

Série 1

Equilibre d'un solide en rotation autour d'un axe fixe

توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

Exercice 1: (Questions de cours)

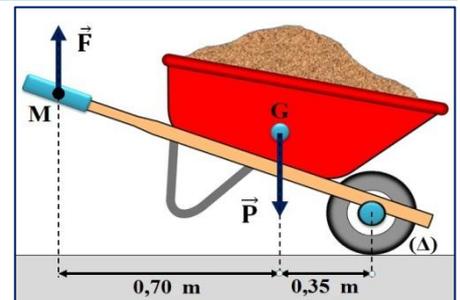
Choisir la bonne réponse:

- Un corps solide est en rotation autour d'un axe fixe (Δ) si tous ses points dans un mouvement:
 - Linéaire.
 - Circulaire centrés.
 - Rectilignes.
- La force \vec{F} a un effet de rotation si sa ligne d'action:
 - N'est pas parallèle à l'axe et se croise avec lui.
 - N'est pas perpendiculaires à l'axe et se croise avec lui.
 - N'est pas parallèle à l'axe et ne se croise pas avec lui.
- Lorsqu'on éloigne de l'axe. La force:
 - Augmente.
 - Diminue.
 - Reste constante.
- \vec{F}_1 et \vec{F}_2 forment un couple de deux forces capable de tourner un corps au même sens, si:
 - $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ et ont la même direction.
 - $\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$ et ont la même ligne d'action.
 - $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ et n'ont pas la même ligne d'action.
- Un cycliste exerce sur la pédale de son vélo une force de 360N. la longueur de la manivelle du pédalier est 18cm. Le moment de la force par rapport à l'axe de rotation (Δ) est:
 - $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = 6,48 \text{ N.m}$
 - $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = 64,8 \text{ N.m}$
 - $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = 648 \text{ N.m}$

Exercice 2: (moment d'une force, théorème des moments)

Un jardinier utilise sa brouette pour transporter du terreau. Le châssis de la brouette peut tourner autour de l'axe (Δ) de la roue.

Le jardinier exerce des forces équivalentes à une force unique \vec{F} verticale, dirigée vers le haut, d'intensité $F = 500\text{N}$ appliquée au point M. le poids \vec{P} de châssis de la brouette et du chargement du terreau s'applique au point G.



- Déterminer les distance des droites d'action des forces \vec{F} et \vec{P} à l'axe de rotation (Δ).
- Donner l'expression du théorème des moments.
- Calculer l'intensité du poids \vec{P} .

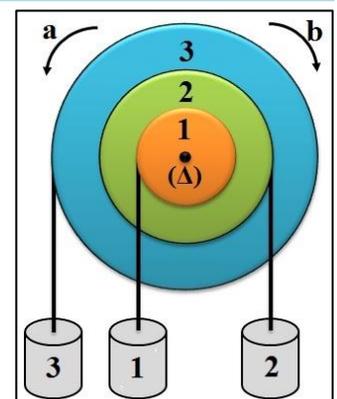
Exercice 3: (moment d'une force, théorème des moments)

Un mobile est constitué de 3 poulies solidaires entre elles pouvant tourner autour du même axe. On attache un fil à chaque poulie et une masse.

- Le solide est-il en équilibre ? S'il ne l'est pas, dans quel sens tourne-t-il ? pourquoi ?
- Par quelle masse devrait-on remplacer M_2 pour qu'il soit en équilibre?
- Si M_2 était toujours égale à 300 g, à quelle distance de l'axe R_3 devrait-on attacher M_3 ?

Données:

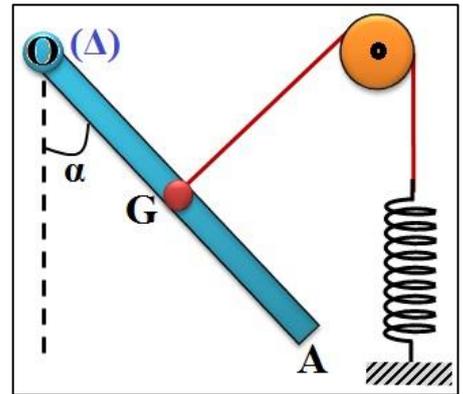
- Les masse marquées de: $M_1 = 200\text{g}$; $M_2 = 300\text{g}$; $M_3 = 100\text{g}$.
- Les rayons des poulies: $R_1 = 5\text{cm}$; $R_2 = 10 \text{ cm}$; $R_3 = 16\text{cm}$.



Exercice 4: (Equilibre d'une barre)

Une barre (OA) homogène de masse $m = 1\text{kg}$ et de longueur L , pouvant tourner sans frottement autour d'un axe horizontal passant par son extrémité O, est en équilibre comme l'indique la figure.

