[redacted]

23/10/13

DEPARTEMENT DE SCIENCES - PHYSIQUES

OLINGOU
BRUNETTE

LYCEE VICTOR AUGAGNEUR

RECUEIL D'EXERCICES DE PHYSIQUE NIVEAU 2de

TOME 1

OPTIQUE GEOMETRIQUE

ET

STATIQUE DES SOLIDES

Saisie et mise en forme par Paul ZAMOUANGANA chef de département adjoint

Octobre 2010

PREFACE

Ce recueil d'exercices de physique niveau Seconde C a été collectionné en conformité, tant dans les normes que dans l'esprit, avec les objectifs du programme en vigueur. Une attention particulière a été portée à la rédaction, le texte devant rester simple et concret. Dans un but d'efficacité pédagogique, nous avons conçu ce recueil pour permettre à l'apprenant de s'exercer progressivement en utilisant ses connaissances et savoir faire tout en pratiquant une démarche scientifique.

Nous n'avons pas voulu insérer les solutions dans ce recueil dans le seul but que les collègues s'en servent comme exercices d'application tout au long de leurs enseignements..

Ce premier tome qui ne renferme que des exercices sur l'optique et la statique des solides, sera suivi d'un Tome 2 sur la statique des fluides.

Nous serons reconnaissants à nos collègues utilisateurs de nous faire part de leurs remarques et les en remercions par avance.

Les auteurs

TABLE DE MATIERE/

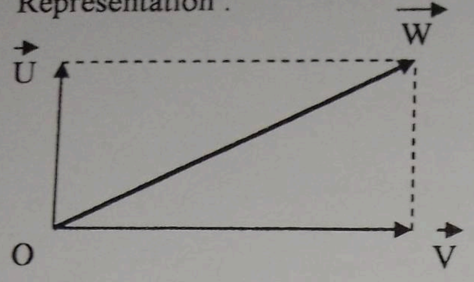
RAPPELS DE MATHEMATIQUES :

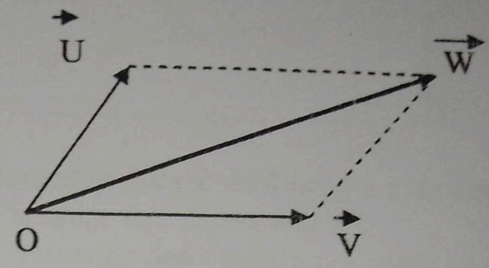
1- Calcul vectoriel :

a- Somme des vecteurs :

La somme de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$ donne un vecteur $\overrightarrow{W}$ tel que $\overrightarrow{W} = \vec{U} + \vec{V}$.

Représentation :





$\mathbf{W^2 = U^2 + V^2}$

$\mathbf{W^2 = U^2 + V^2 + 2U.V.\cos(\vec{U}, \vec{V})}$

b- Produit scalaire de deux vecteurs:

Le produit scalaire de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$, est un scalaire défini par :

$$\vec{U} \cdot \vec{V} = U.V \cos(\vec{U}, \vec{V})$$

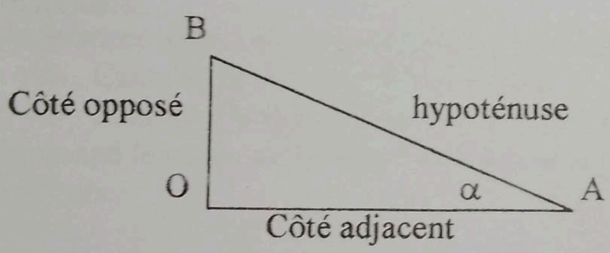
Remarque :

- Si $\vec{U} \perp \vec{V}$, on a $\vec{U} \cdot \vec{V} = 0$
- Si $\vec{U} \,//\, \vec{V}$ de même sens, on a $\vec{U} \cdot \vec{V} = U.V$
- Si $\vec{U} \,//\, \vec{V}$ de sens contraires, on a : $\vec{U} \cdot \vec{V} = - U.V$

2- Notion de trigonométrie :

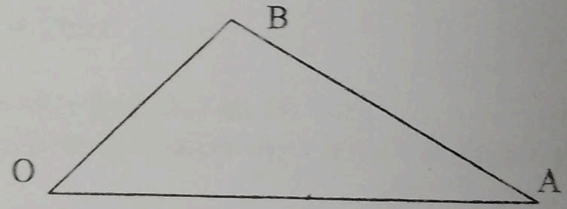
a- Triangle rectangle

:



Sin α = côté opposé / hypoténuse
Cosα = côté adjacent / hypoténuse
tanα = sinα / cosα ou
tan α = côté opposé / côté adjacent

b- Triangle quelconque :

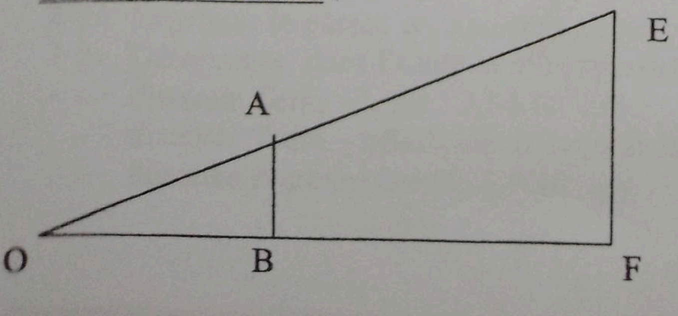


$\mathbf{AB^2 = OA^2 + OB^2 - 2OA.OB \cos O}$
$\mathbf{OB^2 = AB^2 + OA^2 - 2\,AB.OA \cos A}$
$\mathbf{OA^2 = AB^2 + OB^2 +\!- 2AB.OB \cos B}$

$\mathbf{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1}$

Théorème de Pythagore : $\mathbf{AB^2 = OA^2 + OB^2}$

Théorème de Thalès :



EF / AB = OF / OB = OE / OA

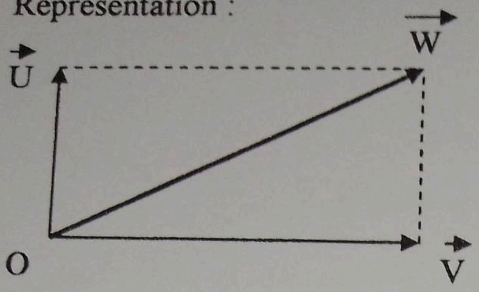
RAPPELS DE MATHEMATIQUES :

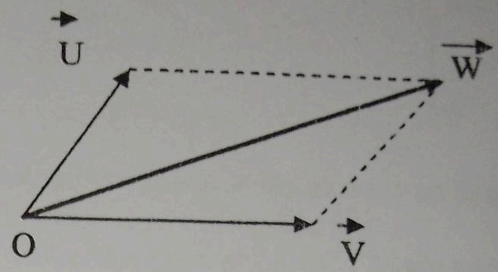
1- Calcul vectoriel :

a- Somme des vecteurs :

La somme de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$ donne un vecteur $\vec{W}$ tel que $\vec{W} = \vec{U} + \vec{V}$.

Représentation :





$W^2 = U^2 + V^2$

$W^2 = U^2 + V^2 + 2U.V.\cos(\vec{U}, \vec{V})$

b- Produit scalaire de deux vecteurs:

Le produit scalaire de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$, est un scalaire défini par :

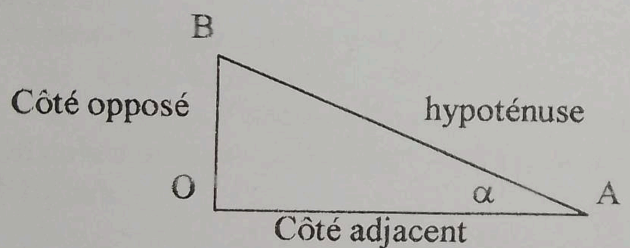
$$\vec{U} \cdot \vec{V} = U.V \cos(\vec{U}, \vec{V})$$

Remarque :

- Si $\vec{U} \perp \vec{V}$, on a $\vec{U} \cdot \vec{V} = 0$
- Si $\vec{U} // \vec{V}$ de même sens, on a $\vec{U} \cdot \vec{V} = U.V$
- Si $\vec{U} // \vec{V}$ de sens contraires, on a : $\vec{U} \cdot \vec{V} = - U.V$

2- Notion de trigonométrie :

a- Triangle rectangle
:

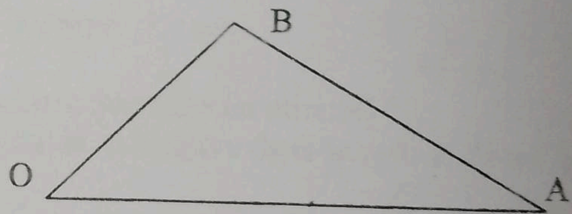


Sin α = côté opposé / hypoténuse
Cosα = côté adjacent / hypoténuse
tanα = sinα / cosα ou
tan α = côté opposé / côté adjacent

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

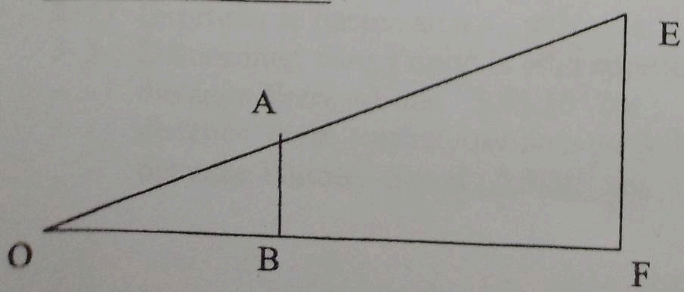
Théorème de Pythagore : $AB^2 = OA^2 + OB^2$

b- Triangle quelconque :



$AB^2 = OA^2 + OB^2 - 2OA.OB \cos O$
$OB^2 = AB^2 + OA^2 - 2\ AB.OA \cos A$
$OA^2 = AB^2 + OB^2 +- 2AB.OB \cos B$

Théorème de Thalès :

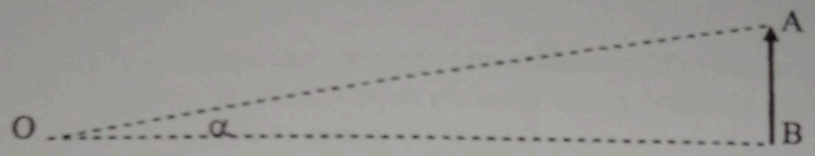


EF / AB = OF / OB = OE / OA

OPTIQUE GEOMETRIQUE

Exercice 1 :

Un observateur dont l'œil est placé en O, regarde un objet d'extrémité AB. On appelle angle apparent sous lequel AB est vu par O, l'angle α égal à (AOB) exprimé en radians.



a- Un homme observe un immeuble distant de 4 km sous un angle apparent de $2,5.10^{-3}$ rad. Quelle est la hauteur de l'immeuble ?

b- Un œil peut distinguer en moyenne deux points si l'angle apparent sous lesquels ils sont vus est supérieur à 3.10^{-4} rad. A partir de quelle distance l'homme ne distinguera – t – il plus l'immeuble ? On néglige la courbe de la Terre.

c- Déterminer la valeur de l'angle apparent sous lequel on voit :

- La Terre de la Lune ;
- La Lune de la Terre :
- Le Soleil de la Terre.

d- Justifier le fait que la Lune et le Soleil ont pratiquement les mêmes dimensions apparentes, vues de la Terre.

Données :

Distance Terre – Lune : $3,84.10^{5}$ km ; distance Terre – Soleil : $1,50.10^{8}$ km (il s'agit de la distance séparant les centres des astres).

Rayon de la Terre : $6,40.10^{3}$ km ; rayon de la Lune : $1,74.10^{3}$ km ; rayon du Soleil : $7,0.10^{5}$ km

Exercice 2 :

Un faisceau met 2,6 ans pour parcourir la distance Terre – Lune.

1- Calculer la distance Terre – Lune.

2- Pour quel angle la lune est- elle vue de la terre (exprimé en minute) ?

On donne le rayon de la lune : 1700km et la célérité de la lumière dans le vide et dans l'air : 3.10^{8}m/s.

Exercice 3

L'année lumière est une unité astronomique utilisée essentiellement dans les manuels de vulgarisation.

Les astronomes, pour exprimer les distances à l'échelle du système solaire, utilisent plutôt l'unité astronomique (u.a). Elle correspond à la distance moyenne Terre – Soleil :

$$1 \text{ u.a} = 1,5.10^{8} \text{ km}$$

A l'extérieur du système solaire, ils utilisent le parsec (p.c). Pour définir cette unité, on imagine un cercle de centre O, de rayon R très grand et une corde de ce cercle de longueur égale à 1u.a. La valeur du rayon R est de 1 parsec (1 pc) lorsque la corde précédente est vue, depuis le point O, sous un angle d'une seconde d'arc.

1-Exprimer l'unité astronomique en années de lumière.

2- Exprimer le parsec en u.a., puis en a.l.

3- Déterminer, dans l'unité la plus approchée, les distances suivantes :

- distance Terre – Lune : $3,84.10^{5}$ km ;
- distance Terre – nébuleuse de type de la Lyre : 2300 a.l ;
- distance Pluton – Soleil : $5,9.10^{9}$ km

Exercice 4 :

Une source ponctuelle est placée à 1m, sur l'axe passant par le centre d'un disque opaque.

Eclairé par cette source, le disque projette sur un écran placé à une distance d' de lui, une ombre. La surface du disque est égale à 1/6 de celle de l'ombre. Calculer la distance g à laquelle est placée l'écran par rapport à la source.

Exercice 5 :

Un arbre vertical de 5m de hauteur, projette son ombre de 20m sur le sol horizontal.

1- Quel angle (en degrés, en minute et en radians) fait la verticale avec une droite passant par le sommet de l'arbre et le centre du soleil ?
2- Déterminer la longueur de l'ombre si le soleil émet la lumière à 60° de l'horizontal.

Exercice 6 :

Un obstacle circulaire de diamètre d, donne une ombre portée sur l'écran de diamètre D quatre fois plus grand que celui de l'obstacle. Etant donné que l'obstacle est placé entre la source de lumière ponctuelle et l'écran, à 2m de la source ;

1- Faire une représentation claire du dispositif d'étude.
2- Déterminer la distance qui sépare l'obstacle de son ombre.
3- Calculer l'angle du cône d'ombre pour d = 20cm.

Exercice 7 :

Un lustre éclaire de rayons quasi parallèles un bibelot de hauteur h = 50cm posé sur une table. Les rayons sont inclinés de 30° par rapport à l'horizontale.
Déterminer la longueur de la zone d'obscurité (ombre) due au bibelot le long de la table.

Exercice 8 :

On considère :

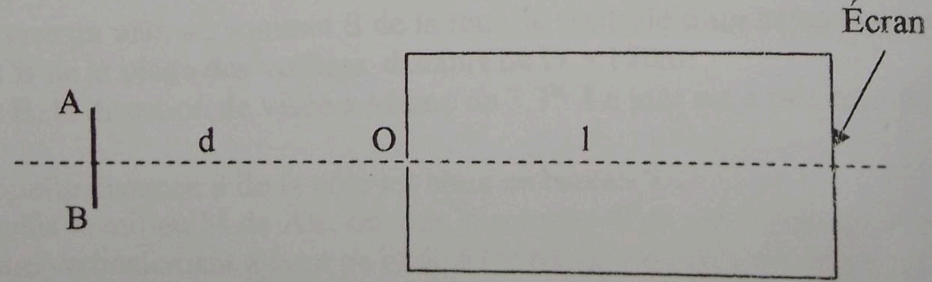
- Une source ponctuelle S située à la distance D = 2m d'un mur M.
- Un écran circulaire opaque de rayon r = 10 cm situé à la distance d = 0,50 m de S et disposé parallèlement au mur. Les centres de E et S sont sur la même droite horizontale.

a- Montrer qu'il apparaît une zone d'obscurité (ombre) sur le mur.
b- Déterminer sa forme et ses dimensions.

Exercice 9 :

La chambre noire est l'ancêtre de l'appareil photographique ; elle est constituée d'une boite parallélépipédique peinte en noire ; une de ses faces est percée d'un petit trou O ; la face opposée est remplacée par un écran translucide destiné à recevoir la pellicule. La distance séparant les deux faces est l = 30 cm.

Face à O, à une distance d = 15 cm, on place un objet plan AB de hauteur h = 2 cm, fortement éclairé.



a- Qu'observe – t – on sur l'écran de la chambre noire ?
b- Calculer la hauteur de la tâche lumineuse observée.

c- On soulève l'objet AB verticalement de 2 cm vers le haut. Dans quel sen et de combien se déplace la tâche lumineuse su l'écran ?

Exercice 10 :

Un obstacle circulaire de diamètre d, donne une ombre portée sur l'écran de diamètre D quatre fois plus grand que celui de l'obstacle. Etant donné que l'obstacle est placé entre la source de lumière ponctuelle et l'écran, à 2m de la source ;

1- Faire une représentation claire du dispositif d'étude.

2- Déterminer la distance qui sépare l'obstacle de son ombre.

2- Calculer l'angle du cône d'ombre pour d = 20 cm.

Exercice 11 :

Pour mesurer le diamètre D d'une bille, un élève la pose sur la graduation d'une règle horizontale, puis il la vise en plaçant un œil verticalement au dessus . Il trouve un diamètre D = 18 mm.

1- Représenter cette expérience par un schéma et expliquer pour quoi le résultat trouvé par l'élève n'est pas tout à fait exact.

2- La distance d de l'œil à la règle étant égale à 30cm, retrouver la valeur correcte du diamètre de la bille. Exprimer l'erreur commise par l'élève en pour cent.

Exercice 12 :

On veut mesurer la distance séparant deux arbres A et B situés de part et d'autre d'une rivière.

De A, on vise B, puis un point C tel que l'angle (B, A ; C) soit égal à 90°.

On mesure alors la distance AC = 42m.

De C, on vise A, puis B ; on trouve un angle de 50°.

1- Schématiser la situation.

2- En déduire la distance entre les deux arbres.

Exercice 13 :

La place de Saint – Pierre de Rome, est entourée par des colonnes légères de loin et massives de près. Un obélisque de 80 pieds de haut, qui paraît à peine élevé en présence de la coupole de Saint – Pierre, est au milieu de la place.

La distance d entre l'obélisque et l'axe de la coupole est de 300 m, et la coupole est haute de H = 138m.

En réalisant un schéma à l'échelle, trouver à quelle distance de l'obélisque il faut se placer pour observer dans le même alignement les points les plus hauts de l'obélisque et de la coupole.

Données : 1 pied = 30,48 cm.

Exercice 14 :

On vise un mât, au sommet S de la tour de contrôle d'un bateau au large, depuis deux points A et B de la plage des voiliers, distants de D = 150m.

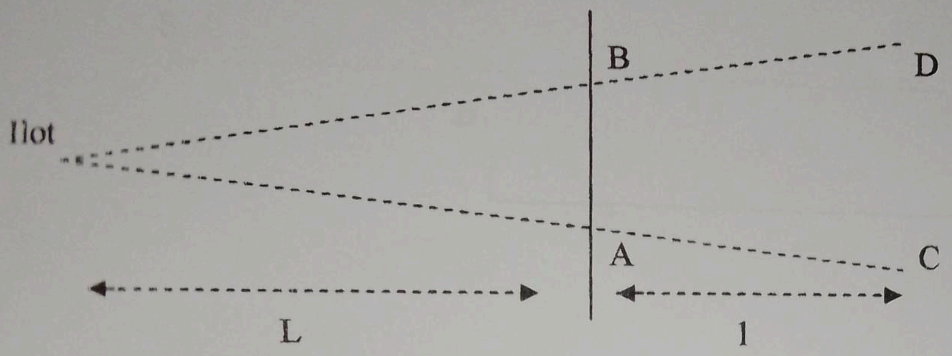
De A à B, la direction de visée à tourné de 3,3°. Le mât est à peu près sur la médiatrice de AB.

