.5 – Disque - Situation 4

On constate : lorsqu'on lâche le disque, il ne tourne pas. Il est en équilibre de rotation.

F. Situation 5

Finalement, plaçons une masse $m'_2 = 300\text{ g}$ à l'endroit initial de m_2 , (voir fig 1.6)

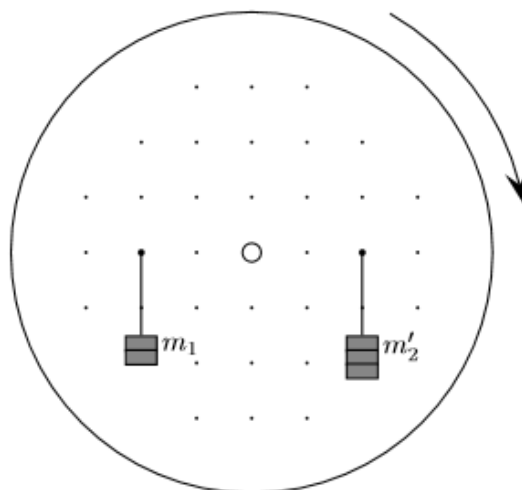


Figure 1.6 – Disque - Situation 5

On constate : lorsqu'on lâche le disque, il tourne dans le sens négatif (-).

G. Exploitation

Ajoutons les vecteurs force des poids sur toutes les figures (échelle 1 cm = 100 N).

Dans la situation 1, les masses exercent deux forces égales sur le disque (leurs poids \vec{P}_1 et \vec{P}_2 : ils ont même norme, même sens et même direction). Le disque est en équilibre de rotation.

Dans les situations 2 et 3, ce sont les mêmes forces qui s'exercent sur le disque. Mais comme le disque n'est plus en équilibre de rotation (il commence à tourner), c'est la distance des forces à l'axe de rotation qui doit jouer un rôle.

Dans la situation 4, la distance de l'origine du poids de m_2 à l'axe de rotation est plus grande que dans la situation 1. Pourtant, le solide reste toujours en équilibre. Ce n'est donc pas la distance entre l'origine des forces et l'axe de rotation qu'il faut considérer! Cependant, la distance entre la ligne d'action des deux forces à l'axe de rotation est la même! Et en effet, c'est cette distance qu'il faut considérer en analysant l'effet de rotation d'une force sur un corps! Cette distance portera le nom de «bras de levier».

Dans la situation 5, la distance des lignes d'action des deux poids à l'axe de rotation est la même. Cependant, la norme des forces n'est pas identique. La norme d'une force appliquée sur un objet a donc une influence sur la rotation de l'objet autour d'un axe.

H. Résumé

L'expérience a montré que l'effet de rotation d'une force sur un corps dépend

- de la norme de la force
- de la distance de la ligne d'action de la force à l'axe de rotation

Le Bras de levier

A- Définition

On appelle «bras de levier» a d'une force \vec{F} par rapport à un axe de rotation Δ la distance entre la ligne d'action de \vec{F} et l'axe de rotation. C'est la longueur du segment qui lie l'axe Δ à la ligne d'action de la force, le segment étant perpendiculaire à cette ligne d'action.

Unité SI :

Comme le bras de levier est une distance, son unité SI est le mètre (m).



Exemple

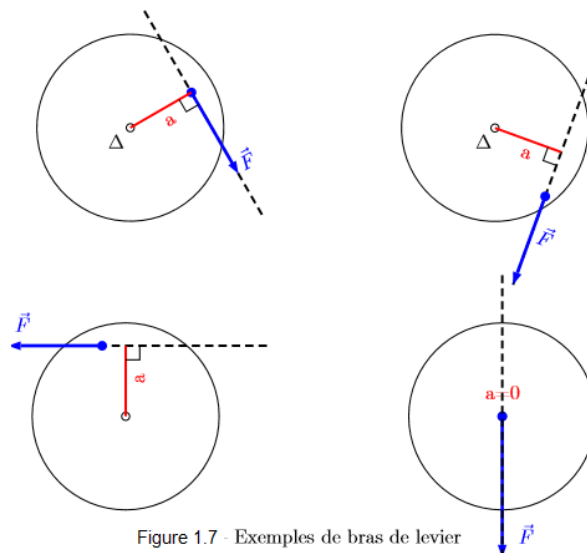


Figure 1.7 - Exemples de bras de levier

Le Moment d'une force

Définition :	9
Signe d'un moment de rotation :	9
La droite d'action de la force est parallèle ou coupe l'axe de rotation	10
Exercice: Autotest 1	10
Exercice: Autotest 2	10

A- Définition

On appelle moment d'une force \vec{F} par rapport à un axe de rotation Δ le produit de la norme F de la force et de son bras de levier a . Symbole : $M_{\Delta}(\vec{F})$ et $M_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \cdot a$

Unité SI :

Comme l'unité SI de la norme d'une force est le Newton, celle du bras de levier étant le mètre, l'unité SI du moment d'une force est le «Newton mètre» ($N \cdot m$ ou Nm).

