



THEME 1 : MECANIQUE

TITRE DE LA LEÇON : ÉQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

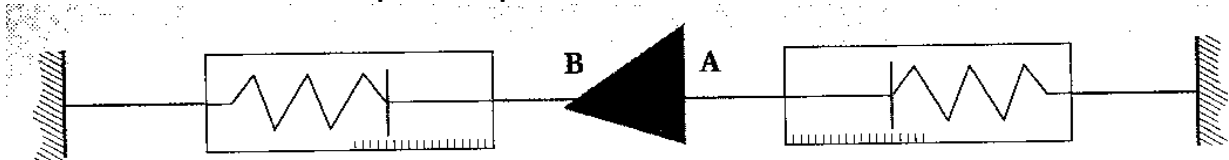
Pendant les congés scolaires qu'elle passe dans son village, une élève de la 2nde C du lycée Moderne Minignan se rend à la fontaine d'eau. Elle observe une femme arrêtée sous un arbre, son seau d'eau sur la tête, sans le tenir par les mains. De retour en classe, elle rapporte son observation à ses amis. Pour comprendre cette situation, ils décident sous la supervision de leur professeur de physique-chimie, de déterminer les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces et de représenter ces deux forces.

II. CONTENU

1- CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

1.1 Conditions d'équilibre

1.1.1- Schéma du dispositif expérimental



1.1.2- Résultats.

À l'équilibre, l'on constate que :

- Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont le même support.
- Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont de sens opposés.

1.1.3- Conclusion

Un solide soumis à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est en équilibre si les deux forces ont :

- la même direction
- des sens opposés
- la même intensité (valeur).

Cela est traduit par la relation vectorielle :

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

Application n°1

Reconstitue une phrase ayant un sens à l'aide des mots ou groupes de mots ci-dessous :

des sens/ à deux forces/ même valeur. / équilibre/ deux forces/ Un solide/ est en/ même direction, / opposés/ soumis/ ont la/ si les/ et la

Résolution

Un solide soumis à deux à deux forces est en équilibre si les deux forces ont la même direction, des sens opposés et la même valeur.

1.2 Etude de quelques exemples

1.2.1 Solide posé sur un plan horizontal

Le solide est en équilibre sous l'action de deux forces :

- le poids \vec{P} du solide ;
- la réaction \vec{R} du support.

Le solide étant en équilibre, on a :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

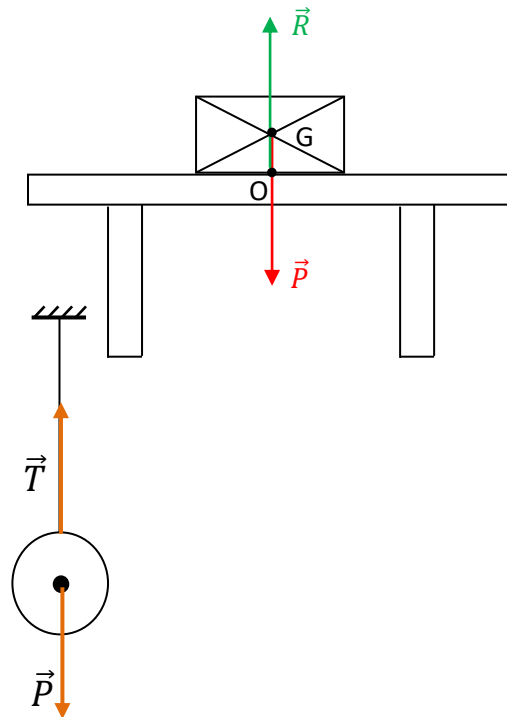
1.2.2 Solide suspendu par un fil

Le solide est en équilibre sous l'action de deux forces :

- le poids \vec{P} du solide ;
- la tension \vec{T} du fil.

Le solide est en équilibre, donc on a :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$



1.2.3 Solide posé sur un plan incliné

L'équilibre n'est possible que sur une surface rugueuse.

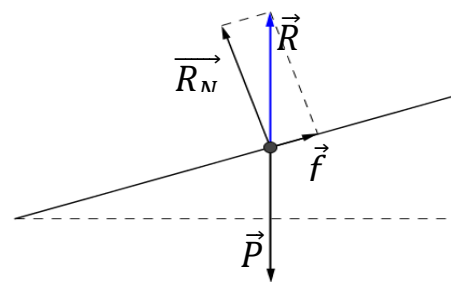
Dans ce cas, la réaction \vec{R} du support se décompose en :

- une réaction normale \vec{R}_N orthogonale au plan incliné et
- une réaction tangentielle appelée force de frottement \vec{f}

tangent au plan incliné et opposé au déplacement du

$$\text{solide : } \vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$$

Lorsque le solide est en équilibre, on a : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$



Application n°2

Une petite sphère de masse $m=100\text{g}$ est suspendue à une ficelle inextensible et de masse négligeable.

