

# EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES NON PARALLELES

## EXERCICE 1 :

Un solide (S) de masse  $m=50\text{kg}$  est suspendu à un crochet qui est maintenu par deux câbles AB et AC (voir figure). Déterminer la tension dans les câbles AB et AC. On donne  $g=10\text{N/kg}$ .

## EXERCICE 2 :

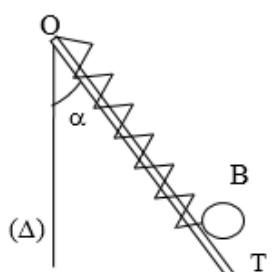
Lors de la construction du phare de NGor, on montait les matériaux de construction à l'aide d'un grand plan incliné. L'angle de ce plan incliné a pour mesure  $\alpha=38^\circ$ .

1. Rempli de matériaux, un chariot est retenu par une corde parallèle au plan incliné. La masse du chariot et de chargement est  $M=500\text{kg}$ .
  - a. Définir le système étudié et le référentiel utilisé.
  - b. Quelles sont les forces agissant sur le système ?
  - c. Quelle relation vérifie les vecteurs forces en présence ?
  - d. Déterminer l'intensité de chaque force appliquée au système.
2. Arrivé au sommet de la pente, la corde se rompt, le chariot descend la pente avec une vitesse constante  $v = 60 \text{ km/h}$ .
  - a. Déterminer la nature du mouvement.
  - b. Quelle distance parcourt-il en 30 s ?

## EXERCICE 3 :

Un bille d'acier B de masse  $m=0,1\text{kg}$  est fixée à l'extrémité d'un ressort dont l'autre extrémité est fixée en un point O à une tige verticale ( $\Delta$ ). L'ensemble est maintenu rigidement par une tige t qui fait un angle  $\alpha=30^\circ$  avec la verticale.

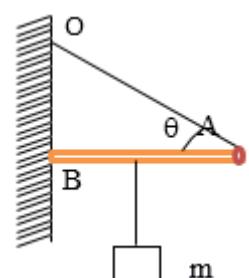
1. Quelles sont les forces appliquées à la bille ? Ecrire la condition d'équilibre de la bille.
2. Calculer les intensités de la tension  $\vec{T}$  du ressort et la réaction  $\vec{R}$  de la tige T.
3. On supprime la tige t. Conserve-t-elle son équilibre ?
4. La tige est supprimée. On approche de la bille B un aimant. La bille subit une force magnétique  $\vec{f}$  horizontale. Quels doivent être le sens et l'intensité de  $\vec{f}$  pour que la bille B soit en équilibre, le ressort faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec  $\Delta$  ?
5. Calculer dans ce cas la nouvelle tension du ressort,  $g=10\text{N/kg}$ .



## EXERCICE 4 :

Une barre AB de poids négligeable est disposée horizontalement contre un mur. En A est accrochés un filin OA et au milieu de la barre un corps de masse  $m$  à l'aide d'un fil. La force exercée en B par le mur sur la barre est appelée  $\vec{R}_E$  et la force exercée par le filin sur la barre  $\vec{T}_f$ .

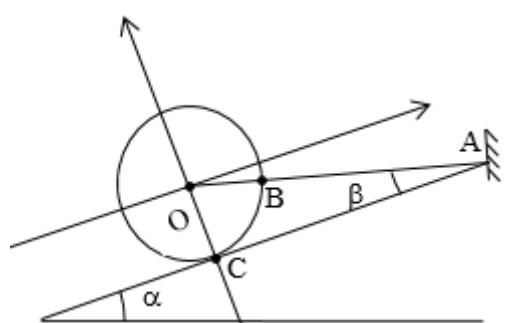
1. Représenter les forces s'exerçant sur la barre.
2. Faire l'étude de l'équilibre de la barre. En déduire, l'intensité  $T_f$  de la tension du filin et l'intensité  $R_B$  de la force exercée en B par le mur sur la barre. Données :  $m = 15\text{kg}$  ;  $g = 10\text{N/Kg}$  ;  $\theta = 30^\circ$ .



## EXERCICE 5 :

Une sphère homogène de rayon  $r=OB=8\text{cm}$  et de masse  $m=1,7\text{kg}$  est maintenue le long d'un plan parfaitement lisse, incliné d'un angle  $\alpha = 50^\circ$ , par un fil AB de longueur  $l=25\text{cm}$  et de masse négligeable.

