

Brevet Professionnel

Sciences physiques et chimiques

Mécanique

Tension d'un ressort, pression d'une force,
moment d'une force,
équilibre d'un solide tournant autour d'un axe

Partie 4

Nom :

Groupe :

1. Tension d'un ressort

1. Tension d'un ressort

La **tension d'un ressort** (de masse nulle) est la exercée par sur l'une.....

Elle est notée : $\vec{F}_{\text{objet} / \text{ressort}}$ ou plus généralement \vec{T} .

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- o **point d'application** : l'extrémité du ressort ;
- o **sens** : de l'extrémité vers l'extérieur du ressort ;
- o **direction** : celle du ressort ;
- o **valeur** : elle est notée $F_{\text{objet} / \text{ressort}}$ ou T et mesurée en newton (N).

2. Force de rappel

La **force de rappel** d'un ressort (de masse nulle) est exercée par sur relié à l'une de ses extrémités.

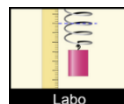
Elle est notée : $\vec{F}_{\text{ressort} / \text{objet}}$ ou plus généralement \vec{F} .

TP numérique :

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_fr.html

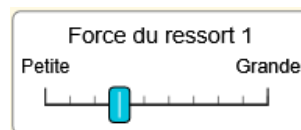


1. Ouvrir l'application et sélectionner « Labo »

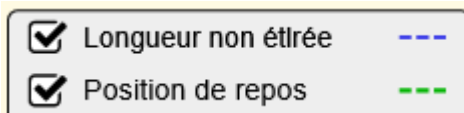


2. Choisir une « force » du ressort.

Ne plus la modifier jusqu'à la fin du TP.



3. Cocher



- Longueur non étirée → Extrémité du ressort lorsqu'aucune masse n'est accrochée
- Position de repos → Extrémité du ressort lorsqu'une masse est accrochée et qu'il n'y a plus d'oscillations.

4. « Accrocher » la masse de 100g et cliquer sur



pour arrêter les oscillations.

5. Utiliser l'outil « règle »



pour mesurer l'allongement du ressort.

6. Remplir le tableau puis recommencer à l'étape 4 en modifiant la valeur de la masse.
7. Calculer les valeurs des forces (poids) correspondant à chaque masse ($g = 10 \text{ N/kg}$).
8. Calculer les quotients F/x puis conclure.

Masse suspendue m (g)			
Masse suspendue m (kg)			
Allongement du ressort x (cm)			
Allongement du ressort x (m)			
Intensité de la force F appliquée au ressort (poids) en N			
$\frac{F}{x}$ (N/cm)			

Conclusion :

.....

.....

Les caractéristiques de la **force de rappel d'un ressort** sont les suivantes :

o **point d'application** : l'extrémité du ressort

o **direction** : celle du ressort

o **sens** :

- de l'extrémité vers l'extérieur du ressort si le ressort est comprimé ;

- dans le sens contraire si le ressort est étiré ;

o **valeur** : elle est notée $F_{\text{ressort / objet}}$ ou T et mesurée en newton (N).

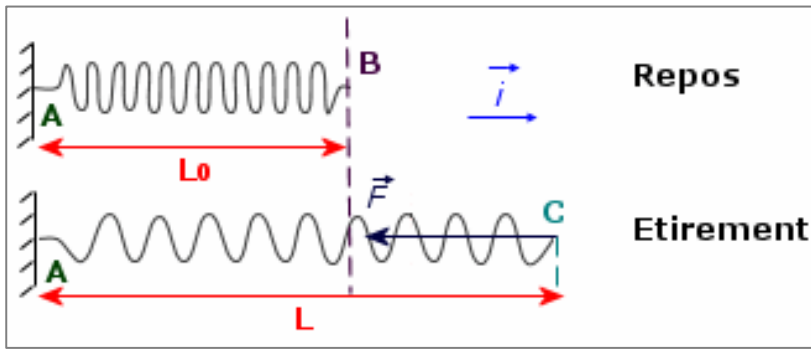
Elle est proportionnelle à l'allongement du ressort.

$$F = k \times x$$

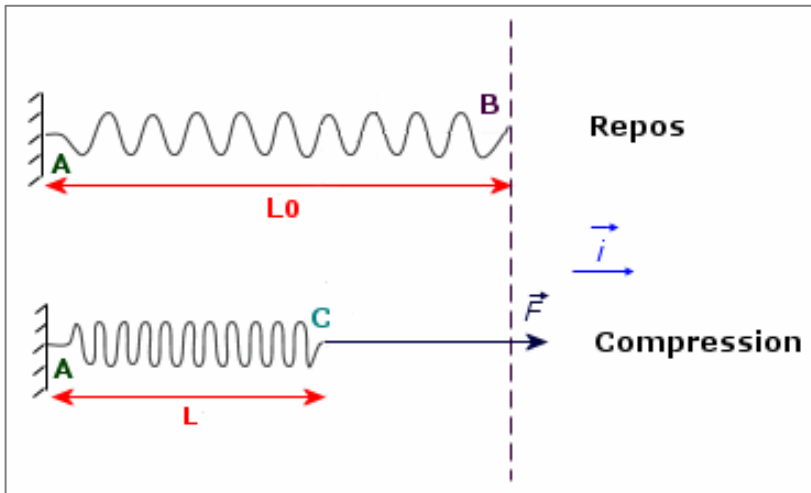
Avec : **k** : **constante de raideur** du ressort en newtons par mètre (N/m)

x : l'allongement / raccourcissement du ressort par rapport à sa position au repos en mètres (m)

