

Equilibre d'un corps soumis à deux forces

Exercice 01 :

La valeur de l'intensité de pesanteur est $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.
La longueur à vide d'un ressort est $l_0 = 12,2 \text{ cm}$ (schéma 1).

1. On suspend à ce ressort, en position verticale, un solide **S** de masse $m = 200 \text{ g}$ (schéma 2). La nouvelle longueur à l'équilibre est $l_1 = 22,0 \text{ cm}$.

a. A quelles forces le solide **S** est-il soumis ? Représenter ces forces.

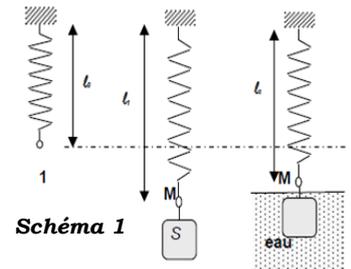


Schéma 1 Schéma 2 Schéma 3

b. En étudiant l'équilibre du solide, établir l'expression littérale de la constante de raideur **k** du ressort en fonction des données. Calculer la valeur de **k**.

2. Le solide suspendu au ressort est entièrement immergé dans l'eau (schéma 3). La nouvelle longueur du ressort est $l_2 = 18,4 \text{ cm}$.

a. A quelles forces le solide est-il soumis ? Représenter ces forces.

b. Calculer la valeur de **la poussée d'Archimède** exercée par l'eau sur le solide.

c. Donner le **volume** du solide (**S**)

Exercice 02 :

On suspend une masse $m=500\text{g}$, cubique et d'arrête $a=4\text{cm}$ par l'intermédiaire d'un ressort de raideur $K = 50 \text{ N/m}$. le ressort s'allonge de Δl_1 (figure 1)

1) En étudiant l'équilibre de la masse, déterminer Δl_1 .

2) On trempe totalement la masse dans un liquide, l'allongement du ressort devient $\Delta l_2 = 8,72\text{cm}$ (figure 2)

a- Donner le bilan des forces exercées sur la masse. Représenter ces forces sans souci d'échelle.

b- Déterminer l'intensité F_a de la poussée d'Archimède.

c- En déduire ρ la masse volumique du liquide.

d- Quel est le liquide utilisé parmi les liquides suivants :

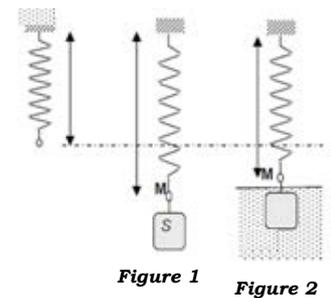


Figure 1 Figure 2

Liquide	Huile d'olive	Ethanol	Eau
$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	0,92	0,788	1

On donne : $g=10\text{N/Kg}$

3. Un sac, en plastique de masse négligeable, contenant du sable est suspendu à un dynamomètre qui indique 2 N . Lorsque le sac est immergé dans l'eau pure, le dynamomètre indique $0,6 \text{ N}$. Quelle est la masse volumique du sable ?

Exercice 03 :

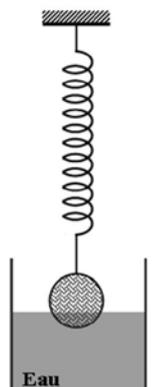
Une boule en bois de masse $M = 195 \text{ g}$ est suspendue à l'extrémité inférieure d'un ressort. Cette boule est immergée dans l'eau jusqu'au $1/3$ de son volume total, comme l'indique la figure ci-contre. A l'équilibre, le ressort, de masse négligeable et de raideur $k = 50 \text{ N.m}^{-1}$, s'allonge de $\Delta l = 1,9 \text{ cm}$.

1) Calculer la valeur de la tension du ressort.

2) a. Représenter les forces exercées sur la boule.

b. Ecrire la condition d'équilibre de la boule.

c. En déduire la valeur de la poussée d'Archimède s'exerçant sur cette boule.



- 3) a. Déterminer le volume immergé de la boule.
b. Quel est le volume de la boule ?
c. Quelle est la masse volumique du bois ?
- 4) Le ressort est coupé brusquement de son extrémité inférieure.
a. Indiquer en justifiant la réponse l'état de flottaison de la boule.
b. Calculer donc le volume immergé de la boule.

Exercice 04 :

1. On considère un corps homogène de masse $m = 900\text{g}$ sous forme d'un cube d'arrête $a = 1\text{dm}$, puis on l'immerge entièrement dans l'eau et on le lâche.

