PHYSIQUE

1er S

PHYSIQUE
Première S

INNOVATING
EDUCATION
IN AFRICA

Table des matières

MECANIQUE
Chapitre 1 : CINEMATIQUE

I- Repérage d'un mobile ponctuel

a) Définition :

La partie de la physique qui étudie les mouvements des solides porte le nom de mécanique. A l'intérieur de cette science, la cinématique a pour objet de décrire les mouvements. La cinématique étudie le mouvement des solides sans se préoccuper de leurs causes (c'est-à-dire les forces).

b) Méthode d'étude d'un mouvement

Pour toute étude de mouvement, il faut préciser clairement deux éléments :

- Le *mobile* (c'est-à-dire l'objet qui est en mouvement)
- Le *référentiel* (le système matériel sur lequel le mobile se déplace)

L'étude précise du mouvement exige qu'on lie au référentiel un repère qui permet de définir les coordonnées du mobile à chaque instant.
Le plus souvent, le repère est un système d'accès trirectangulaire direct dont on choisit librement l'origine, les directions d'axes….

c) Repère de dates :

Puisque la position du mobile dans l'espace change lorsque le temps s'écoule, il est nécessaire de disposer d'un repère de temps qui va permettre de connaitre à chaque instant la position du mobile par rapport au référentiel. On caractérise un instant déterminé t grâce aux 3 éléments suivants :

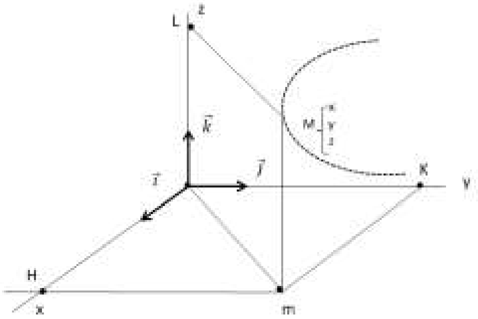
- Une horloge permettant de mesurer le temps
- Une origine de temps correspondant à l'instant $t = 0$
- Une unité de temps qui dans le SI est la seconde.

d) Les repères d'espaces :

Un mobile ponctuel peut dans l'espace, être repéré par ses coordonnées.

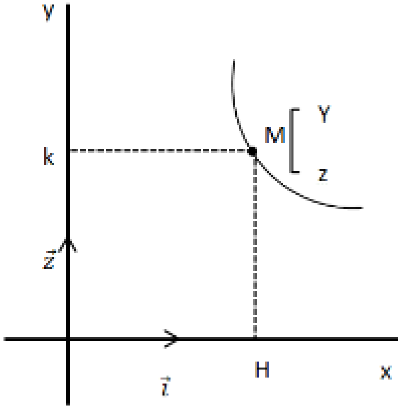
d-1- **Repérage d'un point dans l'espace**

la position de M est repérée par ses 3 coordonnées cartésiennes *x, y, z* .
x est son abscisse, y son ordonnée et z est sa côte.
Le vecteur $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$



Repérage d'un point M par ses 3 Coordonnées cartésiennes

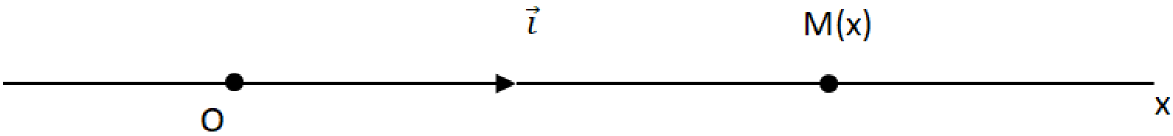
d.2.<u>**Repérage d'un point dans le plan 1**</u>



Deux coordonnées suffissent pour définir la position M, son abscisse x et son coordonnée y.
Le vecteur position $\overrightarrow{OM}$ s'écrit ;

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

d.3.Repérage d'un point sur une droite :



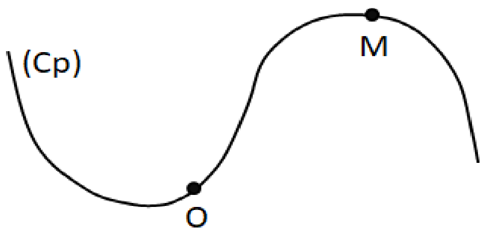
L'abscisse de M sur la droite orientée Δ est $x = \overline{OM}$ de vecteur $\overrightarrow{OM}$ s'écrit alors

$$\boxed{\overrightarrow{OM} = x.\vec{\imath}}$$

<u>**d.4.Repérage d'un point sur une courbe (c)**</u>

Courbe (c), trajectoire du mobile ponctuel M, a été orientée et on y choisi une origine O. La position de M est définie grâce son abscisse curviligne S :

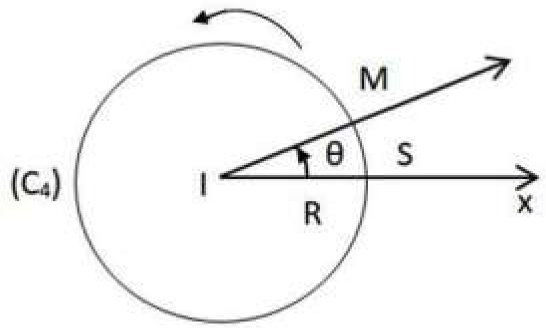
$$\boxed{S = \overset{\frown}{OM}}$$



d.5. <u>**Repérage d'un point sure un cercle :**</u>

Le Mouvement M est circulaire, la trajectoire de M est le cercle(C) de centres I et de rayon R on choisit une origine O sur le cercle et une orientation ; l'abscisse curviligne S tel que :
$S = \overset{\frown}{OM}$ définit la position du point M.
Mais il est encore possible de repérer la position de M grâce à l'angle.

$\boxed{\Theta = (\overrightarrow{IO}, \overrightarrow{IM})}$



Il s'agit d'un angle de vecteurs, mesuré grâce au sens positif mis en évidence sur la figure ; Θ porte le nom d'*abscisse angulaire* du point M.

Les deux grandeurs S et Θ sont proportionnelles :

$\theta = 2\pi$ (rad) ↔S = longueur du cercle= $2\pi R$

Θ↔S

Donc : $\frac{\theta}{2\pi} = \frac{S}{2\pi R} \Leftrightarrow$ $\boxed{S = R.\Theta}$

(Θ : en radian)

<u>Remarque</u> : la formule S= R Θ est valable que Θ soit en radian, S et R s'exprimant avec même unité.

e. <u>La trajectoire :</u>

Dans le repère d'espace choisi, le mobile décrit une courbe qui s'appelle trajectoire. Si cette trajectoire est une droite le mouvement est *rectiligne*, si c'est une courbe quelconque, il est dénommé mouvement *curviligne*.

II- <u>Vitesse d'un mobile ponctuel</u>

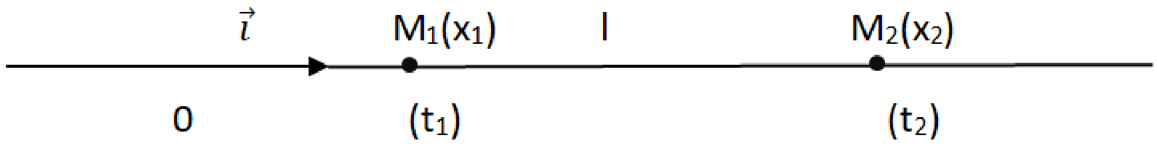
a) <u>La vitesse moyenne</u>

a.1.Définition

Si pendant le temps t, le mobile parcourt la distance l, sa vitesse moyenne est définie par :

$$\boxed{\text{Vm} = \frac{distance\ parcourue}{temps\ de\ parcours} = \frac{l}{t}}$$

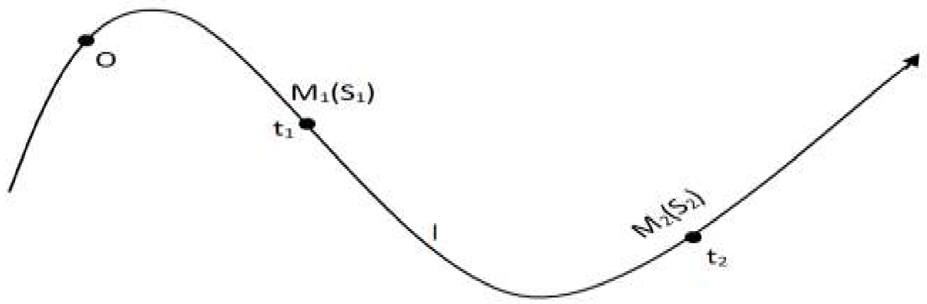
a.2.Application à un mouvement rectiligne



x_1 et x_2 étant les abscisses de M aux instants t_1 et t_2

$$\boxed{\text{Vm} = \frac{l}{t} = \frac{\overset{\frown}{M_1M_2}}{t} = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}}$$

a-3 Application à un mouvement curviligne



S_1 et S_2 sont dans ce cas les abscisses curvilignes de M aux instants t1 et t2, la vitesse moyenne du mobile entre t_1 et t_2 s'exprime par :

$$\boxed{V_m = \frac{l}{t} = \frac{\widehat{M_1 M_2}}{t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}}$$

b. la vitesse instantanée :

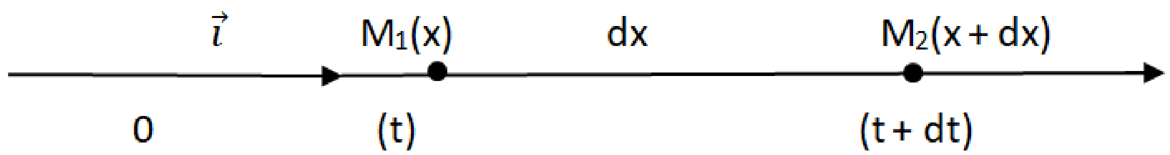
b. 1. Définition :

La vitesse instantanée V d'un mobile à l'instant t est la vitesse moyenne de ce mobile calculée sur un intervalle de temps très petit au voisinage de l'instant t.

Notons dl la distance parcourue par le mobile pendant le temps dt au voisinage de l'instant t(dl et dt sont en principe infiniment petits), sa vitesse instantanée ou vitesse à l'instant t est définie par :

$$\boxed{V = \frac{distance\ parcourue}{temps\ de\ parcours} = \frac{\mathrm{dl}}{dt}}$$

b. 2 Application à un mouvement rectiligne

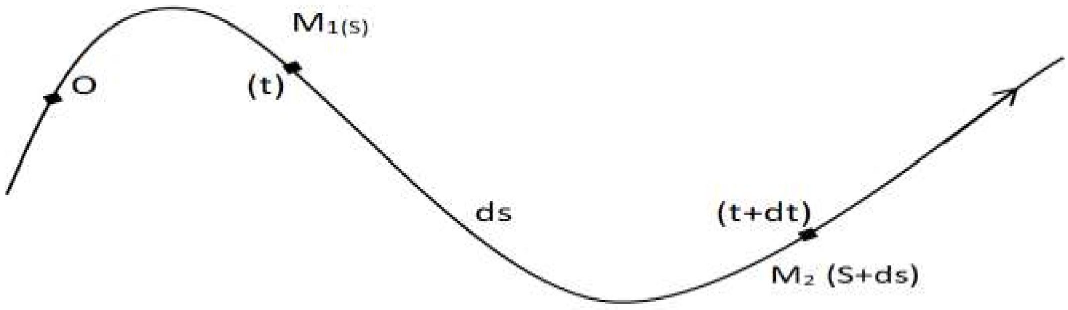


L'abscisse de mobile est x à l'instant t, elle est devenue x + dx à l'instant t + dt très voisin de t. la vitesse à l'instant s'écrit donc :

$$V = \frac{x_1 - x_2}{t2 - t1} = \frac{(x + \mathrm{d}x)}{(t + dt) - t} = \frac{\mathrm{d}x}{dt}$$

$$\boxed{V = \frac{\mathrm{d}x}{dt}}$$

b.3.Application à un mouvement curviligne



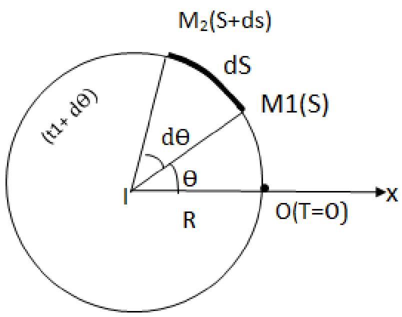
Les abscisses curvilignes de M aux instants *t* et *t* + *dt* infiniment voisins valent *S* et *S*+*ds*. La vitesse à l'instant *t* vaut donc :

$$V = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{(S + \mathrm{d}S) - S}{(t + dt) - t} = \frac{\mathrm{d}S}{dt}$$

$$\boxed{V = \frac{\mathrm{d}S}{dt}}$$

b. 4. Application à un mouvement curviligne, vitesse angulaire

$$V = \frac{\mathrm{d}S}{dt}$$



On note :

$w = \frac{\mathrm{d}\Theta}{dt}$: Vitesse angulaire

Relation entre V et W : $\underbrace{\frac{\mathrm{d}S}{dt}}_{V} = R.\underbrace{\frac{\mathrm{d}\Theta}{dt}}_{W}$

⇒ $\boxed{V = R.\ W}$ {V en m/s, R en minute et W en rad/s

b. 5. Application à un mouvement circulaire uniforme

Définition :

Un mouvement est circulaire uniforme si sa trajectoire est un cercle décrit à vitesse constantes. Les deux grandeurs V (vitesse) et W (vitesse angulaire) sont alors constantes.