Le sens de \vec{F} dépend de la situation, ou du ressort.



$$x = L - L_0$$



$$x = L_0 - L$$

Remarques :

o la constante de raideur caractérise un ressort ; Elle représente la force qu'il faut lui appliquer pour qu'il se déforme de 1 m.

o deux ressorts différents ont des constantes de raideur différentes.

Exemple :

Le ressort à étudier est accroché à une potence.

A l'extrémité libre notée E, on suspend des masses de différentes valeurs. Le zéro correspond à la position de E à vide. Pour chaque masse m, on mesure l'allongement Δl du ressort.

- a) Pour une masse de 400 g, on mesure un allongement de 10 cm.
Quelle est la valeur de la constante de raideur k du ressort ?

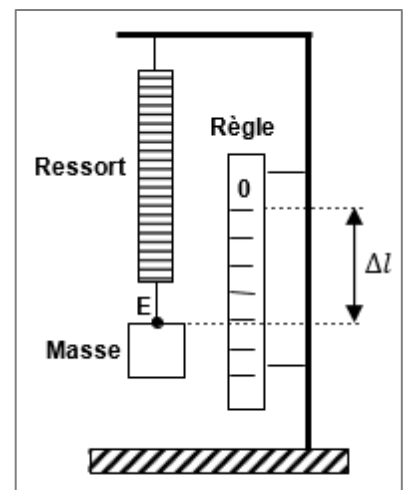
.....
.....

- b) Quel sera l'allongement Δl pour une masse de 1kg ?

.....
.....

- c) Quelle est la masse qu'il faut accrocher pour obtenir un allongement Δl de 12,5 cm ?

.....
.....



2. Pression d'une force

La pression d'une force caractérise l'action **d'une force exercée sur une certaine surface**.

- Les **unités de mesure** de pression sont : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$.
On utilise aussi l'atmosphère $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$ et le mm de mercure $1 \text{ mmHg} = 133,3 \text{ Pa}$.
- On mesure une pression à l'aide d'un **manomètre**.
- La relation entre pression, surface pressée et force pressante (force \vec{F}) exercée perpendiculairement sur une surface S est :

$$\mathbf{F} = \mathbf{p} \times \mathbf{S} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} F : \text{force en newtons (N)} \\ p : \text{pression en pascals (Pa)} \\ S : \text{surface en mètres carrés (m}^2\text{)} \end{array}$$

Simulation : https://phet.colorado.edu/sims/html/hookes-law/latest/hookes-law_fr.html (intro)



Exemple :

D'après Belin 2019

Un cric hydraulique est un dispositif qui permet de soulever une charge lourde (piston 2) en actionnant une pompe à main. (Voir figure)

Une force de valeur $F_A = 100 \text{ N}$ est exercée sur le piston 1 dont le diamètre est de 8,0 mm.

Le piston 2 a un diamètre de 120 mm.

Les points A et B dans le fluide sont à la même altitude, et donc ils seront à la même pression.

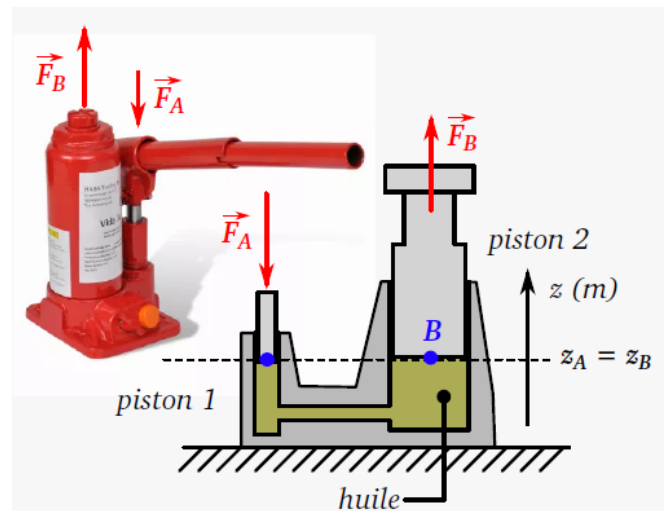
Donc $p_A = p_B$.

a. Déterminer la pression de l'huile au point A .

