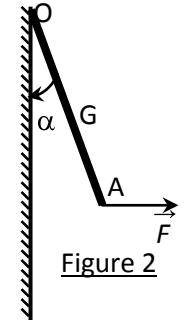
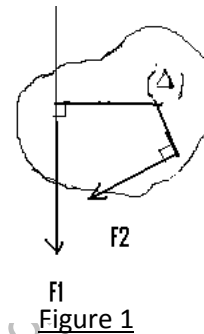


Exercices sur équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

Exercice 1

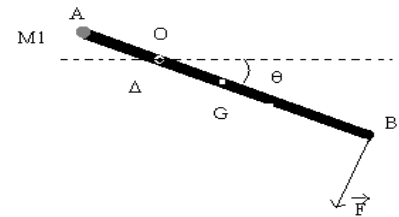
- 1) Soit un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ), d_1 et d_2 désignent les distances des lignes d'action des forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ à l'axe de rotation (Δ) qui est fixe. Toutes les forces sont perpendiculaires à (Δ). On donne:
 $d_1=10\text{cm}$; $d_2=7\text{cm}$; $F_1= 2 \text{ N}$; $F_2= 3 \text{ N}$

- a) Le système représenté sur la figure 1 est-il en équilibre ? justifier
 b) Quelle intensité faut-il donner à $\vec{F}_2$ pour qu'il y ait équilibre ?
 2) Quelle force horizontale $\vec{F}$ faut-il appliquer au point A pour que la barre AO, de longueur $OA= 2OG = 40 \text{ cm}$, de poids $P= 2 \text{ N}$, soit en équilibre autour de l'axe (Δ) passant par O dans la position correspondant à $\alpha = 30^\circ$ (figure 2)



Exercice 2 Une barre homogène AB, de masse $M = 2,0 \text{ kg}$ et de longueur $\ell=80\text{cm}$, est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal passant par le point O. A l'extrémité A, telle que $OA = 20 \text{ cm}$, on a accroché une masse $M_1= 5,0 \text{ kg}$ de très petites dimensions. Pour maintenir l'équilibre de cette barre dans une position faisant un angle $\theta = 60^\circ$ avec l'horizontale, un opérateur exerce une force $\vec{F}$ perpendiculaire à la barre.

- 1) Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la barre à l'équilibre. Les représenter qualitativement sur un schéma.
 2) En déduire la valeur de la force $\vec{F}$ que doit exercer l'opérateur pour maintenir la barre en équilibre.
 3) Déterminer les caractéristiques de la réaction de l'axe.

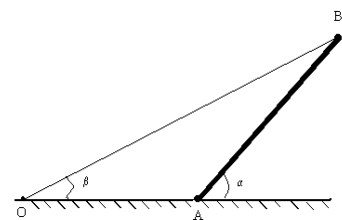


Exercice 3

Une planche homogène de longueur $L = 10\text{m}$ a pour masse $m = 100 \text{ kg}$. Elle est en contact avec le sol par son extrémité A et peut tourner autour d'un axe Δ passant par ce point. L'autre extrémité B est maintenue à l'équilibre par un câble de masse négligeable comme le montre la figure.

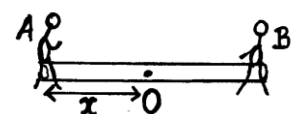
On donne : $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $g = 10 \text{ N/kg}$; $OA = AB = L = 10 \text{ m}$

- 1) Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur la planche.
 2) Calculer l'intensité de la tension $\vec{T}$ du câble.
 3) Déterminer les caractéristiques de la réaction $\vec{R}$ du sol sur la planche.

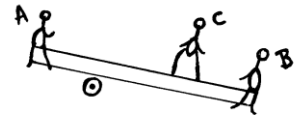


Exercice 4

Deux enfants de masse m_A et m_B sont assis aux extrémités A et B d'une planche homogène servant de balançoire. La masse de la planche est de 15 kg et sa longueur de 2 m . La planche repose sur un rondin de bois servant d'axe horizontal situé à la distance $x = 0,8 \text{ m}$ de A.



