PHYSIQUE

2nd LS

PHYSIQUE
Seconde LS

INNOVATING EDUCATION IN AFRICA

Table des matières

PHYSIQUE 2
Table des matières 3
Introduction.. 5
3- LIGNES TRIGONOMETRIQUES.. 7
Chapitre I : MOUVEMENT ET VITESSE 9
I- MOUVEMENT 9
A- Définition : 9
B- LES REPERES D'ESPACES 9
C- LA TRAJECTOIRE D'UN POINT MOBILE 11
II- VITESSE 12
A- VITESSE MOYENNE 12
B- VITESSE INSTANTANEE. 13
1- Application de la vitesse instantanée.. 13
a) Application à un mouvement rectiligne 13
b) Application à un mouvement curviligne 14
c) Application à un mouvement circulaire. 14
d) Relation entre la vitesse linéaire et la vitesse angulaire 14
2- Caractéristiques du vecteur vitesse 15
3- Différents sortes de mouvement. 15
Chapitre II : LE CENTRE D'INERTIE, LA QUANTITE DE MOUVEMENT.. 17
I- LE CENTRE D'INERTIE.. 17
II- LE CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE COMPOSITE. 17
III- QUANTITE DE MOUVEMENT 23
1.1- Vecteur quantité de mouvement d'un solide 23
1.2- Vecteur quantité de mouvement d'un système mécanique par 2 solides. 24
2- Conservation du vecteur quantité de mouvement 24
CHAPITRE III : LES FORCES 28
3) Représentation d'une force.. 28
4) Somme vectorielle de deux forces 28
I- MESURE DE L'INTENSITE D'UNE FORCE 29

1- Le poids d’un corps 29
A- LES DIFFERENTES FORCES 30
1- Forces distances 30
B- CONTACT SANS FROTTEMENT 30
2- Contact avec frottement 31
1- Les tensions 31
CHAPITRE IV : EQUILIBRE D’UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES 38
I- Condition d’équilibre d’un solide soumis à deux forces. 38
1- Application 38
a) Equilibre d’un solide posé sur un plan. Réaction d’un support 38
b) Stabilité d’un équilibre 39
c) Plan incliné 39
3) Equilibre d’un solide suspendu, notion de tension 41
Bibliographie 49

Introduction

La science n’est pas concevable sans la mesure et son histoire est ancienne. La plupart des civilisations primitives telles que Egyptienne, Babylonienne… par nécessité économique ont été amenées à effectuer des mesures : mesure des terrains, de temps, de vitesse, pour cela, il a fallu créer des nombres.

Nombres décimaux.

Les nombres décimaux sont généralement utilisés pour exprimer les résultats des opérations. Dans la plus part des cas, ces résultats sont arrondis à la 1^{ere}, $2^{e,}$ 3^{e}… décimale.

Pour arrondir un chiffre, on regarde le chiffre situé juste après le chiffre à arrondir, s’il est supérieur ou égal à 5, on ajoute +1 au chiffre à arrondir.

Exemple : arrondir 52,376 à la 1^{er} et $2^{ème}$ décimale.

Solution

1^{er} décimal : 52,4

$2^{ème}$ décimale : 52,38

Exercice d’application : arrondir les nombres suivants : 43,26746 ; 0,01374 ; 3,43962 ; 2,96712 respectivement à la 1^{er}, $2^{ème}$, $3^{ème}$, $4^{ème}$ décimale.

Système internationale d’unité (SI)

Dans le souci de trouver un langage (grandeur commune), le milieu scientifique a bâti un système d’unités commun basé sur des grandeurs naturelles. Ces grandeurs sont :

Unité de base

Nom des grandeurs	Nom de l’unité	symbole
longueur	Mettre	m
temps	seconde	s
masse	kilogramme	kg
Température	kelvin	k
Quantité de matière	mole	mol

Unité dérivée

Noms des grandeurs	Nom de l’unité	symbole
vitesse	Mètre par seconde	m/s ($m.s^{-1}$)
Masse volumique	Kilogramme par mètre cube	Kg/m^3 ($kg.m^{-3}$)
Force	Newton	N
Energie	Joule	J
Puissance	Watt	W

Pression	Pascal	Pa
Mouvement d'une force	Newton mètre	N.m
Aire ou surface	Mètre carré	M^2
Quantité de mouvement	Kilogramme mètre par seconde	Kg.m/s ($kgm.s^{-1}$)

multiples	Symbole	facteurs	Sous multiple	Symbole	facteurs
Tera	T	10^{12}	deci	d	10^{-1}
Giga	G	10^{9}	centi	C	10^{-2}
Mega	M	10^{6}	milli	m	10^{-3}
Kilo	K	10^{3}	micro	μ	10^{-6}
Hecto	h	10^{2}	nano	n	10^{-9}
deca	da	10	pico	p	10^{-12}

Multiples et sous multiples du mètre

Le kilomètre	1 km = 10^{3}m
Le centimètre	1 cm = 10^{-2}
Le millimètre	1 mm = 10^{-3}
Le micromètre	1 µm = 10^{-6}
Le nanomètre	1 nm = 10^{-5}
Le picomètre	1 pm = 10^{-12}

Multiple et sous multiples de la seconde

Le jour (j)	1j = 86400s
L'heure (h)	1h = 3600s
La minute (min)	1min = 60s
La milliseconde	1ms = 10^{-3}
La microseconde	1Ms = 10^{-6}
La nanoseconde	1ns = 10^{-9}

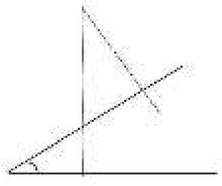
Notions mathématique

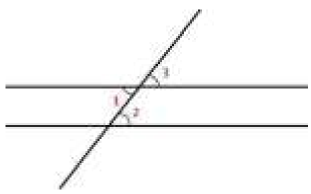
A- Les angles

1- Egalité d'angles

❖

- Deux angles à côté perpendiculaires sont égaux.





- Angles déterminés par deux droites parallèles coupés par une sécante.

A) Deux angles tels que 1 et 2 sont dits alternes- internes : ils sont égaux.

b) deux angles tel que 2 et 3 sont dits correspondants : ils sont égaux.

c) les angles 1 et 2 opposés par le sommet sont égaux.

2- unité de mesure d'angles

L'unité de mesure des angles (et des arcs de cercles) est le radian (en abrégé rad).

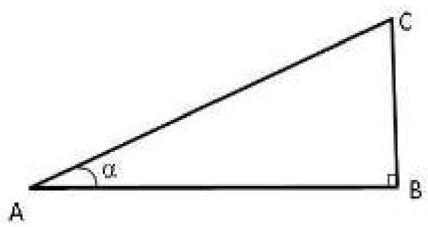
Le radian est la mesure d'un angle qui intercepte sur un cercle centré en un sommet, un arc dont la longueur est égalée au rayon du cercle.

La longueur d'un cercle de rayon R est 2π.R, et l'angle correspondant est 2π rad.

On utilise aussi d'autres unités de mesure d'angles ou d'arcs : le degré (°) et le grade (gr).

Retenons que 2π rad = 360° = 400gr ; ainsi 1rad = 57°17 = 63,66gr.

3- LIGNES TRIGONOMETRIQUES



Dans le triangle rectangle ABC, on a :

❖ Sinα = $\frac{\text{côté opposé}}{hypothénuse} = \frac{BC}{AC}$; et cosα= $\frac{\text{côté adjacent}}{hypothénuse} = \frac{AB}{AC}$

- $Tg\alpha = \frac{sin\alpha}{cos\alpha} = \frac{côté\ opposé}{côté\ adjacent} = \frac{BC}{AB}$

- $Sin\alpha + cos\alpha = 1$; $-1 \leq cos\alpha \leq 1$; $-1 \leq sin\alpha \leq 1$.

- Théorème de Pythagore

Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des côtés de l'angle droit. Ainsi, pour le triangle ABC, $AC^2 = BB^2 + BC^2$

Chapitre I : MOUVEMENT ET VITESSE

I- MOUVEMENT

A- Définition :

Mouvement est égal au déplacement, changement de position d'un corps dans l'espace. La notion de mouvement est une notion relative, par exemple une voiture se déplace par rapport à la route, aux arbres, aux maisons, qui constituent un référentiel. Un passager endormi, est en mouvement par rapport à la route, mais il est immobile par rapport à la carrosserie de la voiture choisie comme référentiel.

- Les notions de déplacement, de mouvement et de vitesse, sont relatives au référentiel choisi.

B- LES REPERES D'ESPACES

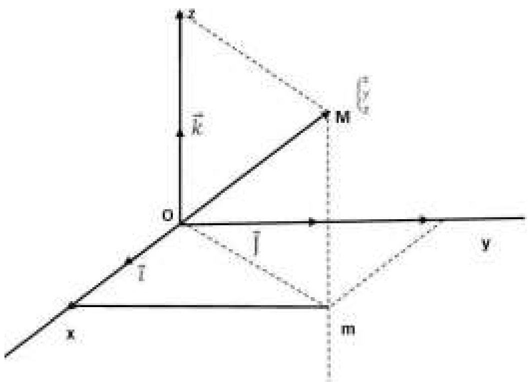
Il y a plusieurs façons de définir la position d'un mobile ponctuel dans l'espace.

1- Repérage d'un point dans l'espace.

La position du point M est repérée par ses trois coordonnées cartésiennes x, y, z ; x est l'abscisse, y est l'ordonnée et z la cote.

Le trièdres ($\overrightarrow{0x}$, $\overrightarrow{0y}$, $\overrightarrow{0z}$) est trirectangle ; les vecteurs unitaires des axes $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$, $\vec{k}$. On projette M en m sur le M et K ; x = $\overline{OM}$, y = $\overline{OK}$. La projection de M sur oz est L ; z = $\overline{OL}$

Lorsque le temps s'écoule, la position de M change et ses coordonnées varient : x, y et z sont les fonctions du temps.



A noter que le vecteur $\overrightarrow{0M}$, qui peut être utilisé pour définir la position du point mobile M, s'exprime en f(x,y,z) par la relation : $\overrightarrow{0M} = x\vec{\imath} + y\vec{y} + z\vec{k}$

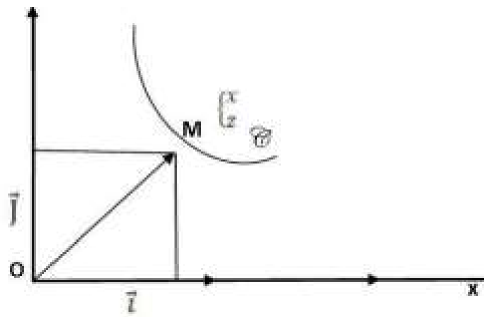
$$\begin{bmatrix} \textit{le système d'axes } o\vec{x}\ o\vec{y},\ o\vec{z}, \textit{ qui permet de repérer la position du point } M, \textit{porte le} \\ \textit{nom de repére d'espacesou plus simplement de repére} \end{bmatrix}$$

2- Repérage d'un point dans un plan

Si le mobile se déplace dans un plan, on choisit un repère à deux dimensions c'est-à-dire à deux coordonnées x et y,   x = abscisse et y = ordonnée.

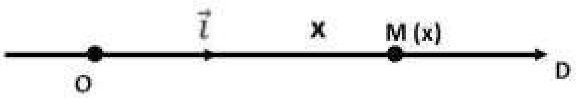
$\boxed{\overrightarrow{0M} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath}}$

La vecteur position $\overrightarrow{0M}$ est donné par



3- Repérage d'un point sur une droite.

