

Série 1

**Equilibre d'un corps solide soumis à l'action de trois forces**

توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى

**Exercice 1: (Questions de cours)**

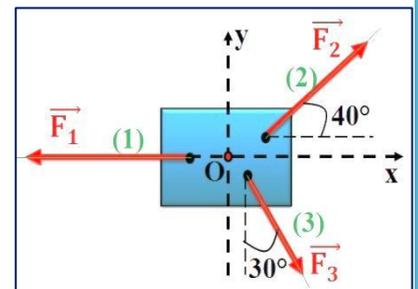
Choisir la bonne réponse:



- ❖ Si dans un repère terrestre, un solide soumis à l'action de trois forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{F}_3$ , non parallèles est en équilibre, alors :
  - 1) Leurs droites d'action sont:  Colinéaires.  Coplanaires.  Rectilignes.
  - 2) Leurs droites d'action sont:  Identiques.  Parallèles.  Concourantes.
  - 3) Leur somme vectorielle est:  Nulles.  Non nulles.  Constantes.
  - 4) Ces deux conditions sont nécessaires pour obtenir l'équilibre d'un corps mais:  Suffisantes.  Insuffisantes.  Constantes.
  - 5) Si deux conditions sont vérifiées, alors le corps est en:  Équilibre.  Repos.  Autre.
  - 6) La force de frottement  $\vec{f}$  est:  la réaction du plan  $\vec{R}$ .  La composante normale  $\vec{R}_N$ .  La composante tangentielle  $\vec{R}_T$ .
  - 7) La composante normale  $\vec{R}_N$  joue un effet de résister:  L'approfondir de l'objet.  La déformation de l'objet.  Le mouvement de l'objet.
  - 8) La composante tangentielle  $\vec{R}_T$  joue un effet de résister:  L'approfondir de l'objet.  La déformation de l'objet.  Le mouvement de l'objet.
  - 9) On définit le coefficient de frottement K par:   $K = \sin \varphi$    $K = \tan \varphi$    $K = \cos \varphi$ .

**Exercice 2: (Equilibre d'un solide, méthode analytique)**

On considère un solide (S) est en équilibre sous l'action de trois forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{F}_3$ , exercées par les fils (1), (2) et (3). (Voir le schéma)

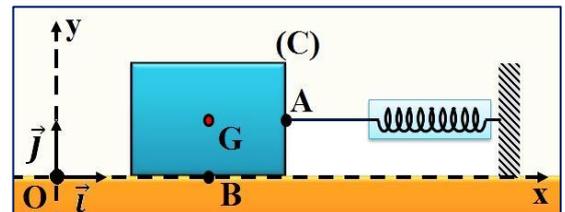


Le poids du corps (S) est négligeable devant des trois forces. Et on étudie ce solide dans un repère (O, x, y) d'origine O confondu avec le centre de gravité du solide (S). Sachant que l'intensité de la force  $\vec{F}_2$  est  $F_2 = 4N$ .

- 1) Donner les conditions d'équilibre du solide (S).
- 2) Déterminer en utilisant la méthode analytique (par projection sur l'axe (Oy)), l'intensité de la force  $\vec{F}_3$ .
- 3) Déterminer en utilisant la méthode analytique (par projection sur l'axe (Ox)), l'intensité de la force  $\vec{F}_1$ .

**Exercice 3: : (Equilibre d'un solide, méthode analytique et méthode graphique)**

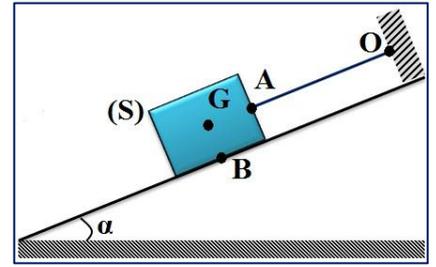
A l'aide d'un dynamomètre en exerce une force horizontale sur un corps (C) de masse  $m = 630g$ . Le corps (C) est en équilibre sous l'action de trois forces non parallèles et le dynamomètre indique la valeur  $F = 3N$ . ( $g = 10N/kg$ )



- 1) Déterminer le bilan des forces exercées sur le corps (C).
- 2) Rappeler les conditions d'équilibre du corps (C).
- 3) Tracer la ligne polygonale des forces exercées sur (C) utilisant l'échelle  $1cm \rightarrow 1,5N$ .
- 4) Quelle est la nature du contact entre le corps (C) et le plan horizontal. Justifier.
- 5) Déterminer les caractéristiques de  $\vec{R}$ .
- 6) Par utilisation de la méthode analytique déterminer l'intensité de la réaction normale  $\vec{R}_N$  et la réaction tangentielle  $\vec{R}_T$ . déduire  $\varphi$  l'angle de frottement.

### Exercice 4: (Equilibre d'un solide sur un plan incliné, méthode graphique)

Un solide (S) de masse  $m = 60 \text{ kg}$  est maintenu en équilibre sur un plan incliné par l'angle  $\alpha = 35^\circ$ , à l'aide de câble fixé en O. On néglige les forces de frottements devant les autres forces appliquées. On admet que la force exercée par le plan sur le solide est perpendiculaire à ce plan et est appliquée en B.