.....
.....

c. En déduire la norme de la force F_B et expliquer l'intérêt du dispositif.

.....
.....
.....



3. Moment d'une force

Activité :



Fig.1 : porte



Fig 2 : pédale



Fig 3 : clef plate

- a) Dans ces 3 cas, entourer l'endroit où s'exerce habituellement l'action mécanique.
- b) Décrire ce qui se passe alors.

.....
.....
.....

- c) Dessiner l'axe de rotation ainsi qu'une flèche représentant la force exercée.
- d) Que se passerait-il si on exerçait cette même force tout près de l'axe de rotation ?

.....
.....

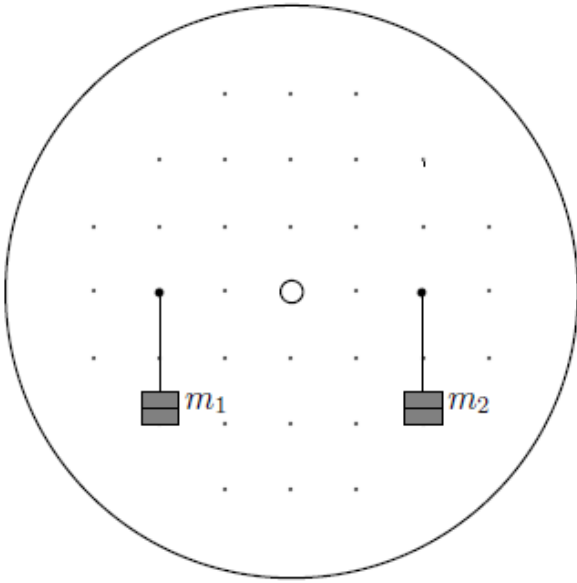
Conclusion : L'efficacité d'une force pour mettre un objet en rotation est en lien avec la distance entre le point d'application de cette force et l'axe de rotation.

TP Simulation : <http://ressources.univ-lemans.fr/AccessLibre/UM/Pedago/physique/02/meca/moment.html>



Reproduire l'une des situations ci-dessous en choisissant la masse m_2 et en positionnant correctement son point d'attache. Vous pouvez cliquer sur « Nouveau » pour réinitialiser la situation. Cliquez sur « réglages » pour observer l'équilibre ou la rotation du solide.

Un disque peut tourner autour d'un axe horizontal passant par son centre. On peut accrocher des masses m_1 , m_2 et m_2' à différents points du disque. $m_1 = m_2$ et $m_2' > m_2$

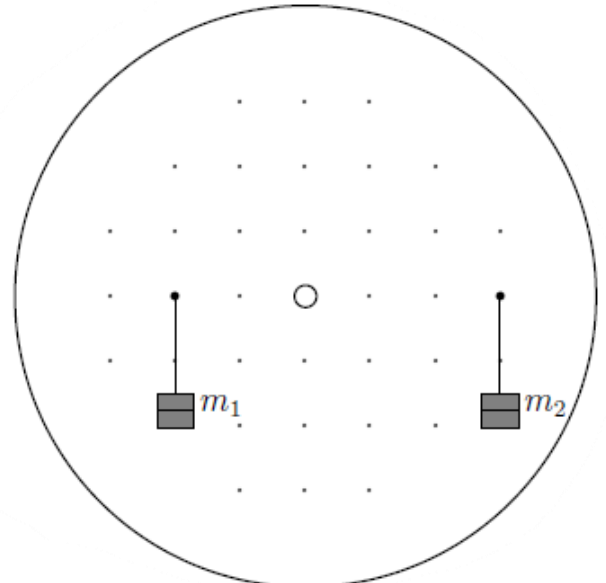


.....

.....

.....

.....

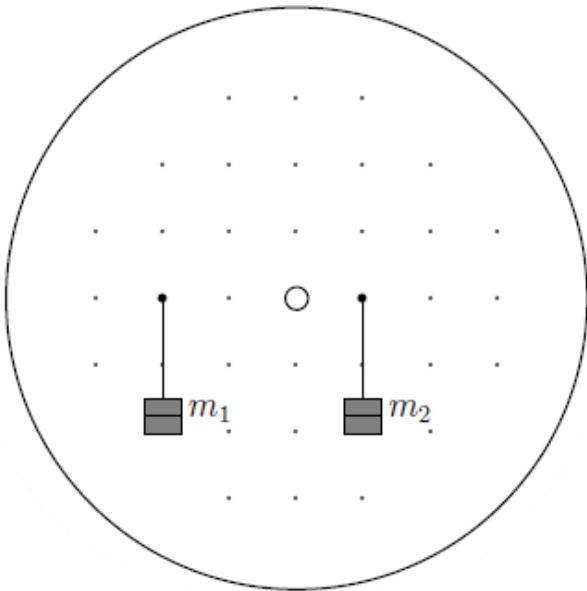


.....

.....

.....

.....