C'est le cas le plus simple. La droite est orientée. Cela signifie qu'on choisit un sens, une origine et une unité (vecteur unitaire$\vec{\imath}$).



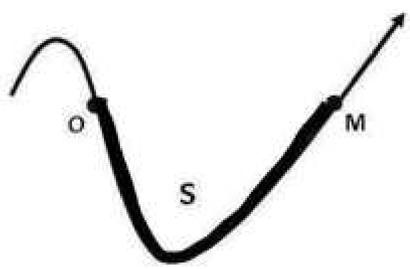
L'abscisse x = $\overline{OM}$, du point M sur la droite détermine sa position.

Le vecteur $\overrightarrow{0M}$ s'écrit donc :

$\boxed{\overrightarrow{0M} = x\vec{\imath}}$

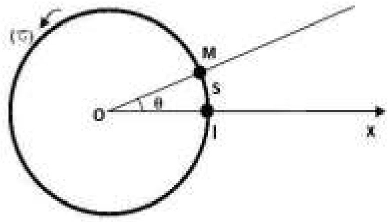
4- Repère d'un point sur une courbe

Si le mobile se déplace sur une courbe, l'arc $\widehat{OM}$ s'appelle abscisse curviligne de M. ⇒ $\widehat{OM}$ = s



5- Repérage sur un cercle d'un point

Le mobile M se déplace sur un cercle C de centre O et de rayon R. On choisit un sens et un axe $\overrightarrow{0X}$ quelconque. La position de M peut être définie par un abscisse curviligne S = $\widehat{IM}$ ou par l'angle des vecteurs ϴ = ($\overrightarrow{\theta x}$, $\overrightarrow{OM}$)



S = $\widehat{IM}$; Θ = Θ(t) S = 2π.R

$$\left[\begin{array}{c} bien\ entendu, l'abscisse\ curviligne\ S\ est\ proportionnelles\ \text{à}\ l'angle\ \Theta, \\ 2\pi(rd) \leftrightarrow 2\pi R\ (longueur\ du\ cercle) \\ \frac{\Theta}{2\pi} = \frac{s}{2\pi R} \Rightarrow s = R\Theta \end{array}\right]$$

S et R en mètre (m) ; Θ en radian

6- Le repère de temps

Pour repérer à quel instant le mobile est dans une position donnée, il faut définir un instant origine.

On appelle date, l'intervalle de temps qui sépare l'instant considéré d'un instant près arbitrairement comme origine.

Le temps est exprimé en seconde dans le système internationale. Les multiples et les sous multiples de la seconde sont :

L'année (an)	1 an = 365jours
Le jour (j)	1j = 86400s
L'heure	1h = 3600s
La minute	1min = 60s
La milliseconde	1ms = 10^{-3}s
La microseconde	1ms = 10^{-6}s
La nanoseconde	1ns = 10^{-9}s

C- LA TRAJECTOIRE D'UN POINT MOBILE

On appelle trajectoire d'un point mobile, l'ensemble des positions successives occupées par le mobile au cours de son mouvement.

Si la trajectoire est une droite, le mouvement est rectiligne, sinon il est curviligne.

II- VITESSE

A- VITESSE MOYENNE

Par définition, c'est le quotient de la distance parcourue par le temps mis du parcours.

$$\boxed{Vm = \frac{distance\ par\ courue}{temps\ mis} = \frac{d}{t}}$$

Exemple : un athlète a battu en 1985 le record du monde de marathon féminin (42,195km) en 2h21min26s. Calculer sa vitesse moyenne en m/s puis en km/h

Solution

Vitesse moyenne en m/s $\Rightarrow \begin{pmatrix} 1km \rightarrow 1000m \\ 42{,}195km \rightarrow x \end{pmatrix} \quad x = d = 42{,}195X1000 = 42195m$

$$\begin{pmatrix} 2h = 3600X\ h = 7200s \\ 21\min = 21X60 = 1260s \end{pmatrix} \quad 2h21min26s = 8486s$$

26s

$V_m = \frac{d}{t} = \frac{42195m}{8486s} = 4{,}97m/s$

Vitesse moyen en km/h

26s = 0,007h $\begin{pmatrix} 60m \rightarrow 1h \\ 21min \rightarrow x \quad \Rightarrow\ x = \frac{21}{60} = 0{,}35h \end{pmatrix}$

2h21min 26s = 2,36h

$V_m = \frac{42{,}195km}{2{,}36h} = 17{,}879 = 17{,}9km/h$

Exemple : la platine d'un tourne-disque tourne régulièrement, faisant 45 tours par minutes ($tr.min^{-1}$). Calculer la vitesse d'un de ses points situé à 15cm de l'axe de rotation.

Solution.

La durée d'un tour est : $t = \frac{60}{45} = 1{,}33s$

Pendant cette durée, le point parcourut la circonférence d'un cercle de rayon 15 cm,

soit $l = 2\pi.R = 2x3{,}14x15.10^{-2} = 0{,}942$

$V = \frac{0{,}942}{1{,}33} = 0{,}71m/s$

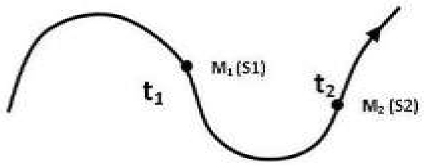
1- Application à un mouvement rectiligne

Sur la droite D, le mobile est en M_1 (abscisse x_1) à l'instant t_1, il est en M_2 (abscisse x_2) à l'instant t_2. Sa vitesse moyenne s'obtient par :

$$Vm = \frac{l}{t} = \frac{M1M2}{t} = \frac{x2-x1}{t2-t1}$$

2- Application à un mouvement curviligne

Le mobile est en M1 (abscisse curviligne S1) à l'instant t1il est en M2 (abscisse S2) à l'instant t2.



On obtient encore la vitesse moyenne en divisant la distance parcourue par le temps:

$$V_m = \frac{d}{t} = \frac{\widehat{M_1M_2}}{t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

Remarque: La formule $V_m = \frac{d}{t}$ permet de calculer la distance parcourue pendant le temps t par un mobile dont la vitesse moyenne est V_m: $d = V_m \times t$

B- VITESSE INSTANTANEE.

La vitesse moyenne nous renseigne sur le déroulement d'ensemble d'un mouvement mais ne nous permet pas de savoir à chaque instant comment se déplace le mobile.

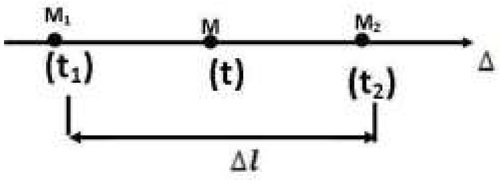
Définition: la vitesse instantanée d'un mobile à l'instant est la vitesse moyenne de ce mobile calculée sur un intervalle de temps très petit autour de l'instant t.

- Δl: la distance parcourue par le mobile (en principe, distance infiniment petit, en pratique. Distance petite)
- Δt: le temps (le temps infiniment petit) mis par le mobile pour parcourir la distance Δl.

La vitesse instantanée est définie par: $V = \frac{\Delta l}{\Delta t}$

1- Application de la vitesse instantanée

a) Application à un mouvement rectiligne



M_1 : position de M à l'instant t_1, très voisin de l'instant t et qui précède t

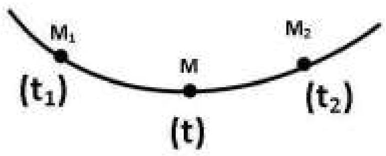
M_2 : position de M à l'instant t_2, très voisin de l'instant t et qui suit t.

Pendant l'intervalle de temps $\Delta t = t_2 - t_1$, le mobile M a parcouru la distance $M_1M_2 = \Delta l$, donc :

$V = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{M1M2}{t2-t1}$

b) Application à un mouvement curviligne

La vitesse instantanée pour ce mouvement curviligne est donnée par :



$V = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{M1M2}{t2-t1} = \frac{\Delta s}{t2-t1} = \frac{S2-S1}{t2-t1}$

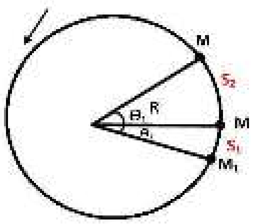
c) Application à un mouvement circulaire.

$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{S2-S1}{t2-t1}$ $\quad S_1 = R\Theta_1; \quad S_2 = R\Theta_2$

$\boxed{V = \frac{R\theta 2 - R\theta 1}{t2-t1} = \frac{R(\theta 2-\theta 1)}{t2-t1}}$

Avec $\theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$

$V = \frac{R\Delta\theta}{\Delta t}$



d) Relation entre la vitesse linéaire et la vitesse angulaire

$V = \frac{R\Delta\theta}{\Delta t}$ = vitesse linéaire

$\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ = w = vitesse angulaire en rad/s.

$\boxed{V = R.w}$

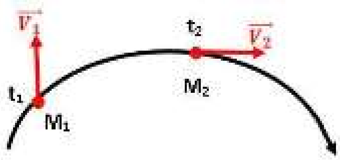
Alors $V = \frac{R\Delta\theta}{\Delta t} = R.w$ $\Rightarrow$ V en m/s ; R en m ; w en rad/s

2- Caractéristiques du vecteur vitesse

- Origine : position du point mobile à l'instant considéré.

- Direction : celle de la trajectoire rectiligne du mobile.
- Norme : la vitesse V de M à l'instant t considéré.

- **Cas d'un mouvement curviligne**



- Origine : la position M du mobile à l'instant considéré
- Direction : la tangente en M à la trajectoire.
- Sens : le sens du mouvement
- Norme : la vitesse V du mobile à, l'instant t considéré

3- Différents sortes de mouvement.

- Mouvement uniforme : Un mouvement est uniforme si sa vitesse reste constante au cours du temps.
- Mouvement accéléré : c'est un mouvement dont la vitesse augmente constamment
- Mouvement retardé : c'est un mouvement dont la vitesse décroit.
- Mouvement uniformément varié : c'est un mouvement dont la vitesse est retardée et accélérée.

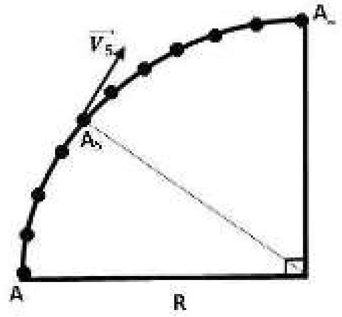
Exercice d'application :

L'enregistrement du mouvement d'un mobile autoporteur. La trajectoire est un cercle de rayon R = 6 cm et le mobile porte un dispositif qui permet de marquer sa position à des instants séparés par le temps t = 20 ms.

a) Que peut-on dire de ce mouvement ? calculer sa vitesse.

On donne : la longueur du cercle de rayon R = l = 2πR

b) Représente, en utilisant l'échelle 1 cm pour 10 $cm.s^{-1}$ le vecteur vitesse à l'instant qui correspond à la position A_s du mobile.



