

Cours N° 5 :

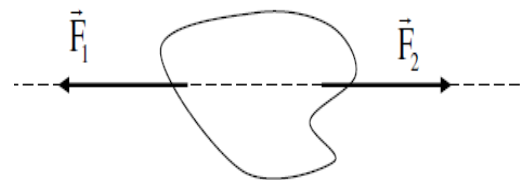
*Équilibre d'un solide soumis à deux forces***Introduction :**

- L'eau est un liquide. si on met un objet dans l'eau, soit il flotte, soit il coule.
- Par exemple, Pourquoi les bateaux flottent-ils sur l'eau ?
 - Quelles sont les conditions pour qu'un objet soumis à deux forces soit en équilibre ?

**1. Conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces :**

Lorsqu'un solide est sous l'action de deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 en équilibre alors :

- La somme vectorielle de deux forces est nulle $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$
- Cette condition est nécessaire pour que son centre d'inertie G soit au repos.
- Les deux forces ont la même direction. Cette condition est nécessaire pour l'absence de rotation du corps autour de lui-même au cas où la première loi est vérifiée.

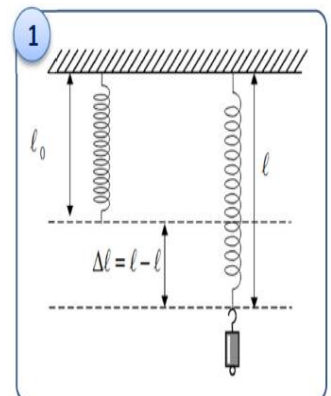
**2. Force exercée par un ressort :****1. Tension d'un ressort :**

- Le ressort est un corps solide déformable (susceptible d'allongé ou de comprimé).
Lorsque le ressort est déformé (allongé ou comprimé) il exerce une force sur le corps agissant.
Cette force est appelée tension du ressort et notée \vec{T} . (Tension du ressort est une force de rappel).

**2. La relation entre la tension de ressort et son allongement :****Activité :**

- On considère un ressort à spires non jointives, de masse négligeable accroché à un support.
On suspend à son autre extrémité libre, des masses marquées (m) différents, le ressort s'allonge d'un allongement $\Delta l = l_f - l_0$
On mesure à chaque fois la longueur finale l_f du ressort. On obtient les résultats suivants :

m(g)	0	10	20	50	100	150	200
l_f (cm)	10	10,5	11	12,5	15	17,5	20
Δl (cm)							
T(N)							



1. Faire l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur la masse marquée.

Le bilan des forces exercées sur la masse marquée

- ✓ \vec{P} : le poids de la masse marquée
- ✓ \vec{T} : La tension du ressort (la force exercée par ressort sur la masse maquée)

2. La masse maquée est-elle en équilibre ? Donner la relation entre T la tension du ressort et P l'intensité du poids.
Puis représenter ces forces en précisant l'échelle utilisée.

Oui la masse marquée est en équilibre donc $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$ Ce qui donne $\vec{T} = -\vec{P}$, on peut dire que les deux forces ont la même droite d'action, des sens opposés et la même intensité, alors $T = P = m.g$

3. Quelle est la longueur initiale l_0 du ressort ?

D'après l'énoncé d'expérience (le tableau) , on a $l_0 = 10 \text{ cm}$

4. Compléter le tableau ci-dessus, on prendra $g = 10 \text{ N/Kg}$.

m(g)	0	10	20	50	100	150	200
$l_f \text{ (cm)}$	10	10,5	11	12,5	15	17,5	20
$\Delta l \text{ (cm)}$	0	0,5	1	2,5	5	7,5	10
T(N)	0	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2

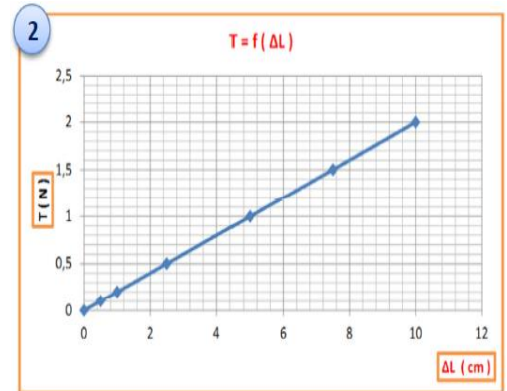
5. Sur un papier millimétré, tracer la courbe qui représente la variation de T en fonction de Δl : $T = f(\Delta l)$.