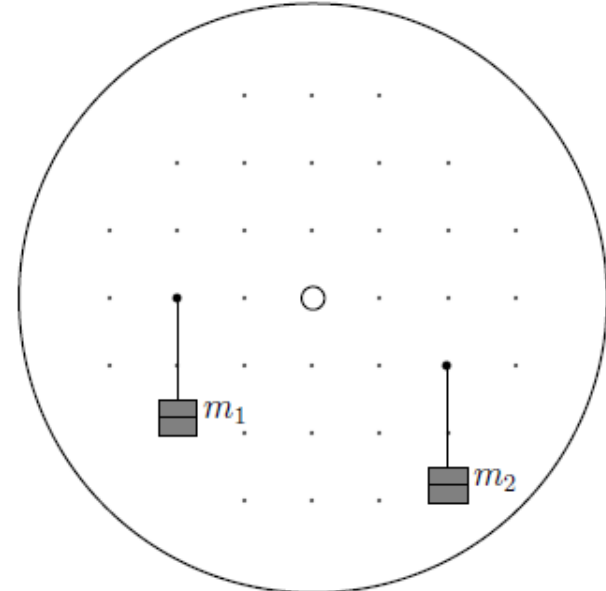


.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

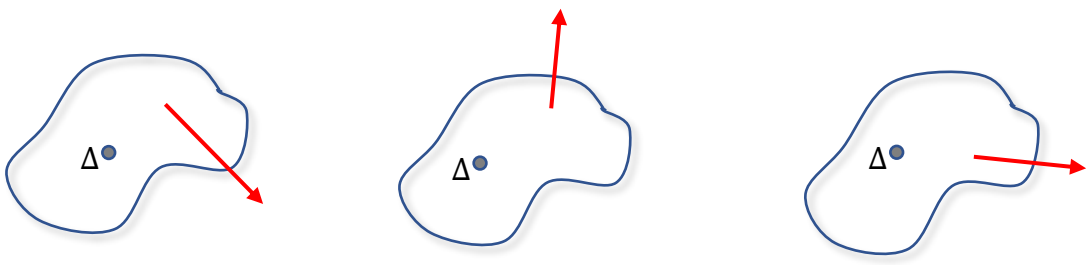
1. Bras de levier

On appelle **bras de levier** d'une force \vec{F} par rapport à un axe de rotation Δ la distance entre la et

C'est la longueur du segment qui lie l'axe Δ à la ligne d'action de la force, le segment étant à cette ligne d'action.

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

Exemples



2. Moment d'une force

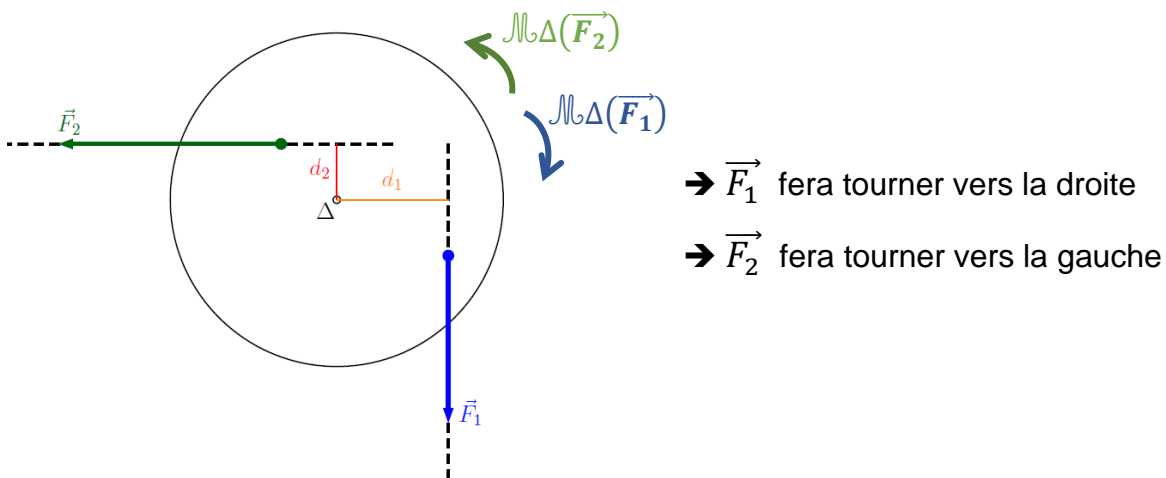
Le moment d'une force \vec{F} par rapport à un axe de rotation Δ caractérise l'efficacité de cette force pour mettre un objet en rotation par rapport à Δ .