Solution :

a) En observant sur ce cercle, les points sont équidistants ; le mouvement est donc circulaire et uniforme. On calcule la vitesse en considérant les deux points les plus éloignés : A_1 et A_{11}. La distance parcourue A_1A_{11} est un quart de la longueur du cercle : $l = 2\pi R$

$\Rightarrow l = 2 \times 3.14 \times 6 = 37.7$

$\widehat{A_1A_{11}} = \frac{l}{4} = \frac{37.7}{4} = 9.42cm$

Le temps mis pour parcourir A_IA_{II} est : t = 10xl = 10 x 20.10^{-3} = 0,2s

D'où la vitesse V = $\frac{\text{AIAII}}{t} = \frac{9,42}{0,2}$ = 47,1 cm/s =0,47m/s

b) Il faut construire le vecteur vitesse en A_5. On commence par construire la tangente en A5, pour cela, on joint O et A5, la tangente est perpendiculaire au rayon OA5. Le vecteur vitesse V_5 a donc pour origine le point A_5, pour direction la tangente cercle en A_5, pour sens du mouvement et pour le norme V= 47,1cm/s qui dit être représentée en utilisant l'échelle 1cm pour 10cm/s. la longueur du vecteur V_5 est donc 4,7 cm.

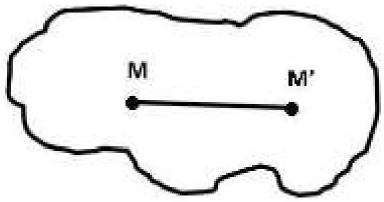
Chapitre II : LE CENTRE D'INERTIE, LA QUANTITE DE MOUVEMENT.

I- LE CENTRE D'INERTIE.

1- définition: le centre d'inertie du système est le point dont le mouvement sur une table soufflant horizontale est rectiligne uniforme quel que soit le mode de lancement.

2- quelques définitions

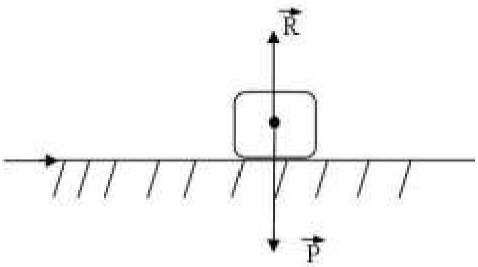
On appelle solide indéformable (ou solide tout cour) un corps tel que la distance MM' entre deux de ses points M et M' reste invariable et cela, quels que soient les points M et M' considérés.



Solide isolé: un solide est dit isolé si aucune force extérieure ne s’exerce sur lui.

Solide pseudo-isolé: un solide est dit pseudo-isolé si les forces extérieures qui s'exercent sur lui se compensent exactement.

Exemple d'une brique sur le sol.



Principe d'inertie: lorsqu'un solide isolé ou pseudo-isolé évolue de façon quelconque, il existe un point et un seul de ce solide dont le mouvement est rectiligne et uniforme, c'est le centre d'inertie G de ce solide.

Enoncé du principe : le centre d’inertie d’un système isolé ou pseudo-isolé :

- S’il est au repos, reste au repos ;
- S’il est en mouvement, alors il est en mouvement rectiligne et uniforme.

Repère Galiléen : un repère galiléen est un repère dans lequel le principe d’inertie est vérifié.

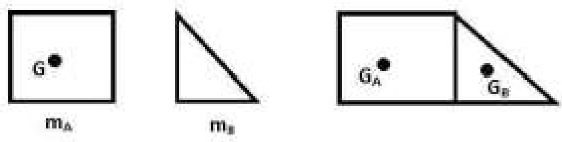
II- LE CENTRE D’INERTIE D’UN SOLIDE COMPOSITE.

Deux solides de masses égales sont soudés l’un à l’autre, on obtient un solide composite S ; on détermine la position du centre d’inertie de S par la méthode expérimentale. On vérifie que

G est aussi le milieu du segment qui joint les deux centres d'inerties de deux solides.

1- Expérience :

Découpons un morceau de plaque carré dans du contre-plaqué. On vérifie expérimentalement que son centre d'inertie GA est situé sur son centre de système. Dans le même contre-plaqué, on découpe un triangle B, la moitié de A. déterminons expérimentalement son centre d'inertie GB.



$\frac{\text{II}GG_B\text{II}}{\text{II}GG_A\text{II}} = \frac{m_A}{m_B} \Leftrightarrow \frac{GG_B}{GG_A} = \frac{2m_A}{m_B} = 2$ (1) il apparait d'après ce résultat que G est plus près du centre d'inertie du solide le plus gros.

2- Centre d'inertie (barycentre)

Soit GA et GB, les centres d'inertie respective de A et B. orientes la droite (GA-GB) de GA vers GB.

$\rightarrow \frac{GG_B}{GG_A} = \frac{-m_A}{m_B} \Leftrightarrow \frac{\overline{GG_B}}{GG_A} = \frac{-m_A}{m_B} \Leftrightarrow m_B\overrightarrow{GG_B} = m_A\overrightarrow{GG_A}$

$\boxed{m_A\overrightarrow{GG}_A + m_B\overrightarrow{GG}_B = \vec{0}}$

G apparait donc comme le barycentre des points GA et GB affectés des coefficients m_A et m_B. Ce barycentre appelé centre des masses. Le centre d'inertie de masse se coïncide en un point. Ce point est désigné par G.

Soit 0 un point quelconque, introduisons 0 dans la relation (2)

$m_A(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG}_A) + m_B(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG}_B) = 0$

$m_A\overrightarrow{GO} + m_A\overrightarrow{OG}_A + m_B\overrightarrow{GO} + m_B\overrightarrow{OG}_B = 0$

$\overrightarrow{GO}(m_A + m_B) + m_A\overrightarrow{OG}_A + m_B\overrightarrow{OG}_B = 0$

$-(m_A + m_B)\overrightarrow{GO} = -(m_A\overrightarrow{OG}_A + m_B\overrightarrow{OG}_B) = \vec{0}$

$\boxed{\overrightarrow{GO} = \frac{m_A\overrightarrow{OG}_A + m_B\overrightarrow{OG}_B}{m_A + m_B)}}$

$\Rightarrow \overrightarrow{OG} = \frac{m_A\overrightarrow{OG_A} + m_B\overrightarrow{OG_B} + m_C\overrightarrow{OG_C}}{m_A + m_B + m_C}$

→ En général, la relation établit par 2 solides peut être utilisée pour déterminer la position du centre des masses d'un système formé d'un nombre quelconque de solides

Exemple : 3 solides S_A, S_B et S_C de masse respectives m_A, m_B et m_C.

$\rightarrow m_A\overrightarrow{GG}_A + m_B\overrightarrow{GG}_B + m_C\overrightarrow{GG}_C = \vec{0}$

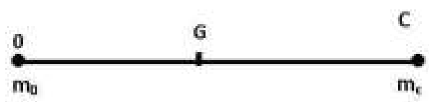
$$\boxed{\overrightarrow{GO} = \frac{m_A\overrightarrow{OG}_A+m_B\overrightarrow{OG}_{B+}\,m_C\overrightarrow{OG}_C}{m_A+m_B+m_C}}$$

$$\Rightarrow\overrightarrow{OG} = \frac{m_A\overrightarrow{OG_A}+m_B\overrightarrow{OG_B}+m_C\overrightarrow{OG_C}}{m_A+m_B+m_c}$$

3- Quelques applications

Application : parmi les gaz d'échappement des véhicules, il s'en trouve un, très toxique, le monoxyde de carbone CO. La distance entre les atomes de carbone et d'oxygène dans la molécule CO est de 113 pm. Sachant que C= 12g/mol et O = 16g/mol, déterminer la position du centre d'inertie de cette molécule.

Résolution :



Le centre d'inertie G de la molécule est le barycentre de C (mol) et O (mol) :

$M_O\overrightarrow{GO} + m_C\overrightarrow{GC} = \vec{0}$

Situons G par rapport à O :

$M_O\overrightarrow{GO} + m_C(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OC}) = \vec{0}$

$(m_O + m_C)\overrightarrow{GO} + m_C\overrightarrow{OC} = \vec{0}$

$\overrightarrow{GO} = \frac{m_c}{m_{O+m_C}}\overrightarrow{OC} \rightarrow \frac{m_c}{m_O} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \rightarrow m_O = \frac{4}{3}\, m_C$

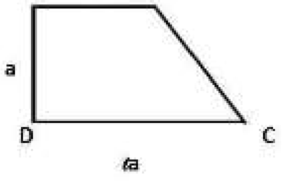
$\overrightarrow{GO} = \frac{3}{7}\,\overrightarrow{OC} \rightarrow \overrightarrow{GO} = \frac{3}{7}$ x $113 \approx 48$ pm

$m_O = 113 - 48 = 65$

Le centre d'inertie de la molécule de CO est situé à 48 pm de l'atome d'oxygène O et 65 pm de l'atome de carbone C.

Application 2 :

Dans une plaque métallique homogène d'épaisseur constante, on découpe le trapèze schématisé ci-contre. Déterminer graphiquement la position du centre d'inertie.

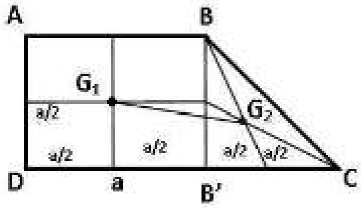


Solution :

Ce trapèze peut être considéré comme la juxtaposition du carré ABB'D de masse m_1 et du triangle BCB' de masse m_2. Nous remarquons tout de suite que la surface du triangle est la moitié de celle du carré, d'où :

$m_1 = 2m_2$

Le centre d'inertie G_1 du carré est au centre de ce dernier. Le centre d'inertie G_2 du triangle est au point d'intersection des médianes.



Le centre d'inertie G de l'ensemble est le barycentre de $G_1(m_1)$ et $G_2(m_2)$:

$m_1\overrightarrow{GG}_1 + m_2\overrightarrow{GG}_2 = \vec{0}$

Situons G par rapport à G_1

$m_1\overrightarrow{GG}_1 + m_2(\overrightarrow{GG}_1 + \overrightarrow{G_1G}_2 = \vec{0}$

$m_1\overrightarrow{GG}_1 + m_2\overrightarrow{GG}_1 + m_2\,\overrightarrow{G_1G}_2 = \vec{0} \;\Rightarrow\; \overrightarrow{GG}_1(m_1 + m_2) = -\,m_2\,\overrightarrow{G_1G}_2$

$\Rightarrow -\overrightarrow{G_1G}(m_1 + m_2) = -m_2\overrightarrow{G_1G_2}$

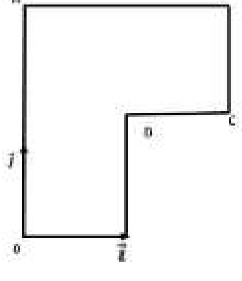
$\Rightarrow \overrightarrow{G_1G} = \frac{m_2}{m_1+m_2}\overrightarrow{G_1G_2}$

$\overrightarrow{G_1G} = \frac{1}{3}\overrightarrow{G_1G_2}$

G se trouve donc au tiers du segment G_1G_2, à partir de G_1

Application 3 :

Une pièce à usine à la forme d'une équerre. Elle est découpée dans une plaque métallique homogène d'épaisseur constante. Dans un repère orthonormé, $(o,\vec{\imath}, \vec{\jmath})$, déterminer la position du centre d'inertie de cette pièce.

