EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

Situation déclenchante

Pourquoi les bateaux flottent-ils sur la mer ?

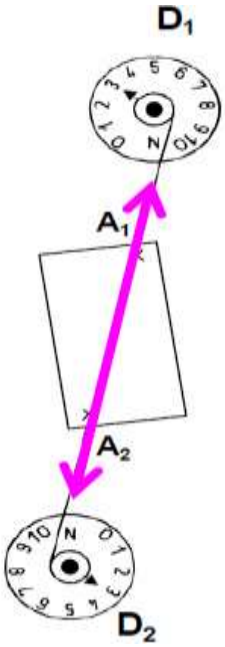
Bilan

Un corps solide peut exister en équilibre si la somme des forces égales à zéro.

I- SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

1- Activité

Une plaque de polystyrène dont le poids est négligeable est soumise à l'action de deux forces par l'intermédiaire De deux fils tendus. Deux dynamomètres D1 et D2 mesurent l'intensité de ces forces.



2- Observation

À **l'équilibre**, nous constatons que :

- Les fils sont dans le prolongement l'un de l'autre,
- les indications des dynamomètres sont identiques.

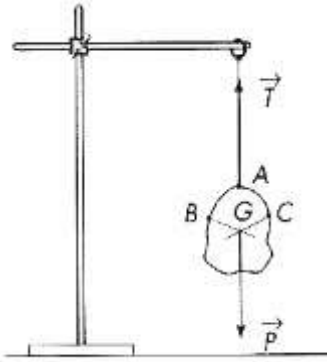
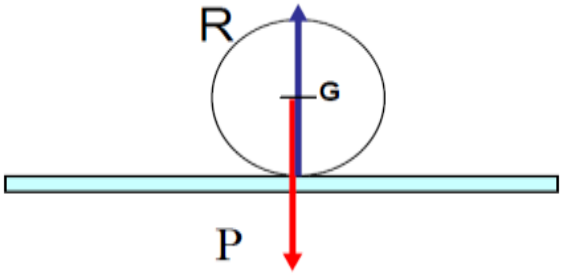
3- conditions d'équilibre

Pour qu'un solide soumis à **deux forces** $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ soit en **équilibre**, il faut que ces deux forces aient même **droite d'action, même valeur mais des sens opposés.**

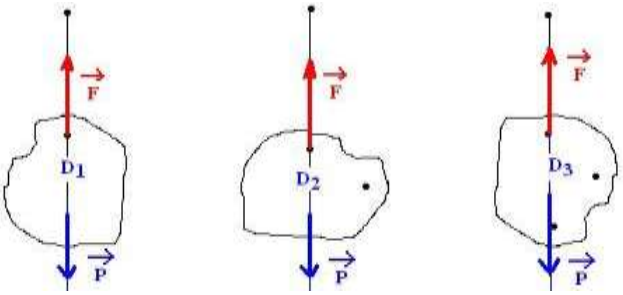
Cette loi se traduit par la relation vectorielle

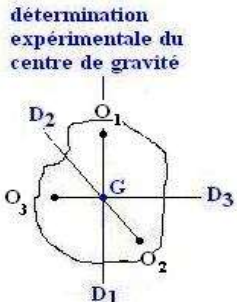
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

4- Exemples d'applications des solides en équilibre soumis à 2 forces

 Corps Suspendu par un fil $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$	 Une bille posée sur un plan horizontal reste en équilibre bien qu'elle soit toujours soumise à son poids P qui l'attire vers le sol. $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

Remarque : Une petite expérience simple permet de déterminer le centre de gravité G.



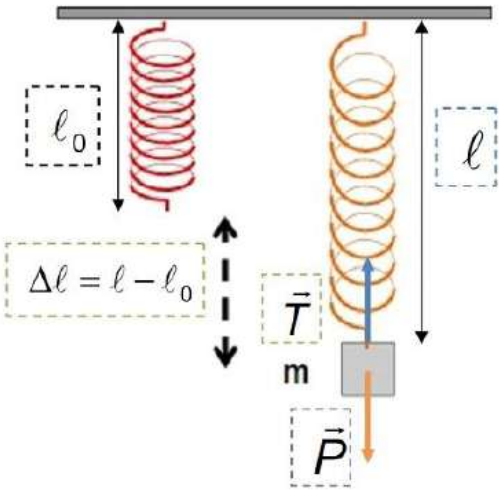


Rappel de l'expérience: l'objet est suspendu en un premier point. A l'équilibre le poids P a nécessairement même support (D_1) que F. L'objet est ensuite suspendu en un deuxième point. Le poids P a nécessairement même support (D_2) que F …etc…. Le poids P ayant pour support respectivement D_1, D_2, D_3…s'applique au point d'intersection G de ces droites qui n'est autre que le centre de gravité de l'objet.

II- APPLICATION A UNE FORCE APPLIQUEE PAR UN ROSSORT

1- Equilibre d'un solide accroché à un ressort : Activité expérimental

On dispose d'un ressort vertical à spires non-jointives suspendu à une potence de longueur à vide ℓ_0. À l'autre extrémité on suspend différentes masses marquées et on mesure chaque fois l'élongation ℓ du ressort (Voir figure).



Exploitation des mesures

i) Faire l'inventaire des forces appliqué au corps (S).

ii) Donner la condition d'équilibre.

iii) Compléter le tableau ci-après. On prendra g = 10 N.kg^{-1}

m (kg)	0	0.2	0.4	0.6	0.8
$\Delta\ell$ (m)	0	0.04	0.07	0.10	0.14
T (N)					

iv) Représenter la variation de l'intensité T en fonction de $\Delta\ell$.

v) Conclure la relation entre T et Δl.

vi) Calculer le coefficient directeur de la courbe T = f(Δl). Qu'appelle-t-on ce coefficient? Qu'il son unité ?

