

CH III Moment d'une force - Moment d'un couple

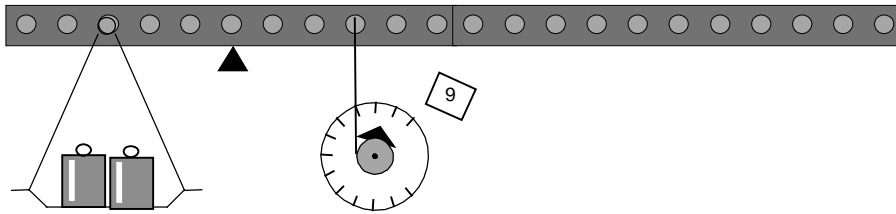
I) Moment d'une force :

1) Expérience :

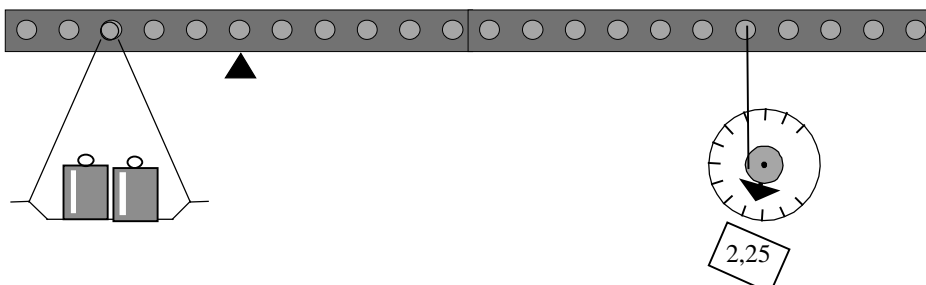
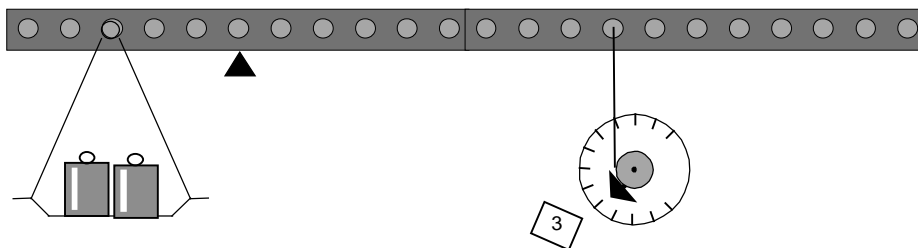
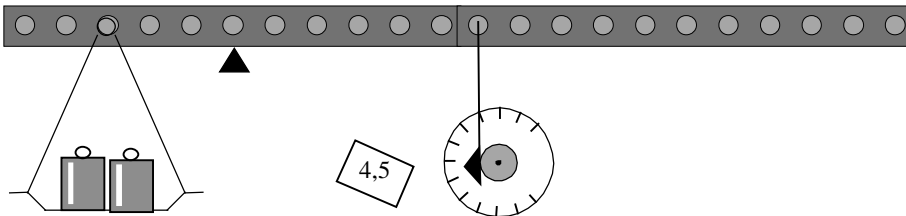
Une barre métallique trouée, dont les trous sont distants les uns des autres de 1 cm, repose sur un axe.

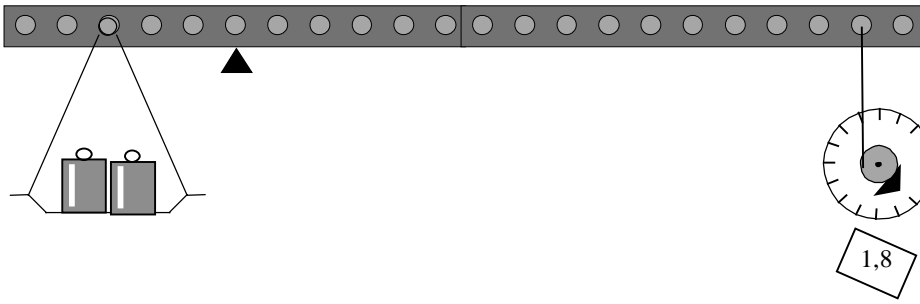
D'un côté on accroche un plateau sur lequel on a déposé des masses. De l'autre côté on accroche un dynamomètre que l'on positionne de façon à maintenir l'équilibre.

Sur le schéma ci-dessous, le dynamomètre est placé à 3 cm de l'axe et affiche 9 N.



Sur les schémas suivants, on déplace le dynamomètre et on maintient l'équilibre.





A partir de cette expérience, compléter le tableau de mesures suivant :

Valeur ou intensité F de la force	Distance d à l'axe	Produit F x D
9 N	3 cm	$9 \times 3 = 27$

Quelle constatation pouvez-vous faire lorsque l'on éloigne le dynamomètre de l'axe ?

Que peut-on dire du produit F x d ?