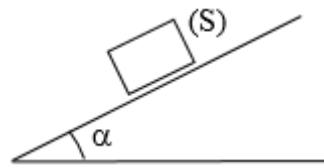
1. Calculer l'angle  $\beta$  que fait le fil avec le plan incliné.
2. Représenter les forces qui s'exercent sur la sphère.
3. Calculer, en utilisant le repère indiqué sur la figure, l'intensité de chacune de ces forces.



### EXERCICE 6 :

Un solide (S) de masse  $m = 1,5 \text{ kg}$  repose sur un plan très rugueux. Il existe donc d'importants frottements entre le solide et le plan. Le plan est incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$ . Le solide reste immobile.

1. Représenter toutes les forces agissant sur le solide.
2. Calculer l'intensité des composantes tangentielle et normale à la réaction  $\vec{R}$  du plan. On posera la somme vectorielle des forces agissant sur le solide égal au vecteur nul.
3. En déduire la valeur de l'intensité de la réaction  $\vec{R}$  du plan. **Donnée:**  $g = 10 \text{ N/kg}$



### EXERCICE 7 :

1. Un solide S de poids  $P=100 \text{ N}$  est maintenu en équilibre sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal grâce à un fil (figure 1 ci-dessous). Le support du plan incliné AB est lisse.

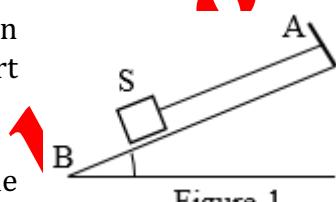


Figure 1

- a. Faire le bilan des forces appliquées au solide (S).
- b. Représenter ces forces puis déterminer leurs intensités par la méthode analytique.

2. Un solide (S') de poids  $P'$  glisse sur un support oblique  $A'B'$  (figure 2 ci-dessous). La partie  $A'C$  de ce plan est rugueuse et la partie  $CB'$  lisse.

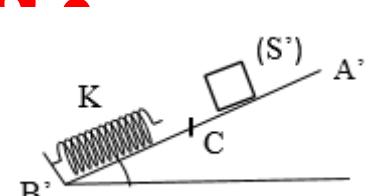
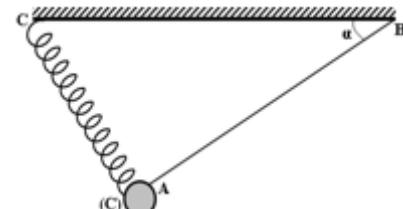


Figure 2

- a. Le solide S' s'arrête entre A' et C. Exprimer les composantes tangentielle  $f$  et normale  $R_n$  de la réaction du plan  $A'C$  en fonction de  $P'$  et  $\alpha$ . Comparer la direction de cette force de réaction à celle du vecteur poids du solide S'.
- b. On déplace le solide S' et on le pose sur le plan  $CB'$  au-delà du point C (figure 2). Il glisse puis se met en contact avec un ressort de constante de raideur  $k$ . Le solide S' s'immobilise alors quand le ressort est comprimé d'une quantité  $x$ . Représenter les forces s'exerçant sur le solide S' dans cet état d'équilibre puis exprimer l'intensité de la force exercée par le ressort sur S' en fonction de  $P'$  et  $\alpha$ .
- c. Considérant les résultats a/ et b/, exprimer l'intensité  $f$  des forces de frottement du plan  $A'C$  en fonction de  $x$  et de  $k$ .
- d. Calculer dans l'ordre  $f$ ,  $R_n$ , la réaction  $R$  du plan  $A'C$ , et la masse  $m'$  du solide S'. On donne:  $k=50 \text{ N/m}$ ,  $g=10 \text{ N/kg}$ ,  $x=8 \text{ cm}$ ,  $\alpha=30^\circ$ .
- e. Calculer l'angle  $\beta$  que fait la direction de la réaction du plan,  $A'C$  avec celle du plan incliné  $A'B'$ .