- La distance parcourue par le mobile est proportionnelle au temps et à la vitesse V.
  $\widehat{OM}$ = S = v. t
- L'angle dont tourne le mobile est proportionnel au temps et à la vitesse angulaire.
  Θ = w. t
  - Un mouvement circulaire uniforme est périodique
- La période T d'un mouvement circulaire uniforme est le temps mis par le mobile pour effectuer un tour sur sa trajectoire.

La vitesse angulaire w et la période T sont liées. Cherchons le temps mis par le mobile pour faire un tour.

1 tour correspond à 2 π radians

$\Theta = w.t \Leftrightarrow t = \frac{\theta}{w} = \frac{2\pi}{w}$ pour un tour

Ce temps est égal à la période T, donc :

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{w}}$$

d'où t est exprimé en seconde

- La fréquence N d'un mouvement circulaire uniforme est le nombre de tours effectués par le mobile par unité de temps.

$$\boxed{N = \frac{1}{T} \quad \text{et} \quad N = \frac{w}{2\pi}}$$

La fréquence N est l'inverse de la période T, elle s'exprime en hertz(Hz)

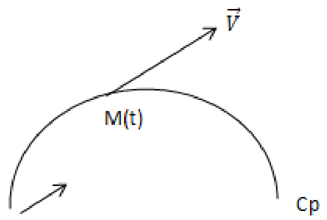
c. Le vecteur vitesse

c.1.Caractéristiques de vecteur vitesse

Le vecteur vitesse $\overrightarrow{V}$ d'un mobile à un instant *t* a les quatre caractéristiques suivants :

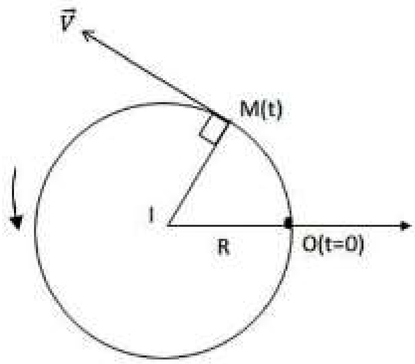
- Origine : la position M du mobile à l'instant *t*.
- Direction : la tangente en M à la trajectoire.
- Sens : la vitesse V du mobile à l'instant *t*.
- Norme : la vitesse V du mobile à l'instant *t*.

Dans le cas d'un mouvement rectiligne, la direction du vecteur vitesse coïncide avec celle de la trajectoire. La figure suivante représente le vecteur vitesse lorsque le mobile est en M sur une trajectoire curviligne.



c-2 Cas d'un mouvement circulaire

sur le cercle de centre I, le mobile est en M à l'instant t. la direction du vecteur vitesse à l'instant t est celle de la tangente en M au cercle et on obtient cette tangente en traçant la perpendiculaire en M au rayon IM.



Chapitre 2 : LE TRAVAIL D'UNE FORCE :

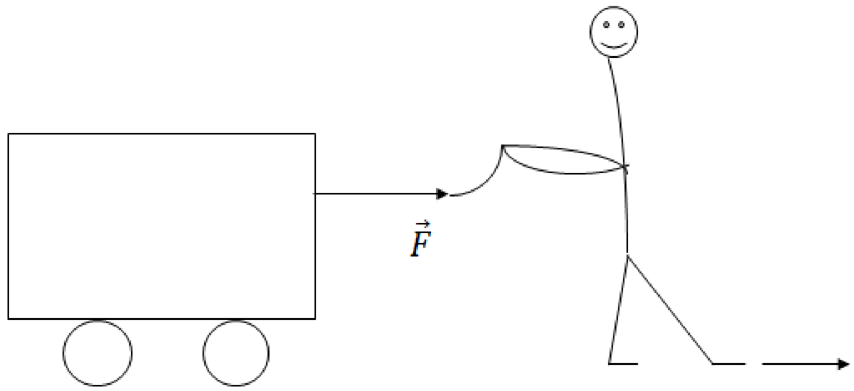
I- Notion de travail :

Dans une première approche, la notion de travail est liée à la notion d'effort physique nécessaire pour effectuer une tache et à la fatigue qui en résulte. En physique, le travail d'une force doit être défini avec précisions. C'est l'objet de ce chapitre.

1- Rappel et caractéristiques d'une force :

La force est une grandeur vectorielle, le vecteur force $\vec{F}$ a les quatre caractéristiques suivantes :

- Son point d'application : qui est le point ou la force agit ;
- Sa direction : qui est la droite suivant laquelle la force s'exerce ;
- Son sens : qui sur la direction, précise le sens de l'action exercée ;
- Sa norme : notée $\|\vec{F}\|$ ou F représente l'intensité de la force.

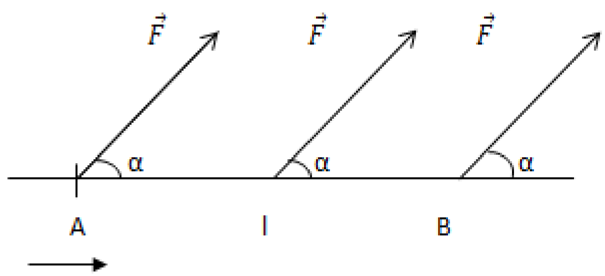


2- Mise en évidence intuitive du travail d'une force

Dans une gare, un voyageur portant sa valise monte un escalier. Si la valise est lourde, il éprouve une fatigue ; on dit également, dans le langage courant, qu'il effectue un travail et celui-ci est d'autant plus grand que le poids de la valise est élevé et que la hauteur de l'escalier est plus importante. On est donc conduit à penser que le travail développé par le voyageur, c'est à dire celui de la force $\vec{F}$, dépend de l'intensité F de cette force, de la longueur du déplacement de son point d'application et de l'angle formé par les directions de force et du déplacement.

3- **Définition du travail d'une force** :

Le travail d'une force constante $\vec{F}$ lors d'un déplacement de son point d'application d'un point A à un point B, est égal au produit scalaire de la force $\vec{F}$ par le vecteur de déplacement.



$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.\ AB\ \text{Cos}(\vec{F}, \overrightarrow{AB})}$$

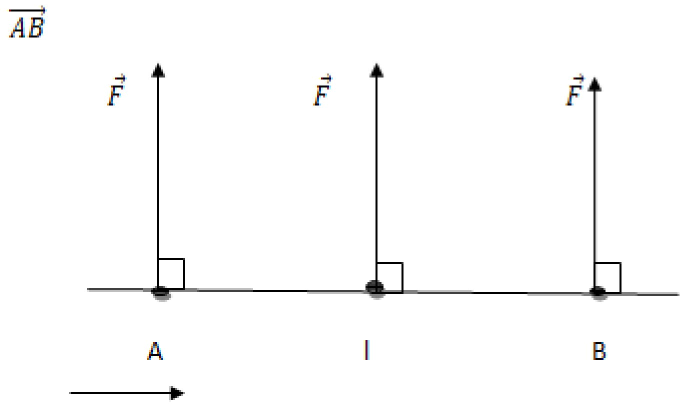
$$\boxed{\alpha = (\overrightarrow{AB}, \vec{F});\ \text{angle de vecteur}}$$

Ou $$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = F.\ AB\ \text{Cos}\ \alpha = F.\ l\ \text{Cos}\ \alpha}$$

w = travail en joule, F en N et l ou AB en m

<u>Remarque</u> : le travail d'une force est une grandeur algébrique.

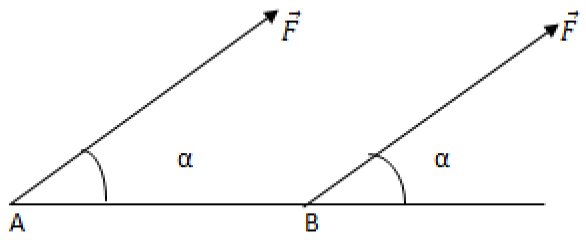
- Le travail d'une force est nul si la force est perpendiculaire au déplacement.



$(\overrightarrow{AB}, \vec{F}) = \alpha = 90°$, Cos 90° = 0

$W_{AB}(\vec{F}) = 0$

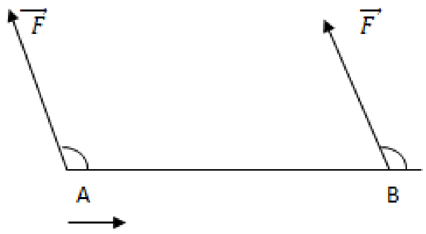
- Le travail d'une force peut être positif, dans ce cas il est moteur et la force est dite motrice.



α aigu, $0 \leq \alpha < 90°$

$W_{AB}(\vec{F}) > 0$.

- Le travail d'une force peut être négative, dans ce il est dit résistant et la force est dite résistante.



α obtus, 90°< α ≤ 180 °

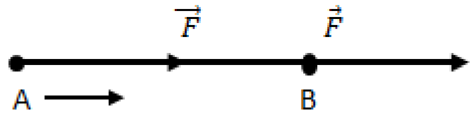
$W_{AB}(\vec{F}) < 0$

II- Calcul du travail de quelques forces:

1- <u>Travail d'une force constante et parallèle au déplacement rectiligne de don point d'application :</u>

<u>1[er]Cas</u>: α = 0

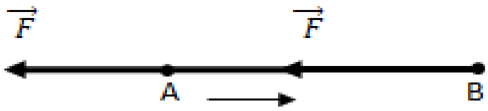
$W_{AB}(\vec{F}) = FAB$



<u>2eme cas</u>:

α = 180°

$W_{AB}(\vec{F}) = - FAB$



2) Travail du poids d'un corps

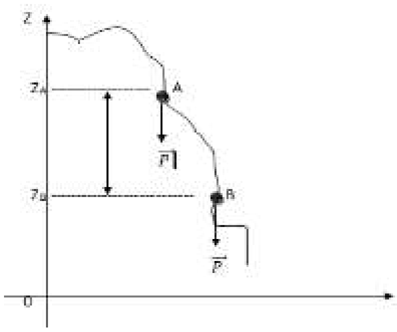
L'axe z'z est orienté vers le haut, le centre de gravité du solide se déplace du point A d'altitude z_A au point B d'altitude z_B.

Le travail du poids de solide de masse m est égal au produit du poids par la différence entre l'altitude z_A du point de départ A et l'altitude z_B du point d'arrivée.

$W_{AB}(\vec{P}) = P(z_A - z_B) = mg(z_A - z_B)$

<u>Remarques :</u>

Posons $|zA - zB| = h$



- Si le corps monte, $Z_A < Z_B$, soit $Z_A - Z_B = h < 0$; on a :

$W(\vec{P}) = - mgh < 0$, c'est un travail résistant,

- Si le corps descend, $Z_A > Z_B$ soit, $Z_A - Z_B = h > 0$

  $\Rightarrow W(P) = mgh > 0$: le travail du poids est moteur,

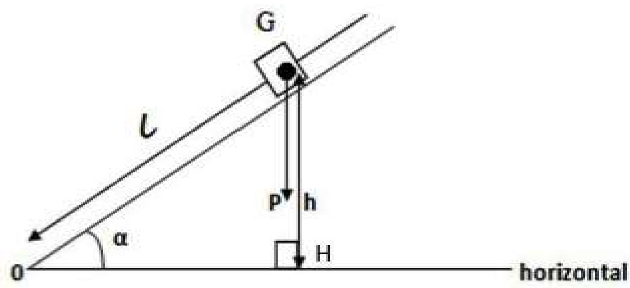
- Si le point de départ A est sur le même plan horizontal que le point d'arrivée B,

$Z_A = Z_B$, $\Rightarrow W(\vec{P}) = mgh = 0$ le travail du poids est nul.