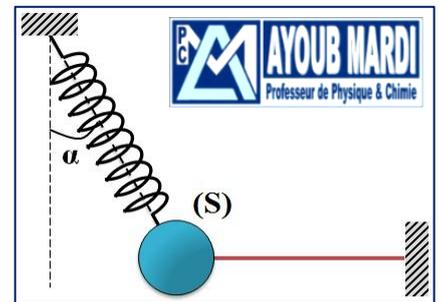


- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur le solide (S).
- 2) Faire le bilan des caractéristiques connues des forces associées.
- 3) On admet que les forces sont coplanaires. Que signifie: « les forces sont concourantes »? Le sont-elles dans ce cas?
- 4) Traduire la condition d'équilibre: « la ligne polygonale est fermée » par une égalité vectorielle.
- 5) déduire graphiquement, les intensités inconnues.
- 6) Déterminer, par le calcul trigonométrique, ces mêmes intensités arrondies à l'unité.
- 7) Les résultats trouvés aux questions 5 et 6 sont-ils concordants?

### Exercice 5: (Méthode analytique, géométrique, trigonométrique, théorème de Pythagore)

On considère un solide (S), de masse  $m = 200 \text{ g}$ , accroché à un ressort et un fil, comme l'indique la figure ci-contre.

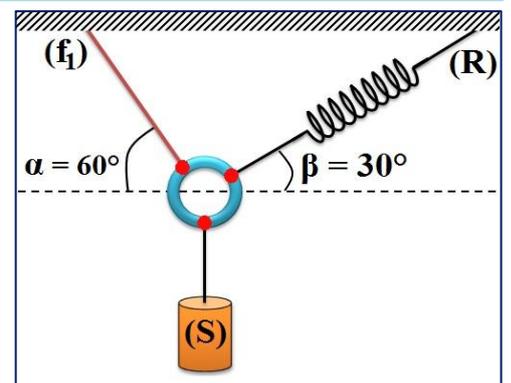
Le ressort, de constante de raideur  $K = 40 \text{ N.m}^{-1}$ , est incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$ , par rapport à la verticale. On prendra  $g = 10 \text{ N/kg}$ .



- 1) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S) et les représenter sur la figure sans souci d'échelle.
- 2) Enoncer les deux conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.
- 3) Trouver l'intensité F de la force appliquée par le fil sur le solide (S), en construisant la ligne polygonale des forces. justifier votre réponse (utiliser les relations trigonométriques).
- 4) Déterminer T la tension du ressort:
  - a. En appliquant le théorème de Pythagore.
  - b. Par méthode analytique / arithmétique (méthode de projection) en utilisant un repère approprié.
  - c. Par méthode géométrique en utilisant une échelle convenable.
- 5) Déduire allongement du ressort à l'équilibre.
- 6) Déterminer la longueur finale L du ressort à l'équilibre sachant que sa longueur initiale est  $L_0 = 20 \text{ cm}$ .

### Exercice 6: (Choix de la méthode d'étude de l'équilibre)

Un câble ( $f_1$ ) et un ressort (R) sont fixés au plafond, et attachées à un anneau (de masse négligeable) qui supporte une charge (solide (S)) de masse  $m = 500 \text{ g}$ , l'allongement du ressort est  $\Delta L = 5 \text{ cm}$ . L'anneau est en équilibre.



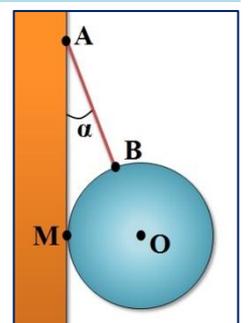
- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées à l'anneau.
- 2) Représenter ces forces.
- 3) Calculer K la raideur du ressort.
- 4) Calculer T l'intensité de la force exercée par le fil.

Données:

- L'intensité de pesanteur:  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

### Exercice 7: (Equilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles)

Une sphère (S) homogène de masse  $m = 1,4 \text{ kg}$  et de rayon  $r = 10 \text{ cm}$ , est attachée en A à un mur parfaitement lisse, par l'intermédiaire d'un fil fixé en un point B de sa surface. Cette sphère est repose en M contre le mur.



- 1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur la sphère.
- 2) Quelle relation existe entre ces forces à l'équilibre?
- 3) Représenter ces forces sur la figure.
- 4) Sachant que le fil AB à une longueur  $AB = 20 \text{ cm}$ :

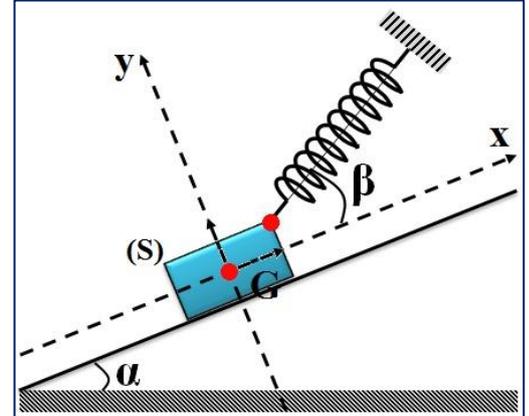
- Calculer la valeur de l'angle  $\alpha$ .
- Par utilisation de la méthode graphique, calculer l'intensité  $T$  de la tension du fil et celle de la réaction  $R$  du mur. (échelle:  $1\text{cm} \rightarrow 3,5\text{N}$ )
- Même question en utilisant la méthode analytique.