1- A quelle distance d de la côte est situé ce bateau ?

2- Depuis le milieu M de AB, on vise le sommet S du mât à travers une règle transparente tenue verticalement à bout de bras, à l = 60 cm de l'œil. On aligne la base (niveau de la mer) avec le zéro de la règle. Dans l'alignement de quelle division le sommet S du mât apparaît – il, si la hauteur de l'ensemble bateau – mât étant H = 25m par rapport au niveau de la mer ?

Exercice 15 :

Pour évaluer la distance L séparant un îlot du rivage, Laurent réalise les mesures suivantes. Il plante deux piquets en A et B (AB = 80m) sur le rivage.
Il s'éloigne en suite de l = 150m du rivage et vise le centre de l'îlot en se déplaçant parallèlement au rivage, de façon à aligner l'îlot successivement avec les deux piquets. La distance séparant les lieux de ces visées est CD = 86 m.
Quelle distance L sépare le rivage de l'îlot ?



Exercice 16 :

Situé à la distance d d'un clocher de hauteur H, un observateur tend une règle verticale à l = 50 cm de son œil.
En alignant le zéro avec la base du clocher, il observe le sommet dans la graduation 10 cm. Il marche ensuite dans la rue horizontale menant droit au clocher et répète l'expérience après être rapproché de d' = 40 m. Le sommet s'aligne alors avec la graduation 12 cm.

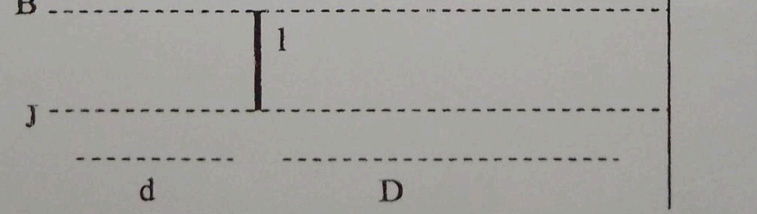
1- Représenter sur le même schéma, sans soucis d'échelle, les deux visées.
2- Déterminer d et H.

Exercice 17 :

Un visiteur à Paris veut connaître la hauteur de la tour Eiffel. Pour cela, il se place au pont de l'Alma et vise la tour à travers une règle translucide qu'il tient verticalement à bout de bras. La règle est à l = 60 cm de son œil. En alignant le zéro de la règle avec l'esplanade de la tour (qu'il devine), il constate que le sommet s'aligne avec la graduation 24cm.
Sur un plan à l'échelle 1/10000, il mesure une distance d' = 7,5cm entre le milieu du pont et le centre de la base de la tour.
Déterminer la hauteur H de la tour Eiffel.

Exercice 18 :

On réalise l'expérience schématisée ci – dessous, avec deux sources ponctuelles B de couleur bleue et J de couleur jaune, distante de 40cm. Une bande de largeur l = 40 cm et de grande longueur, est interposée entre les deux sources et un écran.

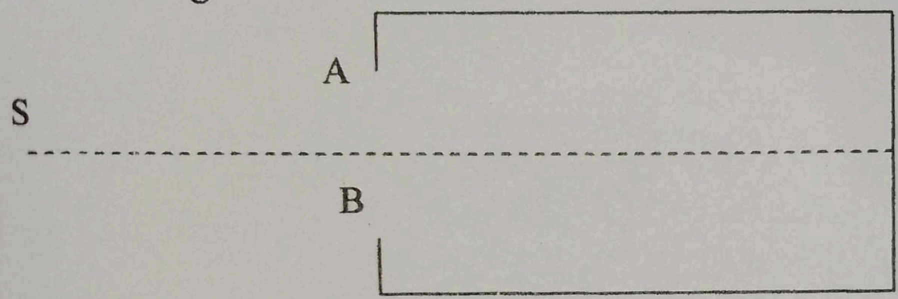


1- On observe sur l'écran des bandes noires, jaunes, bleues et vertes. Pour quoi ?
2- Déterminer la largeur des bandes noires, jaunes et bleues, pour d = 50cm et D = 1m.

Exercice 19 :

La face d'entrée d'une chambre noire est constituée d'un diaphragme de diamètre AB = 15 cm. Sur l'axe de AB, on place une source ponctuelle S à une distance d = 30cm de AB. Sachant que la profondeur de la chambre noire est L = 60 cm,

1- Dessiner le faisceau lumineux issu de S qui frappe le fond de la chambre noire.
2- Quelle est la nature du faisceau lumineux ?
3- Calculer le diamètre D de la tâche lumineuse observée sur le fond de la boite.
4- Déduire l'angle du cône d'ombre.



NOTION DE FORCE :

Exercice 1 :

Représente et calcule l'intensité de la résultante des forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$, d'origine O dont les directions font entre elles un angle de 30°.

On donne : $F_1 = 50$ N ; $F_2 = 30$ N ; échelle : 1 cm pour 10 N

Exercice 2 :

On donne les expressions des forces suivantes dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

$\vec{F_1} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ et $\vec{F_2} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$.

1- Donne l'expression de la force $\vec{F_3} = \vec{F_1} + 2\vec{F_2}$.
2- Faire la représentation des trois forces dans le repère.
3- Quelle est l'intensité de chacune de ces forces.

Exercice 3 :

Deux forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ ont un même point d'application et ont pour intensité $F_1 = 40$N et $F_2 = 30$N. La force $\vec{F_1}$ est horizontale et dirigée de la gauche vers la droite.

Déterminer les caractéristiques de la résultante $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$ dans les cas suivants :

1- $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ sont perpendiculaires.
2- $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ font un angle de 180°.
3- $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ font un angle de 120°.

Exercice 4 :

Trois forces $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ et $\vec{F_3}$ s'exercent sur un corps au point G. On donne $F_1 = 6$N ; $F_2 = 6$N et $F_3 = 3$N. La force $\vec{F_2}$ est verticale et les angles entre $(\vec{F_1}, \vec{F_3}) = \pi$ rd et entre $(\vec{F_1}, \vec{F_2}) = \pi/2$ rd.

1- Représenter les trois forces ; Echelle : 1 cm $\longrightarrow$ 1N.
2- Déterminer graphiquement et par calcul la résultante $\vec{F}$ des trois forces.
3- Déterminer l'angle $(\vec{F_1}, \vec{R})$ sachant que $\vec{R}$ est l'opposé de $\vec{F}$.

Exercice 5 :

Le poids d'un corps varie selon la loi $g = go\, R_t^2/(R_t + H)^2$ avec go : constante de pesanteur au sol, Rt : rayon de la Terre et H : altitude.

1- Une caisse parallélépipédique en verre de masse 1kg et de dimension L = 40 cm, l = 20 cm et h = 10 cm, contient du mercure de masse volumique 13,6 g/ cm^3. Calcule la masse de mercure qu'elle contient.
2- Cette caisse est transportée de Pointe – noire pour Paris. Quelle est la variation relative de son poids ?
3- A Paris la caisse est transportée à une altitude H où son poids devient le tiers de sa valeur au sol.
   a- Calcule la variation relative de son poids.
   b- En déduire l'altitude H.

On donne: go(P/noire) = 9,78 N/kg ; go(Paris) = 9,81 N/kg ; R_t = 6400 km.

Exercice 6:

La longueur à vide d'un ressort est lo = 25 cm. Lorsqu'on lui accroche une masse de 400g en un lieu où g = 10 N/kg, sa longueur devient 29 cm. (4N)

a- En déduire la valeur de la constante de raideur de ce ressort.
b- Quelle est la longueur du ressort si on lui accroche une masse de 750g ?

c- Calculer la Force qu'il faut faire supporter pour que sa longueur devienne $l_3 = 38$cm (7,5 N)

Exercice 7

La longueur à vide d'un ressort est lo = 30 cm. Lorsqu'on accroche à ce ressort un objet de masse 200g, sa longueur devient l_1 égale à 34 cm. L'expérience est réalisée en un lieu où l'intensité de la pesanteur est g = 9,8 N/kg.

1- Calculer l'allongement et la longueur du ressort lorsque la masse m est multipliée par deux puis par trois.
2- Calculer la valeur de la masse m, accrochée au ressort lorsque sa longueur est de 36 cm.
3- La limite d'élasticité du ressort est atteinte lorsque sa longueur finale est double de sa longueur à vide. Calculer la masse maximale M que le ressort peut supporter sans risque.

Exercice 8:

La longueur à vide d'un ressort est lo = 20cm. On accroche à ce ressort des objets de masses différentes. Pour chaque objet accroché, on mesure la longueur du ressort. Après calcul de la tension T du ressort correspondant à chaque masse, on dresse le tableau suivant :

L en cm	20	21	22	23	24	25
T en N	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
X en m						

1- Compléter le tableau en calculant l'allongement x du ressort correspondant à chaque tension ainsi que le quotient T / x. Que constate – t – on ?
2- Tracer la courbe d'étalonnage du ressort T = f(x) ; Echelle/ 1 cm pour 0,2N et 1 cm pour 0,5 cm.
3- En déduire la raideur K du ressort.
4- Déterminer graphiquement et vérifier par calcul l'allongement du ressort sous l'action d'une tension de 0,5N.
5- Déterminer graphiquement et vérifier par calcul la tension du ressort qui provoque un allongement de 3,5 cm.

Exercice 9 :

On considère le tableau suivant :

Force (en N)	0	50	100	200
Longueur (en cm)	150	225	300	450

Echelle : Sur Ox : 1cm $\longrightarrow$ 50 cm ; sur Oy : 1cm $\longrightarrow$ 50N

1- Tracer la courbe F = f(l).
2- Démontrer par calcul que la longueur à vide du ressort vaut 1,5m.
3- Quelle est la longueur du ressort sous l'action d'une force de 150N ?
4- Déduire la constante de raideur du ressort d'abord par calcul puis à partir de la courbe.

Exercice 10 :

Un solide subit trois actions représentées par trois forces $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ et $\vec{F}_3$ coplanaires. Elles s'appliquent au centre O d'un repère orthonormé (O, i, j).
On donne : $\vec{F}_1 = -6\,\vec{i}$ et F_2 = 3N. L'angle entre $\vec{i}$ et F_2 vaut 45°.
Déterminer graphiquement et par calcul le vecteur force $\vec{F}_3$ pour que le solide soit en équilibre.

Exercice 11 :

Dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$, le vecteur force $\vec{F}_1$ a pour coordonnées F_{1x} = 2N et F_{1y} = 6N ; le vecteur $\vec{F}_2$ a pour coordonnées F_{2x} = -1,5N et F_{2y} = 3N.

1- Représenter $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$; déterminer l'angle entre les deux forces.
2- Construire puis détermine les coordonnées et l'intensité de la force $\vec{F}_3$ telle que $\vec{F}_3 = \vec{F}_1 + 2\vec{F}_2$. Déduire l'angle entre $\vec{F}_3$ et l'axe $(O, \vec{i})$.
3- Quelle relation peut – on écrire entre F_{1x}, F_{2x} et F_{3x} ; entre F_{1y}, F_{2y} et F_{3y}.

Exercice 12 :

Les figures 1 et 2 représentent deux situations où le solide S, pesant et homogène est mobile autour d'un axe passant par A. Représente dans chaque cas les forces qui s'exercent sur le solide S.

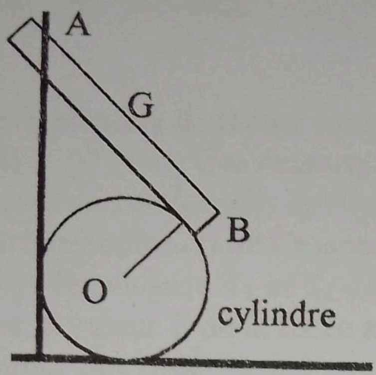


figure 1

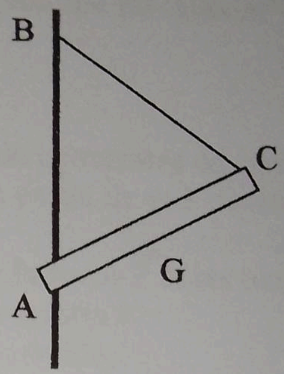


figure 2

Exercice 13

Deux forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ faisant entre elles un angle de 60°, ont une résultante d'intensité $F = \sqrt{300}$ N. Cette intensité devient nulle si l'angle entre les deux forces mesure 180°.
Déterminer l'intensité de chaque force.

Exercice 14 :

Le poids d'un satellite au sol est $Po = 9800N$.

1- Quelle est sa masse en un lieu où $go = 10$ N/kg.
2- On place ce satellite sur orbite circulaire autour de la terre à l'altitude h. Déterminer h sachant qu'en ce lieu l'intensité de la pesanteur est égale à 99% de sa valeur au sol.

On donne : Le rayon de la terre : $Rt = 6400$ km

Exercice 15 :

Un ressort de constante de raideur K et de longueur à vide lo, prend les longueurs suivantes :

- Sous l'action d'une force $F_1 = 1{,}8$ N, sa longueur devient $l_1 = 17$cm
- Sous l'action d'une force $F_2 = 4{,}2$ N, sa longueur de vient $l_2 = 21$ cm.

Calculer les valeurs de lo et de K.

Exercice 16 :

On dispose de deux ressorts de constantes de raideurs respectives $K_1 = 60$ N/m et $K_2 = 40$ N/m. Ces ressorts sont montés es série et à l'extrémité de l'ensemble, on applique une force d'intensité $F = 3$ N.

a- Faire la représentation du dispositif ainsi que les différentes forces appliquées.
b- Quelle est l'expression de la constante de raideur de cette association ? Faire l'application numérique.
c- Quel est l'allongement Δl de l'ensemble des ressorts ?
d- En déduire les allongements Δl_1 et Δl_2 de chaque ressort.
e- Si les longueurs à vide de chaque ressort sont $lo_1 = 20$ cm et $lo_2 = 25$ cm, déterminer les longueurs l_1 et l_2 que prennent les ressorts sous l'action de la force $\vec{F}$.

Exercice 17 :

Deux ressorts de même longueur à vide et constantes de raideurs respectives $K_1 = 100$ N/m et

$K_2 = 200$ N/m, sont montés en parallèle. A l'extrémité de l'association, on accroche un solide de poids $P = 50$ N.

a- Faire la représentation du dispositif ainsi que les différentes forces appliquées.
b- Détermine l'allongement Δl des ressorts.
c- Si l'allongement des ressorts est $\Delta l = 15$cm, quel doit être le poids du solide accroché ?
d- Quelle est la masse volumique de ce solide si son volume est $100 cm^3$?
On prendra $g = 10$ N/kg.

Exercice 18 :

On dispose de deux ressorts de même longueur à vide et de constantes de raideurs respectives $K_1 = 40$ N/m et $K_2 = 60$ N/m. Ces ressorts sont montés en parallèle et à l'extrémité de l'association, on exerce une force F qui l'allonge de 5cm.

a- Faire une représentation de l'association ainsi que la force $\vec{F}$ et les tensions des ressorts.
b- Quelles sont les valeurs T_1 et T_2 des tensions des ressorts ?
c- En déduire la valeur F de la force appliquée à l'ensemble.
d- Si la longueur des ressorts de l'association est $l = 30$cm, en déduire la longueur à vide lo de chaque ressort.

Exercice 19 :

Un ressort de longueur à vide lo = 20cm, de raideur $k = 100$ N/m, de masse négligeable, peut travailler en extension ou en compression. On y suspend un solide de poids 10N.

1- Déterminer l'action exercée par le solide sur le ressort.
2- Le solide S repose sur un plan horizontal, l'allongement du ressort n'est plus que de 5cm. Déterminer l'action du solide S sur le plan.
3- On rapproche encore le plan horizontal de façon à comprimer le ressort. La longueur du ressort à l'équilibre est égale à 10cm. Déterminer l'action du solide S sur le plan.

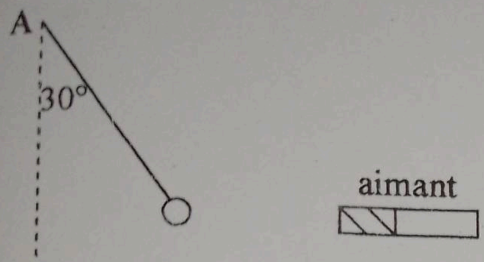
Exercice 20 :

Dans un plan, on considère trois forces $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ et $\vec{F_3}$ de modules : $F_1 = 21$N ; $F_2 = 30$N et $F_3 = 47$N. Sachant que $\vec{F_3} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$.
Calculer les angles $\alpha = (\vec{F_1}, \vec{F_2})$ et $\beta = (\vec{F_1}, \vec{F_3})$

EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES NON PARALLELES :

Exercice 1 :

Une bille d'acier de masse m = 400g est attachée en O à un fil de nylon. Ce fil est fixé en un point A à un support. La bille est attirée par un aimant qui exerce sur elle une force $\vec{F}$ horizontale. A l'équilibre, le fil fait un angle de 30° avec la verticale.



1-Quelles sont les différentes forces qui s'exercent sur la bille ? Indique la nature de chaque force.

2-Représente ces forces et détermine par calcul L'intensité de chacune d'elle. On donne g = 9,8N/kg..

Exercice 2 :

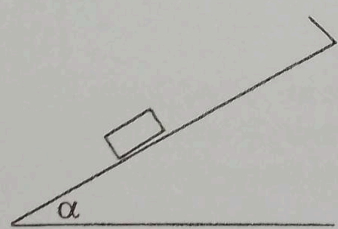
1- Un ressort prend la longueur l_1 = 32,5 cm lorsqu'on attache à son extrémité un corps de masse m_1 = 125 g, en un lieu où g = 10 N/kg. Sa longueur devient l_2 = 36 cm quand on lui accroche un corps de masse m_2 = 300g.

Détermine :

a- La longueur à vide du ressort ;

b- La constante de raideur.

2- Un corps de masse m = 500g posé sur un plan incliné faisant un angle α = 30° avec l'horizontale. Ce corps est retenu par le ressort précédent.



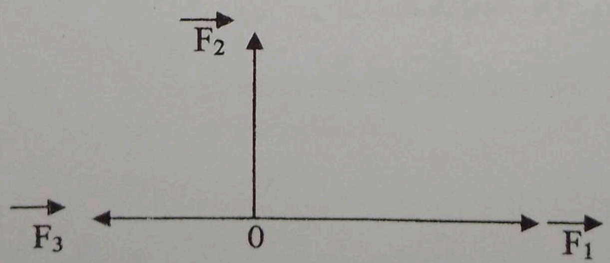
a- Représente les différentes forces et écrire la condition d'équilibre du solide.

b- Quel est l'allongement du ressort et quelle est sa longueur finale ?

Exercice 3 :

1- Représente et calcule la résultante des trois forces concourantes $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ et $\vec{F_3}$, appliquées au point O comme l'indique la figure. On donne : F_1 = 6 N ; F_2 = 4 N et F_3 = 3 N.

2- Représente et donne le module de la force $\vec{F}$ qu'il faut appliquer au point O pour qu'il soit en équilibre.