- Le travail du poids d'un corps entre 2 points A et B est indépendant du chemin suivi pour aller de A à B. Il ne dépend que de la distance verticale des points A et B.
- Une force dont le travail est indépendant de chemin suivi porte le nom de *force conservative.*
- Si le travail d'une force dépend du chemin suivi, celle-ci est dite non conservative. C'est le cas, en particulier, de toutes les forces de frottement.

3) Un cas particulier

Cherchons le travail du poids $\vec{P}$ d'un solide qui évolue le long d'un plan incliné de α sur l'horizontal (fig). Nous nous limitons au cas où le solide descend, le travail du poids est donc positif ; il serait négatif si le solide montait.



Le travail du poids est donné par :

$W(\vec{P}) = ph$

Déterminons la hauteur h.

Considérons le triangle GOH,

$\text{Sin}\alpha = \frac{GH}{GO} = \frac{h}{l} \Rightarrow h = l \sin \alpha \Rightarrow$ $\boxed{W(\vec{P}) = Pl \sin \alpha}$

<u>**Exercice d'Application**</u> :

La figure suivante montre une lourde caisse de masse m = 50 kg posée sur un sol rigueux.

Une personne la déplace d'une longueur l = 2,50 m en la trainant grâce à une corde ;

Les forces appliquées à la caisse sont :

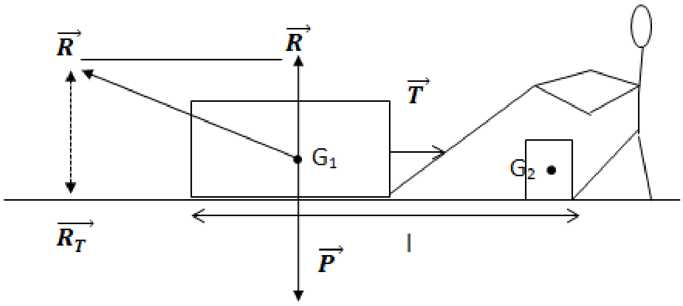
- Un poids $\vec{P}$ appliqué en son centre d'inertie G, vertical, vers le bas ;
- La tension $\vec{T}$ de la corde qui fait avec l'horizontal un angle de ϴ = 15° et dont l'intensité est égal à 40 N.
- La réaction $\vec{R}$ du sol rigueux, qui n'est pas nécessaire à la surface de contact car il y a frottement, l'intensité de cette réaction est 10N.

Calculer, pour le déplacement considéré, les travaux :

a) Du poids $\vec{P}$

b) De la tension $\vec{T}$

c) De la réaction $\vec{R}$



Solution

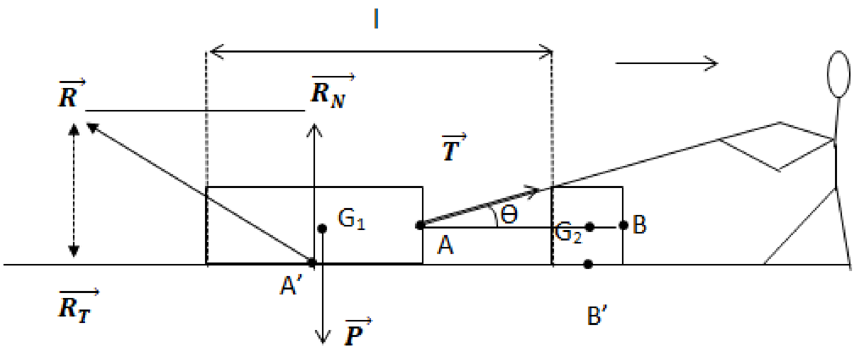
a) Travail du poids

W($\vec{P}$) = P.G_1.G_2 = P.l.Cos α, α = $(\overrightarrow{G_1G_2}\ \vec{P})= \frac{\pi}{2}$ ⇒Cos α = 0

W($\vec{P}$) = 0 j

Le poids $\vec{P}$ est normal au déplacement de son point d'application ; son travail est donc nul :

b) Travail de la tension



Cos Θ = $\frac{AB}{l}$ ⇒ AB = l cos Θ

$W_{AB}(\vec{T})$ = $\vec{T}.\overrightarrow{AB}$ = T.l. Cos Θ

AB : W($\vec{T}$) = 40 x 2,5 x Cos 15 ≈96, 65

$W_{AB}(\vec{T})$ > 0 car la force $\vec{T}$ est la force motrice c'est elle qui provoque le mouvement de la caisse.

c) Le travail de la réaction

Ce point d'application de la réaction $\vec{R}$ passe de A' à B'

Donc $W_{A'B'}(\vec{R}) = \vec{R}\,\overrightarrow{A'B'} = (\vec{R_N}+\vec{R_T})\,\overrightarrow{A'B'}$

$=\vec{R_N}\ \overrightarrow{A'B'} + \vec{R_T}.\overrightarrow{A'B'}$ avec

$\vec{R_N}\ \overrightarrow{A'B'}$ = R_N A'B'. cos 90 ° = 0, $\vec{R_N}$ est comme le poids $\vec{P}$, normal au déplacement de son point d'application et son travail est nul.

$\vec{R_T}\ \overrightarrow{A'B'}$ =R_T A'B'cos 180 ° = - R_t.l = - w x 2,5

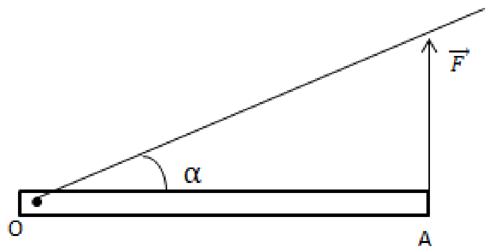
⟶$W_{A'B'}(\vec{R}) = W_{A'B'}(\vec{R_T})$ = -25, 5J

Remarques : le travail d'une force de frottement est toujours négatif.

d) Travail d'une force agissant sur un solide en rotation autour d'un axe fixe.

Le travail d'une force $\vec{F}$ appliquée à un solide en rotation autour d'un axe est égal au produit du mouvement de cette force par rapport à cet axe par l'angle α de rotation.

$$\boxed{W(\vec{F}) = \mathcal{M}(\overrightarrow{F/d}).\,\alpha}$$



α en radian

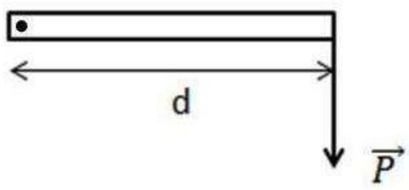
$\mathcal{M}(\overrightarrow{F/\Delta})$ en N.m

Si N est le nombre de tour, $\alpha = 2\pi N$

$$\Rightarrow \boxed{W(\vec{F}) = \mathcal{M}(F/d).}$$

<u>Remarque</u> : Le mouvement par rapport à un axe d'une force $\vec{F}$ orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité F de cette force par la distance d'entre l'axe de la rotation et la ligne d'action de cette force.

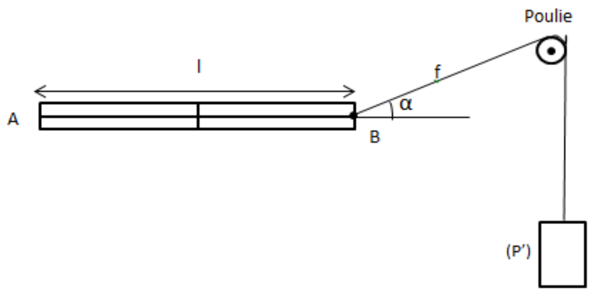
$$\boxed{\mu\,(\overrightarrow{F/d}) = F.d}$$



<u>Exercice d'Application :</u>

Le schéma suivant représente une règle homogène AB de_poids P = 20 N et de longueur l= 50 cm. Elle est mobile autour d'un axe fixe Δ , horizontal et passant au voisinage de son extrémité A.

On la maintient en équilibre en position horizontale grâce à l'action d'un fil f passant sur une poulie et au quel est suspendu un corps de poids P' = 17 N, le fil faisant alors avec AB un angle α = 36.



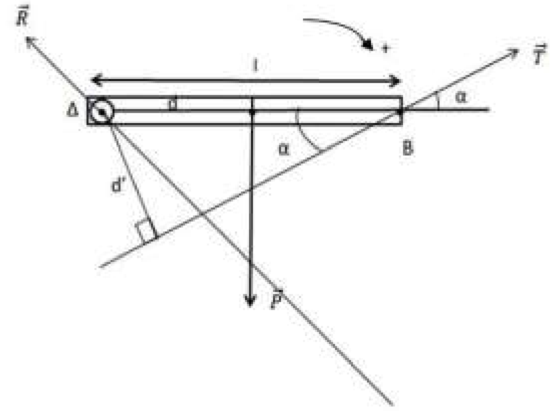
a) Déterminer les trois forces s'appliquant sur la règle et préciser les caractéristiques connues de ces forces.
b) Choisir un sens positif et évaluer le moment algébrique par rapport à l'axe Δ de ces forces.

Réponse :

Les forces exerçant sur la règle suivante sont:

- Son poids $\vec{P}$: appliqué en G (milieu de AB puisque la règle est homogène), vertical dirigé vers le bas et d'intensité P = 20 N.
- La tension $\vec{T}$ du fil : elle s'exerce en B, suivant le fil, son sens est vers la poulie et son intensité est égale en P' puis que la poulie ne fait que changer la direction de la force appliquée à l'extrémité du fil.
- La réaction $\vec{R}$ de l'axe sur la règle : cette force est inconnue ; on connait son point d'application ; l'axe de rotation, et on sait plus, puisque la règle est en équilibre sous l'action de 3 forces, que les lignes d'action de ces dernières sont concurrentes.

Les trois forces sont représentées sur le schéma, on a choisi un sens positif de rotation :



- $\vec{P}$ entraine dans le sens positif : μ_{Δ} $(\vec{P}) > 0$

μ (P) = P × d = P × AG = P × $\frac{l}{2}$ = 20 × 0, 25 = 5 N. m

- $\vec{T}$ tend à faire tourner ma règle en sens inverse du sens positif, donc: μ_{Δ} $(\vec{T}) < 0$
  d' = AH et μ_{Δ} (T) = -T x d'

Dans le triangle rectangle AB µ

sin α = $\frac{AH}{AB} = \frac{d'}{l}$ ⇒ d' = l sinα

⟶ μ_{Δ} $(\vec{T})$ = - $\vec{T}$ lsin α = - A x 0,5 x sin 36°≈ -5 Nm

⟶ μ_{Δ} $(\vec{R})$ =0 car $\vec{R}$ s'applique sur l'axe (d = o).

I. **Puissance d'une force :**

- La puissance moyenne d'une force qui effectue un travail W pendant la durée t a pour expression :

$$\boxed{P = \frac{W}{t}}$$

P en watt, W en joule et t en seconde.

- La puissance d'une force $\vec{F}$ appliquée à un solide en mouvement de translation à la vitesse $\vec{V}$ a pour expression :

  P = $\vec{F}.\vec{V}$ = F.V. Cos α aux α = ($\vec{F}.\vec{V}$)

- La puissance d'une force $\vec{F}$ appliquée à un solide en rotation autour d'un axe fixe à la vitesse angulaire w a pour expression.

$$\boxed{P = ЛF/\Delta.\omega}$$

Travaux Dirigés :

<u>Exercice 1</u>

Quel est le travail effectué par un moteur de puissance 50 kw qui fonctionne pendant 1h 20mn.

<u>Exercice 2</u>

Dans une épreuve de vitesse, un skieur descend à 90 km/h, une piste rectiligne inclinée de 30 ° sur l'horizontale. Le poids de skieur et de ses skis a pour valeur P = 900 N.

a) Quel est le travail W($\vec{P}$) effectué par le poids $\vec{P}$ en WΔ descente ?
b) Quelle est la puissance P développée par le poids $\vec{P}$.