II) Définitions :

1) Moment d'une force :

On appelle moment d'une force \vec{F} par rapport à un point O sa capacité à faire tourner un solide autour de ce point. Il se désigne par le symbole $M_O \vec{F}$.

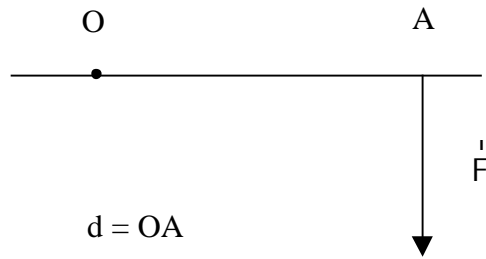
2) Calcul du moment d'une force :

L'expérience montre que le moment d'une force \vec{F} par rapport à un point fixe O est proportionnel à :

- La valeur ou l'intensité F de la force
- La distance de cette force par rapport à O.

On appelle « bras de levier » la distance de l'axe de rotation au support de la force

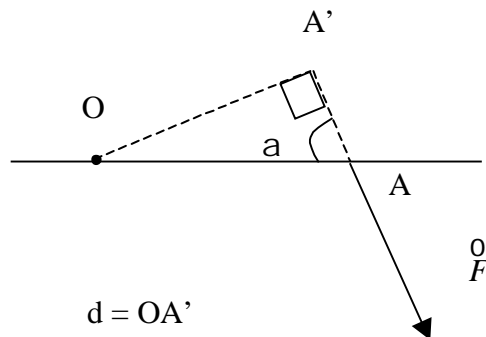
Dans le cas ou la force est perpendiculaire :



$$M_{O\vec{F}} = F \times d$$

L'unité de moment d'une force est le N.m

Dans le cas ou la force n'est pas perpendiculaire :



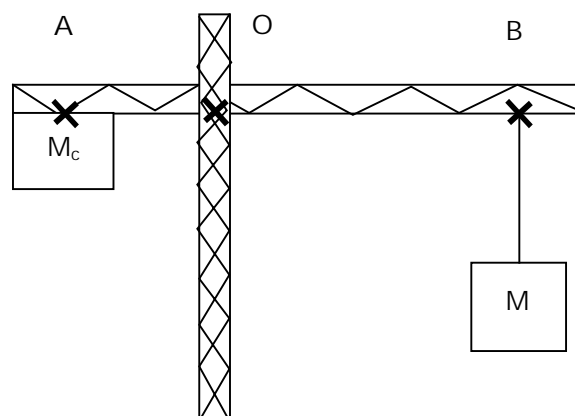
$$M_{O\vec{F}} = F \times d = F \times OA \sin a$$

3) Théorème des moments :

Pour qu'un solide mobile autour d'un axe soit en équilibre, il faut que la somme des moments des forces qui tendent à le faire tourner dans un sens soit égal à la somme des moments des forces qui tendent à le faire tourner dans l'autre sens.

Exemple : Une charge M est fixée au câble d'une grue.

a) Calculer le moment du poids de la charge M par rapport à O.



$$OA = 3 \text{ m} \quad OB = 10 \text{ m} \quad M = 1500 \text{ kg} \quad g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$$

$$P = m.g = 1500 \times 10 = 15\,000 \text{ N}$$

$$M_{OM} = P \times OB = 15\,000 \times 10 = 150\,000 \text{ N.m}$$

b) Quelle doit être la masse M_c du contrepoids pour que la grue reste en équilibre ? (on ne tiendra pas compte de la masse de la grue)

$$M_{OM_c} = M_{OM}$$

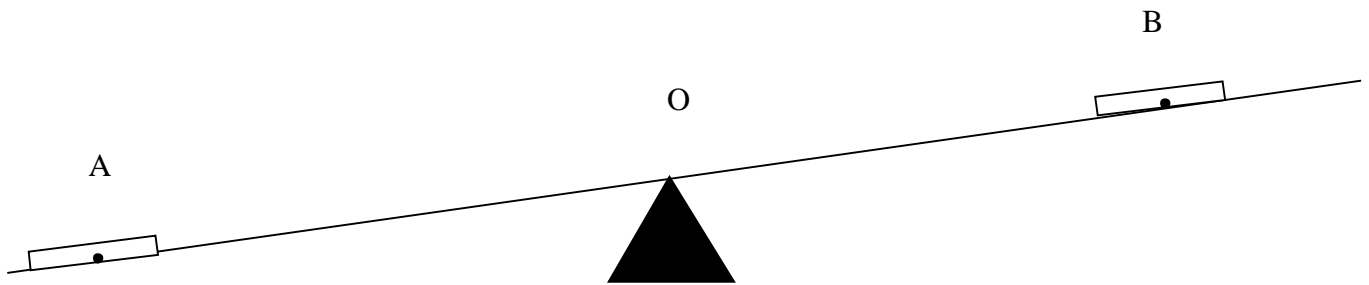
$$P_c \times OA = P \times OB$$

$$P_c = \frac{P \times OB}{OA}$$

$$P_c = \frac{15\,000 \times 10}{3} = 50\,000 \text{ N}$$

$$P_c = M_c \times g \quad \Leftrightarrow \quad M_c = \frac{P_c}{g} = \frac{50\,000}{10} = 5\,000 \text{ kg}$$

Exercice : Un enfant de masse 30 kg veut jouer avec un adulte de masse 60 kg sur une balançoire à bascule.