6. Dédurre la relation mathématique entre la tension du ressort T et son allongement Δl .

La courbe obtenue est une fonction linéaire (droite passant par l'origine du repère O , son équation est linéaire) donc $T = K \cdot \Delta l$ (loi de Hooke) Avec K le coefficient directeur de la droite :

$$K = \frac{\Delta T}{\Delta(\Delta l)} = \frac{T_2 - T_1}{\Delta l_2 - \Delta l_1} = \frac{2 - 0}{10 - 0} = \frac{2}{10 \cdot 10^{-2}} = 20 \text{ N/m}$$

K est une grandeur qui caractérise la dureté d'un ressort, elle est appelée la raideur du ressort, son unité est N.m^{-1}



Conclusion :

- Chaque ressort est caractérisé par une grandeur physique appelée **raideur K**, son unité est N/m .

- La **tension du ressort \vec{T}** est la force exercée par le ressort sur un solide lorsqu'il est déformé

- Les caractéristiques de \vec{T} :

- * Point d'application : le point de contact entre le ressort et le corps.
- * La ligne/ la droite d'action : celle du ressort.
- * Le sens : sens opposé à celui de la déformation.
- * L'intensité :

- { K : La raideur du ressort en $(\text{N} \cdot \text{m}^{-1})$.
- { $|\Delta l|$: L'allongement du ressort en (m).

$$\vec{T} = K |\Delta l|$$

Application 1 :

On réalise l'équilibre d'un corps (C) à l'aide d'un ressort de constante de raideur $K = 50 \text{ N.m}^{-1}$ et d'un dynamomètre Comme l'indique la figure ci-contre. à l'équilibre l'aiguille de dynamomètre indique la valeur 6N.

1. Nommer les forces qui agissent sur le corps (C) ?

.....

2. Donner la condition d'équilibre de corps (C).

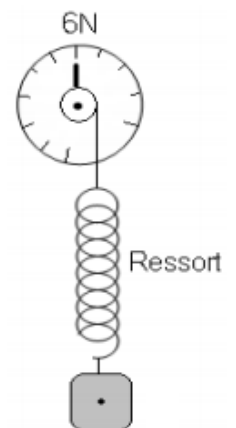
.....

3. Déterminer les valeurs de ces forces et les représenter sur le schéma suivant l'échelle (1 cm \leftrightarrow 3N)

.....

4. En déduire la masse m du corps (C).

.....



5. Donner la relation entre la valeur de la force exercée par le ressort et son allongement Δl .

6. Calculer Δl .

7. Déduire l_0 la longueur initiale du ressort sachant que la longueur finale $l_f = 27$ cm.

On donne l'intensité de champ de pesanteur : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

3. Poussée d'Archimède :

1. Mise en évidence la poussée d'Archimède dans les liquides :

On réalise les expériences ci-dessous :

- l'expérience N°1 : on mesure le poids d'une masse au repos et non immergée.

- l'expérience N°2 : on mesure le poids d'une masse au repos et immergée dans de l'eau.

1. Que remarque-t-on ?

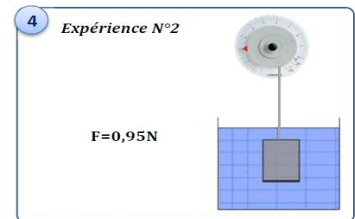
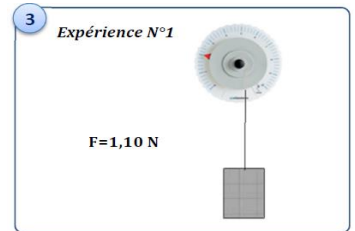
La force exercée sur la masse est moins forte.

2. Que peut-on en conclure ?

Il existe une autre force agissant sur la masse qui vient atténuer son poids.