<u>Réponse</u> :

<u>Exercice 1</u>

W = P.t = 5.10^4 x 80 x 60 = 2, 4. 10^4 j

<u>Exercice 2</u>

W ($\vec{P}$)=$\vec{P}.\vec{l}$ = p.l cos α ; ie α = 60°(faites en schéma)

Cos α = 0.5, W(P) P. l. 0.5

A 90km / h, V = 25m/s; l = V.t ⇒ W(p) = P.V.t x 0.5

W($\vec{P}$) = 900 x 25 x 0.5≈ 1,255.05

3) P = $\frac{W(\vec{P})}{t}$ = P.V x 0.5 = 900 x 25 x 0, 5 = 1,25 10^4 w = 1.25 KW

Chapitre 3: L'ENERGIE CINETIQUE ET THEOREME DE L'ENERGIE

I- L'énergie Cinétique

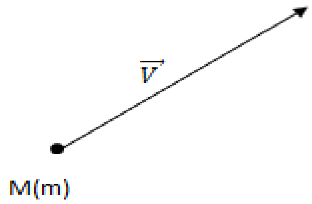
1- Notion de l'énergie cinétique :

Un mur peut être défoncé par un véhicule animé d'une grande vitesse. Le véhicule fournit alors du travail. Il possède donc de l'énergie à cause de sa vitesse, c'est de l'énergie cinétique. L'énergie cinétique est l'énergie que possède un corps à cause de sa vitesse.

2- Energie cinétique d'un solide en translation :

L'énergie cinétique d'un solide de masse m animée d'une vitesse $\vec{V}$ de vecteur V à l'instant t a pour expression :

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2} m v^2}$$



E_C en Joule,
m= en Kg
V = m/s

Exemple : calculer l'énergie cinématique d'une auto mobile de masse m = 800 mg en mouvement sur une route rectiligne à la vitesse.

a) V_1= 54 km/h
b) V_2 = 108 km/h.

Conclure. Comment varie l'EC d'un solide en translation quand la vitesse est multipliée par 2, pris par 3 ?

Solution

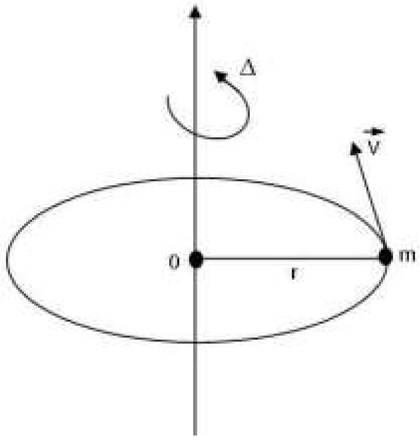
V1= 54 km/h = 15 m/s; V_2 = 108 km/h = 2 V_1 =30 m/s
$E_{C1} = 9\ 10^4$ j $E_{C2} = 3.6\ 10^5$ j
Quand la vitesse de l'auto double, son EC est multipliée par quatre (on passe de 9 de $9\ 10^4$ j $3.6\ 10^5$ j). Cela est général : quand la vitesse V d'un solide en translation est multipliée par 2, son carré V^2 est multipliée par $2^2 = 4$ et il en est de même de son énergie cinétique.
Lorsque la vitesse est multipliée par 3, l'EC est multipliée par $3^2 = 9$… ces observations font certainement comprendre la gravité de l'accident d'automobile lancée à la vitesse ainsi que la difficulté qu'éprouve un conducteur pour freiner son le véhicule dans ces conditions.

3- Energie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe :

L'EC d'un solide en rotation autour d'un axe fixe Δ à la vitesse angulaire w a pour expression :

$E_C = \frac{1}{2} J_\Delta\ W^2$

JΔ : moment d'inertie par rapport à Δ en $Kg.m^2$
W : Vitesse angulaire en rad/s
E_C : Energie cinétique en joule(J)



a. Valeurs de quelques moments d'inertie

- Point matériel : $J_\Delta = mr^2$
- Anneau circulaire : $J_\Delta = mr^2$
- Cylindre creux : $J_\Delta = mr^2$
- Cylindre plein homogène : $J_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$
- Disque homogène : $J_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$
- Sphère homogène : $J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2$
- Une règle homogène (ou tige) : $j_\Delta = \frac{1}{12}ml^2$

(l est la longueur de la règle)

b. Quelques applications :

Un exemple 1 :
Le volant d'une presse d'usine automobile est assimilable à un cylindre homogène de masse m = 400 kg et de rayon R = 0,4 m.
Calculer l'énergie qu'il a emmagasinée lorsqu'il tourne autour de son axe à 1500 tr/mn.
Conclure l'énergie emmagasinée est l'EC dans le mouvement de rotation autour de l'axe.

Solution
On calcule :

- Le moment d'inertie : $j_\Delta = \frac{1}{2}\ R^2 = \frac{1}{2}$ x 400 x(0,4)
  $J_\Delta = 32$ Kg m^2
- La vitesse angulaire : le nombre de tour par seconde vaut n = $\frac{150\theta}{6\theta}$ = 25 tours par seconde, d'où
  $W = 2\pi\ n = 50\ \pi = 1,57.\ 10^2$ rad/s
- L'énergie cinétique :

$E_C = \frac{1}{2}\ J_\Delta\ w^2 = \frac{1}{2}$ x 32 x $(1,57.\ w^2) \approx 3,9.\ 10^5$ j

C'est une énergie cinétique très importante : le volant sert à mettre en réserve de l'énergie pour que le mouvement de la machine soit peu sensible aux à- coups qu'elle subit lorsqu'elle façonne une pièce (laminoir).

Exercice d'Application 2

Sur une sphère métallique de masse m = 200 g et de rayon R son mouvement d'inertie par rapport à un diamètre a pour expression :

$J_\Delta = \frac{2}{5} mR^2$

Calculer J_Δ sachant que la masse volumique du métal est l = 9, 8 10 ^{3} kg/m^3

Solution

m= lv = l x $\frac{4}{3}$ πR^3 ; $R^3 = \frac{3\,m}{4\pi\,l}$ et $R^3 = (\frac{3\,m}{4\pi\,l})^{1/3}$

m = 0, 1 kg ; l = 9, 80 10^3 kg/ m^3 ; R ≈ 1, 35 10^2 m

$J_\Delta = \frac{2}{5}$ m r^2 $\frac{2}{5}$ x 0,1 x (1,35) ^{2} . w^{-4} ≈ 7.2 w^{-6} kg m^2

II- Théorème de l'énergie Cinétique:

a) Etude de la chute libre d'une bille :

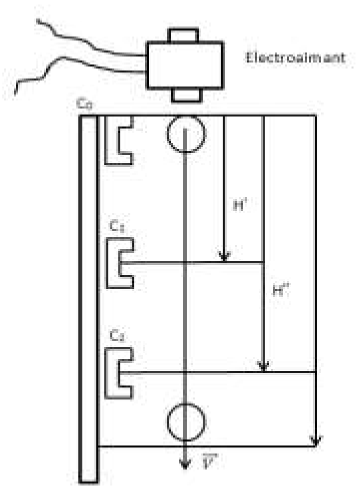
Définition :

De la chute libre : on appelle chute libre, le mouvement d'un solide lâché sans vitesse initiale et uniquement soumis à son poids.

b) Expérience et résultats:

On utilisera une petite bille d'acier bien lisse qui tombe sur de faible hauteur, dans telles conditions les frottements sont négligeables ; la bille est en chute libre. Retenue au sommet d'une règle verticale par un électro aimant, la bille tombe en chute libre sans VI lorsqu'on coupe le courant. Pour déterminer la vitesse de la bille, à la hauteur de chute h, deux capteurs sont placés en h' = h-5 et h'= h+5(cm), le premier capteur déclenche une chrono, le second l'arrête au passage de la bille en h' et h'', et la vitesse est donnée par la relation.

$V = \frac{h''-h'}{\Delta t} = \frac{h+5-h+5}{\Delta t} = \frac{w}{\Delta t}\ cm/s = \frac{0,1}{\Delta t}\ cm/s$

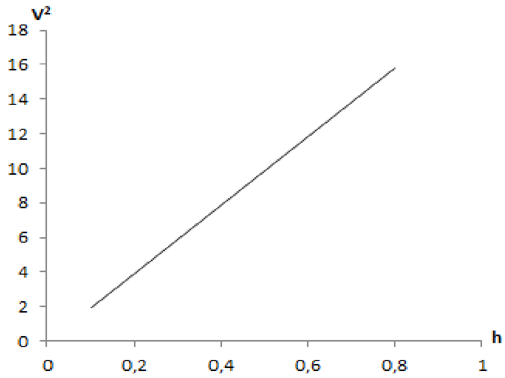


Le tableau suivant rassemble les résultats obtenus au cours de ces expressions.

h (cm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Δt	71,5	50,5	41,2	35,7	32	29	27	25,2
V(m/s)	1,40	1,97	2,43	2,80	3,12	3,45	3,70	3,97

Les graphes de variations de la vitesse de la bille en fonction des différentes hauteurs de chute est une parabole, il ne nous donne pas une relation simple.
Traçons alors les variations du carré de la vitesse en fonction des hauteurs de chute suivant le tableau ci-dessous.

h (cm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
(m/s)	1,96	3,9	6	7,8	9,7	11,9	13,7	16



On obtient une droite qui passe par l'origine son équation est de la forme
V^2 = ah
La pente de la droite :
a = $\frac{V_A^2 - V_B^2}{h_B - h_A} = 19,5$ m/s^2
Comme le mouvement de la bille est dû à son poids p = mg, on reconnait le produit 2g en prenant 9,8 comme valeur de g au voisinage de la Terre.
Ce résultat introduit une nouvelle unité pour l'intensité de la pesanteur qui est le m/s^2 alors qu'on a l'habitude d'utiliser le N/kg.
Exprimons la pente de la droite en fonction de deux (2) couples de point.
On a:
a= 2g =$\frac{V_A^2 - V_B^2}{hB - hA}$ ⇔ $V_A^2 - V_B^2$ = 2g $(h_B - h_A)$
Multiplions les 2 termes de l'équation par m:
$m(V_A^2 - V_B^2)$ = 2mg $(h_B - h_A)$, en divisant par 2, on trouve
$\frac{\mathrm{m}(V_A^2 - V_B^2)}{2} = \frac{\mathrm{mg}(h_B - h_A)}{2}$

$$\boxed{\frac{1}{2} m\,(V_A^2 - V_B^2) = \frac{1}{2}\mathrm{mg}(h_B - h_A)}$$

c. <u>Enoncé de l'E_C pour un solide en translation</u>:
La variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation entre deux instants t_1 et t_2 est égale au travail des forces qui lui sont appliquées entre ces deux instants :

$$\boxed{\Delta E_C = \frac{1}{2} m\ V_2^2 - \frac{1}{2} \mathrm{m}\, V_1^2 = \sum w_{1\to 2}(\vec{F})}$$

Remarque :

- Si l'ensemble des forces appliquées effectue un *travail moteur* :

$\sum w_{1\to2}\ (\vec{F}) > 0$, et

$\Delta E_C = \frac{1}{2} m\ (V_2^2 - V_1^2) > 0$; donc $V_2 > V_1$.

La vitesse S augmente.

- Si l'ensemble de forces appliquées effectue un *travail résistant* (force de freinage par exemple) :

$\sum w_{1\to2}\ (\vec{F}) < 0$, et

$\Delta E_C = \frac{1}{2} m\ (V_2^2 - V_1^2) < 0$; donc $V_2 < V_1$.

La vitesse de S diminue.

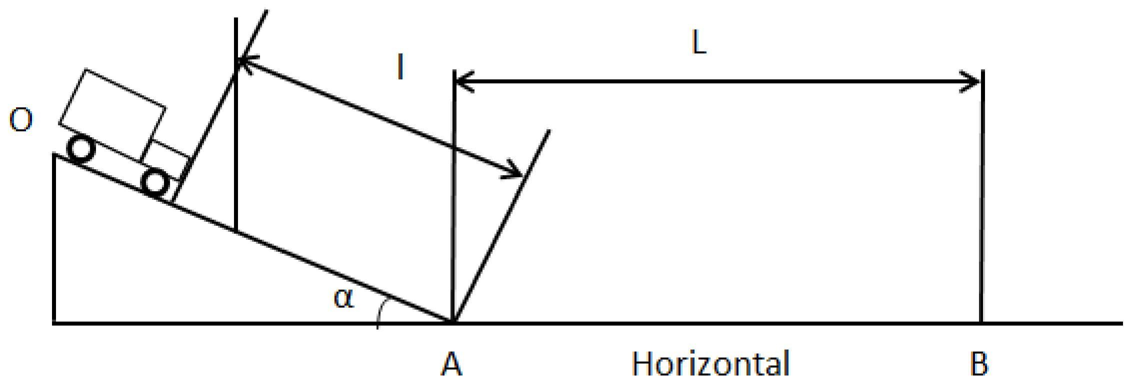
III- Théorème de l'E_C pour un solide en rotation :

La variation de l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe entre deux instants t_1 et t_2 est égale au travail des forces et couples qui lui sont appliquées entre ces deux instants :

$$\boxed{\Delta E_C = \frac{1}{2} J_\Delta w_2^2 - \frac{1}{2} J_\Delta w_1^2 = \sum w_{1\to2}(\vec{F})}$$

e. Exercice d'Application :

Application 1 : un automobiliste laisse son véhicule en stationnement au sommet 0 d'une côte de longueur l = 500 m et qui fait avec l'horizontale un angle $\alpha = 4°$.