Le fil est fixé au centre G de la barre, passe sur la gorge d'une poulie et est fixé par l'autre extrémité à un ressort verticale de raideur K . à l'équilibre, le fil est normal à la barre, avec $\alpha = 30^\circ$.

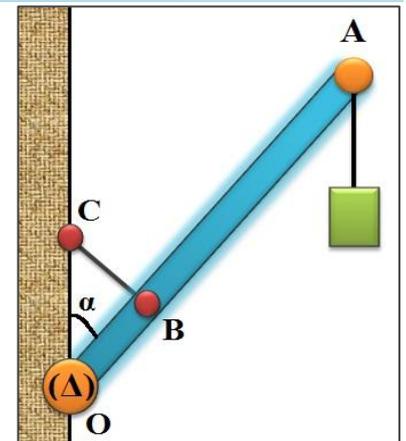


- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur la barre (OA) et les représentées sans souci l'échelle.
- 2) Ecrire l'énoncé du théorème des moments.
- 3) Par application de ce théorème, trouver l'intensité de la tension du fil.
- 4) déduire la valeur de la raideur du ressort sachant que son allongement à l'équilibre est $\Delta L = 5\text{cm}$.

Exercice 5: (équilibre d'une enseigne de magasin, théorème des moments)

Une enseigne de magasin est composée d'une barre (OA) de masse $m=2\text{kg}$ et de longueur $L=1,20\text{m}$, capable de se mettre en rotation autour d'un axe (Δ) horizontal et passant par le point O.

On suspend à l'aide d'un fil de masse négligeable au point A un objet décoratif de masse $M = 3\text{kg}$. Et on fixe au point B qui se trouve à la distance $OB = L/4$ du point O de l'enseigne un fil métallique BC dont l'autre extrémité est fixée à un mur vertical de telle façon qu'il reste perpendiculaire à l'enseigne. L'ensemble se trouve en équilibre lorsque $\alpha = 30^\circ$. Avec $g = 10\text{N/kg}$.



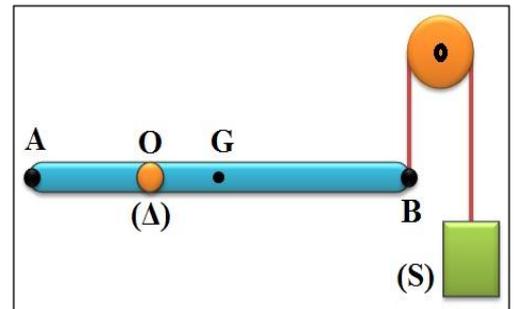
- 1) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur l'objet décoratif.
- 2) Enoncer les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.
- 3) Etudier l'équilibre de l'objet décoratif puis déduire la tension du fil au point A.
- 4) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur l'enseigne de magasin.
- 5) Calculer l'intensité de la force exercée par le fil BC sur l'enseigne.



Exercice 6: (application du théorème des moments)

On considère une tige rigide et homogène de longueur $L = AB$ et de masse $m = 2\text{kg}$ en équilibre horizontale, et pouvant tourner autour d'un axe horizontal fixe (Δ) passant par O.

Au point B, on fixe un fil inextensible passant par la gorge d'une poulie et maintient à l'autre extrémité un corps (S) de poids P_B .

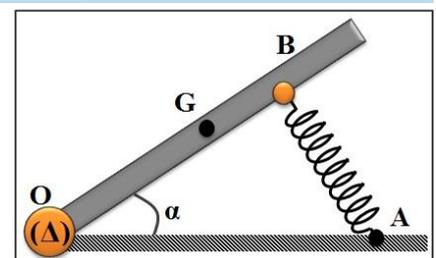


- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur la tige.
- 2) Quel est le poids P de la tige?
- 3) Quel doit être la valeur du poids \vec{P}_B de la charge appliquée en B afin que la tige soit en équilibre?
- 4) On place une charge de poids \vec{P}_A en A de $P_A = 2\text{N}$, quel doit être la nouvelle valeur de l'intensité du poids \vec{P}_B pour que la tige soit en équilibre ?

Données: $g = 10\text{N/kg}$; $AO = 40\text{cm}$; $AB = 120\text{cm}$.

Exercice 7: (Equilibre d'une pédale d'accélérateur d'automobile)

La figure ci-contre schématise une pédale d'accélérateur d'automobile. Elle est mobile autour de l'axe horizontal (Δ) passant par le point O, le ressort AB est perpendiculaire à la pédale, la pédale est en équilibre dans la position correspondant à l'angle $\alpha = 45^\circ$.



- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur la pédale.

- 2) Quelles sont les relations existantes entre ces forces à l'équilibre?
- 3) Représenter ces forces sur la figure sans souci l'échelle.
- 4) Déterminer la tension de T du ressort à l'équilibre (Th.M).
- 5) Par utilisation de la méthode graphique, calculer l'intensité R de la réaction de l'axe sur la pédale.