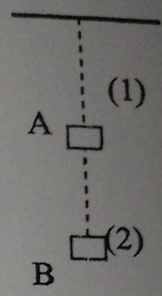
Exercice 4 :

Pour faire ses grimasses, un singe se balance en tenant des deux mains une branche horizontale. Si la masse du singe est de 10 kg, quelles sont les valeurs F_1 et F_2 des forces qu'exercent chacune de ses mains sur la branche pour le maintenir en équilibre ?
On considère que chaque bras fait un angle intérieur de 50° avec la branche et que g = 10N/kg

Exercice 5 :

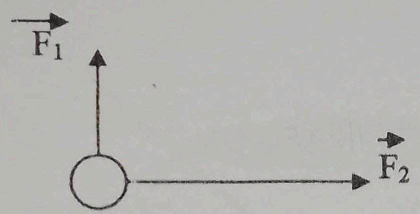
On considère le dispositif ci – contre où : K_1 = 90 N/m ; m_1 = 200g ; K_2 = 100N/m et m_2 = 500g.

1- Représenter les forces s'exerçant sur les deux solides A et B puis sur les ressorts.
2- Ecrire la condition d'équilibre de chaque solide.
3- Calculer les tensions s'exerçant sur les ressorts (2) et (1). (m_1)
4- Si à l'équilibre, le ressort (1) a pour longueur l_1 = 33 cm et le ressort (2) a pour longueur l_2 = 30 cm, en déduire les valeurs des longueurs à vides lo_1 et lo_2 de chaque ressort. (m_2)



Exercice 6 :

1- On tire sur un anneau à l'aide de trois cordes. Les forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ exercées ont des intensités respectivement égales à 200 N et 300 N. Voir représentation.

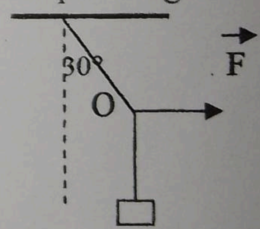


Déterminer la direction et l'intensité de la force $\vec{F_3}$ qu'il faut exercer pour que l'anneau reste en équilibre.
2- Même question si l'angle entre $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ vaut 120° et leurs intensités respectives sont F_1 = 2500 N t F_2 = 3300 N.

Exercice 7 :

On suspend à l'aide d'un fil inextensible, un solide de poids P = 10N. Pour le maintenir en équilibre, on exerce en un points O du fil, une force horizontale $\vec{F}$, comme l'indique la figure.

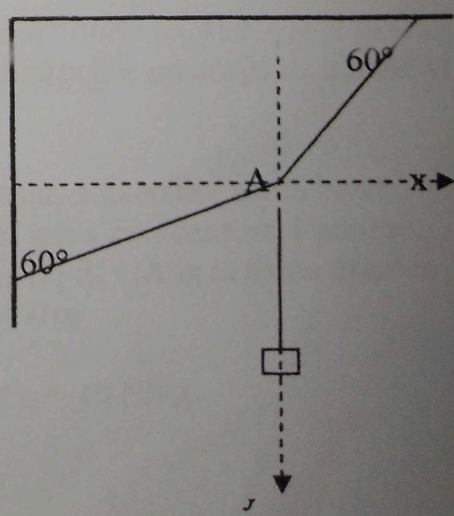
1- Représente les forces s'exerçant sur le solide et les tensions des brins de fil en O.
2- Ecrire les conditions d'équilibre du solide et du point O.
3- Détermine les valeurs de la force $\vec{F}$ et des tensions des fils.



Exercice 8 :

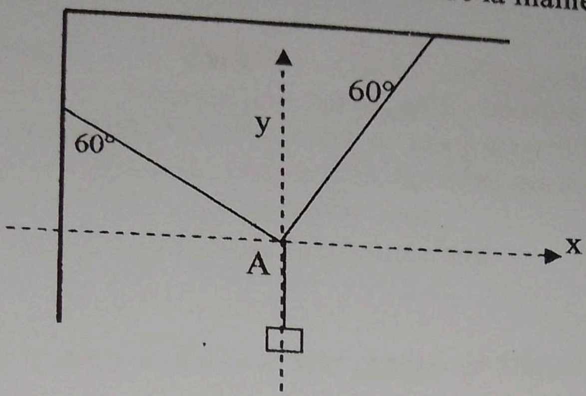
Un solide de poids P = 40N est suspendu comme l'indique la figure.

1- Représente les tensions des trois brins de fils qui s'exercent en A, ainsi que les forces expliquent l'équilibre du solide.
2- Détermine la valeur de chacune de ces tensions. (Utilise la méthode de projection)



Exercice 9 :

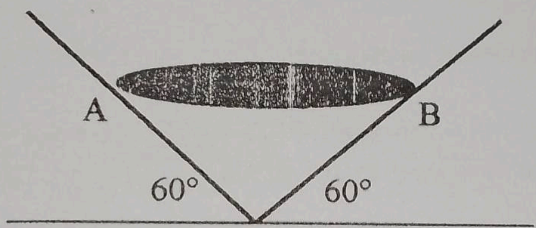
Même énoncé dans le cas où le solide est accroché de la manière qu'indique la figure ci – dessous :



Exercice 10 :

Un solide de masse m = 2kg, repose sur deux poutres de masses négligeable, comme l'indique la figure.

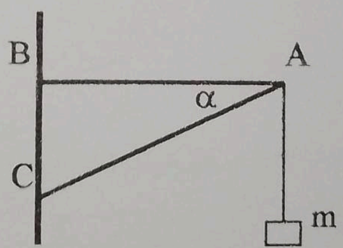
Après avoir représenté les réactions des poutres en A et B (sachant qu'elles ont des directions orthogonales aux poutres), calculer leurs valeurs pour g = 10 N/kg



Exercice 11:

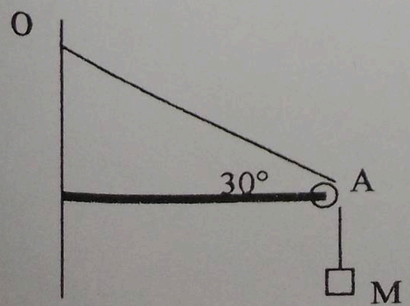
1- Représenter et déterminer les expressions en fonction de m (la masse du solide) et l'angle α :
  - Les forces qui agissent en A ;
  - Les réactions du mur en B et C.

2- Calculer les valeurs de ces forces pour m = 5 kg ; g = 10 N/kg et α = 30°



Exercice 12 :

Une barre AB de poids négligeable est disposée horizontalement contre un mur. En A est fixé un petit anneau de masse négligeable. A cet anneau sont accrochés un corps de masse M et un fil OA. Voir figure :



1- Représente les forces qui s'exercent sur la barre.

2- Représente les forces qui s'exercent sur l'anneau.

3- En déduire la tension du fil OA et la force exercée en B par le mur sur la barre

On donne M = 15 kg et g = 10 N/kg.

EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES PARALLELES

Exercice 1 :

Considérons deux forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$, parallèles d'intensités respectives $F_1 = 3N$ et $F_2 = 2N$., qui s'appliquent en A et B, deux points d'une barre rigide, tels que AB = 50cm.
Déterminer les caractéristiques de la résultante de ces forces et la position du point d'application C de cette résultante sur la barre par rapport à B, dans les cas suivants :

a- Si les deux forces sont de même sens ;
b- Si les deux forces sont de sens contraires.

Exercice 2 :

Alfred et son père transportent le fruit de leur chasse, en l'accrochant à un bâton long de AP = 2m.
La masse de la charge étant m = 50kg et chacun d'eux saisi l'extrémité du bâton, telle que le père en P et le fils en A ;

a- Représente sur un schéma clair, les différentes forces qui s'exercent sur le bâton.
b- Détermine l'effort développé par chacun d'eux si la charge est accrochée à 120 cm d'Alfred.

On donne : g = 10N/kg.

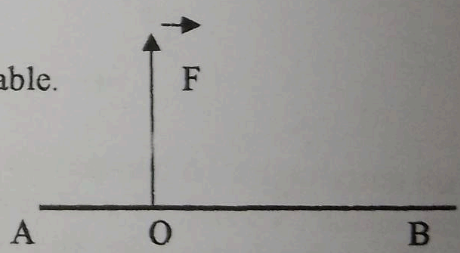
Exercice 3 :

Poaty et Loufoa jouent sur un manège dont le support se trouve au centre d'une barre rigide de 3,5m de long.
Si Loufoa s'assoit à l'une des extrémité de la barre, à quelle distance de lui sera Poaty pour obtenir l'équilibre, sachant que le poids de Loufoa correspond au ¾ de celui de Poaty.

Exercice 4 :

Une force est appliquée en un point O d'une tige AB de masse négligeable.

1- Sur un schéma clair, décomposer la force $\vec{F}$ en deux forces $\vec{F_A}$ et $\vec{F_B}$, parallèles à $\vec{F}$ et appliquées respectivement en A et B.
2- Déterminer leurs valeurs respectives sachant que OA = 10cm et OB = 30cm., F = 50N



Exercice 5 :

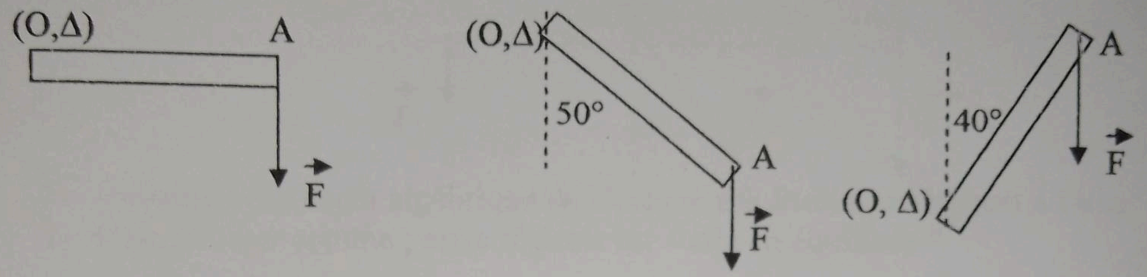
Deux personne portent sur leurs épaules une poutre homogène AB de longueur 8 m, de section 130cm^2 et de masse volumique 500 kg/ m^3. La poutre est placée horizontalement et en équilibre.
Sachant que l'une des deux personnes est placée à l'extrémité B et l'autre à 6 m de la même extrémité ;

1- Faire le bilan des forces et leur représentation.
2- Détermine les intensités des forces exercées par chacune d'elle.

EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

Exercice 1 :

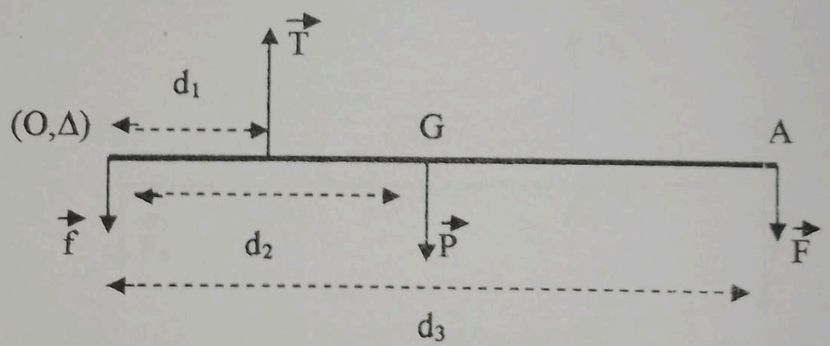
Le pied d'un cycliste exerce sur la pédale de sa bicyclette, une force verticale dirigée vers le bas et de valeur $F = 90N$ Si O est la position de l'axe de rotation de direction horizontale et A, le point d'application de la force, tel que $OA = d = 20cm$. Voir figue :



Calculer le moment de la force $\vec{F}$ par rapport à l'axe, dans les trois cas.

Exercice 2 :

Une personne tient dans sa main une boule. On a modélisé les forces qui s'exercent sur l'avant bras horizontal, par le schéma ci – dessous.



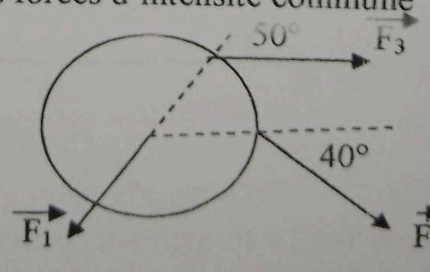
Le cubitus et le radius sont schématisés par une barre. Le point O correspond à l'articulation du coude. La force $\vec{T}$ représente la tension exercée par le biceps sur le radius. La force $\vec{P}$ représente le poids de l'ensemble du bras, qui s'applique au centre de gravité G de celui – ci. La force $\vec{F}$ est la force exercée par l'objet (la boule) sur la main.

1- Etablir la condition d'équilibre par rapport à l'axe passant par O.
2- Calculer l'intensité de la tension du biceps.

On donne : $d_1 = 5$ cm ; $d_2 = 15$ cm : $d_3 = 24$ cm ; $P = 12$ N ; $F = 6$ N

Exercice 3 :

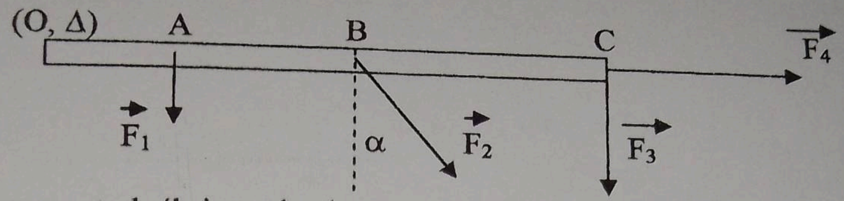
Sur un disque de rayon $R = 20cm$ mobile autour d'un axe passant par son centre O et perpendiculaire au disque, on exerce des forces d'intensité commune $F = 30N$ et situées dans le plan vertical du disque.



Calculer le moment par rapport à l'axe de chaque force.

Exercice 4

Sur une réglette horizontale de poids négligeable, mobile autour d'un axe passant par O, on exerce dans le même plan vertical les forces d'intensités respectives : $F_1 = 17N$; $F_2 = 25N$; $F_3 = 23N$ et $F_4 = 30N$. On donne les distances OA = 16 cm ; OB = 37 cm ; OC = 60 cm et $\alpha = 30°$.

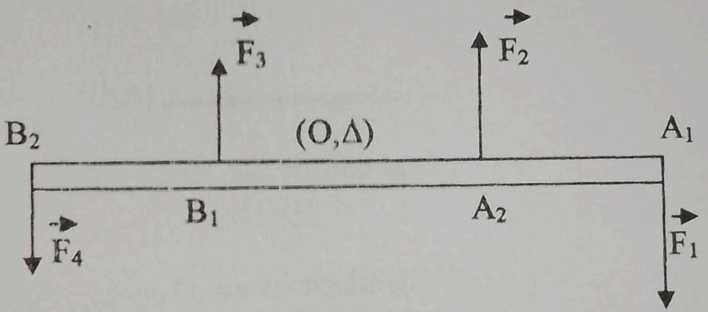


1- Calculer le moment algébrique de chacune des forces par rapport à l'axe.
2- Calculer leur somme ; cette réglette est – elle en équilibre ?

Exercice 5 :

Sur le schéma ci – dessous, l'axe de rotation de la règle est orthogonal au plan de la figure et passe par le centre d'inertie de la règle.

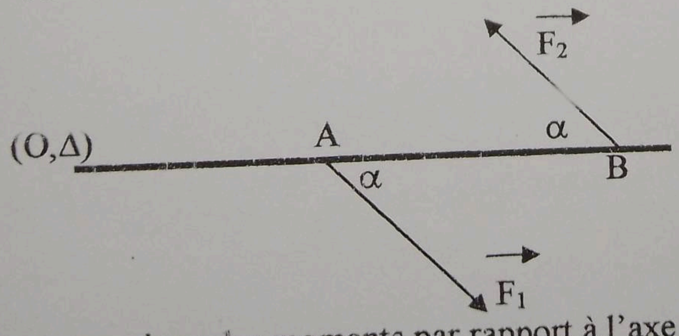
On donne : $F_1 = F_2 = 3N$; $OA_1 = 50cm$; $OA_2 = 30cm$
$F_3 = F_4 = 2N$; $OB_1 = 25cm$; $OB_2 = 50cm$.



1- Définir le couple de forces. Quelles sont alors les couples qui s'appliquent sur la règle ?
2- Calcule le moment algébrique de chaque couple de forces par rapport à l'axe.
3- Calcule la somme des moments des couples qui s'exercent sur la règle.
4- La règle peut – elle être en équilibre ? Pourquoi ?

Exercice 6 :

Sur une tige qui peut tourner autour d'un axe qui lui est perpendiculaire et passant par son extrémité O, on applique deux forces parallèles de sens contraires et d'intensité commune $F_1 = F_2 = 30N$.



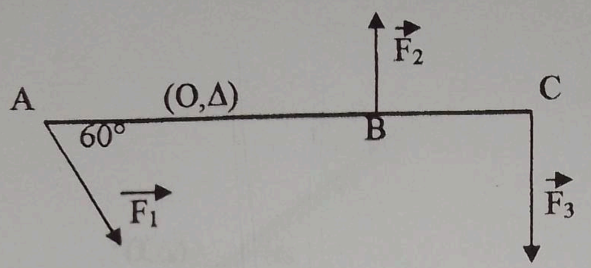
1- Ecrire les expressions des moments par rapport à l'axe de chacune de ces forces.
2- Ecrire l'expression de la somme des moments de ces forces en fonction de l'angle α et de la distance AB.
3- Quelle est alors l'expression du moment du couple formé par ces forces. Conclure. Faire le calcul pour AB = 20cm et $\alpha = 30°$.

Exercice 7 :

On considère une barre rigide de masse négligeable, mobile autour d'un axe qui lui est perpendiculaire et passant par O. Elle est en équilibre sous l'action des forces de modules $F_1 = 15N$; $F_2 = 28N$ et F_3. (Voir figure)

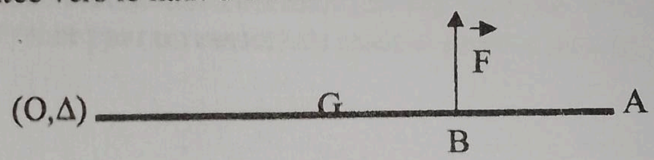
On donne les distances OA = 20cm ; OB = 30cm et OC = 40cm.

Quelle est alors la valeur F_3 de la troisième force pour obtenir cet équilibre ?



Exercice 8 :

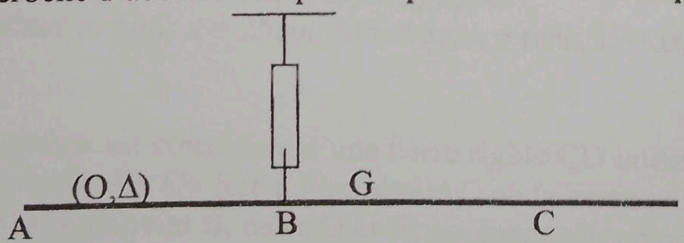
Pour maintenir en équilibre horizontalement, une barre rigide OA de poids P = 25N, mobile autour d'un axe fixe passant par son extrémité O. Pour cela, on applique en un point B de la barre, une force verticale orientée vers le haut d'intensité F = 20N.



Si la longueur de la barre est OA = 75cm, détermine la distance OB entre l'axe et le point B.

Exercice 9 :

A un clou horizontal fixé en un point O, on accroche une règle graduée de longueur L, de masse m, par l'intermédiaire d'un trou aménagé à la distance d de son extrémité A. Le centre de gravité G de la règle se situe en son milieu. On maintien cette règle horizontalement grâce à un dynamomètre accroché d'abord en un point B puis en suite en un point C de la règle.