Il est égal au produit de la norme F de la force et de son bras de levier d :

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \times d \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} F : \text{intensité de la force en newtons (N)} \\ d : \text{le bras de levier en mètres (m)} \\ \mathcal{M} : \text{moment de } \vec{F} \text{ en Newton mètre (N}\cdot\text{m ou Nm)} \end{array}$$

Une force de norme $F = 1 \text{ N}$, dont le bras de levier vaut $d = 1 \text{ m}$ exerce donc sur un corps un moment égal à : $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \times d = 1 \times 1 = 1 \text{ Nm}$

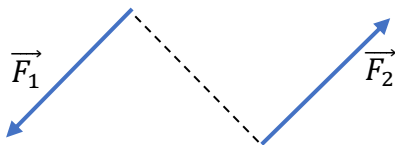
Remarque 1 : Le moment a un sens qui correspond au sens de rotation qu'il engendre :



Remarque 2 : Toute force dont la ligne d'action **passé par l'axe de rotation** a un moment **égal à zéro**. Une telle force ne peut donc pas entraîner une rotation !

3. Couple de forces

Un couple de forces est un ensemble de 2 forces de même intensité, de directions parallèles et de sens opposés (qui tendent à faire tourner un objet autour d'un axe). Le moment d'un couple de forces est l'aptitude de ce couple à faire tourner un objet autour d'un point fixe.



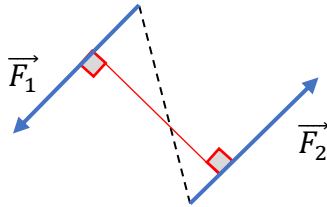
Le moment d'un couple de forces est le produit entre la valeur de l'intensité du couple et la distance entre les droites qui portent les forces :

$$\mathcal{M}_c = \mathbf{F} \times \mathbf{d}$$

avec

$F = F_1 = F_2$ en newtons (N)

d la distance entre les 2 droites d'action en mètres (m)



4. Equilibre d'un solide tournant autour d'un axe

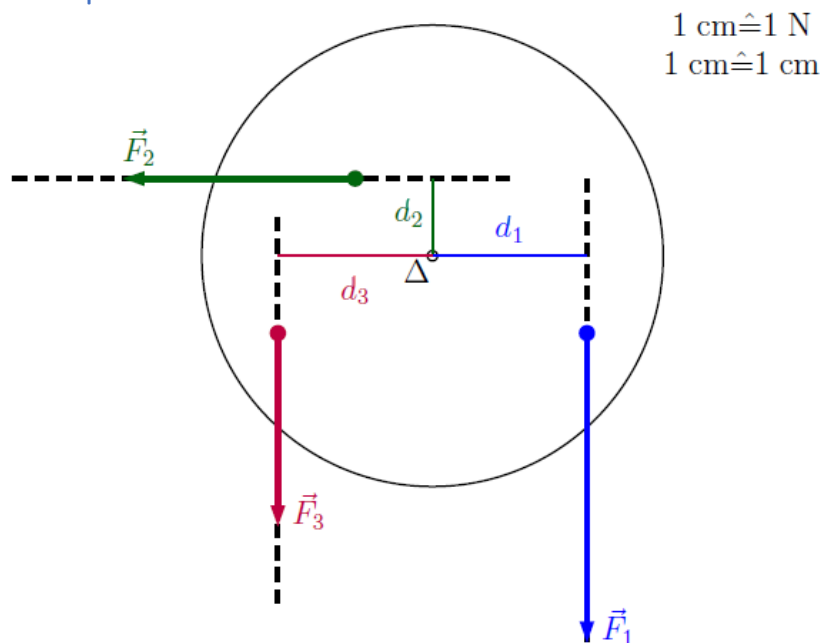
Théorème des moments

A l'équilibre, la **somme des moments** des forces qui font tourner le solide dans un sens est égale à la somme des moments des forces qui le font tourner dans le sens contraire.

Le « **Théorème des moments** » peut s'exprimer ainsi : Un solide qui peut tourner autour d'un axe est en équilibre de rotation si et seulement si la somme des moments de toutes les forces qui s'appliquent au solide est nulle.

$$\text{équilibre de rotation} \Leftrightarrow \sum_{i=1}^N \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_i) = 0$$

Exemple :



$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot a_1 = -4 \text{ N} \cdot 2 \text{ cm} = -8 \text{ N} \cdot \text{cm} = -0,08 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = +F_2 \cdot a_2 = 3 \text{ N} \cdot 1 \text{ cm} = 3 \text{ N} \cdot \text{cm} = 0,03 \text{ N} \cdot \text{m}$$