On donne : $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ Kg/m}^3$; $g = 10\text{N/Kg}$

- a) Le corps flotte-t-il ou coule-t-il ?
 - b) Si le corps flotte, calculer le pourcentage du volume immergé quel est le volume qui est immergé ?
2. Le professeur recommence l'expérience, mais en utilisant cette fois du méthanol ($\rho = 791 \text{ Kg/m}^3$).
- Répondre aux mêmes questions.
3. Un sac, en plastique de masse négligeable, contenant du sable est suspendu à un dynamomètre qui indique 2 N . Lorsque le sac est immergé dans l'eau pure, le dynamomètre indique $0,6 \text{ N}$. Quelle est la masse volumique du sable ?

Exercice 05 :

Données : $g = 10 \text{ N/Kg}$; $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ Kg/m}^3$; Volume d'une boule de rayon R est : $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$;

Partie 1 :

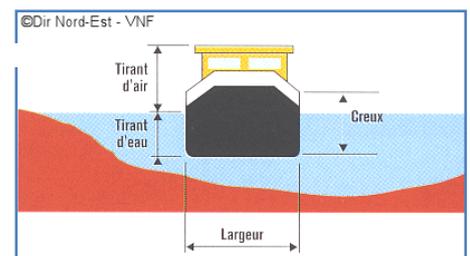
- On suspend une boule de masse $m = 500\text{g}$ et de diamètre $d = 4\text{cm}$ à un ressort vertical de raideur $K = 50\text{N/m}$ et de longueur à vide $L_0 = 15\text{cm}$.
1. La boule étant en équilibre, donner le point d'application, direction et sens des forces s'appliquant à la boule dans l'air.
 2. Calculer le poids P de la boule.
 3. Quelle est la longueur L du ressort lorsqu'on y suspend la boule ? justifier votre démarche.
 4. Représenter, en choisissant une échelle de représentation, les forces exercées sur la boule dans l'air.
- On plonge la boule dans l'eau, de façon à l'immerger totalement,
5. Représenter, sans souci d'échelle, les forces agissant sur la boule dans l'eau.
 6. Définir la poussée **d'Archimède** et donner la signification de chacune des grandeurs entrant dans son expression.
 7. Calculer l'intensité de la poussée **d'Archimède**.
 8. Quelle est la nouvelle longueur L' du ressort ? justifier votre raisonnement.

Partie 2 :

Un **paquebot**, de masse égale à $72 \times 10^6 \text{ Kg}$, doit emprunter un canal ayant une profondeur de 12m .

La partie immergée du paquebot est assimilée à un **parallélépipède** de longueur $L = 290\text{m}$ et de largeur $l = 30\text{m}$ et de hauteur h .

Le tirant d'eau du paquebot sera-t-il suffisant pour qu'il emprunte ce canal ? **On prend** : $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ Kg/m}^3$

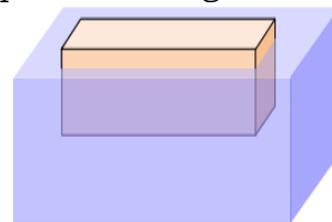


Le tirant d'eau est la hauteur h de la partie immergée du bateau qui varie en fonction de la charge transportée.

Exercice 06 :

Un pavé flotte à la surface de l'eau. Ses dimensions sont : **hauteur : 20cm ; longueur : 60cm ; largeur 20cm.**

1. Le pavé immergé sur une hauteur de **3 cm**. Calculer le volume de la partie immergée.
2. Calculer la masse d'eau déplacée. ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000\text{ kg/m}^3$).
3. Calculer le poids d'eau déplacé et en déduire la valeur du poids du pavé. ($g = 10\text{ N/kg}$).
4. Calculer la masse du pavé.
5. a) Calculer le volume du pavé.



b) Préciser le matériau constituant ce pavé :

Matériau	Polystyrène	Bois	glace	Aluminium	Fer
Masse volumique (kg/m ³)	11	850	920	2 700	8 000

Equilibre d'un corps soumis à trois forces non parallèles

Exercice 07 :

On considère deux plans (P_1) et (P_2) inclinés d'un même angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. On donne $g = 10\text{ N.kg}^{-1}$

(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 $k = 100\text{ N.m}^{-1}$.

I. Le solide (S) est placé sur le plan (P_1). Le contact est supposé sans frottement. (**Figure 1**)

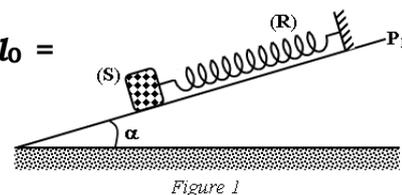


Figure 1

A l'équilibre le ressort s'allonge de $\Delta l = 2\text{ cm}$.