En négligeant tout frottement ;

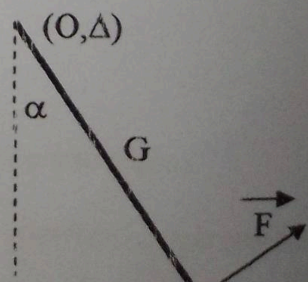
1- Quelle est l'indication du dynamomètre lorsqu'il est accroché en B?

2- Quelle est l'indication du dynamomètre lorsqu'il est accroché en C ?

On donne : m = 50g ; g = 9,8N/kg ; L = 1m ; d = 2cm ; AB = 40cm ; AC = 2 AB

Exercice 10 :

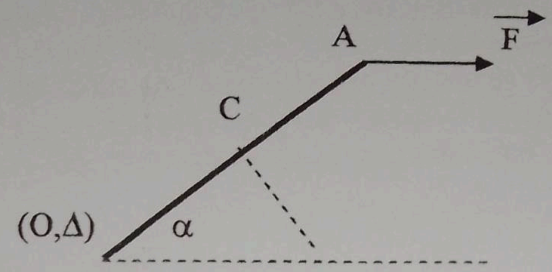
Quelle est la valeur F de la force que l'on applique au point A d'une barre de longueur OA = 30 cm et de poids P = 10N, pour qu'elle soit en «équilibre autour d'un axe passant par O tel que l'indique la figure, avec $\alpha = 30°$?



Exercice 11

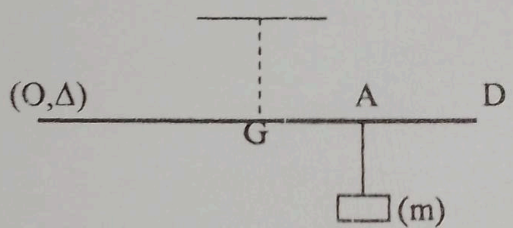
Une pédale de poids négligeable et de longueur OA = 20cm, est mobile autour d'un axe horizontal passant par O. On exerce en A une force horizontale de module F = 20N. La pédale est en équilibre quand on fixe en son milieu C, un ressort de direction perpendiculaire à OA. Voir figure. On donne $\alpha = 30°$.

1- Après avoir représenté toutes les forces s'exerçant sur la pédale, écrire sa condition d'équilibre.
2- En déduire la valeur de la tension du ressort.
3- Quelle est la constante de raideur du ressort, si son raccourcissement est de 8cm ?



Exercice 12 :

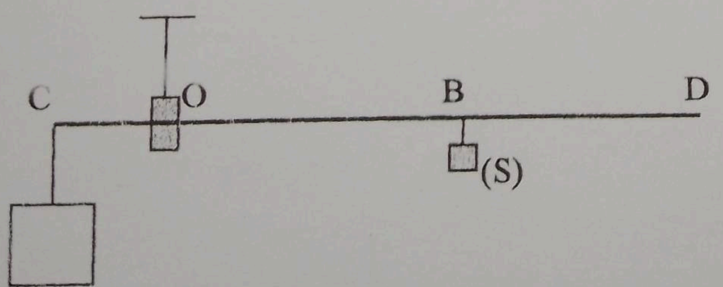
Une barre de longueur OD = 2L et de masse M. Elle est mobile autour d'un axe horizontal passant par O et est maintenue en équilibre horizontalement par une charge de masse m, accrochée en A tel que OA = x et par un ressort de raideur k qui s'allonge de a, fixé en G tel que OG = L.



1- Représenter les différentes forces qui s'exercent sur la barre.
2- Ecrire la condition d'équilibre.
3- Trouver la relation entre x, a, m, M, g, k, et L
4- Déterminer m pour x = 25cm, M = 50g, a = 6cm, L = 20cm, k = 10N/m et g = 10N/kg.

Exercice 13 :

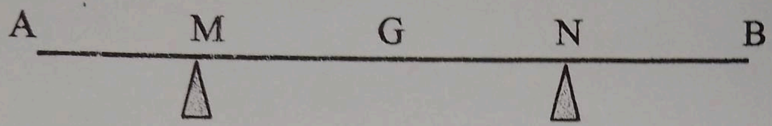
Une balance romaine est constituée d'une barre rigide CD horizontale de masse négligeable suspendue en un point O. On fixe à l'extrémité C de la barre un crochet auquel on peut suspendre le corps à peser. En un point B, entre O et D, est suspendu un contrepoids (S) de masse m' = 1kg. Le contrepoids peut coulisser entre O et D. On donne OC = 5cm et OD = 50cm. Voir schéma.



1- Détermine la masse maximale que la balance peut mesurer.
2- La partie OD est graduée en hectogramme. Déterminer la distance entre deux graduations.
3- On accroche un corps X en C. L'équilibre est réalisé lorsque le contrepoids est situé à 35cm de O. Quelle est la masse m du corps X ?

Exercice 14 :

On place horizontalement sur deux supports M et N, un mât AB de poids P.



- Si on applique en A une force perpendiculaire au mât orientée vers le haut et de valeur $F_A = 900N$, le mât s'équilibre horizontalement sur le support N.
- Si on applique en B une force perpendiculaire au mât orientée vers le haut, de valeur $F_B = 375N$, le mât s'équilibre horizontalement sur le support M.

1- Faire la représentation des forces appliquées sur le mât dans chaque cas.
2- Ecrire la condition d'équilibre correspondant dans chaque cas.
3- Déterminer le poids P du mât sachant que AN = 5m ; BM = 6m et MN = 4m.

NOTION DE TRAVAIL ET DE PUISSANCE D'UNE FORCE CONSTANTE

Exercice 1 :

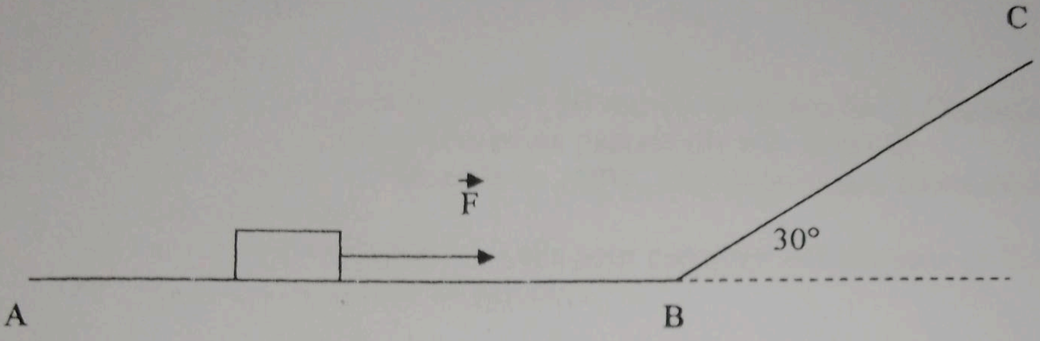
Un chariot de masse m = 145 kg, est tiré sur une piste ABC constituée d'un tronçon horizontal AB et d'un tronçon BC incliné de 30° par rapport à l'horizontal. Voir figure.

On donne : AB = 100m et BC = 40m.

Pour effectuer ce déplacement, on exerce sur ce chariot une force d'intensité F = 100N qui reste parallèle à la piste tout au long du parcours.

1- Calculer le travail de la force F et du poids P du chariot sur le tronçon AB.
2- Calculer le travail de la force F et du poids P du chariot sur le tronçon BC.

On prendra g = 9,8 N/kg



Exercice 2 :

Un cycliste roule sur une route horizontale avec une vitesse de 36km/h. sous l'action d'une force motrice F = 200N Les frottements et la résistance à l'air correspondent à une force horizontale f= 10N.

1- Calculer la puissance développée lors de ce parcours.
2- Quel serait le travail total effectué pour un déplacement de 10km ?

Exercice 3:

Un motard roule sur une route horizontale avec une vitesse de 45m/s.

1- S'il effectue une puissance de 900W, déterminer la valeur F de la force motrice développée ;
a- Si la force a une direction parallèle à la route ;
b- Si la force à une direction qui fait un angle de 30° avec la route.
2- Quel travail accomplit – il en 1h de parcours ? En déduire la distance parcourue.
3- La roue de la moto à un rayon de 35cm. Combien de tours effectue – t – elle pour parcourir cette distance ?

Exercice 4

Une caisse cubique d'arrête 1m a pour masse 40kg. On veut la faire monter au 2eme étage d'un immeuble. La hauteur d'un étage est de 4m et la fondation par rapport au niveau du sol a 5 marche de 17 cm de hauteur chacune.

1- Calcule le travail nécessaire pour effectuer cette manœuvre.
2- La durée d'accomplissement de ce travail étant 5mn, calcule la puissance développée.

On prendra g = 10 N/kg

Exercice 5 :

Pour remplir un réservoir d'eau d'une contenance de 5m^3, on a installé une pompe qui aspire l'eau d'un puits et l'élève à 18m au – dessus du niveau de la nappe d'eau. La pompe est entraînée par un moteur électrique dont la puissance est de 800W. Le réservoir se remplit en 25 mn. Calculer :

1- Le travail utile accompli ;
2- Le travail réellement dépensé ;
3- Le rendement de cette installation qui correspond au rapport du travail utile au travail réellement dépensé.

On prendra : $\rho(eau) = 1000 kg/m^3$; $g = 10$ N/Kg

(Réponse 3°/ : r = 0,75)

Exercice 6 :

A l'extrémité A d'une pâle de l'hélice d'un ventilateur, il s'exerce perpendiculairement, une force motrice d'intensité F = 200N, qui la fait tourner autour d'un axe passant par l'autre extrémité O, tel que OA = 60 cm.
Au cours de ce mouvement, l'hélice effectue 300 tours par minute. Calculer :
a- Le travail effectué pendant cette durée ;
b- La puissance motrice.

Exercice 7 :

Sur la périphérie d'une roue de rayon R = 50 cm, s'exerce une force d'intensité F = 50N qui la fait tourner autour de son axe de révolution passant par son centre O.
1- Pour une puissance développée de 750W, calcule la vitesse de rotation en radian / s et en tours / s de cette roue.
2- Combien de tours effectue – t – elle pour parcourir une distance de 2,5 km ?
3- Quelle sera alors la durée de parcours ?

Exercice 8 :

La puissance d'un couple moteur s'exerçant sur une barre AB, est 50W. Cette barre tourne autour d'un axe passant par son centre O avec une vitesse de 2 rd/s. Sachant que AB = 90cm, calculer :
1- Le moment du couple moteur ;
2- L'intensité F d'une force qui produit les mêmes effets que le couple, qui s'applique en A et perpendiculairement à l'axe et à la barre.

LES MACHINES SIMPLES :

Exercice 1

Un manœuvre veut soulever un sac de ciment de 50kg, pour le déposer sur un plancher situé à 5m au – dessus du sol. Pour cela, on lui propose d'utiliser une machine simple.

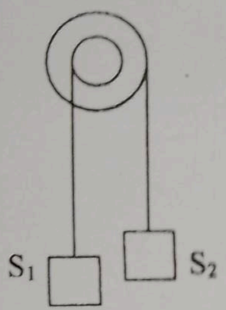
1- En utilisant une poulie simple fixe, quelle force motrice doit – il exercer pour effectuer ce travail ?
2- Même question s'il utilise un palan à deux poulies mobiles.
3- Même question s'il utilise un treuil dont le tambour à un rayon r = 8 cm et un bras de longueur 32 cm.
4- De ces trois machines simples, laquelle présente plus d'avantage ? Justifier.

NB/ Faire une représentation de chaque dispositif ainsi que les forces motrice et résistante, on négligera tout frottement.

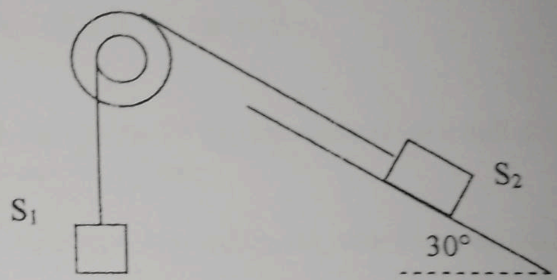
Exercice 2 :

On dispose d'une poulie à deux gorges de rayons respectifs $R_1 = 5$ cm et $R_2 = 2R_1$.
On suspend à l'aide de deux brins de fils, des solides S_1 et S_2 tel que le poids de S_2 soit $P_2 =$ 10N.
Quel doit être le poids P_1 du solide S_1 pour réaliser l'équilibre ?

a-



b- S_2 poser sur un plan incliné de 30°.

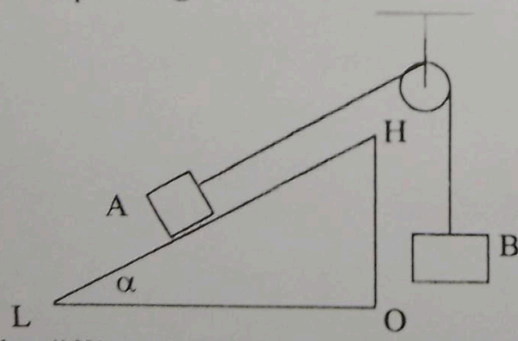


Exercice 3 :

Un solide de poids P = 15N, peut glisser sans frottement sur un plan incliné de 30°. On le maintient en équilibre en exerçant sur lui une force F parallèle au plan incliné.
Après avoir représenté toutes les forces qui s'exercent sur ce solide, Calcule la valeur F de cette force.

Exercice 4 :

Un solide S_A de volume V = 1 m³ et de masse volumique ρ = 2kg/dm³, peut glisser sans frottement le long d'un plan incliné HL tel que, OH = 5m et LH = 25m. (Voir figure)
Un câble très souple de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie, soutient les solides A et B tel que l'indique la figure ci – dessous.



1- Représente les différentes forces s'exerçant sur les solides A et B.
2- Détermine la valeur P_A du poids du solide A.
3- Quelle doit être la valeur P_B du poids du solide B pour obtenir l'équilibre ?
4- Si le solide A glisse de H à L, détermine le travail effectué par chacun des poids P_A et P_B.

Exercice 5 :

On veut soulever sur une hauteur $h = 7m$, une charge de poids $P = 350$ N. Pour cela l'ouvrier utilise un palan à une poulie mobile.

1- Faire la représentation du dispositif expérimental ainsi que la force motrice et de la force résistante.
2- Lors d'une monté lente et à l'absence des frottements, déterminer la valeur F de la force motrice nécessaire.
3- En réalité, pour effectuer ce travail, l'ouvrier exerce une force motrice de 250N
a- Calculer la valeur du travail résistant lors de cette monté ;
b- Quelle est la longueur l de la corde tirée ? En déduire le travail moteur ?
c- Quel est alors le rendement de cette machine simple ?

Exercice 6 :

On considère un palan à 6 poulies mobiles qui pèse 235,44 N y compris leurs chapes. On s'en sert pour soulever un fardeau de 299 N.

1- En négligeant tout frottement, calculer l'intensité de la force motrice capable de maintenir toute la charge en équilibre.
2- Sachant que pour une montée de 3 m de la charge, le rendement de la machine simple, est 0,9 ;
a- Calculer le travail résistant.
b- En déduire le travail moteur ainsi que la valeur de la force motrice.

Exercice 7 :

Du fond d'un puits profond de 7,80 m, on monte une charge de 19 kg, en utilisant un treuil dont le tambour à un rayon de 8 cm et une manivelle de longueur 40 cm.

1- Calculer le travail résistant ;
2- Si on applique perpendiculairement à la manivelle et à son extrémité, une force de 40 N, calculer le travail moteur ;
3- En déduire le rendement de cette machine simple

Exercice 8 :

La manivelle d'un treuil a une longueur de 60 cm et le cylindre sur lequel s'enroule la corde qui soutient la charge, a pour rayon 10 cm. On utilise ce treuil pour tirer un seau d'eau de capacité 10 L, d'un puits de 10 m de profondeur.

En négligeant la masse du seau devant celle de l'eau :

1- Quel travail effectue – t – on ? On donne $g = 10$ N/kg et $\rho(eau) = 1kg/dm^3$)
2- Combien de tours la manivelle effectue – t – elle ?
3- En réalité, lors de cette montée, on exerce orthogonalement à la manivelle et à son extrémité, une force de valeur $F = 50$ N.
a- Calculer le travail moteur effectué.
b- En déduire le rendement de cette machine simple.

Exercice 9 :

La brouette est un exemple de levier.

On appelle G, le centre de gravité de la brouette chargée et $M = 150kg$ la masse totale de la brouette chargée.

Pour travailler avec cette brouette, les bras exercent des forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ parallèles verticales orientées vers le haut, de même intensité telles que $F_1 = F_2$. Ces forces équivalent à une force unique de valeur F, appliquée en un point A. (Voir figure).

1- De quel type de levier s'agit – il ?
2- Si $d_1 = 80$ cm, $d_2 = 140$ cm et $g = 10$ N/Kg, déterminer la valeur F de cette force unique.
3-. En déduire les valeurs F1 et F2 des forces exercées par chaque bras.

DEPARTEMENT DE SCIENCES - PHYSIQUES

OLINGOU
Brunette

LYCEE VICTOR AUGAGNEUR

RECUEIL D'EXERCICES DE PHYSIQUE NIVEAU 2de

TOME 2

STATIQUE DES FLUIDES

Saisie et mise en forme par Paul ZAMOUANGANA chef de département

Octobre 2012

PREFACE

Ce recueil d'exercices de physique niveau Seconde C a été collectionné en conformité, tant dans les normes que dans l'esprit, avec les objectifs du programme en vigueur.
Une attention particulière a été portée à la rédaction, le texte devant rester simple et concret.
Dans un but d'efficacité pédagogique, nous avons conçu ce recueil pour permettre à l'apprenant de s'exercer progressivement en utilisant ses connaissances et savoir – faire tout en pratiquant une démarche scientifique.

Nous n'avons pas voulu insérer les quelques solutions dans ce recueil dans le seul but de pousser les élèves à la recherche et au travail individuel. Nous exhortons les collègues à s'en servircomme support d'exercices d'application tout au long de leurs enseignements..

Ce deuxième tome qui renferme des exercices sur « la statique des liquides et des gaz », « les lois des gaz parfaits » et « la calorimétrie », est précédé du Tome 1 sur « l'optique géométrique » et « la statique des solides ».

Nous serons reconnaissants à nos collègues utilisateurs de nous faire part de leurs remarques et les en remercions par avance.

Les auteurs

TABLE DE MATIERE/

NOTION DE PRESSIONEXERCEE PAR UN SOLIDE

Exercice 1 :

Une brique, de dimensions 20cm x 10cm x 5cm, pèse 2,5 kg. Quelle pression exerce – t – elle sur le sol, suivant la face sur laquelle on la pose ? On prendra g = 10 N/kg.

Exercice 2 :

On enfonce une punaise métallique dans une planche en exerçant sue sa tête une force de 30 N avec le pouce ; la tête a 1cm de diamètre et la pointe 0,5 mm. Quelles sont les pressions en atmosphères: sur le pouce ? Sur le bois ?

Exercice 3 :

Quelle est la pression qu'exerce une personne pesant 60 kg,

a- Sur le sol quand elle a aux pieds des chaussures dont chaque semelle a une surface de 240 cm^2 ?

b- Sur la neige quand elle a aux pieds des skis de 8 cm de large et 1,80 m de long ?

c- Quelle conclusion tires – tu ?

On prendra g = 10 N/kg.