L'enfant s'assied en A et l'adulte en B . On peut régler la distance à l'axe O des sièges. Le siège de l'enfant se situe à 2 m de l'axe O, à quelle distance doit on mettre le siège de l'adulte de ce même axe pour que chacun puisse se balancer facilement.

a) Calculer les force \vec{F}_{enfant} et \vec{F}_{adulte} (On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$)

b) Calculer la distance OB .

Exercice : Une barrière de parking de masse $m = 20 \text{ kg}$ est mobile autour d'un axe passant par O.



Le centre de gravité G de la barrière se trouve à 1,2 m de l'axe de rotation O. Cet axe est celui de l'arbre d'un moteur permettant de soulever la barrière.

- Calculer la valeur du poids P de la barrière. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.
- Donner les caractéristiques du poids de la barrière en complétant le tableau suivant. On suppose que le poids est appliqué en G.

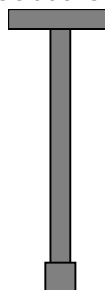
Action	Point d'application	Représentation	Droite d'action	Sens	Intensité (en N)
Poids de la barrière		\vec{P}			

- Représenter sur le schéma précédent le vecteur \vec{P} associé au poids de la barrière. Échelle 1 cm à 100 N.
- La barrière est initialement à l'horizontale. Calculer le moment $M_O \vec{P}$ du poids de la barrière par rapport à O.
- Afin de soulever la barrière, le moteur exerce un couple de force dans le sens 1 ou le sens 2.
- Donner la valeur minimale du couple de force en cochant la réponse exacte.

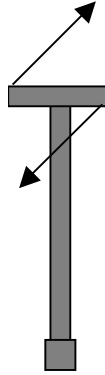
 120 N.m 200 N.m 240 N.m 300 N.m

III) Moment d'un couple :

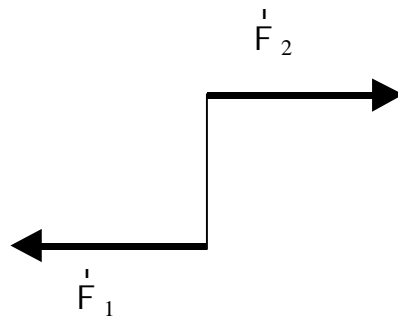
Le service des eaux dispose d'une longue « clef » leur permettant de fermer l'eau dans les rues en cas de fuites. Le schéma de cette clef est le suivant :



Pour tourner cette « clef », on exerce deux forces parallèles de sens contraires et de même intensité aux bras de l'outil.



Les deux forces ont des supports parallèles, elles ne sont pas directement opposées, elles sont décalées.



Définition : On appelle couple de forces un ensemble de deux forces opposées (\vec{F}_1 , \vec{F}_2)

- de supports parallèles et différents
- de sens opposés
- de mêmes valeurs ou intensités

Moment d'un couple de forces :

Le moment d'un couple de forces est égal au produit de l'une des 2 forces par la distance séparant ces 2 forces.

$$M(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = F \times d$$

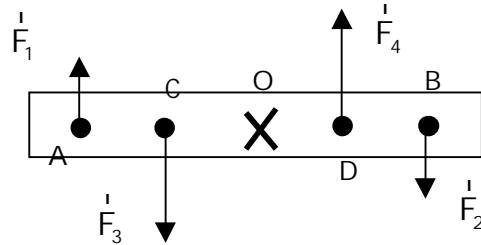
(d est la distance entre les deux supports de forces et F est l'intensité commune aux 2 forces).

Exercice : On exerce sur une poignée de tire-bouchon un couple de forces (\vec{F}_1 , \vec{F}_2) Sachant que le moment de ce couple vaut 0,32 N.m . Déterminer l'intensité commune aux 2 forces. La distance séparant leurs droites d'action est 8 cm (attention aux unités).

Exercice : Une barre mobile autour d'un axe O est soumise à l'action de 2 couples de forces :

\vec{F}_1 et \vec{F}_2 tels que $F_1 = F_2 = 100 \text{ N}$ et $OA = OB = 20 \text{ cm}$

\vec{F}_3 et \vec{F}_4 tels que $F_3 = F_4 = 200 \text{ N}$ et $OC = OD = 10 \text{ cm}$



Cette barre est elle en équilibre ?