- 1) A l'équilibre la balançoire est horizontale. Calculer m_A et m_B sachant que $m_B = \frac{8}{13} m_A$
- 2) Calculer la réaction de l'axe.
- 3) Un 3^{ème} enfant de masse $m_C = 20$ kg joue à déséquilibrer la balance ; il se place à la distance $y = 0,2$ m de B sur la planche.
 - a) Montrer qu'en déplaçant le rondin dans un sens et sur une distance que l'on détermine on peut rétablir l'équilibre.
 - b) Que devient la réaction de l'axe ?

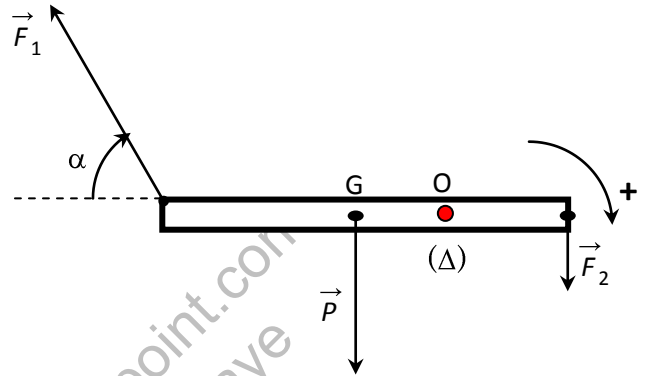


Exercice 5

Une barre homogène AB de poids $P = 10$ N est mobile autour d'un axe horizontal fixe (A) passant par le point O. Aux extrémités A et B de la barre sont appliquées les forces $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ d'intensités respectives 2 N et 1,5 N.

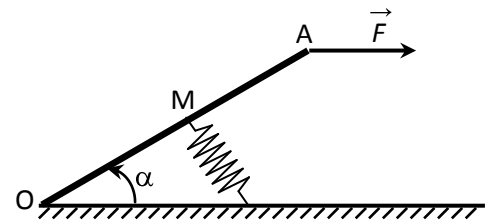
Ces forces sont dans un plan perpendiculaire à l'axe (Δ). On donne $AB = 1$ m ; $OG = 20$ cm ; $\alpha = 60^\circ$

Calculer la somme des moments des forces appliquées à la barre. Dans quel sens a-t-elle tendance à tourner ?



Exercice 6

Une pédale OA de poids négligeable de longueur ℓ est mobile autour d'un axe horizontal O. On exerce une force horizontale $\vec{F}$ à l'extrémité A. La pédale est en équilibre quand le ressort fixé en son milieu M prend une direction qui lui est perpendiculaire ; la pédale fait un angle α avec l'horizontal à l'équilibre ($\alpha = 30^\circ$)



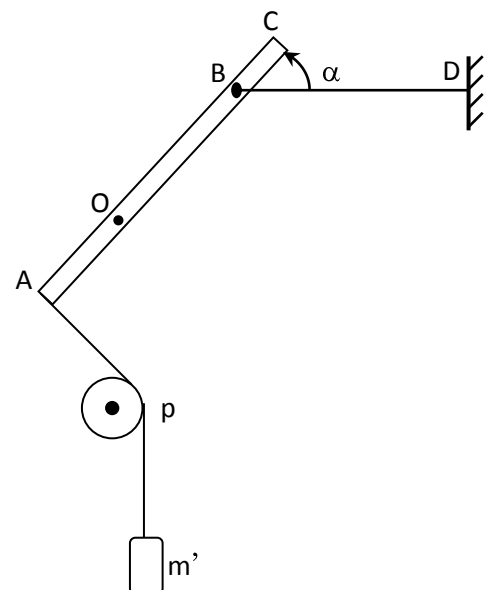
- 1) Déterminer la force exercée par le ressort sur la pédale. L'intensité de cette force dépend-elle de la longueur ℓ de la pédale ? Justifier. Pour l'application on prendra $F = 30$ N.
- 2) Déterminer les caractéristiques de l'action de la pédale sur l'axe.