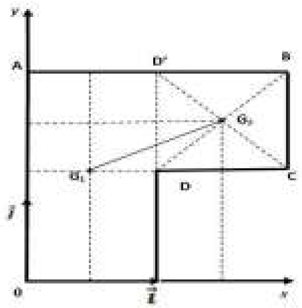


Solution :

On peut considérer cette pièce comme la juxtaposition du rectangle OAD'E de masse m_1 et du carré BCDD' de masse m_2.

On note que $m_1 = 2m_2$.

Le centre d'inertie G_1 du rectangle à pour coordonnées :



$\overrightarrow{OG}\begin{vmatrix}0{,}5\\1\end{vmatrix}$.

Le centre inertie G_2 du carré à pour coordonnées :

$\overrightarrow{OG}\begin{vmatrix}1{,}5\\1{,}5\end{vmatrix}$.

Le centre d'inertie G de la pièce est tel que :

$(m_1 + m_2)\overrightarrow{OG} = m_1\overrightarrow{OG}_1 + m_2\overrightarrow{OG}_2$

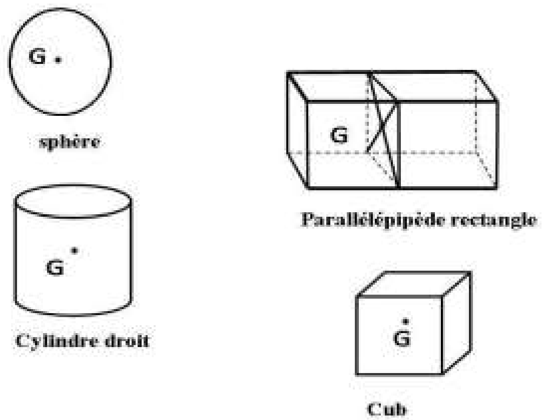
$3\overrightarrow{OG} = 2\overrightarrow{OG}_1 + \overrightarrow{OG}_2$

$\Rightarrow\ \overrightarrow{OG}=\frac{2}{3}\overrightarrow{OG}+\frac{1}{3}\overrightarrow{OG}\qquad \overrightarrow{OG}\begin{vmatrix}\frac{2}{3}x0{,}5+\frac{1}{3}x\ 1{,}5=0{,}85\\ \frac{2}{3}x1+\frac{1}{3}x\ 1{,}5=1{,}17\end{vmatrix}$

Les coordonnées de G sont, en C.

$x = 0{,}83\ et\ y = 1{,}17$

$\overrightarrow{OG}\begin{vmatrix}xG_1 + xG_2\\yG_1 + yG_2\end{vmatrix}$.



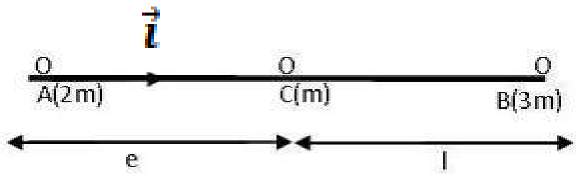
3- Centre inertie d'un solide homogène.

Si le solide possède un plant de système, alors G appartient à ce plan.

Exercice 1: on considère deux masses m_A et m_B de dimension très petites, placées aux extrémités d'une tige AB de masse négligeable et de longueur 1m. Déterminer la position du centre inertie de l'ensemble si ma = 1kg et mB= 0,5kg.

Exercice 2: une tige AB homogène et de section constante à pour longueur 2l = 72 cm et pour masse m ; on place en A un masse lot de masse 2m et B une masselotte de masse 3m. Déterminer la position du centre inertie G du solide ainsi constitue.

R.O exercice 2:
Soit C le centre d'inertie de la tige de masse m; il coïncide avec le milieu de AB. La position du centre inertie du solide composite est donnée par la relation barycentrique :
2m$\overrightarrow{OA}$ + 3m$\overrightarrow{OB}$ + m$\overrightarrow{OC}$ = (2m + 3m + m)$\overrightarrow{OG}$



Prenons comme le point O l'extremité A de la tige :
2m$\overrightarrow{AA}$ + 3m$\overrightarrow{AB}$ + m$\overrightarrow{AC}$ = (2m + 3m + m)$\overrightarrow{AG}$
Ou en projection sur l'axe $(A\vec{\imath})$ (voir figure)
$\Rightarrow 0 + 3m \text{ x } 2l + m \text{ x } l = 6mAG \;\Leftrightarrow 6ml + ml = 6mAG$

$$7ml = 6mAG \;\Rightarrow\; AG = \frac{7l}{6} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{AG = 42\ cm}$$

G est entre A et B, à 42 cm de A et 30 cm de B.
Notons que G se situe du côté de la masse la plus importante (B).

Exercice 3: on assimile la terre et la lune à deux systèmes homogènes dont les centres sont à une distance moyenne de mouvement 3,8.105km.

1. Sachant que le rapport des masse MT/ML est égale à 82, déterminer la position du centre d'inertie du système {terre -lune}.
2. La masse du soleil est environs égale à 2.1030 kg; la distance terre-solide est environ de 1,5.108km. Déterminer la position du centre inertie du système {T-S}.

Données: RT= 6400m; Mt = 6.1024kg.

Proposition de solution exo 1.

$$m_A\overrightarrow{GG_A} + m_B\overrightarrow{GG_B} = \vec{0}$$

Situons G par rapport à GA

$m_A\overrightarrow{GG_A} + m_B(\overrightarrow{GG_B} + \overrightarrow{G_AG_B}) = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{G_AG} = \frac{m_B}{m_A+m_B}\overrightarrow{G_AG_B} \Rightarrow \overrightarrow{G_AG} = \frac{1}{3}\overrightarrow{G_AG_B}.$

Conclusion : G se trouve à $\frac{1}{3}$ des centres G_A et G_B à partir de G_A

Proposition de solution exo 2 :

$\frac{MT}{ML} = 82$

$m_T\overrightarrow{GG_T} + m_L\overrightarrow{GG_L} = \vec{0}$
Situons G par apport à G_T

$m_T\overrightarrow{GG_T} + m_L(\overrightarrow{GG_T} + \overrightarrow{G_TG_L}) = \vec{0}$

$\Rightarrow m_T\overrightarrow{GG_T} + m_L\overrightarrow{GG_T} + m_L\overrightarrow{G_TG_L} = \vec{0}$

$\overrightarrow{GG_T}(m_T + m_L) + m_L\overrightarrow{G_TG_L} = \vec{0}$

$\Rightarrow \overrightarrow{G_TG}(m_T + m_L) = m_L\overrightarrow{G_TG_L}$

$\Rightarrow \overrightarrow{G_TG}\left(\frac{m_T}{m_L} + 1\right) = \overrightarrow{G_TG_L} \quad \Rightarrow \overrightarrow{G_TG}(83) = \overrightarrow{G_TG_L}$

$\Rightarrow \overrightarrow{G_TG} = \frac{1}{83}\overrightarrow{G_TG_L}$

2.) $m_T\overrightarrow{GG_T} + m_S\overrightarrow{GG_S} = \vec{0}$
Situons G par rapport à G_T

$m_T\overrightarrow{GG_T} + m_S(\overrightarrow{GG_T} + \overrightarrow{G_TG_S}) = \vec{0}$

$\Rightarrow m_T\overrightarrow{GG_T} + m_S\overrightarrow{GG_T} + m_S\overrightarrow{G_TG_S} = \vec{0}$

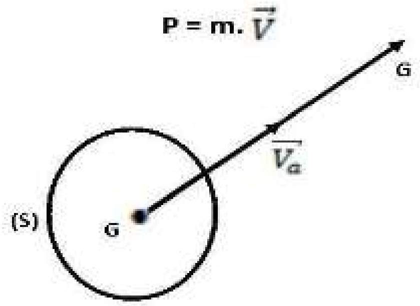
III- QUANTITE DE MOUVEMENT

1) Définition du vecteur quantité de mouvement

1.1- Vecteur quantité de mouvement d'un solide

Considérons un solide S (de masse m) en mouvement. A un instant t, le vecteur-vitesse du centre d'inertie G du solide étant $\overrightarrow{V_G}$, on définit le vecteur quantité de mouvement P du solide S par la relation vectorielle.

$$\vec{P} = m.\overrightarrow{V_G}$$



Les caractéristiques du vecteur P sont:

- origine: le centre d'inertie G
- direction et sens: ceux du vecteur V_G
- Module : le produit $m \times V_G$

Unité de P: $P = m.V$ avec *m* en *kg, V* en *m/s*, *P* en *kgm/s.*

1.2- Vecteur quantité de mouvement d'un système mécanique par 2 solides.

On appelle système en mécanique, l'ensemble (constitué d'un ou de plusieurs corps) sur lequel porte l'étude. Tout ce qui n'appartient pas au système constitue le milieu extérieur.

Considérons un système formé par deux solides S1 et S2. Si P1 est le vecteur quantité de mouvement de S1 et P2 le vecteur quantité de mouvement de S2 au même instant, le vecteur quantité de mouvement P du système à cet instant est:

$$\boxed{\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2}}$$

Le vecteur quantité de mouvement du système (S1 + S2) s'obtient en faisant une somme vectorielle.

2- Conservation du vecteur quantité de mouvement

2.1- système isolé, système pseudo-isolé

Un système est isolé lorsqu'il n'est soumis à aucune action extérieure. Un tel système n'existe pas dans la pratique car, quel que soit le système objet-terre choisi, on ne peut négliger l'attraction des autres planètes. Cependant, certains systèmes sont soumis à des forces extérieures dont la somme vectorielle est nulle. De tels systèmes se comportent comme s'ils n'étaient soumis à aucune action extérieure ; on dit que ces systèmes sont pseudo-isolés ou libres.

Exemple: tout objet en mouvement sur une table (ou banc) à un coussin d'air appelé aérotable (aérobanc) ou table soufflante (banc soufflant).

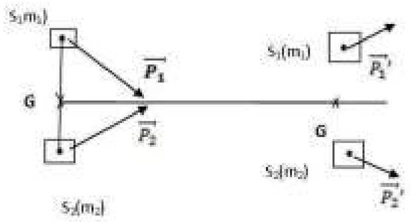
Ici le poids $\vec{P}$ de l'objet est compensé par la réaction de la surface. Les frottements étant presque supprimés par le coussin d'air.

2.2- principe de la conservation du vecteur quantité de mouvement.

Le vecteur quantité de mouvement P d'un système mécanique isolé ou pseudo-isolé déformable ou non reste constant au cours de son évolution. On dit qu'il y a conservation du vecteur quantité de mouvement du système pseudo-isolé.

Étude générale

Choc entre les deux solides S1et S2 qui forment le système.



Nous proposons par simple commodité une analyse des états de quantité de mouvement sous forme de tableau.

Avant le choc		après le choc
$S_1(m_1)$	$\vec{V}_1 : \vec{P'}_1 = m_1\vec{V}_1$	$\vec{V}_1 : \vec{P'}_1 = m_1\vec{V'}_1$
$S_2(m_2)$	$\vec{V}_2 : \vec{P'}_2 = m_2\vec{V}_2$	$\vec{V'}_2 : \vec{P'}_2 = m_2\vec{V'}_2$
$S_1 + S_2$	$\vec{P} = \vec{P}_1\ \vec{V}_2$ $\vec{P'} = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$	$\vec{P'}_1 = \vec{P'}_1\ \vec{V'}_2$ $\vec{P'} = m_1\vec{V'}_1 + m_2\vec{V'}_2$

Si S1 et S2 forment un système pseudo-isolé, il y a conservation de la quantité de mouvement au cours du choc donc $\overrightarrow{P_1} = \overrightarrow{P_1'}$

$\Rightarrow m_1\overrightarrow{V_1} + m_2\overrightarrow{V_2} = m_1\overrightarrow{V_1'} + m_2\overrightarrow{V_2'}$

Choc avec accrochage

Sur un banc à coussin d'air, un solide S_1 de masse m_1 lancé à la vitesse $\vec{V}_1$ (projectile) heurte un solide S_2, de masse m_2 (cible) initialement au repos. Après le choc, les solides S_1 et S_2 restent accrochés l'un à l'autre. Déterminons la vitesse de l'ensemble après le choc.