A l'équilibre, les deux forces qui s'exercent sur la sphère sont :

- 1-a) le poids de la sphère et la réaction du support.
- 1-b) le poids de la sphère et la tension du fil.
- 1-c) le poids de la sphère et la poussée d'Archimède.

Recopie la bonne réponse.

2-a) l'intensité de l'une des forces est $0,1\text{N}$ et celle de l'autre est 1N .

2-b) l'intensité des forces est 1N et celle de l'autre force est -1N .

2-c) les deux forces ont une même intensité de 1N .

Recopie la bonne réponse.

Résolution

1-b) le poids de la sphère et la tension du fil

2-c) les deux forces ont une même intensité de 1N .

2- DIFFÉRENTS TYPES D'ÉQUILIBRE

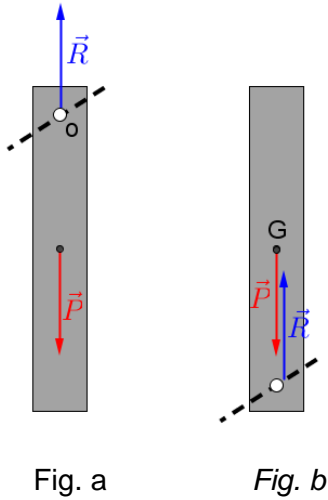


Fig. a

Fig. b

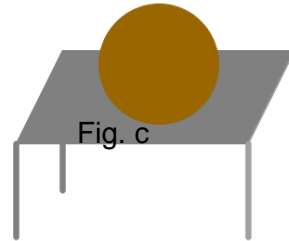


Fig. c

Fig. a : La règle, écartée de cette position d'équilibre, y revient après plusieurs oscillations : l'équilibre est dit stable.

Fig. b : La règle, écartée de cette position d'équilibre, s'en éloigne : l'équilibre est dit instable.

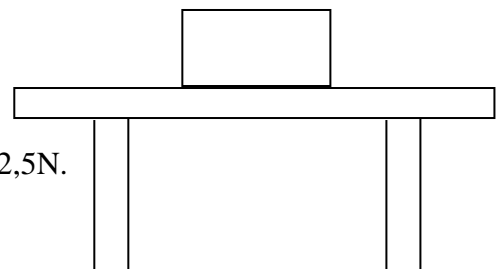
Fig. c : La sphère, écartée de cette position d'équilibre, reste toujours en équilibre : l'équilibre est dit indifférent.

Remarque : L'équilibre d'un solide soumis à deux forces est stable si les deux forces s'éloignent l'une de l'autre (fig. a).

III-SITUATION D'ÉVALUATION

Un dictionnaire de masse $m=500\text{g}$ est posé sur une table comme l'indique le schéma ci-contre. L'attraction de la pesanteur est $g=10\text{N/kg}$.

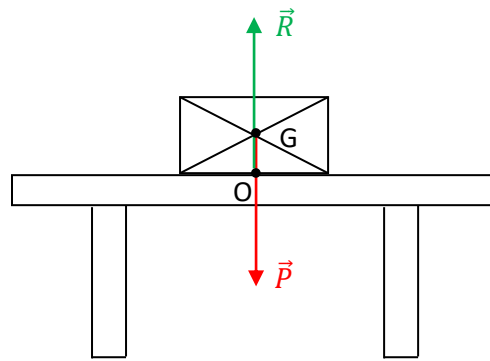
- 1- Cite les deux forces s'exerçant sur le dictionnaire.
- 2- Calcule les valeurs de ces forces.
- 3- Représente les forces citées ci-dessus. Echelle : 1cm pour 2,5N.



Résolution

Système : un dictionnaire

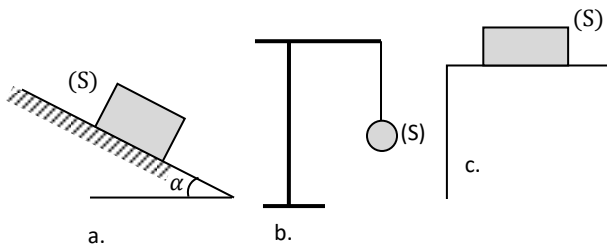
- 1- Les deux forces sont : le poids \vec{P} du dictionnaire et la réaction \vec{R} de la table.
- 2- Valeur des forces : $P = m \cdot g$; AN: $P = 5\text{N}$; A l'équilibre du solide $P = R = 5\text{N}$.
- 3- Echelle : 1cm pour 2,5N
2cm pour 5N.