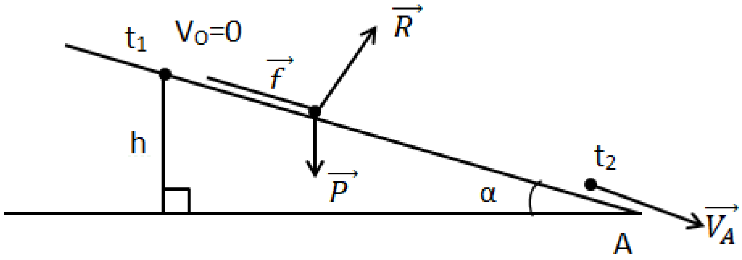


Malheureusement, le frein à main de la voiture desserre partiellement ; celle-ci descend alors et parvient au bas de la côte (point A) à une vitesse $V_A = 9$ km/h ;

a) La masse de la voiture est m = 800 kg et l'intensité de la pesanteur vaut $g = 9{,}8\ Nkg^{-1}$. Calculer, en supposant constante, l'intensité f delà force de freinage qui s'exerce sur la vitesse sur la voiture. Cette force de freinage $\vec{f}$ parallèle à la route et en sens inverse du mouvement.

b) Parvenue en A, au bas de la côte, la voiture continue son mouvement en ralentissant jusqu'en B ou elle s'immobilise. En supposant que l'intensité f de la force de freinage demeure constante, quelle distance L=AB la voiture parcourra- t- elle avant de s'arrêter ?

c) **<u>Solution :</u>**



La voiture est soumise à trois forces : du poids $\vec{P}$ qui est verticale, la force de freinage $\vec{f}$ à la route et en sens inverse au mouvement et la composante $\vec{R}$ de la réaction du sol :

- La variation d'énergie de la voiture

$\Delta E_C = E_{C2}-E_{C1}$

$=\frac{1}{2}mV_A^2-\frac{1}{2}mV_O^2= \frac{1}{2}mV_A^2(V_0=0)$

- Le travail du poids.

$W_{0A} = (\vec{P}) = Ph = mgl \sin\alpha$

- Le travail de force de freinage

$W_0(\vec{f}) = -fl$

- $W(\vec{R}) = 0$ car $\vec{R}$ perpendiculaire au sol

On écrit le Théorème Energie Cinétique entre t_1 et t_2

$\Delta E_C = \sum w_{1\rightarrow 2}(\vec{F})$

$\frac{1}{2} mV_A^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{f}) + W(\vec{R})$

$\frac{1}{2} mV_A^2 = mgl\sin\alpha - fl$

$$\boxed{f = mg\sin\alpha - \frac{mV_A^2}{2l}}$$

Le Théorème de l'E_C entre t_2 et t_3 est :

$\Delta EC = \sum w_{1\rightarrow 2}(\vec{F})$

- $\frac{1}{2} mV_A^2 = - fL$

$$\boxed{L = \frac{mV_A^2}{2f}}$$ L = 4,6 cm

Application 2 :

Le plateau d'un tourne disque à un moment d'inertie $J_\Delta = 10^{-2}$ kg m² et il est lancé à la vitesse de 33, 33 tours par minute.
Quand on coupe l'alimentation électrique du moteur, le plateau ralentit et s'arrête après avoir effectué 145 tours.

En déduire le moment de force de frottement supposé constant, qui s'appliquent sur l'axe de rotation et qui provoquent le ralentissement et l'arrêt des plateaux.

Solution :

On applique le TE_C entre l'instant t_1 où le plateau est lancé à 33, 33 trs/mn et l'instant t_2 où il s'arrête.

- Instant t_1 : 33,33 trs/min représente $\frac{33{,}33\ trs}{60\ s}$ = 0, 556 trs/s soit la vitesse angulaire

$W_1 = 2\pi \times 0,556 \approx 3{,}49$ rad/s

et $E_{C1} = \frac{1}{2} J_\Delta w_1^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (3{,}49) \approx 6,09.\ 10^2$ J

- Instant t_2 ; $W_2 = 0$(Plateau arrêté) ;

$E_{C1} = \frac{1}{2} J_\Delta\ w_2^2 = 0$

D'où la variation de l'E_C

$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = 0 - \frac{1}{2} J_\Delta w_1^2 \quad W_1^2 = - \frac{1}{2} J_\Delta\, w_1^2 \approx \quad 6,09.10^{-2}{}_j$

Cherchons le travail des forces appliquées au plateau s'il est bien en équilibre, son poids est extrêmes compensé par une réaction d'axe et les seules forces à prendre en compte sont les forces de frottement dont le moment par rapport à l'axe de rotation est posé égal à μ_f. puisque ce moment est constant, le travail des forces s'écrit.

$W_f = \mu_{f\,\alpha =}\, \mu_{F\,x}\, 2\pi n$

$\Delta E_C = \mu_{f\,x}\, 2\pi n$

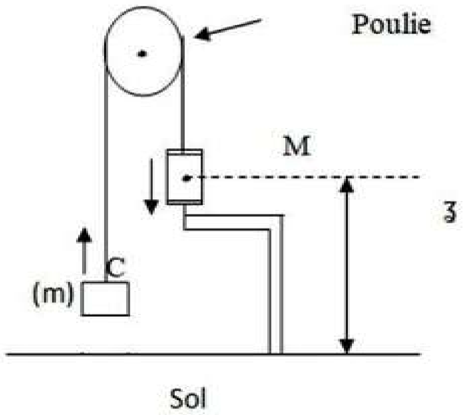
$\mu_f = \frac{\Delta EC}{2\pi n} = \frac{6{,}09.10-^2}{2\pi\ x11{,}5} \approx 8,43.10^{-4}$ N.m

NB: le moment μf est négatif et cela parfaitement normal puisque les forces de frottement sont résistantes.

Chapitre 4 : ENERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR : ENERGIE MECANIQUE

I- Energie potentielle de pesanteur

1- Approche qualitative de l'énergie potentielle :

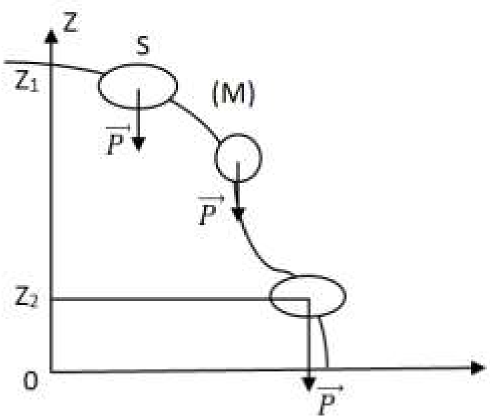


Considérons une charge C de masse m attaché à l'extrémité d'un fil qui passe sur une poulie. A l'autre M qui est maintenue en équilibre à une hauteur en équilibre à une hauteur Z au-dessus du sol (M> m). Si on retire le support sous la masse M, celle-ci tombe et fait monter la charge C. Elle fournit donc du travail. Par conséquent, si on la considère immobile dans sa position initiale, elle possède de l'énergie (M) qui porte le nom de l'Energie potentielle de Pesanteur (l'Epp).

<u>Définition</u>

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de sa position par rapport à la terre.

1. **Expression de l'énergie potentielle de pesanteur :**



Le solide (S) initialement dans la position 1 passe dans la position 2. Le travail du poids de ce solide au cours de ce déplacement est :

$W_{1\to2}$(P)= M_g (Z_1- Z_2)

C'est une valeur algébrique.

Pour $Z_1 > Z_2 \Rightarrow W_{1\to2}(\vec{P}) > 0$

Pour $Z_1 > Z_2 \Rightarrow W_{1\to2}(\vec{P}) < 0$

Développons l'expression : $W_{1\to2}(\vec{P})$ = MgZ_1 – MgZ_2

On peut donc dire que le $W_{1\to2}(\vec{P})$ est à la difference des valeurs prises par une fonction Ep(Z) entre la position 1 et la position 2 tel que EP(Z) = Mg(Z) a une différence d'une constance(cste).

Ep(Z) = MgZ + cste. La constante est arbitraire

Pour Z = Z_1 ⇒ Ep(Z_1) = MgZ_1 + cste

Pour Z=Z_2 ⇒ Ep(Z_2) = MgZ_2 + cste

$W_{1\to2}(\vec{P})$ = MgZ_1 + cste – MgZ_2 – cste

$W_{1\to2}(\vec{P})$ = MgZ_1 – MgZ_2

Le travail du poids pour aller de Z_1 à Z_2 est : $W_{1\to2}(\vec{P})$ = Ep (Z_1) – Ep (Z_2)

Le travail de P entre les positions 1 et 2 est la diminution de son énergie potentielle entre ces deux positions :

$$\boxed{Ep = MgZ}$$

2- Choix de la constante :

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est : EP(Z) = MgZ+cste

Lorsque le solide est au niveau du sol, il n'a plus la possibilité de descendre et donc de fournir du travail. Il est donc logique de déduire son énergie potentielle nulle lorsqu'il est au sol.

La cste = Ep (Zo) avec Ep(Zo)= Ep à l'altitude 0 (niveau du sol) Ep(Zo) = 0

En définitif, l'énergie potentielle de pesanteur de pesanteur d'un solide prend la forme :

Ep (Z) = Mgz

Avec M en kg ; g en N/kg ; Z en m et Ep(Z) en joules

3- Variation de l'énergie potentielle de pesanteur

Entre les positions 1 et 2 du solide ; la variation de son énergie potentielle vaut :

ΔEp = Ep (Z_2 – Ep(Z_1)

Puisque le travail P entre les positions 1 et 2 vaut W(P) = Ep (Z_1) – Ep(Z_2)

Donc :

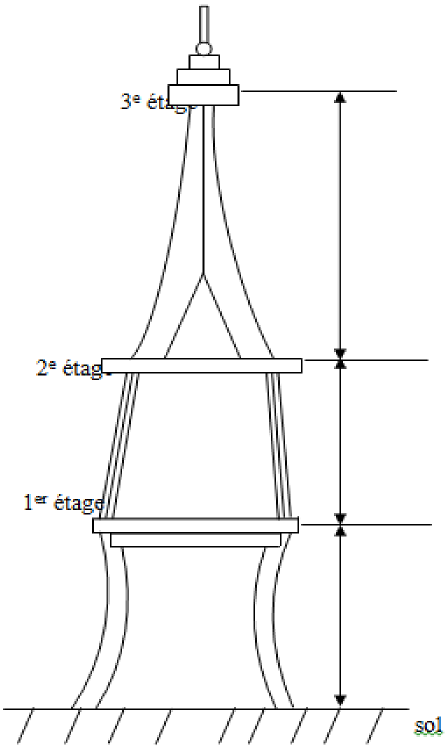
$$\boxed{\Delta Ep = -\ W\ (\vec{P})_{1\to2}}$$

Exercice d'application

Le schéma ci – contre représente la tour – Eittel ; le 1^{er} étage est 60 m au-dessus du sol, le second à l'altitude de 120 m et le troisième à 300 m du sol. Un visiteur, de masse 80 Kg, effectue l'ascension jusqu'au troisième étage.

a) On prend le niveau du sol comme état de référence pour l'énergie potentielle ($E_P = 0$). Calculer l'énergie potentielle du visiteur au sol et au troisième niveau de la tour.
Quelle est la variation de cette énergie potentielle quand le visiteur passe du sol au troisième étage ?

b) On peut maintenant considérer le niveau du second étage comme état de référence pourE_P. répondre les mêmes questions qu'au a).



Solution

a) $E_P = mgz$ où z est l'altitude par rapport au sol.

- Au sol : $z_o = 0$; $E_{P_o} = 0$
- Au 1er étage : $z_1 = 60$ m ; $E_{P1} = mgz_1 = 80 \times 9{,}81 \times 60 \approx 4{,}71.10^4$ J ≈ 471 KJ.
- Au 2e étage : $z_2 = 120$ m ; $E_{P2} = mgz_2 = 2\ E_{P1} \approx 94$ KJ.
- Au niveau du troisième étage : $z_3 = 300$ m ; $E_{P3} = mgz_3 = 5\ E_{P1} \approx 235$ KJ.