Solution

Le système étudié est $\{S_1, S_2\}$ de m_1+m_2.

Avant le choc, la quantité du mouvement du système est :

$\vec{P} = m_1\overrightarrow{V_1} + \vec{0}$

Après le choc la quantité du mouvement du système :

$\overrightarrow{P'} = (m_1 + m_2)\overrightarrow{V'}$

Le système étant pseudo-isolé,

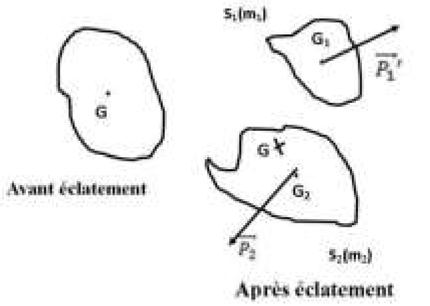
$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = (m_1+m_2)\overrightarrow{V'}$ sur l'aerobanc, les vecteurs vitesses sont portés par l'axe x'x donc :

$$\boxed{\overrightarrow{V'} = \frac{m1\vec{V}1}{m1+m2}}$$

Exemple 2 : éclatement d'un système pseudo-isolé initialement immobile

Soit le système S de masse m qui explose et se sépare en deux fragments S_1 (masse m_1) et S_2 (masse m_2).

Analysons les états de la quantité de mouvement avant et après l'éclatement.



$S_1(m_1)$	Avant l'éclatement N'existe pas	Après l'éclatement $\vec{V}_1 : \vec{P'}_1 = m_1\vec{V'}_1$
$S_2(m_2)$	N'existe pas	$\overrightarrow{V'}_2 : \vec{P'}_2 = m_2\overrightarrow{V'}_2$
$S(m)$	$\vec{V} = \vec{0}$ $\quad \vec{P} = m\vec{V}$	$\vec{P} = \overrightarrow{P'}_1 \; \vec{P'}_2$ $\overrightarrow{P'} = m_1\vec{V}_1 + m_2\overrightarrow{V'}_2$

Le système étant pseudo-isolé, il y a conservation de la quantité de mouvement au cours de l'éclatement donc :

$$\vec{P} = \overrightarrow{P'} \Rightarrow 0 = m_1\overrightarrow{V'}_1 + m_2\overrightarrow{V'}_2$$

Remarque : cette relation vectorielle nous permettra (en exercice) d'expliquer le recule d'une arme à feu et la propulsion par réaction.

Exercice d'application :

Exercice 1 : calculer la quantité de mouvement de chacun des mobiles suivants :

- cycliste de masse totale m = 70 kg se déplaçant à la vitesse de 30 km/h ;

- avion de masse 10 tonnes se déplaçant à la vitesse de 80 km/h ;
- proton de masse m = $1,27.10^{-27}$kj animé d'un mouvement de vitesse V= 30 000km/s.

Exercice 2 : calculer la quantité de mouvement de la terre sur un orbite.

Données : masse de la terre = 6.10^{24} kg ; rayon de l'orbite terrestre RO= 15.10^{7} km

$V_G = \frac{2\pi R}{T}$; $T = \frac{2\pi}{w}$

Exercice 3: un wagon de masse m_1 = 50t animé d'une vitesse V_1 horizontale et de norme 10km/h, percute un wagon au repos de masse m2 =30t. Sachant que les deux wagons restent accrochés, calculer leur vitesse commune après le choc. On admettra que la quantité de mouvement se conserve au cours du choc.

Exercice 4: recul d'une arme à feu

Un canon de masse 1t lance un obus de 10kg dont la vitesse initiale est 750m/s. Calculer la vitesse de recul du canon immédiatement après le tir.

Exercice 5: sur banc à coussin d'air, deux mobiles A et B pseudo-isolés sont en mouvement l'un vers l'autre avec une vitesse de translation $\overrightarrow{V_A}$ pour le mobile A, le mobile B étant au repos.

Les deux mobiles se télescopent : le mobile B est projeté vers la droite avec une vitesse $\overrightarrow{V_B'}$. Les vitesses sont mesurées à l'aide de cellules photo électroniques.

1) En appliquant la loi de conservation de la quantité de mouvement, calculer la vitesse $\overrightarrow{V_A'}$ du mobile A après le choc. On déterminera son sens et sa norme.
2) Vérifier qu'il y a transfert de quantité de mouvement entre les mobiles A et B.

Données: m_A = 100g; m_B = 130g; $\overrightarrow{V_B'}$ = 12cm/s ;$\overrightarrow{V_A}$ = 13,8 cm/s.

CHAPITRE III : LES FORCES

1) **Définition** on appelle force, toute action capable de mettre un corps en mouvement, ou de modifier le mouvement d'un corps (effet dynamique)

Exemple:

- l'action du pied d'un joueur qui tire un ballon (le ballon est mis en mouvement).
- l'action d'une raquette qui renvoie une balle de tennis (le mouvement de la balle est d'abord arrêté puis modifié).

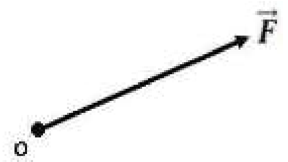
2) **Description d'une force : vecteur force.**

Pour décrire une force, il faut préciser:

- Sa droite d'action: c'est la direction suivant laquelle la force agit.
- Son sens: c'est le sens du mouvement que la force tend à produire. Une force est dite motrice, si le déplacement se produit dans le sens de la force. Elle est dit résistante dans le cas contraire.
- Son point d'application: c'est le point sur lequel la force s'exerce.
- Son intensité: cette intensité caractérise l'importance des effets (dynamique et statique) de la force. Elle se mesure à l'aide d'un dynamomètre et s'exprime en Newton (N).

3) **Représentation d'une force**

Les quatre caractéristiques d'une force peuvent être précisés par un vecteur force noté $\vec{F}$ ayant les caractéristiques ci-dessous.

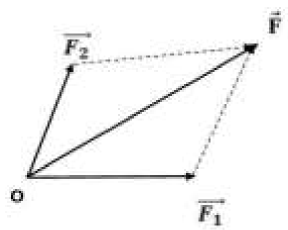


4) **Somme vectorielle de deux forces**

Lorsque deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ agissent simultanément sur un même corps, elles ont sur ce corps le même effet qu'une force $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

$\vec{F}$ est appelée Résultante des forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$. Son intensité est donnée par la relation :

$F^2 = F^2_1 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos(\vec{F}_1 . \vec{F}_2)$

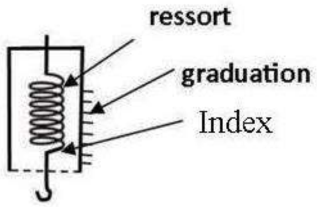


I- MESURE DE L'INTENSITE D'UNE FORCE

L'instrument de mesure de l'intensité des forces est le dynamomètre. Les appareils utilisent la déformation des systèmes élastiques. (On appelle système élastique, un système qui reprend sa force initiale lorsque la déformation cesse d'agir).

Exemple : le dynamomètre utilisant un ressort cylindrique, à spires non jointives.

D'une façon générale, l'allongement du ressort est fonction de la force appliquée. Lorsque l'allongement d'un ressort est proportionnel à l'intensité de la force appliquée, on dit que le ressort est à réponse linéaire.



Et $F = k(l - l_0)$

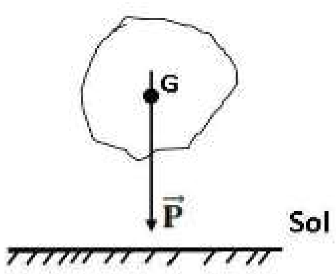
Ou

- F (en N) est l'intensité d'une force
- l (en m) est la longueur du ressort allongé
- l_0 (en m) est la longueur du ressort à vide
- k(en N/m) est le coefficient ou la constante de raideur du ressort.

1- Le poids d'un corps

Le poids d'un corps est l'attraction exercée par la terre sur ce corps. Le vecteur poids est caractérisé par :

- Son point d'application : centre d'inertie G
- Direction :verticale
- Sens : celui de la verticale descendante
- Norme : $\|\vec{P}\|$ où P est le poids $P = mg$



Le poids dépend du milieu où se trouve le corps.

- Sur la lune g = 1,6 N/kg
- Terre g = 9,8 N/kg
- Jupiter g = 25 N/kg

Remarque : la masse d'un corps représente la quantité de matière que contient ce corps. Elle reste invariable lorsqu'on déplace le corps.

A- LES DIFFERENTES FORCES

1- Forces distances

Ce sont des forces qui se manifestent sans qu'il ait contact entre l'objet qui subit la force et celui qui crée cette force. Elles sont au nombre de trois :

- Force électrique
- Force magnétique
- Poids d'un corps

a) Forces de contacts

C'est des forces qui s'exercent sur un corps lorsqu'il est au contact avec un support, avec un autre corps ou lorsqu'il est attaché avec un fil.

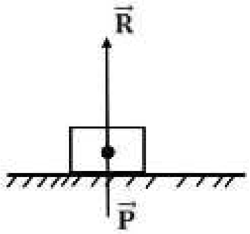
b) Réaction d'un support

Un objet placé sur un support est soumis de la part de celui-ci à une force $\vec{R}$ appelée réaction du support.

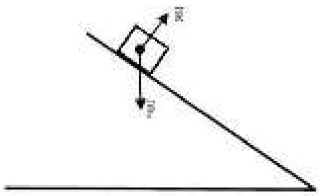
B- CONTACT SANS FROTTEMENT

- **Contact sur une surface plane**

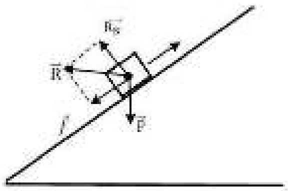
$\vec{R}$ a un support passant par G, vertical et $\vec{R}$ est appelé action du plan sur le solide.

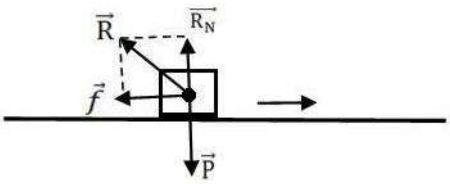


- **Contact sur le plan incliné**



2- Contact avec frottement
Plan incliné





$\vec{R}$ n'est plus normale mais inclinée vers la gauche.

$\vec{R} = R_N + \vec{f}$

1- <u>Les tensions</u>
a- <u>Tension du fil</u>

Considérons un solide attaché à un fil. A l'équilibre le fil est vertical. A l'absence du fil, le corps tomberait, s'il ne tombait pas lorsqu'il est suspendu, c'est par ce que le fil exerçait sur lui une force qui s'appelle la **tension du fil** qui est notée$\vec{T}$.