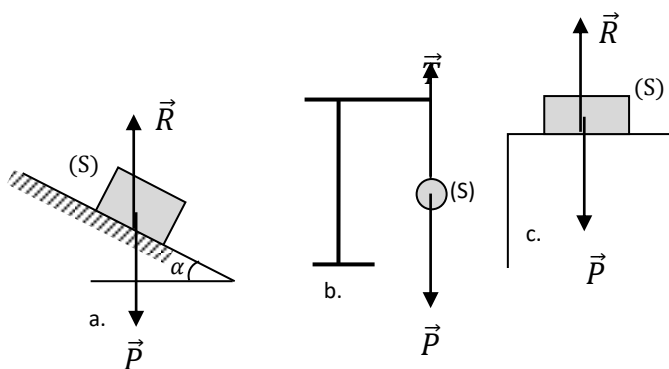
III. EXERCICES

EXERCICE 1

Représente pour chacun des cas ci-dessous, les forces appliquées au solide (S) en équilibre.



corrigé



EXERCICE 2

Tu accroches un solide de masse $m = 150\text{g}$ à un ressort fixé en un point A. L'ensemble est en équilibre. Représente:

1. les forces qui s'exercent sur le solide ;
2. les forces qui s'exercent sur le ressort.

corrigé

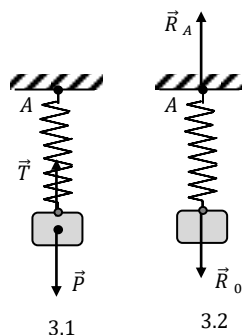
3.1 Système : Solide de masse m

Bilan des forces

\vec{P} : Le poids du solide

\vec{T} : Tension du ressort

3.2 Système : ressort



Bilan des forces

\vec{R}_A : Réaction du support en A

\vec{R}_O : Réaction du solide sur le ressort

EXERCICE 3

Complète le texte ci-dessous en écrivant le numéro suivi du mot ou groupe de mots qui convient avec les mots suivants :

frottement- contraire- forces- droite d'action- réaction normale - poids- réaction- équilibre-tangentielle.

Un bloc de glace est posé sur un plan incliné rugueux. Ce bloc de glace est en1... sous l'action de deux2.....de même.....3..de sens...4.....et de même intensité. L'une des forces est le5.....du bloc de glace. L'autre force est la6..... du plan incliné. Cette dernière force a deux composantes : la.....7..... et la force de ...8.....ou réaction.....9..... .La force de frottement est opposée au déplacement.

corrigé

1-équilibre ; 2 – forces ; 3 – droites d'action ; 4 – contraire ; 5 – poids

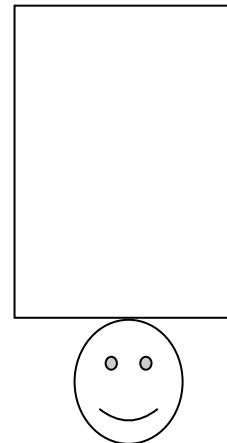
6-réaction ; 7 – réaction normale ; 8 – frottement ;

9 –réaction tangentielle

EXERCICE 4

Pendant les congés scolaires qu'elle passe dans son village, ta voisine de classe se rend à la fontaine d'eau. Elle observe une jeune fille du village qui porte un seau d'eau sur la tête sans le tenir par les mains. Le seau d'eau a une masse de 15kg et $g=10N/kg$. De retour en classe, elle te sollicite pour représenter les forces qui s'exercent sur le seau tête.

- 1- Définis le système et fais le bilan des forces qui s'exercent sur le seau d'eau.
- 2- Calcule l'intensité de chaque force.
- 3- Reproduis le schéma ci-contre et représente les forces qui s'exercent sur le seau d'eau.
- 4- L'équilibre du seau d'eau est-il stable ? justifie ta réponse.



Résolution

- 1- Système : un seau d'eau

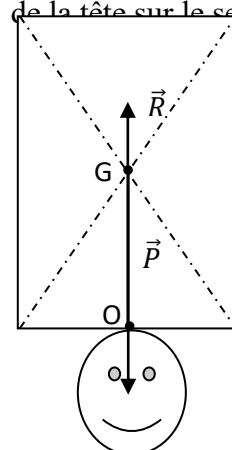
Bilan des forces extérieures : le poids \vec{P} du seau d'eau ; la réaction \vec{R} de la tête sur le seau d'eau.