Une force de norme $F=1N$, dont le bras de levier vaut $a=1m$ exerce donc sur un corps un moment égal à : $M_{\Delta}(\vec{F})=1N \cdot 1 m = 1 Nm$

B- Signe d'un moment de rotation

- Si une force fait tourner un objet dans le sens trigonométrique positif, son moment est un moment positif : $M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot a$
- Si une force fait tourner un objet dans le sens trigonométrique négatif, son moment est un moment négatif : $M_{\Delta}(\vec{F}) = -F \cdot a$

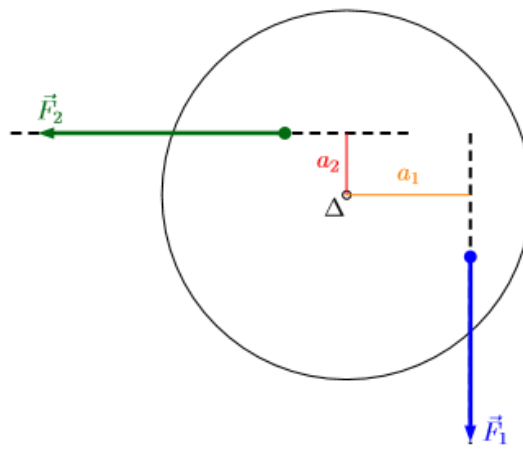


Figure 1.8 Moment négatif - Moment positif

Dans l'exemple de la figure :

- $M_{\Delta}(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot a_1$ (moment négatif)
- $M_{\Delta}(\vec{F}_2) = F_2 \cdot a_2$ (moment positif)

Remarque : Toute force dont la ligne d'action passe par l'axe de rotation a un moment zéro (cf. fig I.8). Ces forces ne peuvent donc pas entraîner une rotation!

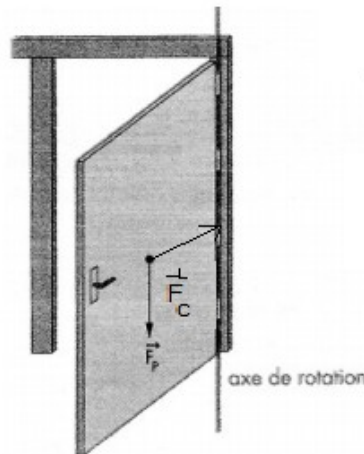
C- La droite d'action de la force est parallèle ou coupe l'axe de rotation

Une force dont la direction est parallèle à l'axe de rotation n'a aucun effet de rotation

Une force dont la direction coupe l'axe de rotation n'a aucun effet de rotation.

Donc le moment de la force est nul . $M_{\Delta}(\vec{F}) = 0$

C'est le cas par exemple d'une force de pesanteur d'une porte qui ne contribue ni à l'ouvrir ni à la fermer. De même pour la force F_c dont la droite d'action coupe l'axe.



D- Exercice : Autotest 1

[Solution n°1 p12]

Le moment d'une force est une grandeur

- | | |
|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | vectorielle |
| <input type="checkbox"/> | algébrique |
| <input type="checkbox"/> | toujours positif |

E- Exercice : Autotest 2

[Solution n°2 p12]

Un moment est négatif lorsque :

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | la force tourne le solide dans le sens trigonométrique |
| <input type="checkbox"/> | la force est nulle |
| <input type="checkbox"/> | la force tourne le solide dans le sens des aiguilles d'une montre |

Conclusion

Le moment d'une force par rapport à l'axe de rotation dépend de la norme de vecteur force et du bras de levier.

Le moment d'une force par rapport à l'axe de rotation a une valeur algébrique, autrement dit son signe dépend du sens de rotation du solide.

L'application pratique de ce terme moment d'une force est le levier et la loi du levier que vous pourrez les suivre dans la l'équilibre en rotation.

L'appropriation de ce moment nous permettra d'introduire la prochaine leçon : l'équilibre d'un solide en rotation et théorème des moments.

Solutions des exercices

> Solution n°1 (exercice p. 10)

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | vectorielle |
| <input checked="" type="checkbox"/> | algébrique |
| <input type="checkbox"/> | toujours positif |

> Solution n°2 (exercice p. 11)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | la force tourne le solide dans le sens trigonométrique |
| <input type="checkbox"/> | la force est nulle |
| <input checked="" type="checkbox"/> | la force tourne le solide dans le sens des aiguilles d'une montre |