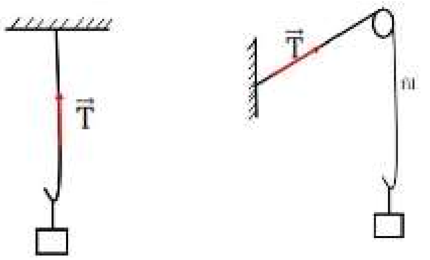
Ses caractéristiques sont :

- Point d'application : c'est le point d'attache du fil sur le solide ;

- Direction : celle du fil

- Intensité : elle dépend du poids

    - Sens : du solide vers le fil

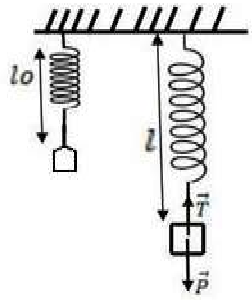


NB : une poulie permet de changer direction d'une force sans en modifier l'intensité.

b- Tension du ressort

- La tension du ressort est la force exercée par un ressort déformé sur un objet fixé à l'une de ses extrémités. Le vecteur tension du ressort $\vec{T}$ à pour caractère :

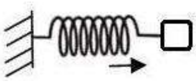
    * Point d'application.



* Direction : c'eux du mouvement ;

* Norme : $T = k(l - l_0)$ aussi $x = l - l_0$ est appelé allongement du ressort.

- Si le ressort est comprimé, il « pousse » le mobile, la tension est alors dirigée vers l'extrémité du mouvement.



Exercice 1 : dans un repère orthonormé (o,$\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$), l'unité de la force étant le newton, on donne : $\vec{F}_1 = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath}$; $\vec{F}_2 = \vec{\imath} - 2\vec{\jmath}$

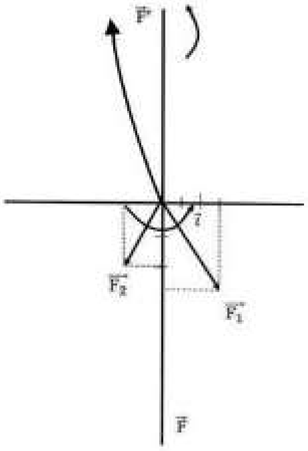
1- Représenté $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$

2- Calculer la norme de chaque force.

3- Déterminer les angles : ($\vec{\imath}$,$\vec{F}_1$), ($\vec{\imath}$,$\vec{F}_2$) et ($\vec{F}_1$,$\vec{F}_2$)

4- Déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + 2\vec{F}_2$

5- Représenter la force $\overrightarrow{F'}$ telle que $\overrightarrow{F'} + \vec{F}_1 + 2\vec{F}_2 = 0$



Réponse 1

$\vec{F}_1 = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath}$; $\vec{F}_2 = -\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}$

2- norme

$\vec{F}_1 = 2^2 + 3^2 \rightarrow \vec{F}_1 = \sqrt{B} = 3{,}60N$; $\vec{F}_2 = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} = 2{,}24$ N

- **déterminer les angles.**

$(\vec{\imath},\vec{F}_1)$, $(\vec{\imath},\vec{F}_2)$ et $(\vec{F}_1,\vec{F}_2)$; tangente $(\vec{\imath},\vec{F}_1) = \frac{F_1y}{F_1x} = \frac{-3}{2} = -1{,}5$

$\boxed{(\vec{\imath},\vec{F}_1) = \tan^{-1}(-1{,}5) = -56{,}30}$

$\Rightarrow$ Tan $(\vec{\imath},\vec{F}_2) = \frac{F_2y}{F_2x} = \frac{-2}{-1} = 2$ $\Rightarrow (\vec{\imath},\vec{F}_2) = \tan^{-1}(2) = 63{,}43$

En tenant compte des signes des composantes F_2y et F_2x

$(\vec{\imath},\vec{F}_2) = -(180° - 63{,}4) = -116{,}6°$

$-(\vec{F}_1,\vec{F}_2) = -(-56{,}3°) + (-116{,}6°) = 60{,}3$

- **déterminons**

$\boxed{\vec{F} = -7\vec{\jmath}\text{ N}}$

$\vec{F} = \vec{F}_1 + 2\vec{F}_2 = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath} + 2(-\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}) \Rightarrow \vec{F} = -7\vec{\jmath}$

Représentation de $\vec{F}'$

$\boxed{F' = -\vec{\imath} + 5\vec{\jmath}}$

$\overrightarrow{F'} + \vec{F}_1 + 2\vec{F}_2 = 0 \Rightarrow F' = -\vec{F}' - \vec{F}_2 = -2\vec{\imath} + 3\vec{\jmath} + \vec{\imath} + 2\vec{\jmath} = -\vec{\imath} + 5\vec{\jmath}$

Exercice 2: un ressort s'allonge proportionnellement à la force appliquée. Il s'allonge de 5 cm pour une force de 2N.

a) Déterminer la raideur du ressort

b) Quel sera son allongement pour une force de 3N ?

c) Quelle force faudra-t-il lui appliquer pour qu'il s'allonge de 10 cm ?

Résolution :

a) soit Δl_1 l'allongement du ressort pour une force $\vec{F}$ d'intensité F_1 = 2N. L'allongement du ressort étant proportionnel à l'intensité de la force qui lui est appliquée, on a :

$F_1 = k\Delta l \Rightarrow k\frac{F_1}{\Delta l_1}$ AN: $k = \frac{2}{0,05} = 40$N/m

b) allongement du ressort pour une force de 3N

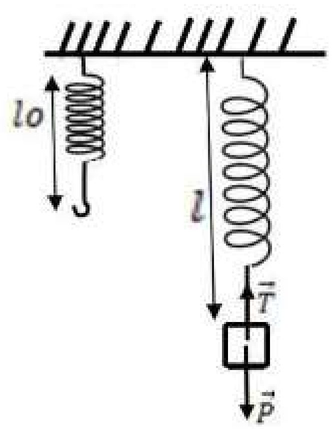
A l'équilibre, l'allongement du ressort pour une force $\vec{F}_2$, d'intensité F_2 = 3N on a :

$F_2 = k\Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{F_2}{K} = \frac{3}{40} = 7,5.10^{-2}$ cm = 7,5 cm

$F_3 = k\Delta l_3 = 40.10^{-2} = 4$N

Exercice 3 : soit un ressort travaillant à l'allongement, dont la longueur naturelle vaut lo = 15 cm. Sa longueur devient 17 cm quand on lui accroche une masse égale à 150g, g = 9,8 N/kg.

a) Calculer sa raideur ;
b) Quelle est sa longueur quand on lui accroche une masse de 525g ?
c) Quelle masse faut-il accrocher au ressort pour que sa longueur soit 20 cm ?



Résolution :

Lo = 15 cm ; m = 150g ; g = 9,8 N/kg

$x = l - l_0$= 17 -15 = 2 cm = 2.10^{-2}

Δl en équilibre: $\vec{P} + \vec{T} = 0 \Rightarrow ||\vec{P}|| = ||\vec{T}||$ $T = k(l - l_0) \Rightarrow P = k(l - l_0) \Rightarrow mg = k(l - l_0)$

m= 150g = 150.10^{-3} kg = 0,15kg

$k = \frac{mg}{l - lo}$ = = 73,5N/m

b), m = 525g = 0,525kg Δl ?

p = mg = kΔl $\Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k} =$ Δl = 0,07 cm = 7 cm

c) m= ? l = 20 m; mg = kx $\Rightarrow$ m = $\frac{kx}{g} = \frac{73{,}5 \text{ x } 20.10^{-2}}{9{,}8}$= 1,5kg

$\boxed{m = 1{,}5kg}$

Exercice 4 : un ressort s'allonge de 5 cm lorsqu'on lui appliquer une force égale à 10 N. Calculer

a) Son allongement pour une force appliquée d'intensité 35 N ;

b) L'intensité de la force quand son allongement est 12,5 cm

c) Sa raideur.

Exercice 5 : on considère un ressort travaillant à l'allongement dont la longueur naturelle vaut lo = 10 cm. Son allongement est 1 cm quand on lui applique une force d'intensité 0,5N. Calculer.

a) Sa longueur quand on exerce sur lui une force d'intensité égale à 3N ;

b) Sa longueur quand on lui suspend un sujet de masse 200g. g= 10 N/kg

Exercice 6 : le tableau de mesure ci-dessous donne les valeurs de l'allongement x d'un ressort lorsqu'on lui accroche la masse m.

M(g)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
	0	50	100	150	200	250	300
X(cm)	0	0,8	1,5	2,4	3,2	4	4,8

a) Tracer la courbe donnant les variations de la tension T du mouvement en fonction le son allongement x. conclusion.

b) Quelle est la valeur de la raideur du ressort (préciser l'unité). G= 10N/kg

<u>Résolution.</u>

Exercice : 4

l= 5 cm ; F = 10 N

10N → 5 cm x = $\frac{5 \; cm \; X \; 35}{10}$ = 17,5 cm

35N → x

17,5 cm → 35 N ou 5 cm → 10 N

12,5 cm → F 15,5 m → F

$F \times 17{,}5cm = 35N \times 12{,}5\ cm \quad \rightarrow F = \frac{35\ N\ x\ 12{,}5}{17{,}5} = 25\ N$

Ou $F \times 5\ cm = 10\ N \times 12{,}5\ cm \quad \rightarrow F = \frac{10\ N\ x\ 12{,}5}{5} = 25\ N$

c) Raideur k

$F_2 = k_2\Delta l \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta l} \Rightarrow k_2 = \frac{25\ N}{12{,}5.10^{-2}} = \frac{25}{0{,}125} = 200\ N/m$

$F_1 = k_1\Delta l_1 \Rightarrow k_1 = \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{35}{17{,}5.10^{-2}} = 200\ N$

Résolution Exercice 5 :

Lo = 10 cm

1 cm ↔ 0,5 N

a) F = 3 N ; l = ?

0,5 N → 1 cm

3 N → x

$0{,}5\ N \times x = 3\ N \times 1\ cm \Rightarrow x = \frac{3cm}{0{,}5} = 6\ cm$

$F = kl \Rightarrow k = \frac{F}{l} = \frac{3N}{6.10^{-2}} = \frac{300}{6} = 50\ N/m$

b) M = 200g , g = 10 N/g $\quad l = ?$

D'après l'exercice 3 $P = k\Delta x = k(l - l_0) = kl - kl_0$

$mg + kl_0 = kl \Rightarrow l = \frac{mg}{k} + l_0 \Rightarrow$ AN: $l = 1 + 10.10^{-2}$

l= 0,04 m + 0,1 m = 0,14 m

Exercice 6:

T = mg

$T_1 = 50 \times 10^{-3} \times 10 = 0{,}5\ N$

$T_2 = 100 \times 10^{-3} \times 10 = 0{,}1N$

$T_3 = 100.10^{-3} \times 10 = 1{,}5N$

$T_4 = 200.10^{-3} \times 10 = 2\ N$

$T_5 = 250.10^{-3} \times 10 = 2{,}5N$

$T_6 = 3$

La courbe T = f(x) est une droite passant par l'origine O. Calculons la raideur du ressort étudié : d'après la figure. Le point de coordonné $x = 4{,}810^{-2}$ m ; T = 3N par exemple, et exactement sur la droite, donc

$K = \frac{T}{x} = \frac{3}{4{,}810^{-2}} = \frac{300}{4{,}8} = 62{,}5$ N/m

CHAPITRE IV : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

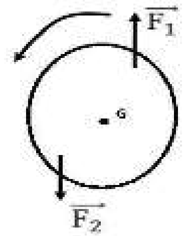
I- Condition d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.