Exercice 7

Une tige AC de longueur homogène de longueur 1 m de masse $m = 2$ kg peut tourner autour d'un axe horizontal passant par un de ses points O. BD est un fil horizontal faisant un angle $\alpha = 60^\circ$ avec la tige AC. En A est suspendue une masse $m' = 7,5$ kg par l'intermédiaire d'un autre fil passant sur la gorge d'une poulie.

On donne $OA = 0,2$ m et $OB = 0,5$ m. Le système étant en équilibre on demande de déterminer :

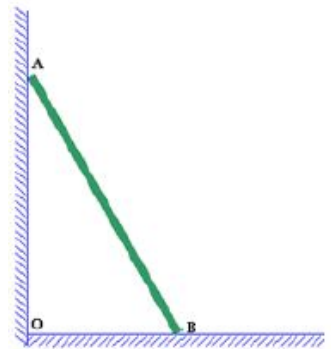
- 1) La force exercée par fil BD sur la tige.
- 2) Les caractéristiques de la réaction de l'axe sur la tige.
On prendra $g = 10$ N.kg⁻¹.
- 3) On supprime la poulie P de telle sorte que le brin de fil qui suspend m' soit vertical à l'équilibre, α restant constant. Répondre aux mêmes questions que précédemment.



Exercice 8

Une poutre homogène AB de masse $m = 5 \text{ kg}$ repose sur le sol par l'extrémité B. L'extrémité A est en contact (sans frottement) avec un mur vertical. On donne $OB = 0,50 \text{ m}$; $OA = 2 \text{ m}$

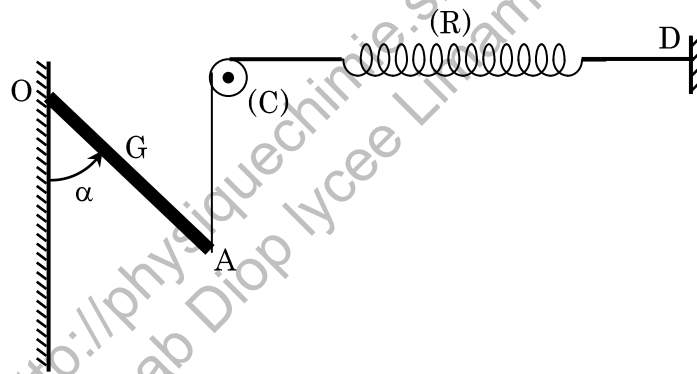
- 1) Faites l'inventaire des forces qui s'exercent sur la poutre.
- 2) La réaction $\vec{R}'$ du sol sur la poutre fait avec la verticale un angle α . Déterminer la valeur de α .
- 3) Calculer l'intensité de la réaction $\vec{R}$ du mur sur la poutre.
Calculer l'intensité de la force $\vec{R}'$.

**Exercice 9**

On étudie l'équilibre d'une barre homogène OA. Le poids de la barre est $P = 20 \text{ N}$, son centre d'inertie est G. La barre est mobile autour d'un axe horizontal passant par O. On donne $OA = 2OG = 50 \text{ cm}$.

La barre est reliée en A à un fil de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie (C) et relié à un ressort d'axe horizontal fixé sur un mur en D. La position du fil entre le point A et la poulie est verticale. La raideur du ressort est $k = 400 \text{ N/m}$. A l'équilibre la barre fait avec la verticale un angle α .

Calculer l'allongement du ressort (R) lorsque le système est en équilibre. Celui-ci dépend-il de l'angle α ?