Donnée:

- Poids de la pédale $P=10\text{N}$; $OG=10\text{cm}$; $OB=15\text{cm}$; échelle: $1\text{cm} \rightarrow 2\text{N}$

Exercice 8: (couple de deux forces)

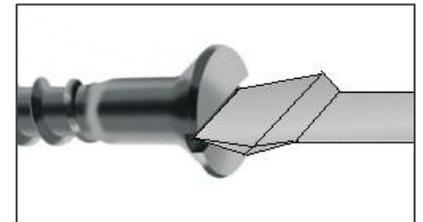
pour enfoncer un tire-bouchon on exerce un couple de force \vec{F}_1 et \vec{F}_2 . La valeur commune des forces est $F = 10\text{N}$, et la distance entre les droites d'actions est $d = 6\text{cm}$.



- 1) Rappeler les conditions pour que les deux forces forment un couple de deux forces.
- 2) Quelle est la formule qui permet de calculer le moment d'un couple?
- 3) Indiquer les unités que l'on doit utiliser.
- 4) Quel est le moment du couple nécessaire pour enfoncer le tire-bouchon?

Exercice 9: (couple de deux forces)

Un tournevis exerce sur les bords de la fente d'une tête de vis deux forces de 45 N , la distance entre les droites d'action des forces est 7mm .



- 1) Calculer le moment du couple exercé par le tournevis.
- 2) Quelle force faudrait-il exercer pour que le moment du couple soit de $0,42\text{ Nm}$?

Pour visser et dévisser les boulons d'une roue, les garagistes utilisent des clés à choc pneumatiques.

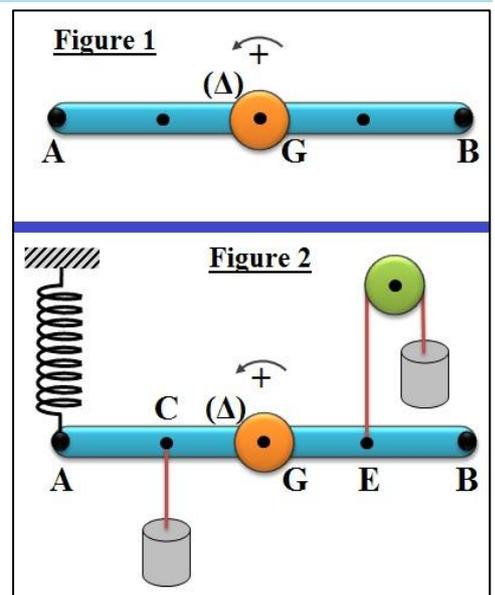
Sur un catalogue, la présentation d'une clé à choc pneumatique indique, suivant les modèles, le couple maximal que l'appareil peut exercer. Pour le modèle photographié, le moment maximal du couple (appelé couple maximal) est 217 N.m .



- 3) Quelle est la valeur des forces constituant ce couple, s'exerçant sur un boulon de diamètre $d = 2,5\text{ cm}$?

Exercice 10: (couple de deux forces et l'équilibre)

On considère une barre rigide et homogène de longueur $L = AB$ pouvant tourner autour d'un axe horizontal fixe (Δ) passant au centre d'inertie G où elle est en équilibre lorsqu'elle est en position horizontale. (Figure 1)



- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées à la barre (AB).
- 2) Rappeler les conditions d'équilibre de la barre (AB).

Par deux fils, on applique deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 de même intensité $F=2\text{N}$. En appliquant une force \vec{T} par un ressort pour garder la barre (AB) en équilibre horizontal. (Figure 2)

- 3) Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 forment-elles un couple de forces?
- 4) Déduire la valeur de T tension du ressort.
- 5) En utilisant la méthode géométrique, déduire la valeur de R l'intensité de la force appliquée par l'axe (Δ) sur la barre (AB).

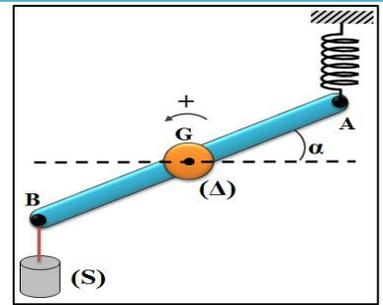
Données: $P = 3\text{N}$; $CG = EG = L/4$; L'échelle $1\text{N} \rightarrow 1\text{cm}$.

Exercice 11: (couple de torsion)

On fixe au centre de gravité G d'une barre homogène (AB) de longueur $L = 50\text{cm}$, un fil de torsion de constante de torsion C .

On fixe l'extrémité A à un ressort de raideur $K = 50\text{N.m}^{-1}$ et l'extrémité B à un fil vertical qui porte à l'autre extrémité un solide (S) de masse $m=200\text{g}$.