Entre le sol et le troisième étage : $\Delta E_P = E_{P3} - E_{P_o} = E_{P3} = 235$ KJ.
Entre ces deux états, l'énergie potentielle du visiteur a augmenté de 235 KJ.

b) $E'_P = mgz'$ où z' est l'altitude par rapport au second étage.

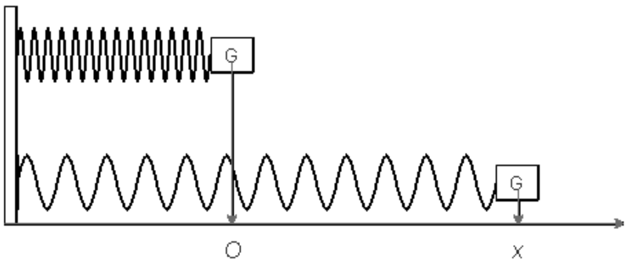
- Au sol : $z'_o = -120$ m ; $E'_{P_o} = mgz_o = -80 \times 9{,}81 \times 120 \approx -94$ KJ.
- Au 1er étage : $z'_1 = -60$ m ; $E'_{P1} \approx 47$ KJ.
- Au 2e étage : $z'_2 = 0$; $E'_{P2} = 0$.
- Au niveau du troisième étage : $z'_3 = 180$ m ; $E'_{P3} = 80 \times 9{,}81 \times 180 \approx 141$ KJ.

Entre le sol et le troisième étage : $\Delta E'_P = E'_{P3} - E'_{P_o} = 141 - (-94) = 253$ KJ.
On note que : $\Delta E_P = \Delta E'_P$
La variation d'énergie potentielle est la même, quel que soit l'état de référence choisi pour évaluer les énergies potentielles.

4- L'énergie potentielle élastique :

a. Définition :

L'énergie potentielle d'un système est celle liée à son élasticité. C'est par exemple le cas d'un ressort, d'un arc tendu ou d'un fil de tension.



Solide accroché à un ressort horizontal

b. Expression de l'énergie potentielle élastique :

L'énergie potentielle élastique du ressort solide est donnée par la formule suivante :

$$\boxed{Ep = \frac{1}{2}Kx^2}$$

K en N/m

Ep en joules.

c. Expression de l'énergie potentielle élastique d'un fil de tension :

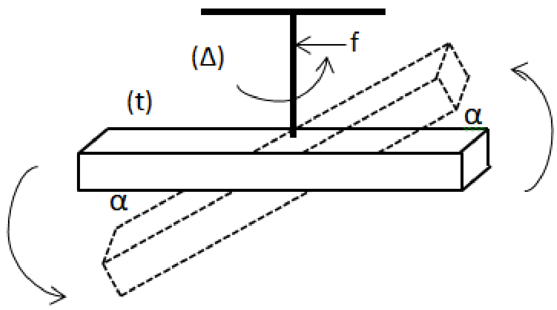
Considérons un pendule de tension constitué de torsion (f) de constante de torsion C et d'une tige (t).Tournons horizontalement la tige (t) à partir de sa position d'équilibre d'un angle α. Le système fil -tige possède une énergie potentielle élastique d'expression :

$$\boxed{Ep = \frac{1}{2}C\alpha^2}$$

α en radian

C en N.m rad^{-1}

Ep en J



Pendule de torsion

II- Energie mécanique

1- Mise en évidence de l'énergie mécanique

Reportons nous à la figure précédente ; le solide (S) passe de la position1 (altitude Z_1, énergie cinétique Ec_1) à la position 2(altitude Z_2, énergie cinétique EC_2)

Appliquons le théorème entre les 2 positions :

$\Delta Ec = \Sigma\, W(\vec{f}) \Leftrightarrow \Delta E_C = -\, W_{1\to 2}(\vec{P})$

$\Delta Ec = mgz_1 - mgz_2 = Ep(Z_1) - Ep(Z_2)$

$Ec_2 - Ec_1 = Ep(z_1) - Ep(z_2)$

Les positions 1 et 2 étant choisies de façons quelconque ; on peut affirmer que lors de l'évolution du solide.

$Ec_2 + Ep(z_2) = Ec_1 + Ep(z_2) = cste$

On voit logiquement s'introduire une grandeur nouvelle : $E_m = Ec + Ep$
Qui porte le nom de l'énergie mécanique.

2- Energie mécanique, sa conservation

a) Exemples des cas ; où il y a conservation de l'énergie mécanique :

- Glissement sans frottement sur un plan incliné ;
- Mouvement de chute libre sans frottement.

Il y a conservation de l'énergie mécanique, lorsque le solide est soumis à au moins une force conservative, les forces conservatives sont : le poids $\overrightarrow{P}$ du corps, la tension du ressort, la tension du fil de tension.

b) Etude du cas de la chute libre :

Au cours de la chute libre, il est soumis à une force extérieures qui est le poids du corps (force conservative), l'énergie potentielle diminue ; le mouvement étant uniformément accéléré ; sa vitesse augmente ainsi que l'énergie cinétique.
Le travail de pesanteur mesure à la fois :

- La diminution de l'énergie potentielle :

$Ep(1) – Ep(1) = W$

- Augmentation de l'énergie cinétique :

$Ec(2) – Ec(2) = W$

$\Rightarrow Ep(1) – Ep(2) = Ec(2) – Ec(1)$

$Ep(1) + Ec(1) = Ec(2) – Ep(2)$

Puisque $Ec(1) + Ep(1) = E_m(1)$ et $E_C(2) + Ep(1) = E_m(2)$

$\Rightarrow$ $\boxed{E_{m1} = E_{m2}}$

c) Exemple dans cas où il n'y a pas conservation de l'énergie mécanique :

- Glissement d'un solide sur un plan incliné avec les frottements ;
- Le déplacement d'un solide sur un plan horizontal, le solide est soumis à l'action du support(les frottements et la résistance de l'air n'étant pas négligeable).

Remarque : Le travail de la force de frottement est à l'origine de cette production de chaleur au niveau du support de l'air et du solide

Exercice d'application N°1

Un solide de masse m= 100g fixé à un ressort de raideur K=160N/m tiré sur un plan horizontal ; allonge le ressort de 2cm ; puis lâché à la vitesse de 5m/s. calculer l'énergie mécanique.

Solution :

Etat initial ; x= 0 et Ep =0

Etat2 : X = 2cm ; $Ep = \frac{1}{2}Kx^2$

$E_m = E_C + Ep = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}(mV^2 + Kx^2)$

AN : $E_m = \frac{1}{2}(0{,}1 \text{ x } 5^2 160 \text{ x } (2.10^{-2})^2)$

$$\boxed{E_m = 1{,}28J}$$

Exercice d'application N°2

Une balle est lancée verticalement vers le bas avec une vitesse V_1=3m/s d'une hauteur h=2m. Calculer la vitesse à l'arrivée au sol. g=10N

Solution

Données : V= 3m/s ; h= 2m

$E_{m2} = E_{m1}$; $Ec_2 = Ep_2 = E_{C1} + Ep_1$

$$\frac{1}{2}\ mV_2^2 + mgh = \frac{1}{2}\ mV_1^2 + mgh \Leftrightarrow\ \frac{1}{2}mV_2^2 = \frac{1}{2}\ mV_1^2 + mgh$$

Au sol, h=0 $\Leftrightarrow\ m\left(\frac{1}{2}V_2^2\right) = m\left(\frac{1}{2}V_1^2 + gh\right) \Leftrightarrow V_2^2 = V_1^2$ + 2gh

$$\boxed{V_2 = x = \sqrt{V21 + 2gh}}$$

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2gh}$$

AN : $V_2 = \sqrt{3^2 + 2 \text{ x } 10 \text{ x } 2} \Rightarrow$ $\boxed{V_2 = 7m/s}$

Exercice d'application N°3

Un pendule de tension comporte un fil de tension vertical au quel est suspendu un solide dont le moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation J= 2.10-2 Kg.m2/ la constante de tension du fil C= 10-2 N.m/rad. On torde le fil d'un angle ɵ= 2rad. La vitesse angulaire lors de la tension est ω = 8 rad/s.

Calculer l'énergie mécanique du système

Corrigé

Le mouvement étant un mouvement de rotation

$\Rightarrow E_C = \frac{1}{2}J_\Delta w^2$

$\Rightarrow E_m = E_C + E_P = \frac{1}{2}\ J_\Delta w^2 + \frac{1}{2}w^2$

$$\boxed{E_m = \frac{1}{2}\ (J_\Delta w^2 + C\theta^2)}$$

AN : $E_m = \frac{1}{2}(2.10^{-2} \text{ x } 8^2 + 10^{-2} \text{ x } 2^2)$

$$\boxed{E_m = 0{,}7J}$$

Chapitre 5 : LES LOIS DES GAZ PARFAITS

I- Etude de l'état gazeux

1- Les gaz sont formés de molécules

Depuis la classe de 5e, on a appris que le dihydrogène est constitué de molécules H_2, le di chlore de molécules Cl_2, le méthane (utilisé à la cuisine et au chauffage) de molécule CH_4, …

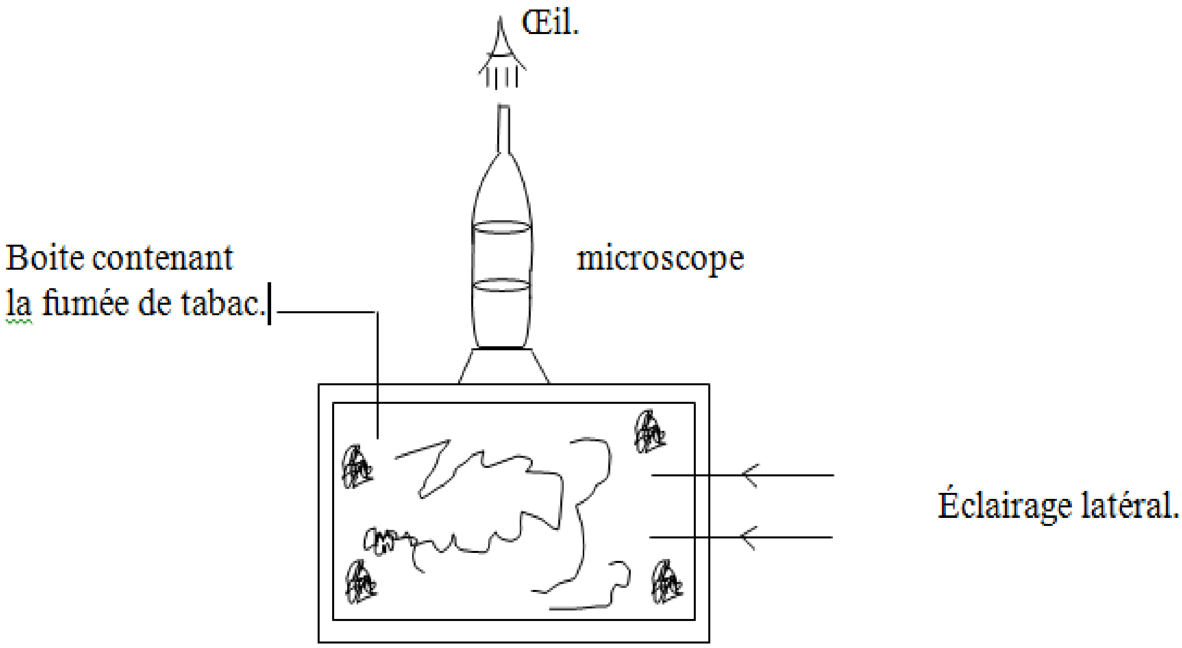
L'air est un mélange qui contient principalement des molécules de dioxygène O_2 (21% environ) et de di azote N_2 (78% environ).

a. L'agitation moléculaire dans un gaz

b.1. Le mouvement Brownien

- Le naturaliste écossais Robert Brown a montré, vers 1880, que l'eau liquide était formée de molécules en constante agitation (de légers grains de pollen immergés y sont en mouvement continuel et désordonné du fait des choc subis de la part des molécules d'eau). On a donné à cette agitation moléculaire le nom de mouvement brownien.
- Le mouvement Brownien s'observe aussi très facilement dans un gaz. Dans une boite fermée, on fait entrer de la fumée de tabac, qui est constituées de fines particules solides ; une source lumineuse latérale éclaire ces particules qui renvoient de la lumière vers le microscope et l'œil de l'observateur (voir figure). Celui – ci observe donc, au microscope, les mouvements d'une particule solide ; il constate que la trajectoire de cette dernière est une ligne brisée.