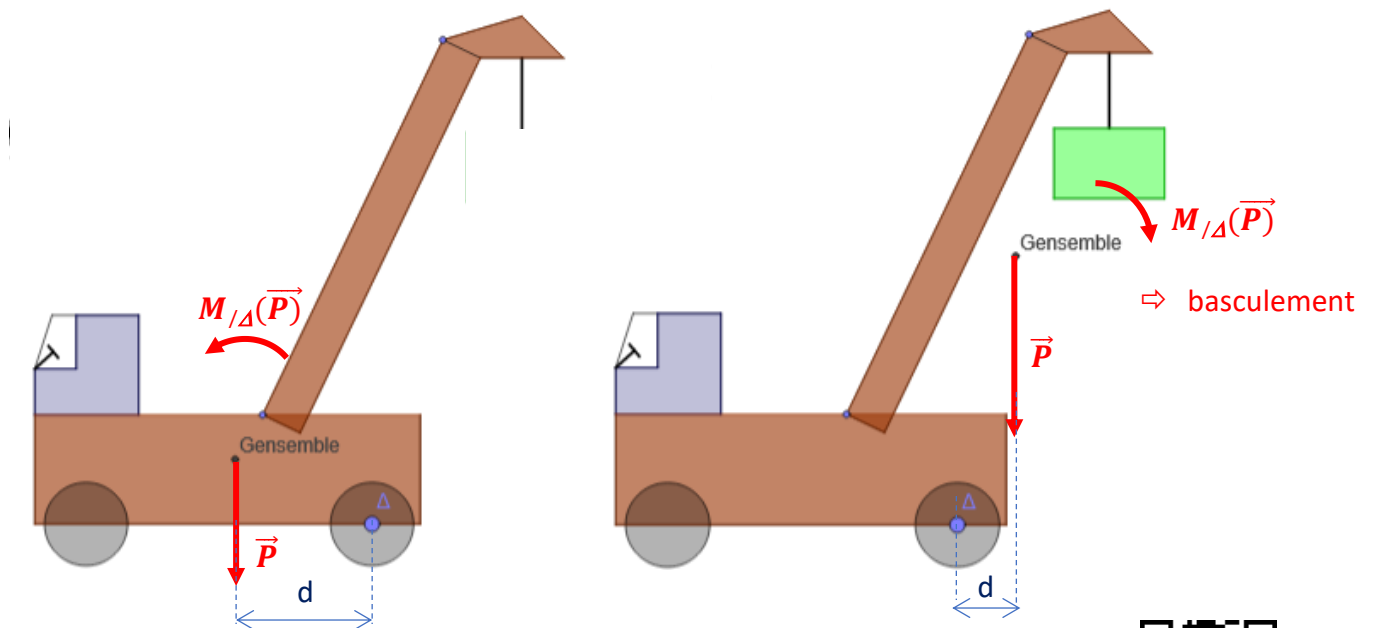
$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_3) = +F_3 \cdot a_3 = 2,5 \text{ N} \cdot 2 \text{ cm} = 5 \text{ N} \cdot \text{cm} = 0,05 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sum_{i=1}^3 \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_i) = -0,08 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,03 \text{ N} \cdot \text{m} + 0,05 \text{ N} \cdot \text{m} = 0 \Rightarrow \text{Le solide est à l'équilibre}$$

Applications

Eviter le basculement

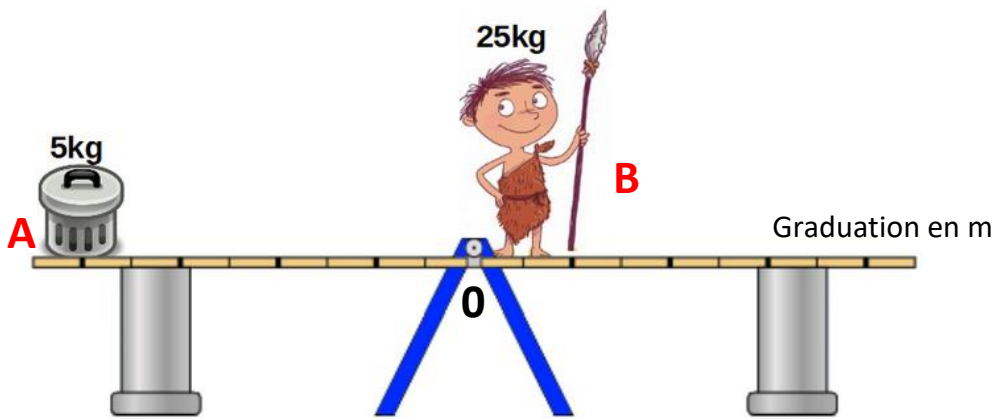
Un solide est à l'équilibre si son centre de gravité est à la verticale de la base de sustentation. Le moment du poids entraine le solide en rotation dans le sens de la stabilité et non dans celui du basculement :