- 1) Faire le bilan des forces extérieures qui s'exercent sur le solide (S) et les représenter.
- 2) Calculer la valeur de la tension T_1 du ressort.
- 3) Ecrire la condition d'équilibre du solide (S).
- 4) Déterminer à l'équilibre :
 - a. La valeur de la masse « m » du solide (S).
 - b. La valeur de la réaction \vec{R} du plan incliné (P_1).

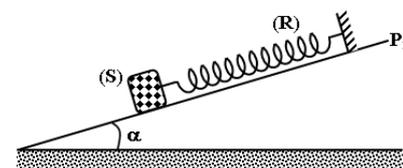


Figure 2

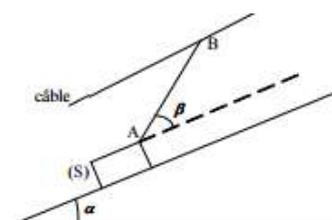
II. Le solide (S) est placé maintenant sur le plan (P_2). (**Figure 2**)

A l'équilibre la longueur du ressort est $l_2 = 21,5\text{ cm}$.

- 1) Calculer la nouvelle valeur de la tension T_2 du ressort.
- 2) En déduire que le contact entre (S) et le plan incliné (P_2) se fait avec frottement.
- 3) Déterminer la valeur du coefficient de frottement. En déduire la valeur de la force de frottement \vec{f} .

Exercice 08 :

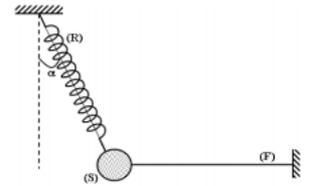
Un solide (S), homogène de masse **100kg** est maintenu en équilibre sur un plan incliné rugueux, par rapport au plan horizontal, d'un angle $\alpha = 30^\circ$. Le solide est relié à un câble par un fil **AB** faisant un angle $\beta = 25^\circ$ avec la ligne de plus grande pente. Les forces de frottements sont modélisées par le vecteur \vec{f} , parallèle à la ligne et d'intensité $f = 20\text{ N}$.



- 1) Faire le bilan des forces s'exerçant sur le solide (S)
- 2) Représenter ces forces sur la figure.
- 3) Déterminer l'intensité de la tension du fil **AB**
- 4) Calculer la réaction du plan incliné et donner sa direction

Exercice 09 :

On considère un solide (**S**), de masse $m = 200 \text{ g}$, accroché à un ressort (**R**) et à un fil (**F**) 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 $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.



- 1) Représenter les forces extérieures qui s'exercent sur le solide (**S**).
- 2) Choisir un système d'axes orthonormés et représenter le sur une figure.
- 3) Ecrire les composantes de chacune des forces qui s'exercent sur le solide (**S**).
- 4) Ecrire la condition d'équilibre du solide (**S**).
- 5) Donner l'expression de la tension du ressort **T** en fonction de **m**, **g** et α .
- 6) Calculer la tension du ressort.
- 7) Déduire l'allongement Δl du ressort à l'équilibre.

Exercice 10 :

On donne : $g = 10 \text{ N.Kg}^{-1}$

On considère un solide (**S**) lié a un **ressort a spires non jointives** de raideur $K = 10 \text{ N.m}^{-1}$ est maintenu en équilibre sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. Voir **figure1**. Sachant que les frottements du plan incliné sont négligeables.

- 1- Représenter les forces qui s'exercent sur le solide (**S**).
- 2- Donner la condition d'équilibre du solide (**S**).
- 3- En projetant la condition d'équilibre sur un système d'axe bien choisi exprimer l'intensité du poids \vec{P} du solide (**S**) en fonction de l'intensité de la tension du ressort \vec{T} et de l'angle α .

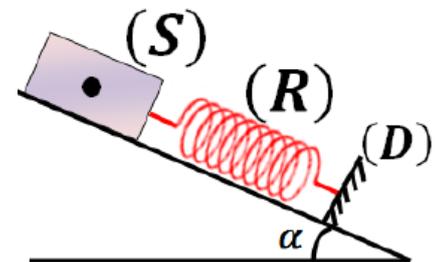


Figure 1

- 4- Sachant que **la compression du ressort** est $\Delta l = 10 \text{ cm}$.
 - a- Calculer la masse de ce solide.
 - b- Déterminer l'intensité de la réaction du plan incliné.
 - c- Pour quelle valeur de α on aura : $T = P$.
- 5-a-En réalité les frottements ne sont pas négligeables et la valeur de la tension $T' = 0,6 \text{ N}$. Par application de la méthode analytique, déterminer l'intensité de la **force de frottement** \vec{f} .
 - b-Déterminer l'intensité de la réaction \vec{R}_N et déduire l'intensité de la force \vec{R} .
 - c-Déterminer la valeur du coefficient de frottement **K** et l'angle de frottement φ que fait la direction de la réaction \vec{R} avec la normale au plan incliné.