- 2- $P = m \cdot g$; AN: $P = 150N$ et $P = R = 150N$.

- 3- Représentation des forces

Le poids s'exerce au centre de gravité G et la réaction s'exerce en O.

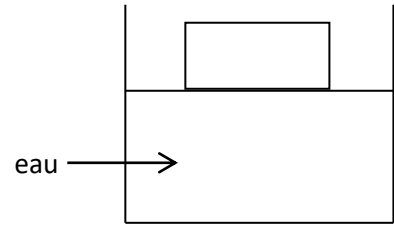
- 4- L'équilibre du solide n'est pas stable car les droites d'action des deux forces ne s'éloignent pas.



EXERCICE 5

Un élève de la 2nde A plonge entièrement un objet en polystyrène, ayant la forme d'un parallélépipède dans une bassine d'eau. Lorsqu'il lâche l'objet, ce dernier remonte aussitôt à la surface de l'eau et s'immobilise quelques instants plus tard (voir figure ci-dessous). La masse de l'objet est $m=150\text{g}$ et $g=10\text{N/kg}$. L'élève veut représenter les forces qui s'exercent sur l'objet et il sollicite ton aide.

- 1- Donne le nom de :
 - 1.1- la force qui fait remonter l'objet en polystyrène.
 - 1.2- l'autre force qui s'exerce sur l'objet.
- 2- Cite la condition d'équilibre de l'objet en polystyrène.
- 3- Détermine les valeurs des deux forces.
- 4- Représente les deux forces sur un schéma bien visible.
Echelle : 1cm pour 0,5N.



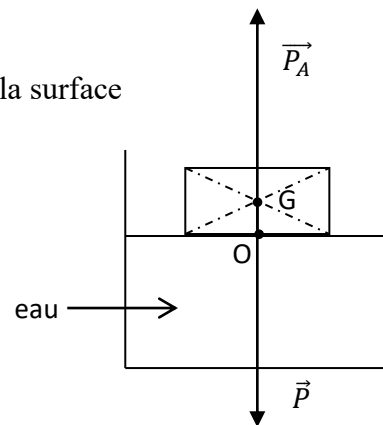
Résolution

Système : un solide en polystyrène.

- 1.1- La force qui fait remonter le solide est la poussée d'Archimède.
- 1.2- L'autre force est le poids.
- 2- Le solide en polystyrène est en équilibre si les deux forces ont la même direction, des sens opposés et la même valeur.
- 3- Valeur des deux forces : $p = m \cdot g$; AN: $P = 1,5\text{N}$ et $P = P_A = 1,5\text{N}$. car les deux forces ont la même intensité.
- 4- Représentation des forces.

Le poids s'exerce au point G (centre de gravité)

La poussée d'Archimède s'exerce au point O (milieu de la surface de contact entre le solide et l'eau)



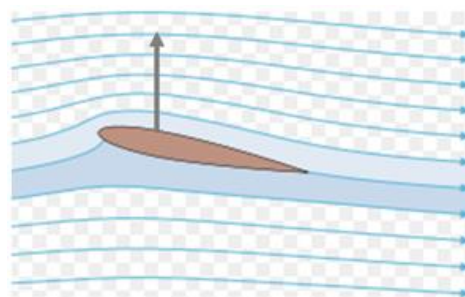
IV. DOCUMENTATION

Comment les avions volent-ils ?

Un avion est plus lourd que l'air et pourtant il vole. L'une des raisons est que l'avion s'appuie sur l'air. Ses ailes ne sont pas parallèles au sol, elles sont conçues pour être légèrement inclinées vers le haut. Ainsi, elles dévient l'air vers le bas, ce qui crée une poussée vers le haut.

Le phénomène est identique quand un passager sort sa main par la fenêtre d'une voiture qui roule vite : en inclinant la main, l'air part vers le bas, ce qui pousse la main vers le haut.

Le pilote peut accentuer plus ou moins l'effet en inclinant l'avion, et en ouvrant les volets situés sous les ailes.



L'autre raison, la plus importante, est que l'avion est aspiré vers le haut. En effet, les ailes ont une forme bombée pour que l'air circule plus vite au-dessus (l'air qui passe au-dessus emprunte un chemin plus

long). Cela provoque une dépression qui aspire l'aile vers le haut (*principe de Bernoulli* : plus la vitesse d'un fluide augmente, et plus la pression qu'il exerce autour de lui diminue).

Le phénomène est identique quand on souffle entre deux feuilles : celles-ci se rapprochent, car la vitesse de l'air entre les feuilles est plus grande que la vitesse de l'air à l'extérieur des feuilles.

<http://www.jesuiscultive.com/>