Réponse

i) Les forces appliqué au corps (S) sont :

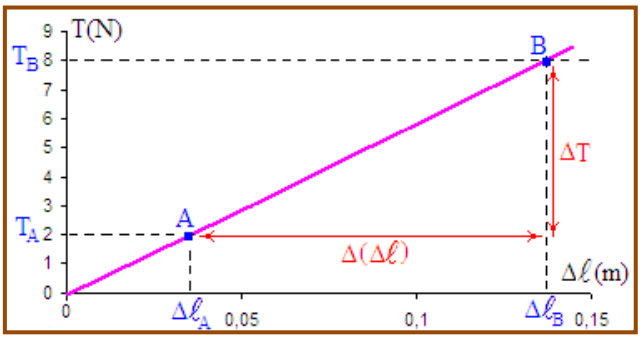
- $\vec{P}$: le poids du corps (S).
- $\vec{T}$: tension du ressort (force de rappel)

ii) La condition d'équilibre : $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

iii) On complète le tableau.

m (kg)	0	0.2	0.4	0.6	0.8
$\Delta\ell$ (m)	0	0.04	0.07	0.10	0.14
T (N)	0	2	4	6	8

iv) Représentation la variation de l'intensité T en fonction de $\Delta\ell$.



v) la relation entre T et Δl.

$$T = k \times \Delta\ell$$

vi) Calculons le coefficient directeur de la courbe T = f(Δl).

$$k = \frac{\Delta T}{\Delta(\Delta\ell)} = \frac{T_B - T_A}{\Delta\ell_B - \Delta\ell_A} = \frac{8-2}{0.14-0.04} = 60 \quad N.m^{-1}$$

k : La constante de raideur du ressort (c'est une caractéristique du ressort), exprimée en N.m^{-1}.

Conclusion

Lorsqu'on suspend un solide à un ressort, le ressort exerce une action sur le solide. Cette action est modélisée par une force : la tension du ressort $\vec{T}$.

- Point d'application : point d'accroche du ressort ;
- Direction : celle du ressort ;
- Sens : opposée à la déformation du ressort ;

- La norme : $\boxed{T = k|\ell - \ell_0| = k|\Delta\ell|}$

Avec k la constante de raideur du ressort en $N.m^{-1}$ et $|\ell - \ell_0|$ l'allongement ou le raccourcissement en m.

2- Poussée d'Archimède : Activité expérimental

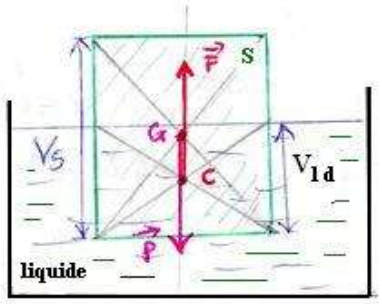
2- 1- Définition : Enoncé du théorème d'Archimède

Tout corps plongé dans un fluide (f) subit de la part de celui-ci une force verticale, dirigée vers le haut, d'intensité égale au poids du liquide déplacé. Cette force est appelée «Poussée d'Archimède» que nous noterons $\vec{F}$.

NB : C'est une force répartie sur toute la surface de la partie immergée. Elle est équivalente à une force unique appliquée au centre de gravité du liquide déplacé appelé: centre de poussée C

2- 2- Equilibre d'un corps flottant

Lorsqu' un solide flotte sur un liquide, il se trouve en équilibre sous l'action de son poids P et de la poussée d'Archimède F qu'il subit.



Expression de l'intensité de cette force :

La masse du liquide déplacé = $\rho_{fluide} \times V_{fd}$

F = Poids du liquide déplacé = $\rho_f \times V_{fd} \times g$

Avec:

ρ_f : masse volumique du liquide (kg/m^3) ; **V_{fd}** : volume du liquide déplacé (m^3);

g : L'intensité de la pesanteur ($N.kg^{-1}$)

Remarque :

Les forces $\vec{P}$ et $\vec{F}$ aient même droite d'action, même valeur et des sens opposés.

Donc, elles vérifiés les conditions d'**équilibre.**

2- 3- Les caractéristiques de la force d'Archimède

Les caractéristiques de la poussée d'Archimède sont :

- Point d'application : centre d'inertie du fluide déplacé (centre d'inertie de la partie immergée du corps (S));
- Direction : la droite verticale passante par le centre d'inertie ;
- Sens : vers le haut ;
- La norme : égale au poids du fluide déplacé $\boxed{F = \rho_f \cdot V_{fd} \cdot g}$

Remarque :

- Un corps flottant est donc en équilibre, lorsqu'il soumit à deux forces:

$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{O} \quad ; \quad \vec{P} = -\vec{F} \quad \text{et} \quad P = F$$

Par conséquent :

$$F = P$$

$$\rho_\ell \cdot V_{\ell d} \cdot g = \rho_s \cdot V_s \cdot g$$

$$\rho_\ell \cdot V_{\ell d} = \rho_s \cdot V_S$$

V_S : volume du solide S ;

ρ_S : masse volumique du solide S

- La poussée d'Archimède dans l'air reste généralement faible par rapport au poids sauf si l'objet est léger et volumineux (ballon).
- La poussée d'Archimède dans l'air est souvent négligée car la masse volumique de l'air est très faible ($\rho_{air} = 1{,}3\,kg.m^{-3}$).

III- APPLICATIONS