Simulation : <https://www.geogebra.org/m/w5HDnJuh>



Principe de la balançoire



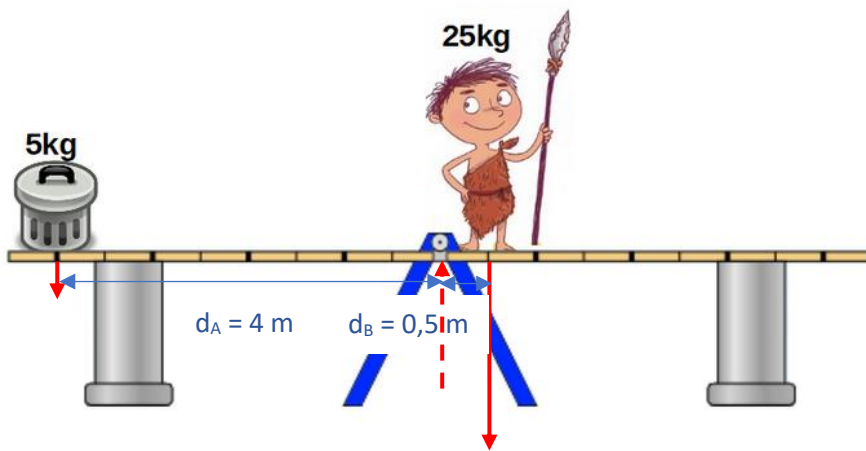
De quel côté la balance va-t-elle basculer lorsqu'on retire les plots ?

1) Quelles sont les forces qui s'appliquent sur la balançoire ?

.....
.....
.....

2) Quelles sont les valeurs des poids de l'objet A et du personnage B

.....
.....



3) Calculer les **moments** de ces forces :

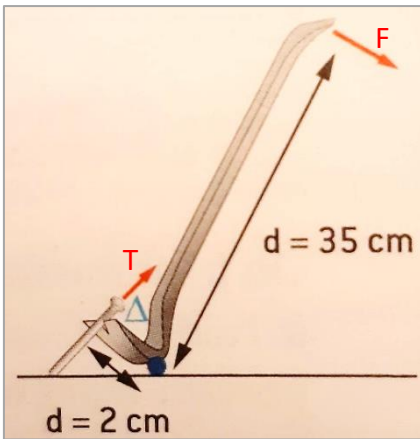
.....
.....

4) **Conclure** :

.....
.....

Entraînement en ligne :
<https://learningapps.org/6349635>

Principe du levier



Jean veut arracher un clou avec un pied-de-biche.

Pour cela, il exerce une force de 150 N à une distance de 35 cm du point d'appui du pied de biche (qui sert d'axe de rotation) et perpendiculairement au pied de biche.

Le clou se trouve à une distance de 2 cm de ce point d'appui.

Calculer la valeur de la force T exercée sur le clou perpendiculairement au pied de biche.

.....

.....

Expliquer l'intérêt d'un tel outil.

.....

.....

5. Exercices

Exercice 1

a) Calculer m pour que ce mobile soit à l'équilibre, sachant que :

AG = 20 cm, GB = 10 cm et $m' = 30\text{g}$.

.....

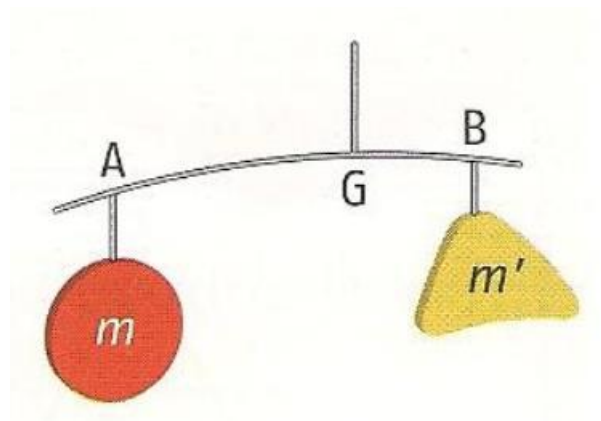
.....

.....

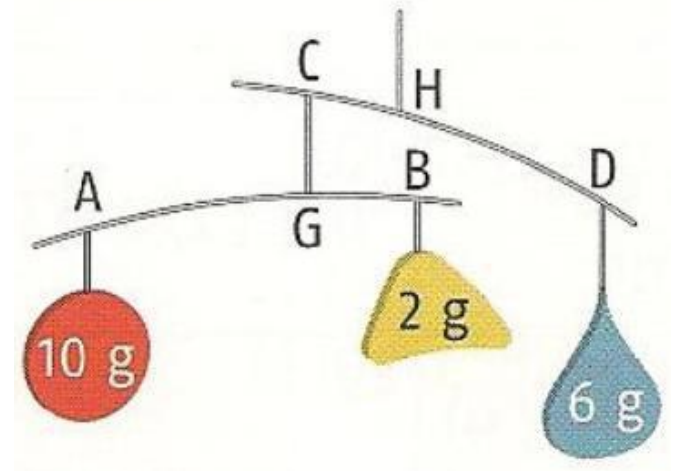
.....

.....

.....



- b) Trouver la position des points G et H pour que le mobile à deux fléaux ci-contre soit en équilibre en sachant que toutes les tiges mesurent 12cm ($CD = AB = 12\text{ cm}$) et que la masse des tiges est négligeable.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 2

D'après Hatier 2019.

Le toit vitré d'un appartement forme un rectangle de surface $S = 10\text{ m}^2$.