Toute particule solide dans l'air subit donc de nombreux chocs de la part des molécules qui constituent l'air.



Conclusion : le mouvement Brownien est la preuve de l'existence, dans le gaz (et dans les liquides) de molécules en agitation et désordonnées.

L'état gazeux est désordonné.

b. 2. Caractéristique de l'agitation moléculaire

- Un volume, même petit à notre échelle, contient un très grand nombre de molécules. Considérons de l'eau vapeur à 100°C (il s'agit, bien entendu, d'eau à l'état gazeux), on calcule que dans ces conditions : un volume de $1 cm^3$ contient environ 210^{19} molécules d'eau. 2.10^{19} molécules représentent 20 milliards de milliards de molécules dans un volume de $1 cm^3$, c'est considérable.

Dans les conditions habituelles, la population moléculaire est très importante dans un gaz.

- Les molécules de gaz sont en mouvement rapide. La vitesse moyenne de déplacement des molécules peut être calculée ; elle vaut à 0°C :

1700 m/ s dans le dihydrogène ;
425 m/ s dans le dioxygène.
285 m/ s dans le di chlore.

Ces vitesses augmentent rapidement lorsque la température s'élève.

- Comme les molécules sont très nombreuses et en mouvement rapide, les chocs intermoléculaires ou entre les molécules et les parois du récipient sont extrêmement fréquents. Il en résulte un état de très grand désordre.

Les gaz sont formés de molécules dont l'agitation est extrêmement intense.

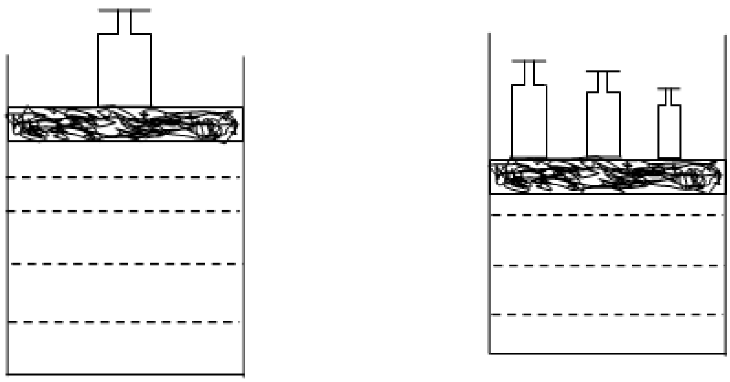
C. Propriétés des gaz

C.1. Les gaz sont expansibles

On dit que les gaz sont expansibles ; cela signifie qu'ils occupent la totalité du volume qui leur est offert.

C.2. Les gaz sont compressibles

Définition : un corps est compressible s'il est possible de diminuer son volume.
Puisque, dans un gaz les molécules sont éloignées les unes des autres, il est possible, par compression de diminuer les distances intermoléculaires et de réduire son volume.



Compression d'un gaz dans un cylindre

NB : on dit qu'on comprime un gaz (et non qu'on le « compresse »).

C.3. Masse volumique des gaz

Définition : la masse volumique d'une substance est la masse de l'unité de volume de cette substance.
Si le volume V d'une substance homogène à une masse m, la masse volumique l de cette substance s'obtient par la formule :

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

2- **Notion de pression des gaz**

2. a. Définition de la pression

La pression P d'un gaz est le quotient de la force présente F (résultat du bombardement moléculaire) par la surface S sur laquelle cette force s'exerce.

$$\boxed{P = \frac{F}{S}}$$

: P = pression en Pascals (P_a) ; F = force en Newton (N) ; S surface en mètre carré

On utilise pour la pression aussi :

- Le bar : 1bar = $10^5 P_a$;
- L'hectopascal: 1 h P_a = 100 P_a
- L'atmosphère : 1 atm. = 101325 P_a
- Le centimètre de mercure: 1 Cm de mercure ≈ $1,33.10^3$ P_a ; 1 atm. = 76 Cm de mercure.

2. b. La pression atmosphérique

La pression atmosphérique est la pression exercée par l'air atmosphérique sur toute la surface avec laquelle il est en contact.

La valeur de la pression atmosphérique varie avec le lieu et le temps.

Dans les conditions usuelles, la pression atmosphérique est égale à 1 atm. soit $101325 P_a$.

2. c. Loi de Boyle – Mariotte

Lorsqu'une quantité donnée de gaz évolue à la température constante, le produit P. V de sa pression P pour son volume reste constant.

$$\boxed{P.\ V = \text{constante}}$$

2. d. Echelle Kelvin et échelle Celsius de la température

L'échelle Kelvin s'exprime en fonction de l'échelle Celsius par la relation :

$$\boxed{T = t + 273,15}$$

. T = température en Kelvin ; t = température en degrés Celsius.

L'unité de température absolue est le Kelvin.

2. e. Equation d'état des gaz parfaits

Cette équation est de la forme :

$$\boxed{P.\ V = n.\ R.\ T}$$

P est la pression des gaz en Pascal P_a ; V est le volume du gaz en L ; T est la tension absolue en Kelvin K ; n est le nombre de moles du gaz en mol ; R est la constante molaire des gaz parfaits (R = 8, 31 $J.mol^{-1}.K^{-1}$).

Chapitre 6 : NOTION DE LA CALORIMETRIE

I- Quantité de chaleur absorbée par un corps

Définition : la calorimétrie est la mesure des quantités de chaleur.
La quantité de chaleur Q ou W qu'il faut fournir à un corps de masse m élevé sa température de t_1 à t_2 (ou de T_1 à T_2) est donnée par l'expression :

$\boxed{Q = m.\,c.\,(t_2 - t_1)}$ ou $\boxed{Q = m.c.\,(T_2 - T_1)}$

Les unités : Q : chaleur (quantité) en Joules (J) ; m : masse du corps en kilogramme (Kg) ; t_1 et t_2 : température en degré °C ; T_1 et T_2 : température en Kelvin ; c : c'est la chaleur massique ou capacité thermique massique en $J.Kg^{-1}.K^{-1}$.
La capacité thermique massique (ou la chaleur massique) c d'une substance est numériquement égale à la quantité de chaleur qu'il faut fournir à une unité de masse de cette substance pour élever sa température de 1°C sans modifier de son état physique.

1- Quantité de chaleur perdue par un corps

La quantité de chaleur Q ou W perdue par un corps de masse m qui se refroidit de la température t_1 (ouT_1) à la température t_2 (ou T_2) est définit par la formule :

$\boxed{Q = m.\,c.\,(t_1 - t_2)}$ Ou $\boxed{Q = m.\,c.\,(T_1 - T_2)}$

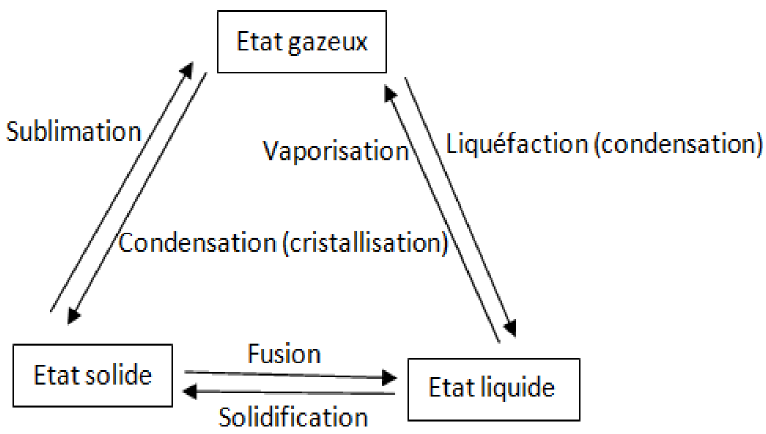
2- Capacité calorique

La capacité calorique (ou la capacité thermique) d'une substance est numériquement égale à la quantité de chaleur qu'il faut fournir à la substance pour élever sa température donc un degré sans modifier de son état physique.
La capacité calorique d'un corps de masse m et de chaleur massique c a pour expression :

$\boxed{C = m.\,c}$ C est exprimé en $J.°C^{-1}$ ou $J.K^{-1}$.

3- Les changements d'état d'un corps pur

On appelle changement d'état, le passage de la matière d'un état physique à un autre état physique ; ce changement d'état se fait à température constante par absorption ou dégagement de chaleur.



4- Chaleur latente L

La chaleur latente L de changement d'état de la quantité de chaleur absorbée ou cédée par une unité de masse (1Kg) d'un corps pour changer l'état physique à la même température et à la même pression.

La quantité de chaleur Q mise en jeu pour changer d'état physique à un corps pur de masse m est donnée par l'expression suivante : $\boxed{Q = m.\ L}$ d'où L est exprimé en $\mathrm{J.K^{-1}}$.

Remarques : les chaleurs latentes de deux changements d'état inverses sont opposées.

5- **Equilibre thermique** : le principe des échanges de chaleur :

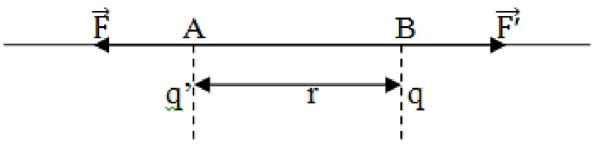
- Deux (2) corps A et B, pris à des températures différentes t_1 et t_2, mis en contact prolongé dans une enceinte adiabatique, finissent par avoir la même température t appelée température d'équilibre : on dit que les deux (2) corps sont en équilibre thermique.
- Lorsque deux (2) corps sont mis en présence dans une enceinte thermiquement isolante et atteignent l'équilibre thermique, la quantité de chaleur par le corps chaud est égale à la quantité de chaleur reçue par le corps froid.

ELECTRICITE

Chapitre 7 : CHAMP ELECTRIQUE ET D.D.P

I- Loi de Coulomb

Deux (2) charges électriques ponctuelles q et q' exercent l'une sur l'autre de forces opposées dont l'intensité commune F = F' est proportionnelles aux valeurs absolues des charges et à l'inverse du carré de la distance qui les sépare. $F = F' = \frac{K\,|q|.|q'|}{r^2}$



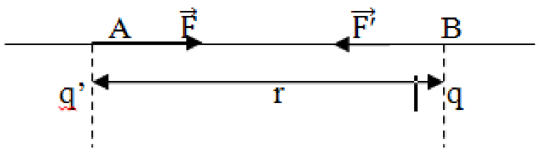


Figure 1 : Répulsion si q et q'sont de même sens

Figure 2 : Attraction si q et q' sont de signes contraires

1- Champ électrique $\vec{E}$

On appelle champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$, toute région de l'espace où une charge électrique q se trouve soumise à une force électrique $\vec{F}$.

$\boxed{\vec{F} = q.\,\vec{\mathbf{E}}}$ $\Leftrightarrow$ $\boxed{\vec{\mathbf{E}} = \frac{\vec{F}}{q}}$

En module : F = $|q|$ E.

Si q < 0, $\vec{F}$ et $\vec{\mathbf{E}}$ ont même sens.

Si q < 0, $\vec{F}$ et $\vec{\mathbf{E}}$ sont de sens contraire.

Le champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$ est uniforme dans une région de l'espace si, en tout point de cette région, le vecteur $\vec{\mathbf{E}}$ à la même direction, le même sens et la même intensité.

2- Travail de ma force électrique

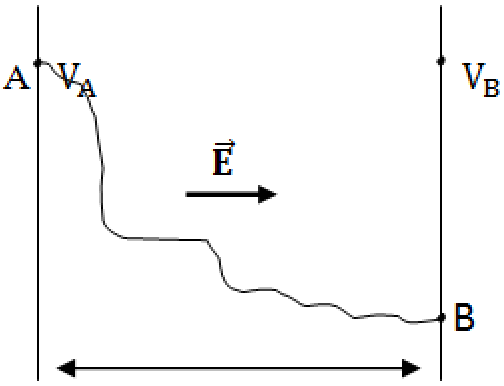
Le travail effectué par la force électrique $\vec{F}_e$ lorsque la charge q passe du point A où le potentiel est V_A au point B où le potentiel est V_B est égal au produit de la charge q par la différence entre le potentiel de départ V_A et le potentiel d'arrivéeV_B.

$$\boxed{V_{AB}(\vec{F}_e) = q\,(V_A - V_B)}$$

3- Relation entre champ électro statique (ou électrique) et tension

Si le champ électrique E est orienté dans le sens des potentiels décroissants de A vers B, on a :

$$\boxed{E = \frac{V_A - V_B}{d} = \frac{U_{AB}}{d}}$$



1. **Energie potentielle électrique**

L'énergie potentielle électrique de la charge q placée en un point où le potentiel est V a pour expression :

$$\boxed{E_P = q.V}$$

<u>**Exercice d'application**</u>

Une goutte d'huile spécifique, de rayon r = 4, 39 µm, électrisée, est en équilibre entre deux (2) plaques métalliques planes parallèles et horizontales A et B d'un condensateur plan chargé. La plaque A est au-dessus de la plaque B.