Si un solide est en équilibre sous l'action de 2 forces F_1 et F_2, alors :

$$\begin{cases} \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = \vec{0} \quad (1) \\ \overrightarrow{F_1}\ et\ \overrightarrow{F_2}\ ont\ même\ droite\ d'action\ (2) \end{cases}$$

Remarque : la condition (1) exprime l'immobilité du centre de gravité G du solide. Mais, cette condition seule ne suffit pas.

En effet, si $\vec{F}_1\ et\ \vec{F}_2$ n'ont pas la même droite d'action, elles constituent un couple de forces qui a pour effet de faire tourner le solide.

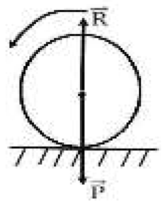


1- Application

a) Equilibre d'un solide posé sur un plan. Réaction d'un support

- **Plan horizontal**

- **Cas d'une sphère**



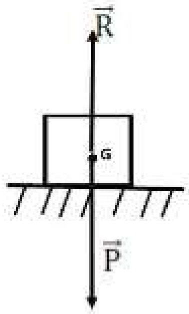
Cette sphère est soumise :

- A l'action de la pesanteur représentée par son poids$\vec{P}$, appliqué en G.
- A une autre action exercée par la table, appelée réaction du support. On la représente par le vecteur force $\vec{R}$ appliquée au point de contact entre la sphère et le plan.

La sphère étant en équilibre, les conditions d'équilibre permettent d'écrire.

$$\begin{cases} \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \quad (1) \\ \vec{P}\ et\ \vec{R}\ ont\ même\ droite\ d'action\ (2) \end{cases}$$

- **Cas d’une brique**



Dans le cas de la brique, la réaction du support est représentée sur toute la surface de contact.

Tous les petites actions de contact sont équivalentes à une force unique $\vec{R}$ appliquée nécessairement en B, puisque $\vec{P}$ et $\vec{R}$ doivent satisfaire aux conditions.

$$\begin{cases} \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \quad (1) \\ \vec{P} \text{ et } \vec{R} \text{ ont même droite d'action } (2) \end{cases}$$

b) Stabilité d’un équilibre

La stabilité de l’équilibre d’un solide au repos sur un plan horizontal est autant plus grande que la base d’appui est plus grande et le centre de gravité plus bas. Par exemple l’équilibre de la brique (représentant sur l’une de ses faces est plus stable que l’équilibre de la sphère).

Cependant, quelle que soit la position de la sphère sur le support horizontal, elle est en équilibre, on dit que la sphère est en **équilibre indifférent.**

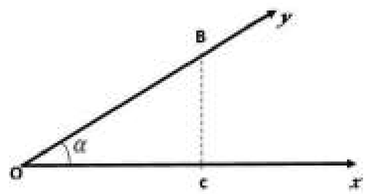
c) Plan incliné

Définition : un plan incliné est un plan qui fait un angle α sur le plan horizontal (Oy) perpendiculaire à la droite d’intersection des deux plans et la ligne de plus grandes pente.

Un plan incliné est caractérisé par sa pente définie par le rapport :

$\frac{BC}{OC}$ Or $\frac{BC}{OB} = \sin\alpha$

On dit que $\sin\alpha$ est la pente du plan incline.

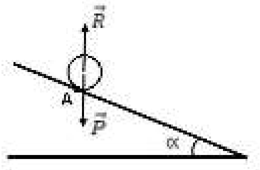


- **Cas de la sphère sur le plan incliné**

La sphère est soumise à 2 forces :

c- Ce poids est appliquée en G ;

d- La réaction $\vec{R}$ du plan qui est absolument appliquée en A.



Dès lors $\vec{P}$ et $\vec{R}$ ne peuvent avoir la même droite d'action. La sphère ne peut donc pas être en équilibre sur le plan incliné : elle descend le long du plan incliné en roulant.

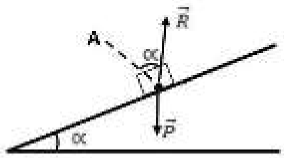
- **Cas de la brique sur le plan incliné**

Deux cas peuvent se présenter :

1er cas : le plan est rugueux

L'équilibre du solide est encore possible dans ce cas,

$$\begin{cases} \vec{P} + \vec{R} = 0 \\ \vec{P}\ est\ \vec{R}\ ont\ même\ droite\ d'action \end{cases}$$

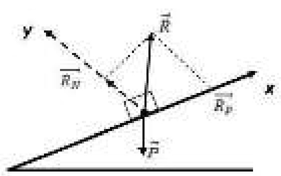


AN est la normale à la surface de contact de la brique et du plan incliné.

$\vec{R}$ fait avec la normale AN un angle α égal à celui que fait le plan incliné. Avec l'horizontale (angle aigus à côté perpendiculaire).

Réduisons la brique à son centre de gravité G, et considérons le système d'axes, orthonormés (Gx, Gy). Dans ce système d'action, le vecteur force $\vec{R}$ peut s'exprimer en fonction de ses deux composants.

$\vec{R} = \vec{R}_T + \vec{R}_N$ avec $\vec{R}_N$ est la composante normale de la réaction du support $\vec{R}_T$, représenté la composante tangentielle de la réaction du support. Cette composante est appelée force de frottement car elle tend à empêcher le mouvement.



Remarque : le solide reste en équilibre tant que l'angle d'inclinaison α du plan par rapport à l'horizontale est inférieur à une valeur limité α_{m} appelée **angle de frottement**.

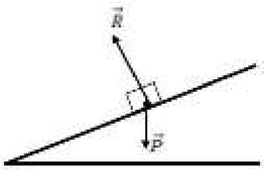
Si $\alpha > \alpha_{\mathrm{m}}$, le solide glisse le long du plan incliné. La valeur de α_{m} dépend de la nature des matériaux en contact.

2ème cas : parfaitement lisse.

Le contact se fait sans frottement. Dans ce cas, la composante tangentielle de la réaction du support est nulle.

$\vec{R}_T = \vec{0}$

De la réaction $\vec{R} = \vec{R}_T + \vec{R}_N = \vec{0}$, nous tirons $\vec{R} = \vec{R}_N$ la réaction du support est donc normale au plan incliné. Donc, l'équilibre est impossible ; $\vec{P}$ et $\vec{R}$ n'ayant pas les mêmes droites d'action. La brique se met en mouvement sur le plan incliné en glissant.



Conclusion : lorsque le mouvement d'un solide avec un plan se fait sans frottement, la réaction du plan est normale à ce plan. Dans le cas où il y a des frottements, la réaction ne peut plus être normale au plan.

3) Equilibre d'un solide suspendu, notion de tension

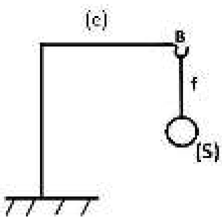
a) Le solide est suspendu à un fil

Soit la boule (b) de poids $\vec{P}$ suspendu à un crochet (c) pour l'intermédiaire d'un fil (f) de masse négligeable.

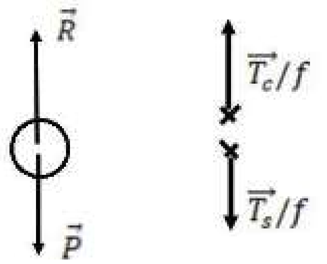
Etudier les actions mécaniques qui interviennent dans ce dispositif.

- Le poids $\vec{P}$ et la force $\vec{R}$ menée par le fil en Δ.

La boule étant en équilibre : on a



$$\begin{cases} \vec{P} + \vec{R} = 0 \\ \vec{P}\ et\ \vec{R}\ ont\ même\ droite\ d'action \end{cases}$$



La force exercée par la boule en A notée T_s/f ;

La force exercée par le crochet en B notée T_C/f ;

La masse du fil étant négligeable, on ne tient pas compte de son poids.

En équilibre on a : $\vec{T}_C/f + \vec{T}_S/f = \vec{0} \quad \Rightarrow \vec{R} = -\vec{T}_S/f$

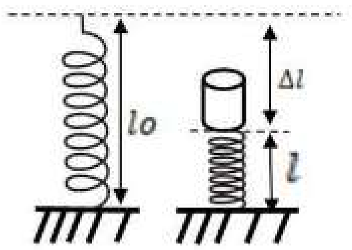
Conclusion : $\vec{P}, \vec{R}$, $\vec{T}_S/f$ et T_s/f ont même intensité et même densité d'action la valeur commune de T_C/f et T_C/f l'appelle tension du fil. Cette tension du fil est égale au poids P de masse négligeable.

e- Le fil tire sur le crochet avec une force d'intensité égale à P on dit qu'il a transmis la force d'intensité P.

b) Le solide est suspendu à un ressort.

Remplaçons le fil précèdent par un ressort de masse négligeable.

Nous avons encore le même problème que précédemment, à la seule différence que le ressort s'est déformé mais une fois déformé, le ressort se comporte comme le fil.



Ici la tension T du ressort est égale au poids P du corps suspendu (à l'équilibre), avec

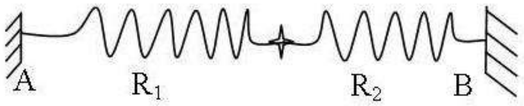
$T = k\Delta l = k(l - l_0)$

Exercice 1 : deux ressorts R_1 et R_2 tendus, de masse négligeable, sont placés horizontalement. La distance AB vaut 45 cm.

a) Quelle relation existe-t-il entre la tension T_1 et T_2 des deux ressorts ? en déduire une relation entre les allongements a_1 et a_2 des ressorts. On donne $K_1 = 12N/m$,

K_2 = 18N/m.

b) Les longueurs à vide des ressorts sont la_1 = 15 cm et la_2 = 20 cm. Trouver une autre relation entre a_1 et a_2.



c) Calculer a_1 et a_2. En déduire l'intensité des tensions.

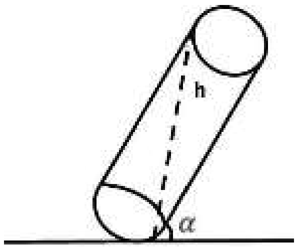
d) Déterminer les réactions dans supports A et B et les représenter sur le schéma.

Exercice 2 : un cylindre oblique, de hauteur h = 51 cm et de diamètre d =25 cm, est incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal sur lequel il est posé.

a) α = 60°, le cylindre est-il en équilibre ?

b) $on\ fait$ varier α de 90° à 0°, à partir de quelle valeur α_m va-t-il basculer ?

c) Par $\alpha = \alpha_m$, représenter sur un schéma les forces appliquées au cylindre.

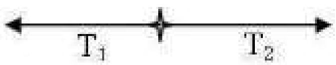


Résolution exercice 1 :

a) **Relation entre T_1 et T_2**

Soit P le point de jonction des ressorts intersessions à ce point.

Il est soumis à deux forces :



f- La tension T_1 du ressort R_1

g- La tension T_2 du ressort R_2.

Ce point P étant en équilibre : $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$ $\Rightarrow \vec{T}_1 = - \vec{T}_2$ en module $\vec{T}_1 = - \vec{T}_2$ (1)

Relation entre les allongements a_1 et a_2 dans 2 ressorts :

$T_1 = k_1a_1$ et $T_2 = k_2a_2$

D'après (1), on a : $k_1a_1 = k_2a_2 \leftrightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{18}{12} = 1,5$ (2)

b) **Autre relation entre a_1 et a_2**

Soit l_1 la longueur du ressort R_1 à l'équilibre

Soit l_2 la longueur du R_2 à l'équilibre.