Exercice 4 :

Un char de 60 tonnes se déplace sur deux chenilles qui sont au contact du sol sur 3 m de long et 0,5 m de large chacune. Quelle est la pression exercée sur le sol ?
On prendra g = 10 N/kg ;

Exercice 5 :

La tour Eiffel de Paris pèse 8000 tonnes. Elle repose sur 4 piliers en contant avec le sol par une surface de 450 m^2 pour chacun d'eux. Quelle est en pascal puis en bars, la pression supportée par le sol, en admettant que cette pression soit uniforme ?
On prendra g = 10 N/kg.

Exercice 6 :

A 1000m d'altitude la pression de l'air est égale à environ 310mbars. A l'intérieur d'un avion, la pression est maintenue à 800mbars.

1- Calculer l'intensité de la force pressante qui s'exerce sur la face intérieure d'un hublot de 30cm de diamètre.

2- Calculer l'intensité de la force pressante qui s'exerce sur la face extérieure du hublot.

3- A quelle force les fixations du hublot résistent – elles ?

Exercice 7:

Un camion de masse 1920kg, roule sur un sol horizontal à l'aide de 10pneus en exerçant une pression de 3.10^5Pa. Sachant qu'un pneu est lié au sol en décrivant un carré.
Calculer le côté de ce carré.
On prendra g = 10 N/kg.

Exercice 8:

Le tranchant d'un massicot de relieur a une épaisseur de 5.10^{-2}mm. Il est solidaire d'une barre rigide, qui peut tourner autour d'un axe horizontal O. On veut rogner un bloc de papier avec cet appareil. Pour cela, on exerce sur la barre, en un point A situé à 90cm de l'axe O, une force verticale $\vec{F}$ dirigée vers le bas, d'intensité égale à 400N. Le contact entre le tranchant et le papier se fait sur une longueur de 4cm, dont le milieu M est situé à 6cm de l'axe O ; la lame fait un angle de 30° avec un plan horizontal.

Calculer la pression exercée par l'arête tranchante sur le papier à rogner.

Exercice 9:

Une brique homogène, de forme parallélépipédique, de densité 2 par rapport à l'eau, de dimensions 22cm x 11cm x 5,5cm. Calculer la pression exercée par la brique si elle se repose sur sa plus grande face, en envisageant les cas suivants :

1- Quand la brique repose sur le plan horizontal
2- Quand la brique repose sur le plan incliné d'un angle de 30° avec l'horizontal (on pose une cale pour empêcher à la brique de glisser).

CORRIGES EXERCICES SUR LA PRESSION DES SOLIDES

Solution 1 :
Suivant les trois différentes faces de la brique :
$p_1 = 1250\ Pa$; $p_2 = 2500\ Pa$; $p_3 = 5000\ Pa$.

Solution 2 :
Pression sur le pousse : $p_1 = 3{,}82.10^5\ Pa = 3{,}82\ atm$
Pression sur le bois : $p_2 = 0{,}764.10^5\ Pa = 0{,}764\ atm$

Solution 3 :
a- *Pression exercée au sol par les semelles :* $p_1 = 1{,}25.10^4\ Pa$
b- *Pression exercée au sol par les skis :* $p_2 = 2{,}083.10^3\ Pa$
c- *La pression est inversement proportionnelle avec la surface pressée.*

Solution 4 :
Pression au sol : $p = 2.10^5\ Pa$

Solution 5 :
Pression exercée au sol : $p = 8{,}88.10^4\ Pa = 0{,}888\ bar$

Solution 6 :
1- *Force pressante sur la face intérieure :* $F_1 = 5652\ N$
2- *Force pressante sur la face extérieure :* $F_2 = 2190{,}15\ N$
3- *Force de résistance des fixations :* $F = 3461{,}85\ N$

Solution 7 :

Côté du carré : $c = \sqrt{\frac{F}{10p}} = 0{,}08\ m = 8\ cm$

Solution 8 :
Force pressante du tranchant sur le papier : $f = \frac{F.OA.\sin 30}{OM} = \frac{400.90.0{,}5}{6} = 3000\ N$
Pression exercée par le tranchant sur le papier : $p = \frac{f}{s} = 1{,}5.10^9\ Pa$

Solution 9 :
Masse de la brique : $m = \rho V = 2.1331 = 2662\ g = 2{,}662\ kg$
1- *Pression sur le plan horizontal :* $p = \frac{mg}{s} = \frac{26{,}62}{2{,}42.10^{-2}} = 1100\ Pa$
2- *Pression exercée sur un plan incliné :* $p = \frac{mg.\sin 30}{s} = 550\ Pa$

PRESSION EXERCEE PAR UN LIUIDE : PRINCIPE DE L'HYDRAUSTATIQUE

On prendra pour tous les exercices $g = 10N/kg$

Exercice 1:
Un fût cylindrique de fond circulaire horizontal, de diamètre 70 cm, contient de l'huile de densité 0,9, sur une hauteur de 50cm. Calculer l'intensité de la force pressante F s'exerçant sur le fond du récipient. La comparer avec le poids du liquide.

Exercice 2:
Deux vases communicants cylindriques, d'axes verticaux, contiennent de l'eau. Leurs sections sont respectivement $1dm^2$ et $25cm^2$. On verse 5L d'eau dans l'un d'eux.

1- Faire une représentation du dispositif.
2- De quelle hauteur h s'élèvera le niveau de l'eau dans chaque vase ? On négligera le volume de la communication des deux vases.
3- En déduire le volume d'eau contenu dans chaque vase.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$.

Exercice 3 :
Deux vases communicants verticaux et cylindriques, ont respectivement pour sections 20 cm^2 et 60 cm^2. Le volume du tube de raccordement est négligeable.
On verse 4 litres d'eau dans le récipient.

1- Après avoir fait une représentation, calcule la hauteur h de l'eau dans chaque vase ?
2- Calcule le volume d'eau contenue dans chacun d'eux.

Exercice 4:
Deux vases verticaux dont les bases sont dans le même plan horizontal, communiquent par un tube fin, de capacité négligeable, muni d'un robinet. Le robinet étant fermé, on met 0,5L d'eau dans le premier vase de section $5cm^2$ et 1L d'eau dans le second de section $20cm^2$.

1- Quelles sont les hauteurs de l'eau dans les vases ?
2- Quelle est la pression de l'eau sur le fond de chaque vase ?
3- De combien varient les deux niveaux quand on ouvre le robinet ?

Exercice 5 :
Soit un tube en U contenant du mercure de masse volumique $13,6g/cm^3$. On verse du benzène de densité 0,88 dans une branche et $20cm^3$ d'eau dans l'autre.
Quel volume de benzène faut – il verser pour que les deux surfaces libres soient dans un même plan horizontal ?

Exercice 6 :
Un vase de forme quelconque dont le fond plan et horizontal, est un cercle de rayon $r = 10cm$, contient du mercure sur une hauteur de 5cm et de l'eau sur une hauteur de 20cm.

1- Calcule la pression exercée par les liquides au fond du vase.
2- Calcule l'intensité de la force pressante s'exerçant sur le fond du vase.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 7:
Un tube en U de section uniforme $S = 4cm^2$, contient du mercure ; les deux branches cylindriques A et B ont leurs axes verticaux.

1- Dans la branche A, on verse $40cm^3$ d'eau. Calculer la différence des niveaux des surfaces libres dans les deux branches.

2- On veut ramener les niveaux du mercure de A et B dans un même plan horizontal en versant de l'alcool dans la branche B. Calculer le volume d'alcool nécessaire pour obtenir ce résultat.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(alcool) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 8 :

Un tube en U de section uniforme dont les branches A et B sont verticaux, contiennent du mercure. Dans la branche A on verse de l'eau et dans la branche B, on verse de l'alcool. On constate que les deux surfaces libres sont dans un même plan horizontal et que le mercure présente une différence de niveaux de 0,5cm entre les deux branches.

Calculer les hauteurs h_a et h_b des colonnes d'eau et d'alcool.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(alcool) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 9:

Un tube de verre en U de section $1cm^2$, est ouvert aux deux extrémités et contient de l'eau. On verse d'un côté $5cm^3$ d'huile qui surnage. On constate que la différence de niveau des surfaces libres est 7,5cm.

Quelle est la masse volumique de l'huile ?

Exercice 10 :

Un tube en U dont les branches sont très longues, contient du mercure. On verse dans la branche de gauche de l'eau sur une hauteur de 40,6cm.

1- Calculer la hauteur qui sépare les deux surfaces libres.
2- On verse ensuite dans la branche de droite une huile de densité 0,8 par rapport à l'eau. Quelle est la distance entre les deux surfaces de mercure – eau et mercure – huile sachant que les deux surfaces libres sont dans un même plan horizontal ?

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 11:

Un tube en U uniformément cylindrique, contient au préalable du mercure. On verse de l'eau sur une hauteur de 40cm dans la première branche et de l'huile dans la deuxième branche.

1- Calculer la hauteur de l'huile pour que la différence de hauteur entre les deux surfaces libres soit 5cm.
2- Dans la première branche, on ajoute de 'eau. Calculer la hauteur totale sur cette branche pour que les deux surfaces libres soient dans un même plan horizontal.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(huile) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 12 :

Un tube en U contient une solution liquide de densité 1,62 par rapport à l'eau, jusqu'à une distance de 30cm des extrémités supérieures du tube. On verse de l'eau dans l'une des branches pour la remplir entièrement.

1- Calculer la hauteur d'eau versée.
2- Si le déplacement du liquide n'était que de 8cm, que se passe – t – il quand on tente de remplir d'eau l'une des branches du tube ? Quel est l'état d'équilibre final qui se réalise ? (Etat défini par les hauteurs d'eau dans chaque branche, l'une étant remplie).

2- On veut ramener les niveaux du mercure de A et B dans un même plan horizontal en versant de l'alcool dans la branche B. Calculer le volume d'alcool nécessaire pour obtenir ce résultat.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(alcool) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 8 :

Un tube en U de section uniforme dont les branches A et B sont verticaux, contiennent du mercure. Dans la branche A on verse de l'eau et dans la branche B, on verse de l'alcool. On constate que les deux surfaces libres sont dans un même plan horizontal et que le mercure présente une différence de niveaux de 0,5cm entre les deux branches.

Calculer les hauteurs h_a et h_b des colonnes d'eau et d'alcool.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(alcool) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 9:

Un tube de verre en U de section $1cm^2$, est ouvert aux deux extrémités et contient de l'eau. On verse d'un côté $5cm^3$ d'huile qui surnage. On constate que la différence de niveau des surfaces libres est 7,5cm.

Quelle est la masse volumique de l'huile ?

Exercice 10 :

Un tube en U dont les branches sont très longues, contient du mercure. On verse dans la branche de gauche de l'eau sur une hauteur de 40,6cm.

1- Calculer la hauteur qui sépare les deux surfaces libres.
2- On verse ensuite dans la branche de droite une huile de densité 0,8 par rapport à l'eau. Quelle est la distance entre les deux surfaces de mercure – eau et mercure – huile sachant que les deux surfaces libres sont dans un même plan horizontal ?

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

Exercice 11:

Un tube en U uniformément cylindrique, contient au préalable du mercure. On verse de l'eau sur une hauteur de 40cm dans la première branche et de l'huile dans la deuxième branche.

1- Calculer la hauteur de l'huile pour que la différence de hauteur entre les deux surfaces libres soit 5cm.
2- Dans la première branche, on ajoute de ‘eau. Calculer la hauteur totale sur cette branche pour que les deux surfaces libres soient dans un même plan horizontal.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(huile) = 0,8g/cm^3$; $\rho(Hg) = 13,6g/cm^3$

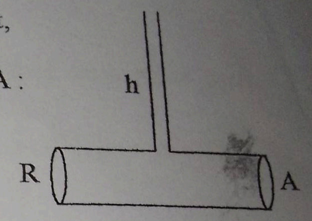
Exercice 12 :

Un tube en U contient une solution liquide de densité 1,62 par rapport à l'eau, jusqu'à une distance de 30cm des extrémités supérieures du tube. On verse de l'eau dans l'une des branches pour la remplir entièrement.

1- Calculer la hauteur d'eau versée.
2- Si le déplacement du liquide n'était que de 8cm, que se passe – t – il quand on tente de remplir d'eau l'une des branches du tube ? Quel est l'état d'équilibre final qui se réalise ? (Etat défini par les hauteurs d'eau dans chaque branche, l'une étant remplie).

Exercice 13:

Un tonneau cylindrique de rayon $R = 30$ cm, couché horizontalement, est surmonté d'un tube de hauteur $h' = 2$ m.



Déterminer la force pressante qui s'exerce sur la paroi circulaire en A :

a- Si seul le tonneau est rempli d'eau ;

b- Si le tube est également rempli d'eau.

c- Tirer une conclusion.

Exercice 14:

Un tonneau cylindrique de hauteur 1m, est rempli d'eau.

a- Calcule la force pressante s'exerçant sur $1cm^2$ de surface située à 20cm du fond du tonneau.

b- Ce tonneau est surmonté d'un tube vertical de 10m de hauteur complètement rempli d'eau. Trouver la section S du tube, sachant que ce dernier contient $800cm^3$ d'eau.

Exercice 15:

Dans un vase cylindrique dont le fond plan et horizontal, a une surface de $200cm^2$. On verse 2L de mercure et 4L d'eau.

Calcule la différence de pression entre la surface libre et un point du fond du vase.

On donne : $\rho(eau) = 1g/cm^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13{,}6g/cm^3$

Exercice 16:

Le petit piston d'une presse hydraulique peut être déplacé par un levier inter – résistant. Calculer l'intensité de la force que l'on doit exercer à l'extrémité du levier pour que la force développée par le grand piston soit 2.10^4N.

On donne le rapport des bras de levier : 5 et le rapport des surfaces des pistons : 400.

Exercice 17:

Le petit piston d'une presse hydraulique peut – être déplacé par une vis dont le pas est de 2cm (un tour de visprovoque un déplacement de 2cm). En appliquant le principe de la conservation du travail, calculer le moment du couple qu'il faut appliquer à cette vis pour que l'on puisse équilibrer, puis très légèrement surpasser une force résistante de 1000N, appliquée au grand piston.

On donne le rapport des diamètres des pistons : 50.

Exercice 18:

Un vase tronconique évasé vers la haut, a un fond horizontal de rayon $r = 10$cm et une ouverture circulaire de rayon $R = 15$cm. Sa hauteur est 10cm et il est entièrement rempli d'eau.

1- Calculer la résultante des forces pressantes latérales.

2- Même question si le fond est la grande base du tronc du cône.

CORRIGES EXERCICES « PRESSION DES SOLIDES »

Solution 1 :

Pression du liquide au fond du fût :

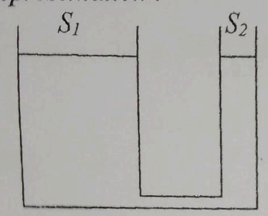
$p_B - p_{atm} = \rho g h$ en négligeant la pression atmosphérique, on a: $p_B = \rho g h$

Force pressante : $p_B = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p_B.S = \rho g h \pi R^2 = 1{,}730\ N$

Poids du liquide : $P = mg$ or $m = \rho.V = \rho.h\pi R^2$ donc $P = (\rho.h\pi R^2).g = F$

Solution 2 :

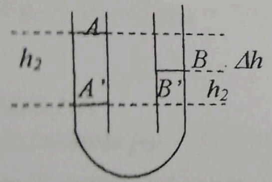
1- *Représentation :*



2- *Hauteur h du niveau d'eau :* $h = \frac{V}{S_1 + S_2} = 40\ cm$

3- *Volume d'eau dans chaque vase :* $V_1 = hS_1 = 4.10^3\ cm^3 = 4\ L$ et $V_2 = hS_2 = 10^3\ cm^3 = 1L$

Solution 7 :



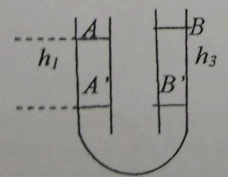
1- *Différence Δh des niveaux des deux surfaces :* $\Delta h = h_1 - h_2$

Avec $h_1 = \frac{V_1}{S} = 10\ cm$

Or $p_{A'} - p_A = p_{B'} - p_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1} = 0{,}735\ cm$

D'où $\Delta h = 9{,}265\ cm$

2- *Volume d'alcool ajouté :* $V_3 = h_3.S$

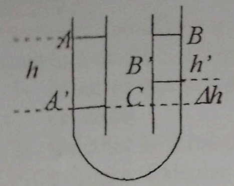


Or $p_{A'} - p_A = p_{B'} - p_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_3 g h_3 \Rightarrow h_3 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_3} = 12{,}5\ cm$

D'où $V_3 = 50\ cm^3$.

Solution 8 :

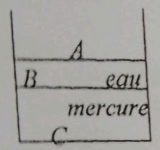
h (hauteur de l'eau) = h' (hauteur d'alcool) + Δh (différence de niveaux) (1)



$$p_{A'} - p_A = (p_C - p_{B'}) + (p_{B'} - p_B) \Rightarrow \rho_e g h = \rho_{Hg} g \Delta h + \rho_{al} g h'$$
$$\Rightarrow h = 13{,}6.\Delta h + 0{,}8.h' \ (2)$$

De (1) et (2) on a : $h' = \frac{(13{,}6-1).\Delta h}{1-0{,}8} = 31{,}5\ cm$ *et* $h = h' + \Delta h = 32\ cm$

Solution 15 :



Différence de pression : $p_C - p_A = (p_C - p_B) + (p_B - p_A) = \rho_{Hg} g h + \rho_e g h'$

Or $h = \frac{V_{Hg}}{S} = 10\ cm$ *et* $h' = \frac{V_e}{S} = 20\ cm = 2h$

D'où $p_C - p_A = (\rho_{Hg} + 2\rho_e) g h = 15600\ Pa$

Solution 16 :

Force f exercée par le petit piston : $\frac{f}{s} = \frac{F}{S} \Rightarrow f = \frac{F.s}{S} = \frac{F}{400} = 50\ N$

Force F' exercée à l'extrémité du levier : $F'.OA = f.OB$ *or* $OA = 5.OB \Rightarrow F' = \frac{f}{5} = 10\ N$

Solution 18 :

Figure 1

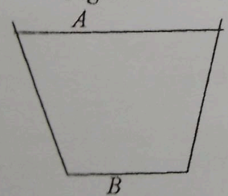
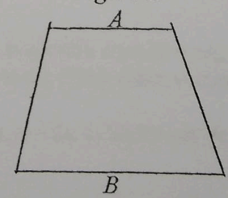


Figure 2



NB : Résultante des forces pressantes latérales correspond à la force verticale orientée vers le bas, appliquée au centre de gravité du liquide.

1- *Résultante F des forces pressantes latérales : (figure 1)*

$$p_B - p_A = \rho g h = \frac{F}{S} \Rightarrow F = \rho g h S = \rho g h \pi r^2 = 31{,}4\ N$$

2- *Résultante F' des forces pressantes latérales : (figure 2)*

$$p_B - p_A = \rho g h = \frac{F'}{S} \Rightarrow F' = \rho g h S' = \rho g h \pi R^2 = 70{,}65\ N$$

POUSSEE D'ARCHIMEDE

Exercice 1:

Un cylindre métallique a une masse de 2,5kg. Le rayon de ses bases est 3cm et sa hauteur 10cm. Suspendu à un fil, il est immergé dans l'eau de façon à ce que son axe soit vertical.

1- Montrer que la résultante des forces pressantes s'exerçant sur la face latérale du cylindre est nulle.
2- Calculer la force pressante de l'eau sur la base inférieure puis sur la base supérieure du cylindre. Calculer la résultante de ces forces et vérifier qu'elle est égale à la poussée d'Archimède.
3- Calculer la tension du fil de suspension.