C'est la poussée d'Archimède, notée F_A .

$$F_A = 1,10 - 0,95 = 0,15 \text{ N}$$



2. Valeur de la poussée d'Archimède :

- On remplit un bécber de versée jusqu'au rebord. (Étape 1)

- Puis on immerge un solide de volume V connu. (Étape 2)

- Enfin, on mesure la masse du volume d'eau déplacé. (Étape 3)

On donne : $g = 9,81 \text{ N/kg}$; $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

Volume d'eau déplacé est : $V = 150 \text{ cm}^3$.

1. Calculer le poids du volume d'eau déplacé.

La masse d'eau déplacé est de $m = 15\text{g}$. Le poids est alors : $P = m \cdot g = 15 \cdot 10^{-3} \times 9,81 = 0,147 \text{ N}$.

2. Calculer le produit $\rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot g$

$$\rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot g = 10^3 \times 150 \times 10^{-5} \times 9,81 = 0,147 \text{ N}$$

3. Comparer les deux résultats.

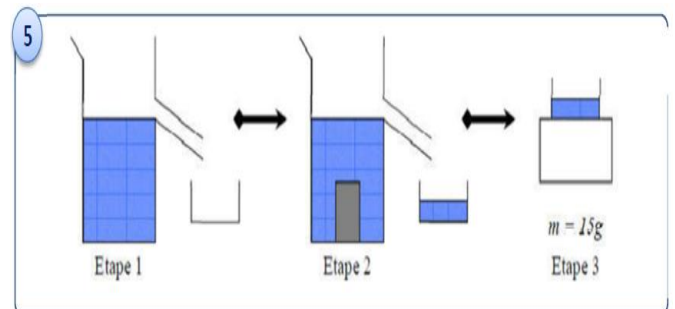
On remarque que le poids du volume déplacé et que le produit $\rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot g$ sont presque égaux entre eux et égaux à la poussée d'Archimède F_A .

4. Que peut-on en conclure ?

Lorsqu'un solide est immergé dans un fluide (liquide ou gaz) de masse volumique , il subit de la part de ce fluide une force \vec{F}_A verticale ascendante au centre de poussée et de valeur :

$$\mathbf{F_A = \rho \cdot V \cdot g}$$

V : le volume de la partie immergée du corps, ou le volume du fluide déplacé



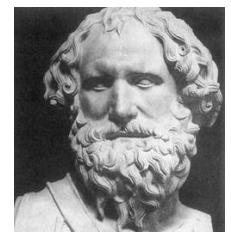
3. Caractéristique de La poussée d'Archimède :

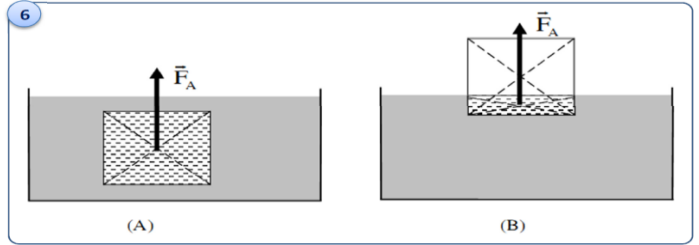
- Point d'application : C le centre de la portion immergée dans le fluide

- Direction : la droite verticale passant par le point d'application C.

- Sens : du bas vers le haut

- Intensité : $F_A = \rho \cdot V \cdot g$





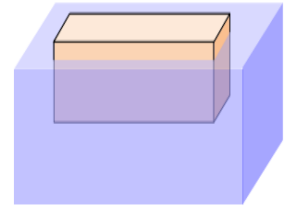
Remarque :

Pour un corps solide homogène immergé totalement (A) ou partiellement (B) dans un liquide. Le centre de poussée et le centre de gravité de la partie immergée de solide en liquide.

Application 2 :

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

On donne : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $g = 10 \text{ N/kg}$



1. Déterminer le système étudié.

2. Faire le bilan des forces agissant sur le système.

3. Le pavé émerge sur une hauteur de 3cm. Calculer le volume de la partie immergée.

4. Calculer l'intensité de la poussée d'Archimède appliquée au pavé.

5. Déduire la valeur du poids du pavé.

6. Calculer la masse du pavé.

7. Calculer le volume du pavé.

8. Préciser le matériau constituant ce pavé.

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