### EXERCICE 8 :

On considère une bille (A) de masse  $m=100 \text{ g}$  maintenue par un fil AB de longueur  $L = 17,3 \text{ cm}$  et un ressort de raideur  $k = 20 \text{ N/m}$  comme le montre la figure ci-contre. Le fil et le ressort ont des masses négligeables. Lorsque la bille est en équilibre:



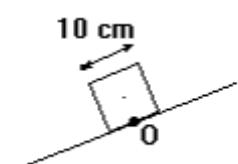
- ❖ le ressort est perpendiculaire au fil tendu et sa longueur est égale à  $l = 10 \text{ cm}$ .
- ❖ le fil AB est incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale

1. Représenter les forces exercées sur la bille (A).
2. Ecrire la condition d'équilibre.
3. En choisissant un système d'axes convenable, déterminer l'expression de l'intensité de la tension  $\vec{T}_f$  du fil et celle de l'intensité de la tension  $\vec{T}_r$  du ressort en fonction de  $m$ ,  $g$  et  $\alpha$ .
4. Déterminer la valeur de l'angle  $\alpha$ .
5. Déterminer l'allongement  $\Delta l$  du ressort et la valeur de la tension  $\vec{T}_f$  du fil AB.

### EXERCICE 9 :

Un cube de côté  $a=10 \text{ cm}$  et de masse  $m = 1,5 \text{ kg}$  repose sur un plan très rugueux. Il existe donc d'importants frottements entre le cube et le plan. Le plan est incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$ . Le solide reste immobile.

1. Représenter les forces agissant sur le solide.



2. Déterminer la réaction du plan sur le solide à l'équilibre. En déduire la valeur des frottements exercés sur le solide. On prendra  $g=10\text{N/kg}$

**EXERCICE 10 :**

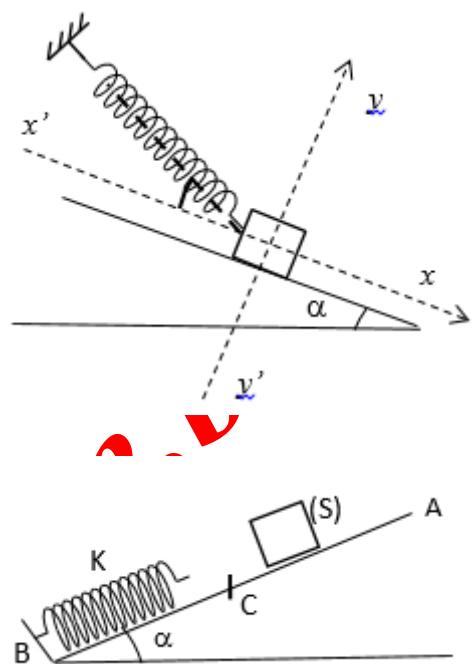
Une charge (S) de masse  $m = 100\text{g}$  est maintenue en équilibre sur un plan lisse incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par un ressort de raideur  $k$ . La direction du ressort fait avec le plan incliné un angle  $\beta$ . L'allongement du ressort est  $x$ .

1. Représenter toutes les forces extérieures qui s'exercent sur la charge (S).
2. Faire l'étude de l'équilibre de la charge (S).
3. Montrer que la direction du ressort fait avec le plan incliné un angle  $\beta = 36^\circ$  ?
4. En déduire l'intensité  $\vec{T}$  de la tension du ressort puis l'allongement  $x$ . Données :  $R = P/2$  ;  $k = 500\text{N/m}$ .

**EXERCICE 11 :**

Un solide (S) de poids  $P$  glisse sur un support oblique AB. La partie AC de ce plan est rugueuse et la partie CB lisse.