Exercice 2:

Une boule de cuivre de diamètre 20cm, flotte complètement immergée dans l'eau. Elle ne touche pas le fond.

a- La boule est – elle creuse ou pleine ?
b- Si elle est creuse, quel est le volume de la cavité ?

On donne : $\rho(Cu) = 8800kg/m^3$

Exercice 3:

Un solide est suspendu à un ressort qui s'allonge de 6cm à l'air libre.

1- Calculer le poids de ce solide sachant que la constante de raideur de ce ressort, est K = 100N/m.
2- De combien s'allonge ce ressort lorsque le solide est complètement immergé dans l'huile ?

On donne : $\rho(corps) = 2400kg/m^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(huile) = 880kg/m^3$

Exercice 4:

Un solide de masse 400g et de masse volumique $7800kg/m^3$, est complètement immergé dans l'eau. On demande :

a- L'intensité de la poussée d'Archimède.
b- Le poids apparent du solide immergé.
c- L'allongement du ressort auquel ce solide est accroché quand celui – ci est complètement immergé dans l'eau. Dans l'air cet allongement est de 6cm.

On donne : $\rho(eau) = 1000kg/m^3$; $g = 10N/kg$

Exercice 5:

Un cylindre pesant 6N, provoque, quand il est suspendu à un ressort, un allongement de 6cm. Quand on l'immerge partiellement dans le mercure, l'axe étant vertical, l'allongement du ressort n'est plus que de 4cm.

Calculer la hauteur immergée sachant que le rayon du cylindre est de 3cm.

On donne : $\rho(Hg) = 13600kg/m^3$

Exercice 6:

Un radeau parallélépipédique de dimensions10m x 5m x 0,8m, flotte horizontalement sur l'eau.

a- Calculer le volume et la hauteur de la partie immergée dans l'eau.
b- On charge le radeau. Il s'enfonce d'une distance h = 10cm en conservant son horizontalité. Sachant que la masse volumique du radeau est $800kg/m^3$, déterminer le poids de la charge.

Exercice 7:

Dans une éprouvette contenant de l'eau, on verse l'huile de densité 0,85 par rapport à l'eau. On y introduit un petit cube solide insoluble de 5mm de côté dont les deux faces restent constamment horizontales. Sa densité est 0,95.

a- Dans quelle région de l'éprouvette sera – t – il en équilibre ?

b- Quelle est la hauteur d'arête baignant dans l'huile ?

Exercice 8:

On plonge dans un vase contenant du mercure au préalable et surmonté d'une couche d'eau, une boule en fer de $4cm^3$ de volume et de masse volumique $7600kg/m^3$.

Calculer le volume de la partie de la boue plongée dans le mercure et dans l'eau.

On donne : $\rho(eau) = 1000kg/m^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13600kg/m^3$

Exercice 9:

Un solide cylindrique est formé d'une partie métallique de densité 7 par rapport à l'eau et de hauteur 1cm, et d'une partie en bois de densité 0,7 et de hauteur 29cm.On le plonge dans un liquide de densité d.

1- Calculer la distance du centre de gravité au centre de poussée.
2- De quelle hauteur le solide s'enfonce t – il dans l'eau ?
3- Quelle serait la densité du liquide dans lequel ce solide, complètement immergé, serait en équilibre ?

Exercice 10:

Un objet cylindrique de rayon $r = 10cm$ et de hauteur $h = 4cm$, flotte sur l'eau. Quand il est en équilibre, son axe est vertical et il est immergé sur une profondeur de 2,5cm.

1- Quelles sont la masse de ce cylindre et la masse volumique de sa substance supposée homogène.
2- Déterminer la force qu'il faut appliquer à ce flotteur pour le soulever de 1cm puispour l'enfoncer de 1cm. On supposera que l'axe du cylindre reste vertical au cours de ces déplacements.

Exercice 11:

Un tube cylindrique en fer, ouvert à la partie supérieure et fermé à la partie inférieure, a un rayon de 2cm, une hauteur de 20cm et une masse de 50g.

1- Sur quelle profondeur est – il immergé quand il flotte sur l'eau ?
2- Quelle hauteur de mercure faut – il introduire dans le tube pour que le flotteur s'enfonce de 10cm ?
3- Pour quelle hauteur de mercure ce flotteur commence t – il à couler ?

On donne : $\rho(eau) = 1000kg/m^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13600kg/m^3$

Exercice 12:

Un cylindre en bois, à base circulaire, de densité 0,6, se tient verticalement dans un liquide de densité 1,5.

1- Calculer la hauteur de la partie immergée.
2- On fixe ensuite à la partie inférieure de ce cylindre, un autre cylindre en fer de même base. Quelle hauteur faut – il donner à ce dernier pour que le cylindre total se tienne en équilibre lorsqu'il est complètement plongé dans le liquide ?

On donne : densité du fer : 7,8 ; hauteur du cylindre en bois : 21cm.

Exercice 7:

Dans une éprouvette contenant de l'eau, on verse l'huile de densité 0,85 par rapport à l'eau. On y introduit un petit cube solide insoluble de 5mm de côté dont les deux faces restent constamment horizontales. Sa densité est 0,95.

a- Dans quelle région de l'éprouvette sera – t – il en équilibre ?
b- Quelle est la hauteur d'arête baignant dans l'huile ?

Exercice 8:

On plonge dans un vase contenant du mercure au préalable et surmonté d'une couche d'eau, une boule en fer de $4cm^3$ de volume et de masse volumique $7600kg/m^3$.
Calculer le volume de la partie de la boue plongée dans le mercure et dans l'eau.
On donne : $\rho(eau) = 1000kg/m^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13600kg/m^3$

Exercice 9:

Un solide cylindrique est formé d'une partie métallique de densité 7 par rapport à l'eau et de hauteur 1cm, et d'une partie en bois de densité 0,7 et de hauteur 29cm.On le plonge dans un liquide de densité d.

1- Calculer la distance du centre de gravité au centre de poussée.
2- De quelle hauteur le solide s'enfonce t – il dans l'eau ?
3- Quelle serait la densité du liquide dans lequel ce solide, complètement immergé, serait en équilibre ?

Exercice 10:

Un objet cylindrique de rayon $r = 10cm$ et de hauteur $h = 4cm$, flotte sur l'eau. Quand il est en équilibre, son axe est vertical et il est immergé sur une profondeur de 2,5cm.

1- Quelles sont la masse de ce cylindre et la masse volumique de sa substance supposée homogène.
2- Déterminer la force qu'il faut appliquer à ce flotteur pour le soulever de 1cm puispour l'enfoncer de 1cm. On supposera que l'axe du cylindre reste vertical au cours de ces déplacements.

Exercice 11:

Un tube cylindrique en fer, ouvert à la partie supérieure et fermé à la partie inférieure, a un rayon de 2cm, une hauteur de 20cm et une masse de 50g.

1- Sur quelle profondeur est – il immergé quand il flotte sur l'eau ?
2- Quelle hauteur de mercure faut – il introduire dans le tube pour que le flotteur s'enfonce de 10cm ?
3- Pour quelle hauteur de mercure ce flotteur commence t – il à couler ?

On donne : $\rho(eau) = 1000kg/m^3$; $g = 10N/kg$; $\rho(Hg) = 13600kg/m^3$

Exercice 12:

Un cylindre en bois, à base circulaire, de densité 0,6, se tient verticalement dans un liquide de densité 1,5.

1- Calculer la hauteur de la partie immergée.
2- On fixe ensuite à la partie inférieure de ce cylindre, un autre cylindre en fer de même base. Quelle hauteur faut – il donner à ce dernier pour que le cylindre total se tienne en équilibre lorsqu'il est complètement plongé dans le liquide ?

On donne : densité du fer : 7,8 ; hauteur du cylindre en bois : 21cm.

Exercice 13:

Un aéromètre de baumé est un flotteur de poids constant dont la forme est celle d'un densimètre, mais dont la tige porte une graduation arbitraire comportant des divisions d'égale longueur. Sachant qu'il s'enfonce jusqu'au zéro de la graduation (en haut de la tige) lorsqu'il flotte en équilibre dans l'eau pure et jusqu'à la division 48 dans un liquide A de densité 1,5 ; calculer la densité d'un liquide B dans lequel il s'enfonce jusqu'à la division 22.

Exercice 14:

Pour déterminer la densité d'un liquide, on réalise les opérations suivantes à l'aide d'une balance sensible au décigramme.
Dans le plateau de gauche, on place une tare constante ; on suspend un solide au plateau de droite et on établit l'équilibre en ajoutant des masses marquées dans ce plateau :

- Si le solide plonge dans l'air, il faut ajouter 138,6g
- S'il plonge dans l'eau, il faut ajouter 206,2g ;
- S'il plonge dans un liquide inconnu, il faut ajouter 193,6g.

1- Déterminer la densité de ce liquide.
2- Déterminer la fraction immergée d'une sphère homogène de 3,5cm de rayon pesant 1N, lorsqu'elle est plongée dans l'eau, puis dans le liquide précédent.

Exercice 15:

Un alcoomètre de Gessy ou de Gay – Lussac (flotteur dont la forme est celle d'un densimètre) s'enfonce jusqu'à la division 100 dans l'alcool pur de densité 0,795, à la température de 15°C et jusqu'à la division zéro dans l'eau de densité 1.

1- En déduire le rapport du volume V de la partie inférieure de l'instrument jusqu'au zéro et du volume v de la tige compris entre les divisions zéro et 100.
2- La distance qui sépare les divisions zéro et 100 est de 15cm. Quelle est celle qui sépare les divisions zéro et 50, sachant que la densité à 15°C d'un mélange d'eau et d'alcool titrant à 50° Gay – Lussac est 0,934 ? Quelle conclusion peut – on tirer quand à la disposition des divisions de la tige ?
3- La distance qui sépare les divisions zéro et 70 étant de 7,17cm, quelle est la densité d'un mélange d'alcool et d'eau titrant 70° Gay – Lussac ? En déduire le volume d'eau qu'il faudrait ajouter à $70cm^3$ d'alcool pur, pour obtenir $100cm^3$ de mélange. Quelle est la contraction qui se produit, lorsqu'on mélange l'eau et l'alcool dans ces proportions ?

NB :Il est rappelé que $100cm^3$ d'alcool à 70° contient $70cm^3$ d'alcool pur.

CORRIGES EXERCICES « POUSSEE D'ARCHIMEDE »

Solution 3 :

1- *Poids du solide :* $P = T = K.\Delta l = 6\ N$

2- *Corps immergé :*

Poids apparent : $T' = K.\Delta l' = P - F = P - \frac{\rho_{huile}}{\rho_{corps}} P = P\left(1 - \frac{\rho_{huile}}{\rho_{corps}}\right) = 3{,}8\ N$

Allongement du ressort : $\Delta l' = \frac{T'}{K} = 0{,}038\ m = 3{,}8\ cm$

Solution 4 :

a- *Poussée d'Archimède :* $F = m_s g.\frac{\rho_L}{\rho_s} = 0{,}512\ N$

b- *Poids apparent :* $P_a = P - F = m_s g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_s}\right) = 3{,}48\ N$

c- *Allongement du ressort pour le solide immergé :*

$$T' = P_a = K.\Delta l' \ or\ K = \frac{P}{\Delta l} \Rightarrow P_a = \frac{P.\Delta l'}{\Delta l}$$

D'où $\Delta l' = \frac{P_a \Delta l}{P} = 5{,}22\ cm$

Solution 6 :

a- *Volume de la partie immergée :*

$$F = P \Rightarrow \rho_e V_i = \rho_s V_s \Rightarrow V_i = \frac{\rho_s V_s}{\rho_e} = 32\ m^3$$

Hauteur de la partie immergée : $h_i = \frac{V_i}{S} = 0{,}64\ m$

b- *Poids P' de la charge :*

$$F' = \rho_e.S.(h_i + h)g = P + P' \Rightarrow P' = [\rho_e.S.(h_i + h) - \rho_s V_s]g = 1000\ N$$

LOIS DES GAZ PARFAITS

Rappel de cours :

1- **Etat gazeux et gaz parfaits :**

Un gaz est une substance formée des molécules en agitation désordonnée extrêmement intense. Lorsque les forces d'interaction entre les molécules d'un gaz est quasiment nulle, il est dit **parfait**, au cas contraire le gaz est dit **réel**.

Qu'il soit **réel** ou **parfait**, un gaz est **expansible, compressible** et miscible (se mélange rapidement).

2- **Pression d'un gaz :**

On appelle **pression** notée **P** d'un gaz, le quotient de l'intensité **F** de la force pressante du gaz par la surface **S** sur laquelle cette force s'exerce :

$$P = \frac{F}{S} \; avec\ F: en\ N; S: en\ m^2; P: en\ Pa$$

Autres unités de pression :

- Le **bar** : $1\ bar = 10^5\ Pa$
- **L'atmosphère** : $1\ atm = 1{,}01325 \, . 10^5\ Pa$
- Le **centimètre de mercure** : $1\ atm = 76\ cm\ de\ Hg$

3- **Lois de Mariotte :**

A une température T constante, pour une masse donnée de gaz parfait, le produit de sa pression P par son volume V, est constant :

$$\boldsymbol{Lois\ de\ Mariotte \Rightarrow si\ T = cte\ on\ a\ \ P.V = cte}$$

4- **Equation d'état des gaz parfaits :**

Pour un gaz parfait qui occupe un volume V à la température T et sous une pression P, la quantité n de molécules de ce gaz est donnée par la relation :

$$\boldsymbol{P.V = nRT \Rightarrow n = \frac{P.V}{R.T}}$$

Avec P : en Pa ; V : en cm^3 ; R : constante molaire des gaz parfaits de valeur $R = 8{,}31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$; T : en K et n : nombre de mole (en mol).

NB :

Si **t** est la température en °C, **T** la température absolue (en K) est donnée par la relation :

$$\mathbf{T = t + 273{,}15.}$$

Exercice 1 :
Un vulcanisateur après avoir gonflé le pneu d'une moto, fait la lecture de son manomètre et dit « ça fait 2 kilos ».

1- Ce langage est – il correct ? Pourquoi ?
2- Le vulcanisateur aurait dû dire 2 bars. Quel est, en pascal, en hectopacal, puis en atmosphère, la pression de l'air dans le pneu sachant que la pression atmosphérique est environ 1 bar ?

Exercice 2 :
Une même masse d'air contenu dans plusieurs bouteilles se trouvent dans différents états représentés dans le tableau ci – dessous.

Bouteilles	A	B	C	D	E	F
Pression en bar	1	2	4	3		2
Volume en L	100	75			100	150
Température en K	350		300	500	400	

1- Compléter le tableau ci – dessus.
2- On communique les bouteilles A et C. La température étant constante ; calculer la pression P_1 dans les bouteilles A et C en Pascal puis en atmosphère à l'équilibre.
3- On communique les bouteilles B et F. La pression étant constante, calculer la température T_2 du gaz dans ces bouteilles à l'équilibre.

Exercice 3 :
A température de 20°C, le produit (PV) pour une mole de gaz parfait est égal à 2438 unités SI.

1- Trouver cette unité SI.
2- a/- Calculer le produit (PV) pour 5 mol de diazote supposé parfait à cette température de 20°C.
b/- Que devient le produit (PV) pour une même quantité de gaz à 27°C ?
3- Une masse de 14 g de diazote occupe un volume V_3 = 60,95 L à la température de 20°C. Calculer sa pression.

On donne : M(N) = 14 g.mol^{-1}.

Exercice 4 :
Une bouteille d'acier a un volume intérieur constant égal à V = 20 L. Elle est remplie de dioxygène (O_2) comprimé. Le manomètre couplé à la bouteille, indique la pression réelle P = 48 bars à l'intérieur de la bouteille. La bouteille et son contenu sont à la température ambiante de t = 21°C.

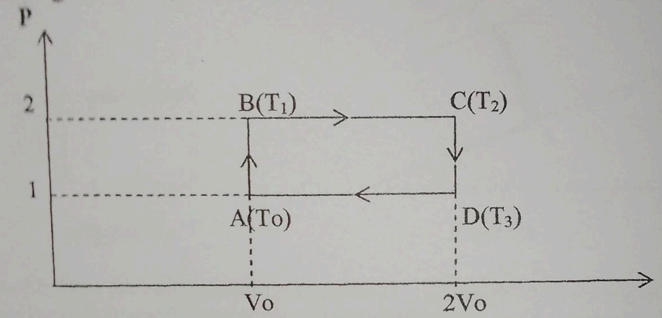
1- Quelle quantité de matière n1 de molécule O_2 contient – elle ?
2- On utilise la bouteille. Après une semaine d'utilisation, le manomètre indique 41 bars lorsque la température ambiante est t_2 = 19°C.
   a- Quelle quantité de matière n_2 de molécule O_2 reste – t – il dans la bouteille ?
   b- En déduire la masse de dioxygène consommée.
   c- Les conditions moyennes d'utilisation du dioxygène ont été : température t_3 = 20°C ; pression P_3 = 1 bar. Quel volume V_3 a – t – on utilisé ?
3- Cette masse mo a servi à réaliser la combustion de 5,8 g de butane. Les deux réactifs ont été mélangés dans un récipient de volume intérieur V = 12 L à la température de 0°C.
   a- Ecrire l'équation de cette réaction de combustion.

b- Le mélange initial est – il stœchiométrique ? Sinon signaler le réactif en excès.
c- On ramène la température du milieu réactionnel à 0°C, la vapeur d'eau formée se condense. Déterminer la quantité de matière de chacun des gaz présents dans le mélange après réaction chimique.
d- Calculer la pression P dans le récipient. (On négligera le volume occupé par l'eau).

Exercice 5 :

Dans un cylindre muni d'un piston, on enferme 0,1 mol d'air sous la pression normale Po = 1 atm et à la température To = 273 K.

1- Quel est le volume Vo de cette quantité d'air supposé parfait ?
2- Grâce à un dispositif de chauffage, on élève la température de ce gaz en maintenant son volume constant et égal à Vo jusqu'à ce que la pression atteigne la valeur $P_1 = 2Po$. Calculer la température T_1 correspondante.
3- L'état du gaz étant $B(T_1 ; P_1)$: on augmente le volume de Vo à V_2 à l'état C (voir figure).



a- Trouver le volume V_2 et la pression P_2 au point C.
b- Calculer la valeur de la température T_2.

4- En refroidissant le gaz à volume constant V_2 puis en le comprimant à pression constante Po, on revient à l'état initial suivant le cycle ABCDA. Calculer la valeur de la température T_3.
5- A quelle transformation (passage d'un état à un autre) correspond sur le graphe :

a/- La dilatation isobare ($D \rightarrow A$; $B \rightarrow C$; $B \rightarrow D$) ?
b/- La dilatation isotherme ($B \rightarrow C$; $B \rightarrow D$) ?
c/- La compressibilité isobare ($B \rightarrow C$; $D \rightarrow A$) ?

Exercice 6 :

Afin de vérifier la loi de Boyle – Mariotte, on étudie l'évolution d'une masse m d'hélium à deux températures $T_1 = 300$ K et T_2 à déterminer.
Un dispositif approprié permet de lire la pression de l'hélium pour différents volumes V de la même masse gazeuse m. Les résultats sont consignés dans le tableau ci – dessous.