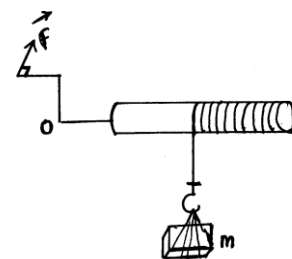


- 3 -

Exercice 10

On remonte une charge à l'aide d'un treuil manuel. Sur le tambour du treuil de rayon r d'axe horizontal s'enroule une corde de masse négligeable à l'extrémité de laquelle est accrochée la charge de masse (m) (voir figure).

La longueur de la manivelle vaut ℓ . On applique tangentiellement à la circonférence décrite par l'extrémité de la manivelle une force $\vec{F}$ d'intensité constante, ce qui permet de remonter la charge. Le mouvement étant lent on peut considérer que c'est une suite d'état d'équilibre.



- 1) Exprimer la relation entre la tension de la corde et la force $\vec{F}$.
- 2) En déduire la relation donnant l'intensité F de la force en fonction de la masse m de la charge, de ℓ , r et g intensité de la pesanteur.
AN : $\ell = 80 \text{ cm}$; $r = 30 \text{ cm}$; $m = 100 \text{ kg}$ et $g = 9,9 \text{ N/kg}$.

Exercice 11

Le dispositif représenté par la figure (1) comprend:

- une poulie à deux gorges pouvant tourner sans frottement autour d'un axe fixe (Δ) horizontal.
 - Deux fil (f_1) et (f_2) fixés respectivement aux gorges, enroulés sur celle-ci et supportant les masses m_1 et m_2 .
- On donne $m_1 = 120 \text{ g}$; $r_1 = 10 \text{ cm}$ et $r_2 = 15 \text{ cm}$.

- 1) Calculer m_2 pour que le dispositif soit en équilibre.
- 2) On pose m_1 sur un plan incliné d'un angle α sur l'horizontale et on remplace m_2 par une masse $m'_2 = 60 \text{ g}$ (voir figure 2). Calculer α pour que l'équilibre soit réalisé.
- 3) On remplace la masse m'_2 par un ressort de réaction $k = 20 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ dont l'extrémité inférieure est fixée, puis on supprime le plan incliné. Calculer l'allongement du ressort à l'équilibre du système. On donne $g = 9,78 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

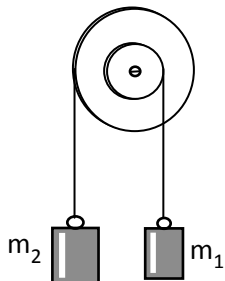


Figure 1

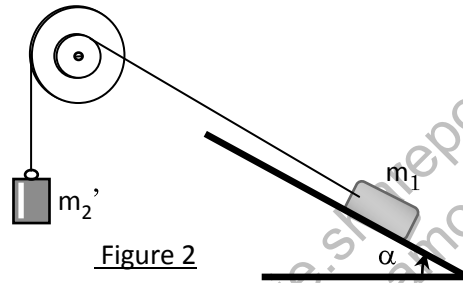


Figure 2

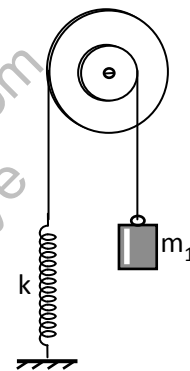


Figure 3

- 4 -

Exercice 12

Une poutre dont le poids est $P = 100 \text{ N}$ et dont la longueur est $\ell = 1,0 \text{ m}$ supporte une charge dont le poids est $P_1 = 300 \text{ N}$ à son extrémité droite. Un câble relié à un mur maintient la poutre en équilibre.

- 1) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la poutre.
- 2) Quelle doit être la tension du câble pour assurer l'équilibre de la poutre ?
- 3) Quelles sont les composantes (horizontale et verticale) de la force exercée par le mur sur la poutre ?