- a. Calculer la norme F de la force pressante exercée par l'air extérieur sur la vitre (pression atmosphérique $1013 \times 10^2\text{ Pa}$)

.....

.....

- b. Quelle serait la masse de l'objet qui exercerait la même force F si on le posait sur la vitre ?

.....

.....

- c. Pourquoi la vitre ne casse-t-elle pas ?

.....

Exercice 3

Avant de réaliser l'installation d'un réservoir, il est nécessaire de savoir si le sol supportera le réservoir d'un poids total (rempli d'eau) de 13 000 N. On estime que le sol supporte une pression de 300 000 Pa. Rappel : $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$

Le réservoir comporte 4 pieds identiques dont l'aire de la surface totale au sol est 400 cm^2 .

- 1) Calculer, en Pa, la pression exercée au sol, par ce réservoir.

.....

.....

- 2) En déduire si le sol supporte le réservoir sans risque. Justifier la réponse.

.....

.....

3) Pour stabiliser le réservoir, M. Garden réalise une dalle en béton de dimensions : longueur 2m ; largeur 1m ; épaisseur 0,15m.

a) Calculer, en m³, le volume de cette dalle

.....
.....

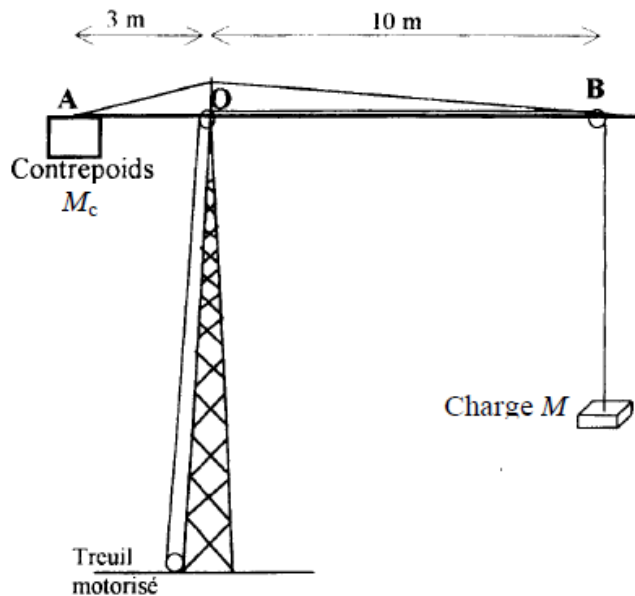
b) Calculer, en kg, la masse de béton nécessaire

.....
.....

Données : $m : \rho \times V$; masse volumique du béton : $\rho = 2\,400 \text{ kg/m}^3$

Exercice 4

Une charge M, immobile, est fixée au câble d'une grue.



On donne :

$OA = 3 \text{ m}$; $OB = 10 \text{ m}$;

$M = 1500 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ N/kg}$.

On négligera le poids de la grue.

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

.....
.....

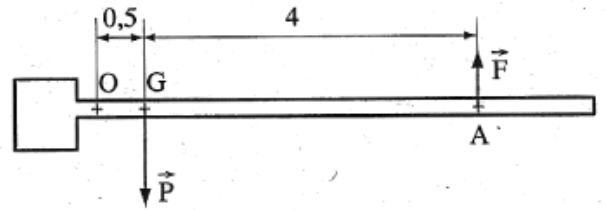
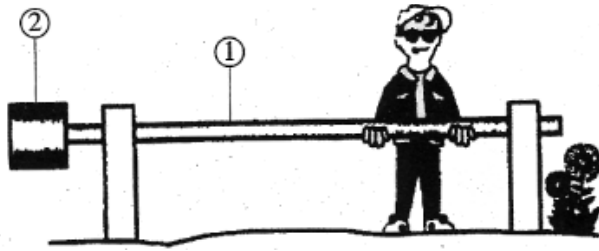
2) Quelle doit être la masse M_c du contrepoids pour que la grue reste en équilibre ?

.....
.....

(D'après sujet de BEP Académie de Rennes 1999)

Exercice 5

Un chemin forestier est fermé par une barrière constituée d'une poutre (1) et d'un contre-poids (2). La barrière peut tourner autour d'un axe D perpendiculaire en O au plan de la figure.



Les cotes sont en mètres. La masse de la barrière est 60 kg ; G est son centre de gravité.

Un promeneur veut la soulever en exerçant en A une force \vec{F} d'intensité 100 N.

1) Calculer :

a) l'intensité du poids \vec{P} de la barrière. On donne : $g = 10 \text{ N/kg}$.

.....

b) le moment de \vec{P} par rapport à O.

.....

c) le moment de \vec{F} par rapport à O.

.....

2) Le promeneur peut-il soulever la barrière ? Justifier la réponse.

.....

.....

.....

(D'après sujet de BEP Electrotechnique Besançon Session 1999)