On a : $a_1 = l_1 - la_1$ (3)

$A_2 = l_2 - la_2$

Additionnons membre à membre (3) et (2)

$a_1 + a_2 = l_1 - la_1 + l_2 - la_2$

$= l_1 - l_2 - (la1 - la_{2)} = (l_1 - l_{2)} - (la1 - la_{2)}$

Avec $l_1 - l_2 = 45$ cm et $la_1 - la_2 = 15$ cm + 20 cm = 35 cm

$a_1 + a_2 = 45 - 35 = 10$ cm

c) Calculons a_1 et a_2 :

a_1 et a_2 s'obtiennent à partir de (2) et (5)

(2) est : $\frac{a_1}{a_2} = 1{,}5$; (5) est $a_1 + a_2 = 10$ cm

$a_1 = 1{,} 5 \text{ x } a_2$, (5) devient $1{,}5\ a_2 + a_2 = 10$ cm $\Rightarrow 2{,}5\ a_2 = 10$ $\Rightarrow a_2 = \frac{10}{2{,}5}$

$a_2 = 6$ cm.

Déduire son intensité.

$T_1 = k_1a_1 = 12 \text{ x } 610^{-2} = 72.10^{-2}$ N

$T_2 = k_2a_2 = 18 \text{ x } 4.10^{-2} = 72.10^{-2}$N

$T_1 = T_2 = 0{,}72$ N

d) Détermination du support

Soit R_A la réaction du support en A

Soit R_B la réaction du support en B

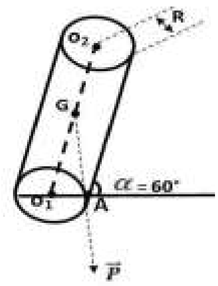
A et B étant en équilibre, la condition d'équilibre en chacun de ces points donne : $\begin{cases} \vec{R}_A + \vec{T}_1 = \vec{0} & \Rightarrow \vec{R}_A = -\vec{T}_1 \\ \vec{R}_B + \vec{T}_2 = \vec{0} & \Rightarrow \vec{R}_B = -\vec{T}_2 \end{cases}$

$\vec{R}_A$ et $\vec{T}_1$ ont même droite d'action mais de sens opposé de module $\vec{R}_A = \vec{T}_1 = 0{,}72$ N

$\vec{R}_B$ et $\vec{T}_2$ ont même droite d'action mais de sens opposé de module $\vec{R}_B = \vec{T}_2 = 0{,}72$ N

Résolution d'exercice 2 :

a) Pour que le cylindre soit en équilibre, il faut que la verticale abaissée de son centre de gravité tombe à l'intérieur de sa base d'appui (surface de base inferieure du cylindre). Le cylindre étant supposé homogène, son centre de gravité G est confondu à son centre de symétrie qui est situé à une hauteur O,G = $\frac{0,02}{2}$ des centre O_1 et O_2 des deux bases.



Soit le schéma a), pour savoir si le cylindre incliné de 60° reste en équilibre, il suffit de calculer O_1A et le comparer au rayon de la base du cylindre.

Dans le triangle O_1AG, le segment O_1A est donnée par la relation

$O_1A = O_1G \cos 60°$ $\left[cos60° = \frac{O,A}{O,G}\right]$

Avec $O_1G = \frac{h}{2sin60°} = 29,44$ cm

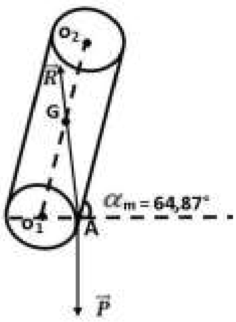
$\Rightarrow O_1A = 29,44\cos 60° = 14,72$ cm

En comparant O_1A au rayon de la base du cylindre qui est $R = \frac{d}{2} = 12,5$ cm

On constate que la verticale issue de G tombe à l'extérieur de la base de sustentation, par conséquent, le cylindre incliné d'un angle $\alpha = 60°$ n'est pas en équilibre.

L'angle α_m est atteint quand $O_1A = \frac{d}{2} = 12,5$ cm d'où $12,5 = O_1G\cos(\alpha_m)$

$\Rightarrow \text{Cos}\,\alpha_m = \frac{12,5}{29,44} = 0,4245 \Rightarrow \alpha_m = 64,87°$



b) Faire l'inventaire des forces agissant sur le cylindre :

h- Le poids $\vec{P}$;

i- La réaction $\vec{R}$

c) Le solide étant équilibré, $\vec{P}$ et $\vec{R}$ ont même droite d'action. $\vec{R}$ est donc nécessairement appliquée au point.

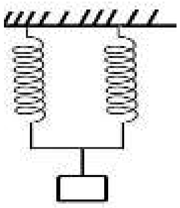
Exercice 3 : deux ressorts de même longueur naturelle et dont les raideurs sont K_1= 100 N/m et k_2 = 2000 N/m sont disposés comme le montre la figure. En utilisent un dispositif de masse négligeable, on suspend une masse m au système.

1- Représenter les tensions des deux ressorts et le poids de la masse m.

2- Quel est l'allongement des ressorts quand la masse suspendue est m= 3kg ? on donne g= 9,8 N/kg

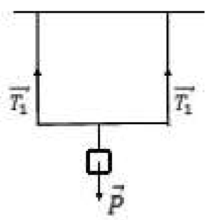
3- Quelle est la masse suspendue si l'allongement des ressorts est 15 cm ?

4- Quelle est la raideur du ressort équivalent au 2 ressorts ?



Résolution Exercice

1- Les tensions T_1 et T_2 sont verticales et dirigées vers le haut, $\vec{P}$ est vertical et dirigé vers le bas.



2- Allongement des ressorts

$T_1 + T_2 = P$ avec $T_1 = K_1x$ et $T_2 = k_2x \Rightarrow (K_1 + K_2) = mg \Rightarrow x = \frac{mg}{K_1 + K_2}$

$$\boxed{x = \frac{mg}{K_1 + K_2}}$$

AN : x = 9,8 cm

3- Calcul de masse suspendue

$\Rightarrow m = \frac{x(K1+K2)}{g}$

$$\boxed{m = \frac{x(K1+K2)}{g}}$$

AN : $m = \frac{(100+200)\,x0{,}15}{9{,}8} = 4{,}59$ kg

1- Calcul de la raideur

Pour allongement x, sa tension vaut :

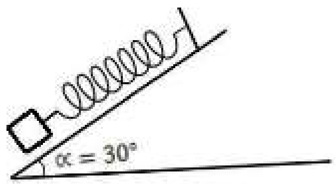
$T = k\,x$ avec $T = T_1 + T_2 \Leftrightarrow K\,x = k_1\,x + k_2\,x$

$\Leftrightarrow kx = (k_1 + k_2) \Leftrightarrow k = k_1 + k_2$ AN: k=100+200=300 N/kg

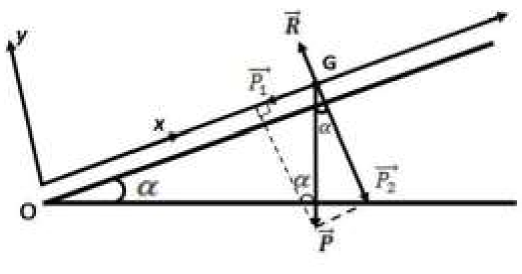
Exercice 4 :

Un solide S de poids P =10N est posé sur une table inclinée d'un angle α = 30° sur l'horizontale. Le contact entre le solide et la table est supposé sans frottement. Le solide est maintenu en équilibre sur la table, comme le montre la figure. Grâce à un ressort dont l'axe est parallèle à la table et de raideur k = 200 N/kg.

Calculer l'allongement de ce ressort et déterminer l'intensité de la réaction de la table sur le solide S.



Résolution



Un solide S est soumis à :

j- Au poids $\vec{P}$

k- A tension $\vec{T}$

I- La raideur du ressort $\vec{R}$

La condition d'équilibre permet d'écrire : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$ (1)

Projections (1) sur les axes (ox et oy)

Sur ox : $\vec{P}_x + \vec{T}_x + \vec{R}_x = \vec{0}$

Sur oy : $\vec{P}_y + \vec{T}_y + \vec{R}_y = \vec{0}$

$\vec{P}_x$ se calcule d'après le triangle (GPP$_1$) $\Rightarrow$ sinα = $\frac{côté\ opposé}{hypotenusse} = \frac{\vec{P}_x}{P} \Rightarrow \vec{P}_x$ = P. sinα

- T $_x$ coïncide avec l'axe ox et égale α – T
- La trajectoire de R sur ox est nulle $\Rightarrow \vec{R}_x = 0$

P. sinα – T = 0

Projection sur l'axe oy : P se projette en P_y et égale – P_y

D'après le triangle GPP$_y$, cosα = $\frac{côté\ adjacent}{hypotenusse} = \frac{\vec{P}_y}{P} \Rightarrow P_y$ = P. cosα

- La projection de $\vec{R}$ sur $\overrightarrow{oy}$ et R lui-même.
- $\vec{T}$ sur oy est nulle.

D'où $\begin{cases} Psin\alpha - T = 0 & (1) \\ -Pcos\alpha + R = 0 & (2) \end{cases}$

- $\Rightarrow$ T = P.sinα = P_y.sinα, AN : T = 10 x 15 x 30° = 10 x 0,5 T = 5 N

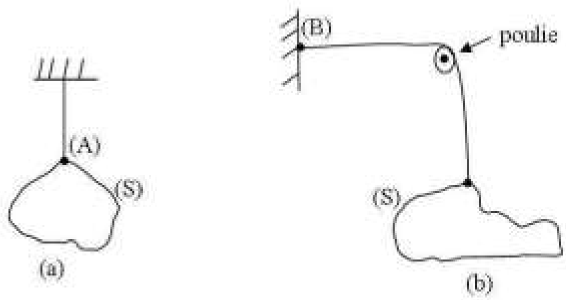
Allongement du ressort : T = kx $\Rightarrow x = \frac{T}{K} = \frac{5}{200}$ $\Rightarrow$ x = 2, 5.10^{-2}m = 2,5 cm

La réaction de la table : R = P.cos$\propto$ = 10 x 0,87 = 8,7 N

Exercice5

a) Un solide S de poids P = 10 N est accroché à un fil (figure a). Représenter par la tension $\vec{T}$ du fil et calculer son intensité.

b) Représenter la force exercée par le fil sur le point B dans le montage de la figure b. Quelle est l'intensité de cette force.



Bibliographie

1. G. Fontaine, A. Tomasino, Physique Seconde,Nathan, Paris, 1990
2. JP. Lecardonnel, JG Villar, Physique Chimie Seconde, Collection Galiléo, Bordas, 2000
3. Physique Chimie Seconde, Collection Eurin-Gie, Nouvelle Edition 87, Hachette

Partenariat
Lycée Saint François Xavier
Label 109

Livret à ne pas vendre

Contact
info@label109.org

Télécharger gratuitement les applications et livres numériques sur le site:
http://www.tchadeducationplus.org

Mobile et WhatsApp: 0023566307383

Rejoignez le groupe: https://www.facebook.com/groups/tchadeducationplus