$T_1 = 300K$	P(cm de Hg)	90,0	77,1	67,5	60,1
	V(cm^3)	30	35	40	45
	P.V				
$T_2 = ?$	P(cm de Hg)	120,0	102,8	89,9	80,0
	V (cm^3)	30	35	40	45
	P.V				

1- a/- remplir le tableau.
   b/- Enoncer la loi de Mariotte.
   c/- L'hélium se comporte – t – il comme un gaz parfaits aux deux températures ?
2- a/- Trouver la valeur de la température t_2 en degré puis en kelvin T_2.
   b/- calculer la masse m d'hélium.

On donne : 1 atm = $1,013.10^5$ Pa = 76 cm de Hg ; M(He) = 4 $g.mol^{-1}$.

Exercice 7 :

Le néon Ne est un gaz rare supposé parfait.

À 24°C, on enferme ce gaz dans un cylindre long d'axe vertical par un piston horizontal de masse m_0= 1,5kg, de section S = 325cm^2, mobile sans frottement à l'intérieur du cylindre. Le piston est soumis sur sa face supérieure à la pression atmosphérique de 77cm de mercure ; le piston se trouve alors à la hauteur h_1= 42cm du fond du cylindre (figure1).

1- a/- Quelle est la pression P_1 du néon dans le cylindre ?
   b/-En déduire la masse la masse m_0 du gaz enfermé.

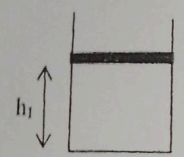


Figure 1

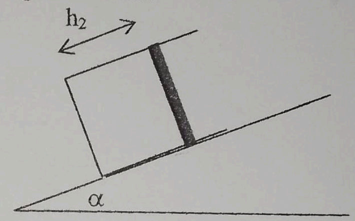


Figure 2

2- On chauffe à pression constante le cylindre ; la température du gaz passe de 24°C à 72°C. Quelle est la nouvelle hauteur h_2 atteinte par le piston en supposant que le cylindre est suffisamment long ?
3- A cet instant, on bloque le mouvement du piston et on chauffe à volume constant le cylindre en portant sa température à 90°C. calculer la nouvelle pression P_2.
4- Le cylindre à l'état initial, contenant la masse mo de néon à la température de 24°C, est incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontal (voir figure 2). Le piston s'immobilise à la hauteur h_3 de son fond.
   a- Quelle est la nouvelle pression P_3 du gaz ?
   b- En déduire la valeur de la hauteur h_3.

On donne : M(Ne) = 20,2 $g.mol^{-1}$; g = 10 $N.kg^{-1}$; 1 atm = 76 cm de Hg = $1,013.10^5$ Pa.

   c- Que devient h_3 si $\alpha = 0°$?

Exercice 8 :

1- Choisir la bonne réponse entre la parenthèse à température constante.
   a- Quand on diminue le volume d'un gaz, c'est-à-dire si on le (comprime/ détend), sa pression (diminue/ augmente).
   b- Quand on augmente le volume d'un gaz, c'est-à-dire, si on le (comprime/ détend), sa pression (diminue/ augmente).
   c- Si la pression du gaz devient 2, 3, 4 etc. fois plus grande, son volume devient 2, 3, 4 etc. fois (plus grand/ plus petit)
2- Chacune des deux bouteilles de plongeursous – marin de capacité 9 litres contient de l'air comprimé sous une pression voisine de 150 bars. La respiration consomme 30 litres d'air par minute, quel que soit la profondeur.

a- Calculer le volume qu'occuperait à la pression atmosphérique, l'air contenu dans les deux bouteilles à la même température.

b- Combien de temps permettrait – il au plongeur de respirer à l'air libre ?

3- Le plongeur évoluant à 20 mètres de profondeur, à quelle pression se trouve – t – il soumit sachant que la pression sous l'eau s'accroît avec la profondeur d'un bar environ par tranche de 10 m.

4- Son régulateur de pression débitant l'air à cette même pression, calculer le volume d'air que peuvent lui fournir les deux bouteilles.

5- Quelle autonomie (temps de respiration) ses bouteilles lui confère t – il à cette profondeur ?

CORRIGES EXERCICES « LOI DES GAZ PARFAITS »

Solution 2 :

1/- Bouteilles : B : $T = 450\ K$ / C : $V = 25\ L$ / D : $V = 55{,}55\ L$ / E : $P = 1{,}33\ bar$ / F : $T = 900\ K$.

2/- $P_1(V_A + V_B) = \left(\frac{P_A V_A}{R.T_A} + \frac{P_B.V_B}{R.T_B}\right).RT_1$ or $T_A = T_B = T_1 \Rightarrow P_1 = \frac{P_A.V_A + P_B.V_B}{V_A + V_B} = 1{,}6\ bar$

3/- Or $P_2 = P_B = P_F$ et $V_2 = V_B + V_F \Rightarrow T_2 = \frac{T_B.T_F(V_B + V_F)}{V_B.T_F + V_F.T_B} = 675\ K$

Solution 3:

1/- P.V. : en $Pa.m^3$; pour 1 mol on a : $PV = 2438\ Pa.m^3.mol^{-1}$.

2/- a)- Pour 5 mol : $PV = 12190\ Pa.m^3$.

b)- Gaz parfait : $\begin{cases} n = \frac{P_1.V_1}{R.T_1} \\ n = \frac{P_2.V_2}{RT_2} \end{cases} \Rightarrow P_2V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{T_1} = 12481{,}079\ Pa.m^3$

3/- $\frac{1mol}{2438} = \frac{n}{P_3V_3} \Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{P_3V_3}{2438} \Rightarrow P_3 = 2.10^4 Pa$

Solution 4 :

1/- $n_1 = 39{,}27\ mol$.

2/- a)- $n_2 = 33{,}77\ mol$. b)- $n_0 = n_1 + n_2 = \frac{m_0}{M} \Rightarrow m_0 = 175{,}81 g$.

c)- $V_3 = \frac{n_0 RT_3}{P_3} = 0{,}13398\ m^3$

3/- a)- $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

b)- Mélange non stœchiométrique, le dioxygène est en excès.

c)- Gaz présents : dioxygène restant et dioxyde de carbone formé :

$n_{CO2} = 0{,}4\ mol$; $n_{O2(restant)} = 4{,}85\ mol$

d)- Pression des gaz présents : $P = \frac{n_{total}RT}{V} = 9{,}93.10^5 Pa$

Solution 5 :

1/- $V_0 = 2{,}24.10^{-3} m^3 = 2{,}24\ L$

2/- $P_1 = 2Po$; $V_1 = Vo$ et $n_1 = no \Rightarrow T_1 = \frac{2P_0.V_0}{n_0.R} = 2T_0 = 546{,}30\ K$

3/- a)- Point C : $V_2 = 2Vo = 4{,}48\ L$ et $P_2 = 2Po = 2atm$. b)- $n_2 = no \Rightarrow T_2 = 2T_1 = 1092{,}60\ K$.

4/- Point D : $V_3 = 2Vo$; $P_3 = Po$ et $n_3 = no \Rightarrow T_3 = \frac{2P_0.V_0}{n_0.R} = 2T_0 = 546{,}30\ K$

5/- a)- Dilatation isobare : $B \rightarrow C$; b)- Dilatation isotherme : $B \rightarrow D$

c)- Compressibilité isobare : $D \rightarrow A$

Solution 6 :

1/- a)- Convertir P (en pascal) et V (en m^3) ; à $T_1 = 300\ K$: $\Rightarrow PV = cte \approx 3{,}6\ Pa.m^3$.

A T_2 : $\Rightarrow PV = cte \approx 4{,}8\ Pa.m^3$.

b)- Loi de Mariotte : Gaz parfait évoluant à $T = cte$, le produit $PV = cte$.

c)- Oui l'hélium est un gaz parfait parce que à $T_1 = 300\ K$ et T_2, le produit $PV = cte$.

2/- a)- Valeur de t_2 et de T_2 : $n_2 = n_1 \Rightarrow T_2 = \frac{T_1P_2V_2}{P_1V_1} = t_2 + 273{,}15$

AN : $t_2 = 126{,}85°C$ et $T_2 = 400\ K$

3/- $n = \frac{m}{M} = \frac{P_2V_2}{R.T_2} \Rightarrow m = M.\frac{P_2V_2}{R.T_2} = 5{,}77.10^{-3} g$

Solution 7 :

1/- a)- Pression P_1 du gaz : A l'équilibre $P_1 = P_0 + P' = P_0 + \frac{mg}{s}$ *avec Po : pression atmosphérique et P' : pression exercée par le poids du piston.* $P_1 = 1{,}03094.10^5 Pa$

b)- Masse mo de néon : or $V = S.h_1$ *on a:* $P_1V = n_0RT_1 \Rightarrow m_0 = M.\frac{P_1S.h_1}{R.T_1} = 11{,}51g$

2/- Nouvelle hauteur h_2 : $P_1V_2 = n_0RT_2$ *avec* $V_2 = S.h_2$ *on a :* $h_2 = 0{,}4877\ m$

3/- Nouvelle pression P_2 : $P_2V_2 = n_0RT_3$ *on a :* $P_2 = 1{,}084196.10^5 Pa$

4/- a)- Nouvelle pression P_3 : $P_3 = P_0 + P'' = P_0 + \frac{mgsin\alpha}{s} = 1{,}027907.10^5 Pa$

b)- Nouvelle hauteur h_3 : $P_3V_3 = n_0RT_1$ *avec* $V_3 = S.h_3 \Rightarrow h_3 = 0{,}4211\ m$

c)- Pour $\alpha = 0$ *on a* $P'' = \frac{mgsin\alpha}{s} = 0 \Rightarrow P'_3 = P_0$ *(pression atmosphérique)*

d'où $P'_3V'_3 = n_0RT_1$ *avec* $V'_3 = Sh'_3 \Rightarrow h'_3 = 0{,}4273\ m$

Solution 8 :

1/- Bonne réponse : a)- comprime / pression augmente ; b)- détend / pression diminue ; c)- plus petit.

2/- a)- Volume à la pression atmosphérique Po : Loi de Mariotte : $PV = P_0V_0 \Rightarrow V_0 = 1350\ L$

Pour les deux bouteilles : Vo' = 2Vo = 2700 L

b)- Temps de respiration : $t_1 = \frac{2700\ L}{30\ L/mn} = 90\ mn$

3/- Pression à 20 m :

Si à la surface $P_0 = 1\ bar$ *à 20 m de profondeur on a :* $P_2 = P_0 + 2P_0 = 3bar = 3.10^5 Pa$

4/- Volume d'air correspondant :

$PV = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = 450L$ *pour les deux bouteilles on a* $V'_2 = 2V_2 = 900\ L$

4/- Temps de respiration : $t_2 = \frac{900\ L}{30\ L/mn} = 30\ mn$

LA CALORIMETRIE

Rappel de cours :

I- Notion de chaleur :

La chaleur est un mode de transfert d'énergie.
Si l'énergie mécanique est une forme ordonnée de l'énergie, la chaleur est, elle, une forme désordonnée de l'énergie.

II- Calorimétrie et formules fondamentales :

1- La calorimétrie :

Elle correspond à la mesure des quantités de chaleur. Les transferts spontanés d'énergie calorifique se font toujours du corps chaud vers le corps froid.

2- Quantité de chaleur perdue ou reçue sans changement d'état physique :

$$Q = mc(t_2 - t_1) \text{ avec } m : \text{en } kg; C : \text{en } J.kg^{-1}°C^{-1} \text{ et } t_1 \text{ et } t_2 \text{ en } °C$$

$$Q = mc(T_2 - T_1) \text{ avec } T_1 \text{ et } T_2 \text{ en } K;\ C: \text{en } J.kg^{-1}.K^{-1}$$

Remarque :

- Dans une enceinte adiabatique (isolant thermique), la quantité de chaleur cédée par le corps chaud est égale à la quantité de chaleur (reçue) par le corps froid.
- La constante c est la chaleur massique du corps.
- Si $t_2 > t_1$: le corps reçoit de la chaleur
- Si $t_2 < t_1$: le corps perd de la chaleur
- Le produit C = **m.c** est appelé **capacité calorifique** ou **thermique** du corps, elle s'exprime en $J.°C^{-1}$ ou en $J.K^{-1}$.

3- Quantité de chaleur reçue ou perdue à température constante :

Pour une masse m d'un corps pour subir un changement d'état physique à une température constante et à pression constante :

$$Q = mL \text{ avec } m : \text{en } kg \text{ et}$$

$$L : \text{la chaleur latente du corps en } J.kg^{-1}$$

Exercice 1 :

On désire élever la température de 500 g de glace de – 10°C à 100°C. Calculer :

1- La quantité de chaleur Q_1 reçue par la glace pour passer de – 10°C à 0°C à l'état solide.
2- La quantité de chaleur Q_2 reçue par la glace pour se transformer en eau à 0°C.
3- La quantité de chaleur Q_3 reçue par l'eau pour passer de 0°C à 100°C à l'état liquide.
4- La quantité de chaleur Q reçue par la glace pour passer de – 10°C à 100°C à l'état liquide.

On donne :

- Les chaleurs massiques : de l'eau $c_e = 4200\ J.kg^{-1}°C^{-1}$ et de la glace $c_g = 2100\ J.kg^{-1}°C^{-1}$
- La chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 335000\ J.kg^{-1}$.

Exercice 2 :

Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 200 g d'eau à la température t_1 = 15°C on y ajoute 300 g d'eau prise à la température t_2 = 90°C.

1- Quelle est la température d'équilibre t_e du mélange final ?
2- A cet instant on plonge dans le calorimètre un morceau de fer de masse m' = 50 g à la température t' = 100°C. Calculer la nouvelle température d'équilibre t_{f1}.
3- En réalité le calorimètre possède une capacité thermique C = 32,5 $J°C^{-1}$. Calculer les nouvelles températures t_e et t_f des questions 1/ et 2/.

On donne $c_e = 4200\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $c_{fer} = c' = 420\ J.kg^{-1}.°C^{-1}$.

Exercice 3 :

On introduit une masse m = 50 g de fer à la température t_1 = 100°C dans un calorimètre de capacité thermique C = 40 $J.°C^{-1}$ contenant une masse m' = 200 g d'eau à 18°C.

1- Sachant que la température d'équilibre du calorimètre est 19,9°C, Calculer la capacité thermique massique C_1 du fer (on donne $c_e = 4,2\ KJ.kg^{-1}°C^{-1}$).
2- On introduit dans ce calorimètre à 19,9°C un morceau de glace de masse m_2 = 10g à la température de 0°C. Calculer la température d'équilibre te du calorimètre.
   On donne pour la glace $L_f = 3,34.10^5\ J.kg^{-1}$.
3- Quelle serait la température d'équilibre t'_e du calorimètre si la masse m_2 = 10g de la glace était à la température de – 2°C ?

On donne : Pour la glace : $c_g = 2,1 kJ.kg^{-1}°C^{-1}$

Exercice 4 :

Afin de déterminer la capacité calorifique C d'un calorimètre, on fait l'expérience suivante. On place dans le calorimètre une masse m = 400 g d'eau. La température initiale de l'ensemble est t_1 = 13,5°C. On ajoute ensuite dans le calorimètre une masse m' = 325 g d'eau prise à la température de t' = 75°C. La température d'équilibre s'établit à t_e = 40,2°C.

1- Déterminer la capacité calorimétrique C de ce calorimètre.
   On donne $c_e = 4180 J.Kg^{-1}°C^{-1}$
2- Quelle est la chaleur massique de l'aluminium sachant que le vase calorimétrique est en aluminium et a une masse m_1 = 118g ?
3- En réalité, la chaleur massique de l'aluminium est $c'_1 = 8,25\ kJ.kg^{-1}°C^{-1}$. Calculer la capacité thermique C_1 des accessoires (agitateur et thermomètre) de ce calorimètre.
4- Le calorimètre contenant une masse d'eau égale à m_2 = 750 g est initialement à la température de t_2 = 14,2°C. On y introduit un bloc de cuivre de masse m_3 = 275 g mis à la température t_3 = 115°C. Calculer la température d'équilibre t_{f2} du calorimètre.

On donne $c_3 = c_{cuivre} = 0,393\ J.g^{-1}°C^{-1}$.

Exercice 5 :

Dans un calorimètre de capacité calorimétrique négligeable contenant $m_1 = 100$ g d'eau à 98°C, on introduit un morceau de glace de masse $m_2 = 100$ g à température de – 10°C.

1- a/- Lorsque l'équilibre est atteint, reste – t – il de la glace ?
   b/- Quelle est alors la température d'équilibre t_e ?
2- L'équilibre précédent étant atteint, on introduit dans le calorimètre un morceau de glace de masse $m_3 = 90$ g à la température $t_3 = -10$°C.
   a- Lorsque l'équilibre thermique est atteint, reste – t – il de la glace ?
   b- En déduire la température t'_e du nouvel équilibre.
   c- Quelles sont les masses m_4 de glace et m' d'eau en présence ?
3- Quelle serait la masse de glace m_5 prise à - 10°C, pour qu'à l'équilibre thermique à 0°C, il n'y ait plus de glace ?

On donne : $c_e = 4180$ J.kg^{-1}°C^{-1} ; $c_g = 2090$ J.kg^{-1}°C^{-1} ; L_f de la glace = 334J.g^{-1}

Exercice 6 :

On réalise trois expériences différentes afin de déterminer la capacité calorifique C du calorimètre.
On donne la chaleur latente L_f de fusion de la glace à 0°C et la chaleur massique c_g de la glace.
Pour chacune des expériences, le calorimètre contient 1 L d'eau à la température de $t_1 = 20$°C.

1- On y verse 1 L d'eau à 60°C et la température d'équilibre est $t_{e1} = 38,3$°C. Calculer C.
2- On y met 30 g de glace à 0°C et la température d'équilibre est $t_{e2} = 17,53$°C. Calculer L_F.
3- On y met 30 g de glace à – 10°C. La température finale est 17,41°C. Calculer c_g.
4- Le calorimètre précédent contient une masse M d'eau à 60°C. On y plonge 50 g de glace prélevée dans un compartiment de surgélation de – 12°C. Lorsque l'équilibre thermique est atteint, la température finale est $t_f = 7,5$°C. Calculer la masse M.

On donne $c_e = 4200$ J.kg^{-1}°C^{-1}.

Exercice 7 :

Un thermo – plongeur de puissance 1,5 kW est utilisé pour chauffer 1400 g d'eau à 18°C contenue dans un calorimètre de capacité calorifique C = 17,2 J°C^{-1}. Sachant que le rendement de l'opération est de 90% et que cette opération n'a duré que 4 mn 20 s ;

1- Déterminer :
   a- L'énergie électrique fournie par le thermo – plongeur.
   b- L'énergie calorifique reçue par le système calorimètre – eau à cette date ;
   c- En déduire la température finale t_f du calorimètre.
2- On retire le thermo – plongeur et on y plonge un morceau de glace de masse m_1 (g) à la température $t_1 = -5$°C. La variation de température du calorimètre et de son contenu étant de 4,2°C, calculer la masse m du morceau de glace.
   On donne : $c_g = 2100$ J.kg^{-1}°C^{-1} ; $L_f = 335000$ J°C^{-1}.
3- On ajoute à la suite une masse m_1 d'aluminium et la température du calorimètre subit une augmentation de 7,4°C et l'augmentation de masse du calorimètre est de 180 g. Calculer t_2 de l'aluminium.
   On donne $c_{Al} = 825$ J.kg^{-1}°C^{-1}.

Exercice 8 :

Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 100 g d'eau à 20°C.
On y introduit un morceau de glace de masse mo = 20 g initialement à 0°C.

1- a/- Montrer qu'il ne reste pas de glace lorsque l'équilibre est atteint.
   b/- Calculer la température d'équilibre.
2- Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse $m_1 = 20$ g dont la température est cette fois – ci – 18°C.