**Donnée:**

- L'intensité de pesanteur:  $g = 10\text{N/kg}$ .

**Exercice 8: (Equilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles et sans frottement)**

Un solide (S) de masse  $m = 200\text{ g}$  est maintenue à l'équilibre sur un plan incliné parfaitement lisse d'inclinaison  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale par l'intermédiaire d'un ressort de masse négligeable, de constante de raideur  $k = 40\text{ N.m}^{-1}$  et allongé. L'axe du ressort fait un angle  $\beta = 20^\circ$  avec la ligne de la grande pente du plan incliné.



- Rappeler la condition d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.
- Faire l'inventaire des forces appliquées sur le solide (S) et les représenter sur le schéma ci-contre.
- Ecrire la condition vectorielle d'équilibre du solide (S).
- Déterminer les expressions des coordonnées de ces forces dans le repère orthonormé  $R(G; \vec{i}; \vec{j})$ .
- Exprimer l'allongement  $\Delta L$  du ressort en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\alpha$ ,  $K$  et  $\beta$ . Calculer  $\Delta L$ .

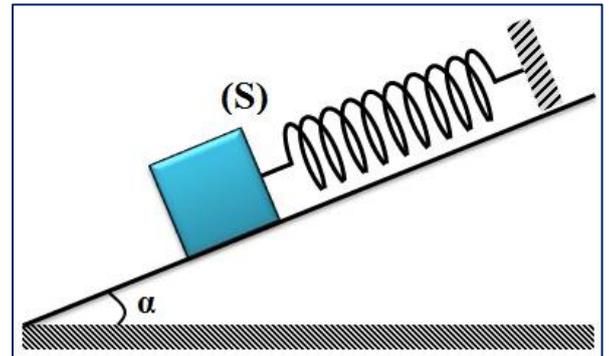
**Donnée:**

- L'intensité de pesanteur:  $g = 10\text{N/kg}$ .

**Exercice 9: (Equilibre d'un solide sans et avec frottement)**

**Partie 1 : contact ente le solide et le plan incliné se fait sans frottement**

On considère un plans (P) incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. (S) est un solide de masse  $m$ . (R) est un ressort de masse négligeable, de longueur à vide  $L_0 = 20\text{ cm}$  et de constante de raideur  $K = 100\text{ N.m}^{-1}$ . Le solide (S) est placé sur le plan (P). Le contact entre le solide et le plan P est supposé sans frottement. A l'équilibre le ressort s'allonge de  $\Delta L = 2\text{ cm}$ .

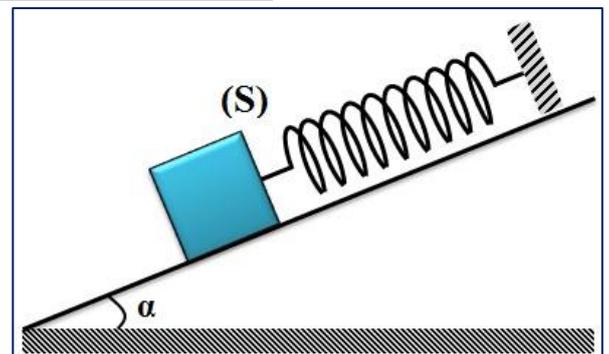


- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le solide et les représenter sur la figure sans tenir compte de l'échelle.
- Enoncer les deux conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles puis déterminer l'intérêt (le rôle) de chaque condition.
- Montrer que la valeur de la réaction  $\vec{R}$  du plan incliné sur le solide est  $R = T / \tan\alpha$ , puis calculer sa valeur (dessiner la ligne polygonale des forces).
- Calculer P le poids du corps solide:
  - en appliquant le théorème de Pythagore.
  - Par méthode géométrique en utilisant une échelle convenable.
- Montrer que la masse  $m$  du solide est :  $m = 400\text{g}$ .
- Déterminer la longueur finale  $L_1$  du ressort à l'équilibre.

**Partie 2 : contact entre le solide et le plan incliné se fait avec frottement**

Le solide (S) est placé maintenant sur le plan (P'). A l'équilibre la longueur du ressort est  $L_2 = 21,5\text{ cm}$ .

- Calculer la nouvelle valeur  $T'$  de la tension du ressort.
- En déduire que le contact entre (S) et le plan incliné (P') se fait avec frottement.
- Déterminer la valeur  $f$  de la force de frottement.



**Donnée:**

- L'intensité de pesanteur:  $g = 10\text{N/kg}$ .