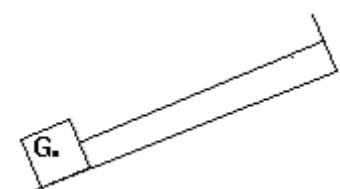
1. Le solide S s'arrête entre A et C.
  - a. Représenter les forces s'exerçant sur le solide dans cet état d'équilibre.
  - b. Exprimer les composantes tangentielle  $f$  et normale  $R_n$  de la réaction du plan AC en fonction de  $P$  et  $\alpha$ . Comparer la direction de cette force de réaction à celle du vecteur poids du solide S.
2. On déplace le solide S et on le pose sur le plan CB au-delà du point C. Il glisse puis se met en contact avec un ressort de constante de raideur  $k$ . Le solide S s'immobilise alors quand le ressort est comprimé d'une valeur  $x$ . Représenter les forces s'exerçant sur le solide S dans cet état d'équilibre puis exprimer l'intensité de la force exercée par le ressort sur S en fonction de  $P$  et  $\alpha$ .
3. Déduire des questions précédentes l'intensité  $f$  des forces de frottement du plan AC en fonction de  $x$  et de  $k$ .
4. Calculer dans l'ordre  $f$ ,  $R_n$ , la réaction  $R$  du plan AC, et la masse  $m$  du solide S.  
On donne :  $k = 50 \text{ N/m}$  ;  $g = 10 \text{ N/kg}$  ;  $x = 8 \text{ cm}$  ;  $\alpha = 30^\circ$ .
5. Calculer l'angle  $\beta$  que fait la direction de la réaction du plan AC avec celle du plan incliné AB.
6. Faire la représentation des différentes forces qui agissent sur le solide S entre A et C.  
Échelle : 1cm  $\rightarrow$  4N.



**EXERCICE 12 :**

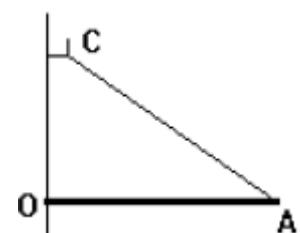
Un solide de masse  $m = 2 \text{ kg}$  peut glisser sans frottement le long d'un plan incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. Ce solide est retenu par un fil de masse négligeable parallèle au plan. Déterminer à l'équilibre :

1. La tension du fil.
2. La réaction du plan.



**EXERCICE 13 :**

Une tige est constituée par une planche homogène de masse  $m = 2 \text{ kg}$ , de longueur  $OA = l = 30 \text{ cm}$ . Elle est fixée au mur vertical par une articulation d'axe  $\Delta$  horizontal. La planche est retenue par un câble AC. On donne  $\widehat{OAC} = 60^\circ$  ;  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ . Déterminer à l'équilibre, la tension du fil AC et la réaction du mur en O.



### EXERCICE 14 :

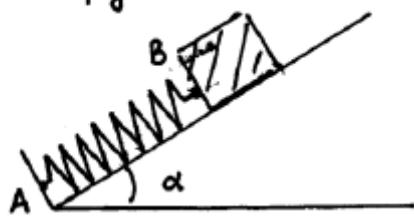
On considère le dispositif ci-dessous (voir fig2). Un ressort de constante de raideur  $K = 500 \text{ N/m}$  est fixé en A. Un solide de masse  $m = 1 \text{ Kg}$  est accroché à l'extrémité B. L'axe du ressort est maintenu en équilibre suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné de  $\alpha = 45^\circ$  par rapport au plan horizontal.

1. Représenter les forces qui s'exercent sur le solide (les frottements sont supposés nuls).
2. Déterminer les intensités de ces forces. Calculer la diminution de longueur  $x$  du ressort.
3. On reprend le dispositif précédent en le modifiant comme la figure 3. Le fil est inextensible de masse négligeable et passe sur la gorge d'une poulie (C). Quelle doit être la valeur de  $m'$  pour que le ressort ne soit ni allongé ni comprimé ?

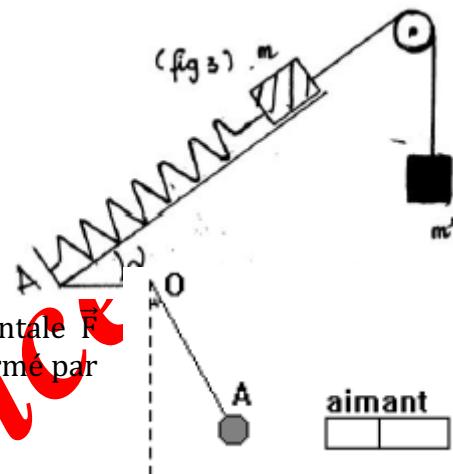
### EXERCICE 15 :

Une bille en acier de masse  $m = 400 \text{ g}$  est suspendue par un fil OA fixé en O. A l'aide d'un aimant, on exerce sur cette bille une force horizontale  $F = 5 \text{ N}$ . Déterminer à l'équilibre la tension du fil et l'angle  $\theta$  formé par le fil et la verticale.

(fig 2).



(fig 3).



aimant