Exercice 5 :

Dans un calorimètre de capacité calorimétrique négligeable contenant $m_1 = 100$ g d'eau à 98°C, on introduit un morceau de glace de masse $m_2 = 100$ g à température de – 10°C.

1- a/- Lorsque l'équilibre est atteint, reste – t – il de la glace ?
   b/- Quelle est alors la température d'équilibre t_e ?
2- L'équilibre précédent étant atteint, on introduit dans le calorimètre un morceau de glace de masse $m_3 = 90$ g à la température $t_3 = -10$°C.
   a- Lorsque l'équilibre thermique est atteint, reste – t – il de la glace ?
   b- En déduire la température t'_e du nouvel équilibre.
   c- Quelles sont les masses m_4 de glace et m' d'eau en présence ?
3- Quelle serait la masse de glace m_5 prise à - 10°C, pour qu'à l'équilibre thermique à 0°C, il n'y ait plus de glace ?

On donne : $c_e = 4180\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $c_g = 2090\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; L_f de la glace = $334 J.g^{-1}$

Exercice 6 :

On réalise trois expériences différentes afin de déterminer la capacité calorifique C du calorimètre.
On donne la chaleur latente L_f de fusion de la glace à 0°C et la chaleur massique c_g de la glace.
Pour chacune des expériences, le calorimètre contient 1 L d'eau à la température de $t_1 = 20$°C.

1- On y verse 1 L d'eau à 60°C et la température d'équilibre est $t_{e1} = 38{,}3$°C. Calculer C.
2- On y met 30 g de glace à 0°C et la température d'équilibre est $t_{e2} = 17{,}53$°C. Calculer L_F.
3- On y met 30 g de glace à – 10°C. La température finale est 17,41°C. Calculer c_g.
4- Le calorimètre précédent contient une masse M d'eau à 60°C. On y plonge 50 g de glace prélevée dans un compartiment de surgélation de – 12°C. Lorsque l'équilibre thermique est atteint, la température finale est $t_f = 7{,}5$°C. Calculer la masse M.

On donne $c_e = 4200\ J.kg^{-1}°C^{-1}$.

Exercice 7 :

Un thermo – plongeur de puissance 1,5 kW est utilisé pour chauffer 1400 g d'eau à 18°C contenue dans un calorimètre de capacité calorifique $C = 17{,}2\ J°C^{-1}$. Sachant que le rendement de l'opération est de 90% et que cette opération n'a duré que 4 mn 20 s ;

1- Déterminer :
   a- L'énergie électrique fournie par le thermo – plongeur.
   b- L'énergie calorifique reçue par le système calorimètre – eau à cette date ;
   c- En déduire la température finale t_f du calorimètre.
2- On retire le thermo – plongeur et on y plonge un morceau de glace de masse m_1 (g) à la température $t_1 = -5$°C. La variation de température du calorimètre et de son contenu étant de 4,2°C, calculer la masse m du morceau de glace.
   On donne : $c_g = 2100\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $L_f = 335000\ J°C^{-1}$.
3- On ajoute à la suite une masse m_1 d'aluminium et la température du calorimètre subit une augmentation de 7,4°C et l'augmentation de masse du calorimètre est de 180 g. Calculer t_2 de l'aluminium.
   On donne $c_{Al} = 825\ J.kg^{-1}°C^{-1}$.

Exercice 8 :

Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 100 g d'eau à 20°C.
On y introduit un morceau de glace de masse mo = 20 g initialement à 0°C.

1- a/- Montrer qu'il ne reste pas de glace lorsque l'équilibre est atteint.
   b/- Calculer la température d'équilibre.
2- Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse $m_1 = 20$ g dont la température est cette fois – ci – 18°C.

a/- Montrer que le système lorsque l'équilibre est atteint, il reste de la glace est que la température d'équilibre est 0°C.

b/- Calculer les masses d'eau liquide et de glace en présence.

3- Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon de masse $m_2 = 20$ g à la température – 18°C.

a/- Quelle est la nouvelle température d'équilibre ?

b/- Calculer la masse d'eau que se congèle.

On donne : $c_e = 4190\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $c_g = 2090\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $L_f = 334\ kJ.kg^{-1}$.

Exercice 9 :

Dans calorimètre, on plonge 40 cm^3 d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0,5\ mol.L^{-1}$. La capacité calorifique du calorimètre et de son contenu est égale à 200 $J.°C^{-1}$. On place au – dessus du calorimètre une burette contenant une solution de soude de concentration molaire $C_b = 3\ mol.L^{-1}$.

1- Quelle est l'élévation maximale de la température du système ?
2- Calculer la variation $\Delta\theta$ de la température du système lorsqu'on a versé V (cm^3) de volume de soude.

   AN : V = 2 cm^3 ; V = 5 cm^3 ; V = 8 cm^3 ; V = 15 cm^3 ; V = 20 cm^3.

On donne:

- Température initiale de l'acide est de la soude: $t_1 = 18°C$;
- Chaleur massique de la solution d'acide et de soude $c_s = 4200\ J.kg^{-1}°C^{-1}$.
- Masse volumique de la solution d'acide et de soude $\rho_s = 1\ kg.m^{-3}$.
- Chaleur de réaction : $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O + 57,35\ kJ$

Exercice 10 :

Un vase calorimétrique en aluminium a pour masse $m_1 = 50$ g.

1- Calculer sa capacité thermique C_1.
2- Ce calorimètre contient 100 cm^3 d'eau. Le thermomètre et les accessoires du calorimètre ont une capacité thermique $C_2 = 17,5$ J°C-1.
   a- Quelle est la capacité thermique totale du calorimètre et de ses accessoires ?
   b- La température initiale du calorimètre est $t_1 = 1680°C$. On y ajoute une masse m_3 d'eau en ébullition. La température finale est $t_e = 36,7°C$.
      b-1 : Calculer la capacité calorifique C_3 de l'eau introduite.
      b-2 : En déduire sa masse m_3.
3- On introduit dans le système précédent une masse m_4 de glace prise à -12 °C. Déterminer la masse m_4 pour que la température d'équilibre soit égale à $t_e = 3,2°C$.

On donne : $c_e = 4190\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $c_g = 2090\ J.kg^{-1}°C^{-1}$; $L_f = 334\ kJ°C^{-1}$; $c_{Al} = 830\ J.kg^{-1}°C^{-1}$.

CORRIGES EXERCICES CALORIMETRIE

Solution 1 :

1/- $Q_1 = mc_g[0-(-10)] = 10500\,J$

2/- $Q_2 = mL_f = 167500\,J$

3/- $Q_3 = mc_e(100-0) = 210000\,J$

4/- $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 388000\,J$

Solution 2 :

1/- A l'équilibre thermique, on a :

$$Q_1(\text{chaleur reçue par } m_1) = Q_2(\text{chaleur cédée par } m_2)$$

$$m_1c_e(t_e - t_1) = m_2c_e(t_2 - t_e) \Rightarrow t_e = \frac{m_2t_2 + m_1t_1}{m_1 + m_2} = 60°C$$

2/- A l'équilibre thermique, on a :

$$Q'_1(\text{chaleur reçue par } M = m_1 + m_2) = Q'_2(\text{chaleur cédée par } m')$$

$$Mc_e(t_{f1} - t_e) = m'c'(t' - t_{f1}) \Rightarrow t_{f1} = \frac{m'c't' + Mc_et_e}{m'c' + Mc_e} = 60{,}396°C$$

3/- Nouvelles valeurs de t_e et de t_{f1} :

- *Equilibre thermique (1) :*

$$(m_1c_e + C)(t_e - t_1) = m_2c_e(t_2 - t_e) \Rightarrow t_e = \frac{m_2c_et_2 + (m_1c_e + C)t_1}{(m_1 + m_2)c_e + C} = 59{,}3°C$$

- *Equilibre thermique (2) :*

$$(Mc_e + C)(t_{f1} - t_e) = m'c'(t' - t_{f1}) \Rightarrow t_{f1} = \frac{m'c't' + (Mc_e + C)t_e}{m'c' + Mc_e + C} = 60{,}390°C$$

Solution 3 :

1/- Capacité thermique C_1 du fer :

$$Q_1(\text{reçue par l'eaudans le calorimètre}) = Q_2\ (\text{cédée par le fer})$$

$$(m'c_e + C)(t_f - t_1) = mc_1(t_2 - t_f)$$

$$c_1 = \frac{(m'c_e + C)(t_f - t_1)}{m(t_2 - t_f)} = 417{,}5\,J.kg^{-1}°C^{-1}$$

2/- Température d'équilibre :

$$Q_1(\text{cédée par le système calorimètre} - \text{eau} - \text{fer}) = Q_2(\text{reçue par la glace})$$

$$(mc_1 + m'c_e + C)(t_f - t_e) = m_2L_f + m_2c_g(t_e - t_2) \text{ avec } t_2 = 0°C$$

$$t_e = \frac{(mc_1 + m'c_e + C)t_f - m_2L_f}{mc_1 + m'c_e + C + m_2c_e} = 15{,}47\,°C$$

3/- Température d'équilibre :

$$Q_1(\text{cédée par le système calorimètre} - \text{eau} - \text{fer}) = Q_2(\text{reçue par la glace})$$

$$(mc_1 + m'c_e + C)(t_f - t_e) = m_2c_g[0-(-2)] + m_2L_f + m_2c_g(t_e - 0)$$

$$t_e = \frac{(mc_1 + m'c_e + C)t_f - m_2L_f - 2m_2c_g}{mc_1 + m'c_e + C + m_2c_e} = 15{,}42\,°C$$

Solution 4 :

1/- Capacité calorimétrique C du calorimètre :

$$Q_1(\text{reçue par le système calorimètre} - \text{eau}) = Q_2(\text{cédée par l'eau de masse } m')$$

$$(mc_e + C)(t_e - t_1) = m'c_e(t' - t_e)$$

$$C = \frac{m'c_e(t' - t_e)}{t_e - t_1} - mc_e = 98{,}63\ J°C^{-1}$$

2/- Chaleur massique de l'aluminium

$$C = m_1c_1 \Rightarrow c_1 = \frac{C}{m_1} = 835{,}84\ J.kg^{-1}°C^{-1}$$

3/- Capacité thermique C1 des accessoires :

Or $C = C_1 + m_1c'_1 \Rightarrow C_1 = C - m_1c'_1 = 98{,}63 - 0{,}118.825 = 1{,}28\ J°C^{-1}$

4/- Température d'équilibre t_{f2} :

$$Q_1(\text{reçue par le système calorimètre} - \text{eau}) = Q_2(\text{cédée par le bloc de cuivre})$$

$$(m_2c_e + C)(t_{f2} - t_2) = m_3c_3(t_3 - t_{f2})$$

Solution 5 :

1/- a)- Reste – t – il de la glace ?

Supposons que la température d'équilibre est to = 0°C :

Déterminons :

- *Q_1 : chaleur cédée par l'eau :* $Q_1 = m_1C_e(t_1 - 0) = 40964\ J$
- *Q_2 : Chaleur reçue par la glace :* $Q_2 = m_2c_g(0 - t_2) + m_2L_f = 35490\ J$
- *Etant donné que $Q_1 > Q_2$, à la température $t_o = 0°C$, toute la glace a fondu donc la température d'équilibre $t_e > 0°C$.*

b)- Température d'équilibre :

A l'équilibre on a : $Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1c_e(t_1 - t_e) = m_2c_g(t_e - t_2) + m_2L_f$

$$t_e = \frac{m_1c_et_1 + m_2c_gt_2 - m_2L_f}{(m_1 + m_2)c_e} = 6{,}54\ °C$$

2/- a)- Reste – t – il de la glace ?

Supposons que la température d'équilibre est to = 0°C :

Déterminons :

- *Q_1 : chaleur cédée par l'eau :* $Q'_1 = (m_1 + m_2)C_e(t_e - 0) = 5434\ J$
- *Q_2 : Chaleur reçue par la glace :* $Q'_2 = m_3c_g(0 - t_3) + m_3L_f = 31941\ J$
- *Etant donné que Q_2 (reçue) > Q_1 (cédée) à la température to = 0°C, toute la glace n'a pas fondu : seule une partie fond.*

b)- Température d'équilibre :

La présence de la glace dans l'eau à l'équilibre implique que t'e = 0°C.

c)- Masses m' d'eau et m_4 de glace en présence :

- Masse m'_3 de glace fondue :

$$Q'_2 = m_3c_g(0 - t_3) + m'_3L_f \Rightarrow m'_3 = \frac{Q'_2 + m_3c_gt_3}{L_f} = 0{,}0793\ kg = 79{,}3\ g$$

- Masse m_4 de glace restante : $m_4 = m_3 - m'_3 = 10{,}7\ g$

- Masse d'eau : $m' = m_1 + m_2 + m'_3 = 279{,}3\ g$

3/- Masse m_5 de glace : $Q'_1(\text{cédée}) = Q''_2(\text{reçue}) = m_5c_g(0 - t_3) + m_5L_f$

$$\Rightarrow m_5 = \frac{Q'_1}{L_f - c_gt_3} = 0{,}0153\ kg = 15{,}3g$$

Solution 6 :

1/- Capacité calorifique C du calorimètre :

$$Q_1(reçue) = Q_2(cédée)$$

$$(m_1c_e + C)(t_{e1} - t_1) = m_2c_e(t'_1 - t_{e1})$$

$$\Rightarrow C = \frac{m_2c_e(t'_1 - t_{e1})}{t_{e1} - t_1} - m_1c_e = 780{,}32\ J°C^{-1}$$

2/- Chaleur latente de fusion L_f :

$$Q'_1(cédée\ par\ le\ système\ calorimètre - eau) = Q'_2(reçue\ par\ la\ glace)$$

$$(m_1c_e + C)(t_1 - t_{e2}) = m'_2L_f + m'_2c_e(t_{e2} - 0)$$

$$L_f = \frac{(m_1c_e + C)(t_1 - t_{e2}) - m'_2c_et_{e2}}{m'_2} = 336420{,}35\ J.kg^{-1}$$

3/- Chaleur massique de la glace c_g :

$$Q''_1(cédée) = Q''_2\ (reçue)$$

$$(m_1c_e + C)(t_1 - t_{e3}) = m'_2c_g(0 - t_2) + m'_éL_f + m'_2c_e(t_{e3} - 0)$$

$$\Rightarrow c_g = \frac{(m_1c_e + C)(t_1 - t_{e3}) - [m'_2L_f + m'_2c_et_{e3}]}{-m'_2t_2} = 2042{,}5\ J.kg^{-1}°C^{-1}$$

4/- Masse M d'eau :

$$Q_3(cédée\ par\ le\ système\ calorimètre - eau) = Q_4\ (reçue\ par\ la\ glace)$$

$$(Mc_e + C)(t_1 - t'_f) = m_4c_g(0 - t'_4) + m_4L_f + m_4c_e(t'_f - 0)$$

$$M = \frac{-m_4c_gt_4 + m_4L_f + m_4c_et'_f - C(t_1 - t'_f)}{c_e(t_1 - t'_f)} = 0{,}2747\ kg$$

Solution 7 :

1/- a)- Energie fournie par le thermo – plongeur :

$$W = P.t = 390000\ J$$

b)- Energie reçue par le système calorimètre – eau :

$$or\ r = \frac{Q_{reçue}}{W} \Rightarrow Q_{reçue} = r.W = 351000\ J$$

c)- Température finale du calorimètre :

$$Q_{reçue} = (mc_e + C)(t_f - t) \Rightarrow t_f = \frac{Q_{reçue}}{mc_e + C} + t = 77{,}8\ °C$$

2/- Masse m' du morceau de glace :

- *Température d'équilibre de l'ensemble :* $t_{f1} = t_f - 4{,}2 = 77{,}8 - 4{,}2 = 73{,}6\ °C$
- *Valeur de la masse m1 :*

$$Q_1(cédée) = Q_2\ (reçue\ par\ la\ glace)$$

$$(mc_e + C)(t_{f1} - t_f) = [m_1c_g(0 - t_1) + m_1L_f + m_1c_g(t_{f1} - 0)$$

$$m_1 = \frac{(mc_e + C)(t_{f1} - t_f)}{-c_gt_1 + L_f + c_et_{f1}} = 0{,}0377\ kg$$

3/- Valeur t_2 de la température de l'aluminium :

$$Q'_1(reçue\ par\ le\ système\ calorimètre - eau) = Q'_2(cédée\ par\ l'aluminium)$$

$$(m'c_e + C)(t_{f2} - t_{f1}) = m_2c_{Al}(t_2 - t_{f2})$$

Avec $m' = 1400g + 37{,}7 = 1437{,}7\ g$ *et* $t_{éq} = t_{f2} = 73{,}6 + 7{,}4 = 80°C$

$$t_2 = \frac{(m'c_e + C)(t_{f2} - t_{f1}) + m_2c_{Al}t_{f2}}{m_2c_{AL}} = 381{,}32\ °C$$

Solution 8 :

1/- a)- Montrons qu'il ne reste plus de glace à $t_{éq} = 0°C$:

$$Q_1(reçue\ par\ la\ glace\ pour\ fondre) = m_0 L_f = 0{,}02.334000 = 6680\ J$$

$$Q_2(cédée\ par\ le\ système\ camlorimétre - eau) = m_e c_e(20° - 0°) = 8380\ J$$

Comme Q cédée > Q reçue pour que la température d'équilibre soit 0°C donc toute la glace a fondu et la température d'équilibre te > 0°C.

b)- Température d'équilibre te :

$$m_e c_e(20 - t_e) = m_g L_f + m_g c_e(t_e - 0)$$

$$t_e = \frac{20 m_e c_e - m_g L_f}{(m_e + m_g)c_e} = 3{,}38°C$$

2/- a)- Montrons qu'il reste de la glace à l'équilibre à 0°C.

Supposons que t'e = 0°C la température d'équilibre.

$$Q'_1(reçue\ par\ la\ glace) = m_1 c_g(0 - 18) + m_1 L_f = 7432{,}4\ J$$

$$Q'_2(cédée\ par\ le\ système\ calorimètre - eau) = m' c_e(t_e - 0) = 1709{,}52\ J$$

Comme Q cédée < Q reçue pour que la température soit 0°C donc seulement une partie de la glace a fondu ; la température d'équilibre est 0°C car il reste de la glace.

b)- Masses d'eau et de la glace en présence :

- *Masse m' de la glace qui a fondu :*

$$m_1 c_g(0 - 18) + m L_f = 752{,}4 + m'' L_f = Q''_1 = 1709{,}52\ J$$

$$m'' = \frac{1709{,}52 - 752{,}4}{L_f} = 2{,}86.10^{-3}\ kg = 2{,}86\ g$$

- *Masse de glace restant m_r:*

  $m_r = 20 - 2{,}86 = 17{,}14\ g$

- *Masse me d'eau :*

  $m_e = 120 + 2{,}86 = 122{,}86\ g$

3/- a)- Nouvelle température t_f d'équilibre :

Comme il reste de la glace dans l'eau et on y ajoute de la glace, la nouvelle température est $t_f = 0°C$.

b)- Masse m'o d'eau qui ne congèle pas :

$$Q'_3(cédée\ par\ m'o\ pour\ congeler\ à\ 0°C) = m'_o L_s$$

$$Q_3(reçue\ par\ m_2\ de\ glace\ pour\ passer\ de - 18°C\ à\ 0°C) = m_2 c_g(0 - 18)$$

A l'équilibre on a : $Q_3 = Q'_3$:

$$m'_o = \frac{18 m_2 c_g}{L_s} = 1{,}25.10^{-3}\ kg = 1{,}25\ g$$