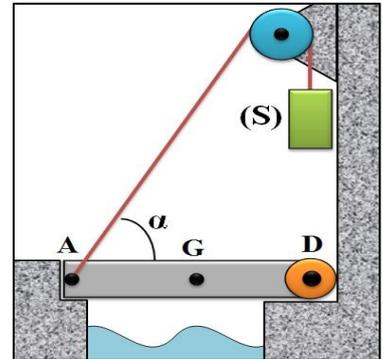
A l'équilibre le fil de torsion est tordu d'un angle $\alpha = 30^\circ$ et le ressort est vertical et allongé de $\Delta L = 4\text{cm}$.



- 1) Montrer que les tensions du ressort et du fil forment un couple de deux forces.
- 2) Calculer la valeur de la constante de torsion C.

Exercice 12: (équilibre d'un pont-levis)

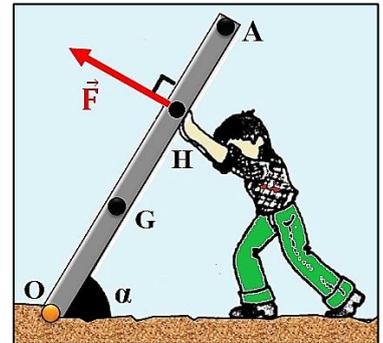
On veut soulever le pont-levis à l'aide du corps (S) qui exerce une force de traction \vec{T} sur le pont. La longueur du pont $L = DA = 6\text{ m}$, sa masse $M=800\text{kg}$ et l'angle $\alpha = 40^\circ$, avec $g = 10\text{N/kg}$.



- 1) Donner l'expression du moment de toutes les forces appliquées sur le pont à l'équilibre lorsque le pont est horizontal.
- 2) Déterminer l'intensité T et la masse m du corps (S).
- 3) Déterminer par la méthode analytique la force de réaction \vec{R} exercée par l'axe de rotation en D contre le pont, ainsi que l'angle β que cette force forme avec l'horizontale.

Exercice 13: (équilibre d'un panneau)

Un homme maintient en équilibre un panneau de masse $M = 80\text{ kg}$, de longueur $OA = 3\text{m}$, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. Il exerce en H, à la distance $OH = 2\text{m}$ une force perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiquée sur la figure.

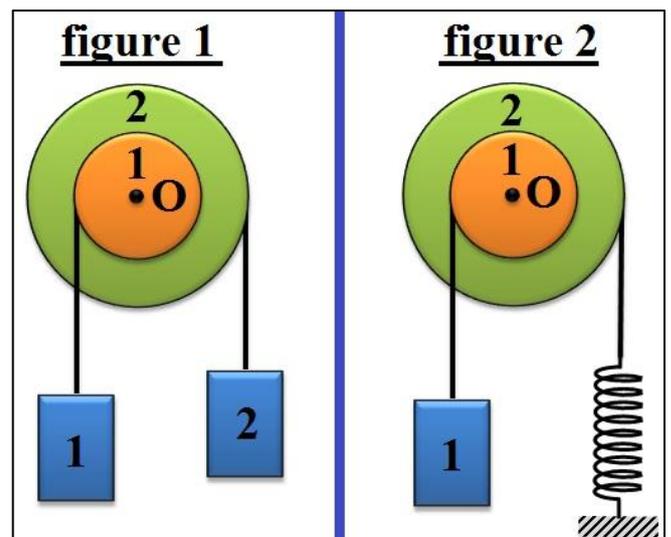


- 1) Déterminer l'intensité de la force sachant que le poids de la tige s'applique en G tel que $OG = 1,20\text{m}$. (Le panneau n'est donc pas homogène).
- 2) Déterminer graphiquement la force exercée en O par le sol sur le panneau.

Exercice 14: (équilibre d'un système)

Le dispositif représenté par la (figure 1) comprend :

- Une poulie à deux gorges pouvant tourner sans frottement autour d'un axe fixe (Δ) horizontal passant par le point O.
 - Deux fils (f_1) et (f_2) fixés respectivement aux gorges, enroulés sur celles-ci et supportant les masses m_1 et m_2 .
- 1) Rappeler les conditions d'équilibre d'un solide pouvant tourner autour d'un axe fixe.
 - 2) Donner l'expression du moment de chaque force.
 - 3) Calculer m_2 pour que le dispositif soit en équilibre.



On remplace la masse m_2 par un ressort de raideur $k = 20\text{N/m}$ dont l'extrémité inférieure est fixée. (figure2)

- 4) Calculer l'allongement du ressort à l'équilibre du système.

Données:

- $m_1 = 120\text{g}$; $r_1 = 10\text{cm}$ et $r_2 = 15\text{cm}$; $g = 9,8\text{ N/kg}$.