La charge de la goutte est équivalente à celle de 100 électrons. Le champ électrique $\vec{E}$ entre les plaques est uniforme.

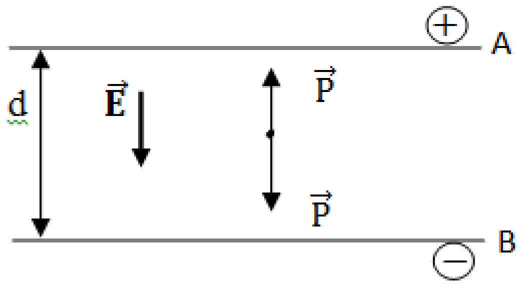
On donne : e = $1{,}6.10^{-19}$c, g = 10 N/ g, masse volumique de l'huile ɭ = 900 Kg/m^3.

a) Faire u croquis en précisant :
- Les forces appliquées à la goutte ;
- La plaque chargée positivement ;
- Le sens de la norme E du champ électrique $\vec{E}$

b) Calculer la norme E du champ électrique $\vec{E}$

Solution :

a)



Les forces appliquées à la goute d'huile sont :
- Le poids $\vec{P}$;
- La force électrique$\vec{F}$.

A l'équilibre : $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} = -\vec{F}$ $\vec{P}$ est dirigé de A vers B. or $\vec{F} = -\vec{P}$ donc $\vec{F}$ a le sens contraire de $\vec{P}$.

- F = q. E or q = - 100 e^- < 0 donc F et E sont de sens contraire ; le vecteur $\vec{E}$

est dirigé de A vers B. la plaque A est donc chargé positivement et la plaque B négativement.

a) Intensité E du champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$.

$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + q\,\vec{E} = \vec{0}$ ou $P = |q|E$. $P = mg$ or $m = l.V$ avec $V = \frac{4}{3}\pi\ r^3$

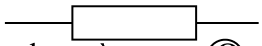
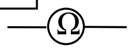
En réunissant tous ces termes, on trouve :

$$\boxed{E = \frac{4\pi\ r^3 g\, l}{3 \times 100 \times e} = 199243\,\frac{V}{m}}$$

Chapitre 8 : ENERGIE ET PUISSANCE ELECTRIQUE

I- Cas des conducteurs ohmiques

1- Définition et symbole d'un conducteur ohmique

Un conducteur ohmique est un composant électrique qui s'oppose plus ou moins au passage du courant électrique. Il transforme en chaleur toute l'énergie électrique qu'il reçoit. Un conducteur ohmique est caractérisé par une grandeur électrique appelée résistance R.
L'unité de la résistance est l'ohm (Ω). Le symbole de l'ohmmètre est : 
La résistance d'un conducteur ohmique se mesure directement avec un ohmmètre. 

2- Loi d'ohm pour un conducteur ohmique

$$\boxed{U = R.\,I}$$

3- Résistance d'un conducteur ohmique cylindrique ou d'un fil

La résistance d'un conducteur ohmique homogène, cylindrique est :

- Proportionnelle à sa longueur L ;
- Inversement proportionnelle à sa section S ;
- Est fonction d'un facteur l qui caractérise sa nature et qu'on appelle résistivité.

$R = l\frac{L}{S}$; L en m ; S en m^2 ; l en (Ω).m ; R en (Ω).

4- Association des conducteurs ohmiques

a) Association en série

Lorsque plusieurs conducteurs ohmiques sont montés en série, la résistance équivalente de l'association est égale à la somme des résistances des conducteurs ohmiques.

$$\boxed{R = R_1 + R_2 + \ldots + R_n = \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} \mathbf{R_1}}$$

b) Association en parallèle

Lorsque plusieurs conducteurs ohmiques sont montés en parallèle, l'inverse de la résistance équivalence est égal à la somme des inverses des résistances de chacun des conducteurs ohmiques.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}$$

c) Puissance électrique en courant continu

La puissance P consommée par un appareil électrique soumis à un courant continu est égale au produit de la tension U à ses bornes et de l'intensité I du courant qui le traverse.

$$\boxed{P = U.\,I}$$

P en watt (W) ; U en volt (V) ; I en ampère (A).
Les multiples et les sous multiples du watt les plus utilisés sont :

- Le kilowatt (KW) : 1kw = 1 000 W ;
- Le milliwatt (mW): 1mW =10^{-3} W.
- Pour conducteur ohmique de résistance R, on a :

P = U. I or V = R. I d'où P = R. I^2 ; V = R.I => I = $\frac{U}{R}$ d'où P = V.I = V. $\frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$
En résumé :

$$\boxed{P = U.\ I = R.\ I^2 = \frac{U^2}{R}}$$

d) Energie électrique
L'énergie électrique W consommée par un appareil électrique est égale au produit de sa puissance P par la durée t de son fonctionnement.

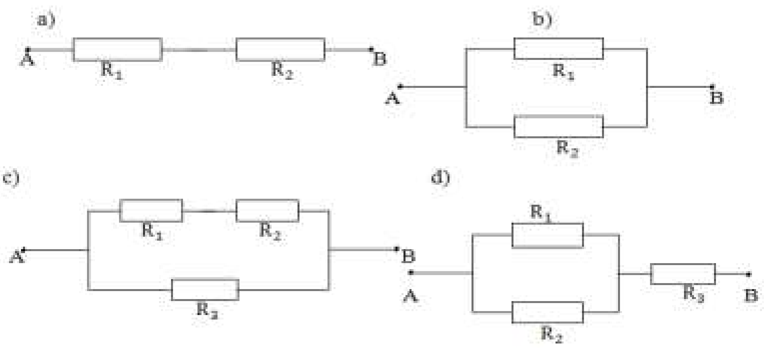
$\boxed{W = P.\ t}$ W en Joules (J) ; t en seconde (s) ; P en watt (w).

NB: 1 KWh = 1000 Wh et 1Wh = 3600 J.

e) Loi de joule
La quantité de chaleur dégagée dans un conducteur ohmique par effet joule est égale au produit de la résistance R du conducteur ohmique par le carré de l'intensité du courant qui le traverse et par la durée t du passage du courant.

$$\boxed{W = R.\ I^2 t}$$

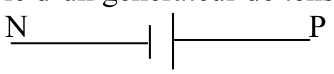
Exercice d'application
On considère trois (3) conducteurs ohmiques de résistances R_1= 20 ohms, R_2 = 30 ohms et R_3 = 50 ohms.
Calculer la résistance équivalente de chacune des associations suivantes :



II- Cas des générateurs et des récepteurs

1- Générateur

1.1. Définition :
Un générateur est un appareil qui produit de l'énergie électrique.
Le symbole d'un générateur de tension continue est :



Un générateur est caractérisé par sa force électromotrice (f. e. m) E et sa résistance interne r.

1.2.Loi d'ohm aux bornes d'un générateur

$$U_{PN} = V_P - V_N = E - r.I.$$

1.3. Etude énergétique d'un générateur

- Puissance engendrée (ou puissance totale fournie) par le générateur :

$$P_g = E.I.$$

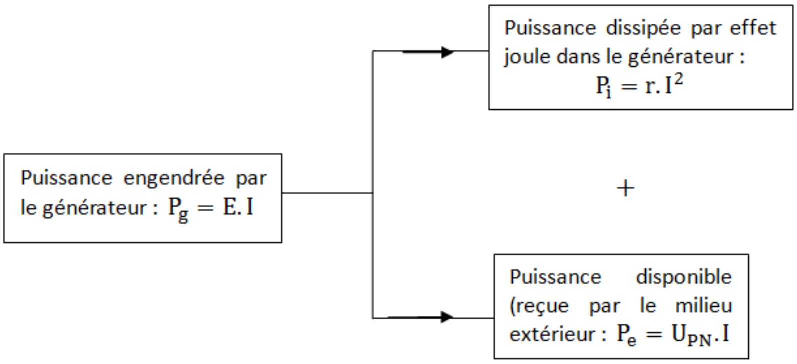
- Puissance thermique dissipée (ou puissance calorifique perdue) dans le générateur par effet joule :
-

$$P_i = P_{th} = r.I^2.$$

- Puissance disponible ou reçue par le circuit extérieur :

$$P_e = U_{PN}.I.$$

- Bilan énergétique :



Conclusion : $\boxed{P_g = P_i + P_e}$

1.3.Rendement d'un générateur

$$\boxed{r_g = \frac{\text{puissance disponible}}{\text{puissance engendrée}} = \frac{P_e}{P_g}}$$

1.4.Energie électrique fournie par le générateur

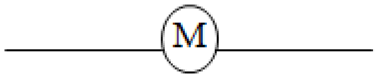
$$\boxed{W = E.I.t}$$

B.2. Récepteurs

2.1. Définition et exemples

Un récepteur est un dipôle dans lequel une partie de l'énergie électrique est transformé en une forme d'énergie autre que l'énergie thermique.

Exemple 1 : les moteurs électriques : il y a transformation d'une partie de l'énergie électrique en énergie mécanique.



Symbole d'un moteur :

Exemple 2 : les électrolyseurs : transformation d'une partie de l'énergie électrique en énergie chimique.
Symbole d'un électrolyseur : 

1.6.Caractéristique d'un récepteur

Un récepteur est caractérisé par une résistance interne r ' et sa force contre électromotrice (f.c.é.m.) E'.

1.7.Etude énergétique d'un récepteur

- Puissance électrique reçue ou puissance totale consommée par le récepteur.

Si $U = V_A - V_B$ est la DDP aux bornes du récepteur et I l'intensité du courant qui le traverse, on a :

$$\boxed{P_{recue} = P_r = U.I}$$

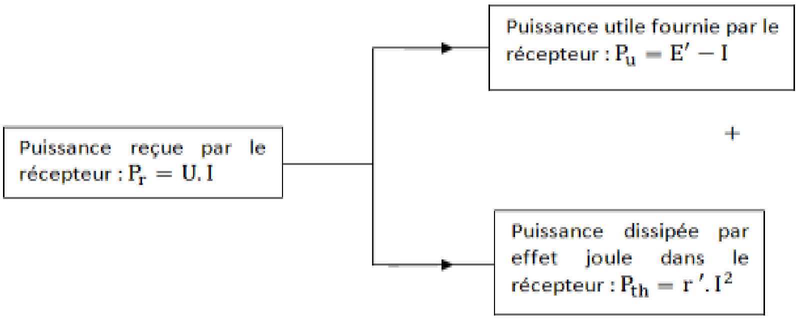
- Puissance utile fournie par le récepteur (ou puissance du récepteur)

$$\boxed{P_u = E' - I}$$

- Puissance thermique dissipée

$$\boxed{P_{th} = r'.I^2}$$

- Bilan énergétique



1.8.Loi d'ohm pour un récepteur

$$\boxed{U = E' + r'.I}$$

1.9.Rendement d'un récepteur

$$\boxed{r = \frac{\text{puissance utile}}{\text{puissance reçue}} = \frac{P_u}{P_r}}$$

Chapitre 9 : BILAN ENERGETIQUE DANS UN CIRCUIT ELECTRIQUE

I- Le transistor

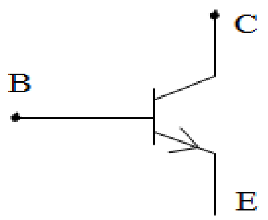
1- Description d'un transistor

Le transistor est un composant électrique qui possède trois bornes :

- La base B ;
- Le collecteur C ;
- L'émetteur E.

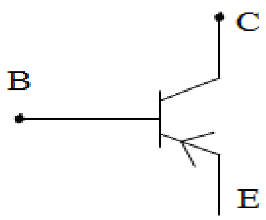
On distingue deux types de transistors : le transistor NPN et le transistor PNP. Ces deux types font référence à la constitution des différentes parties de transistor.

- Représentation symbolique d'un transistor NPN :



La flèche indique que le courant circule de la base B vers l'émetteur E.

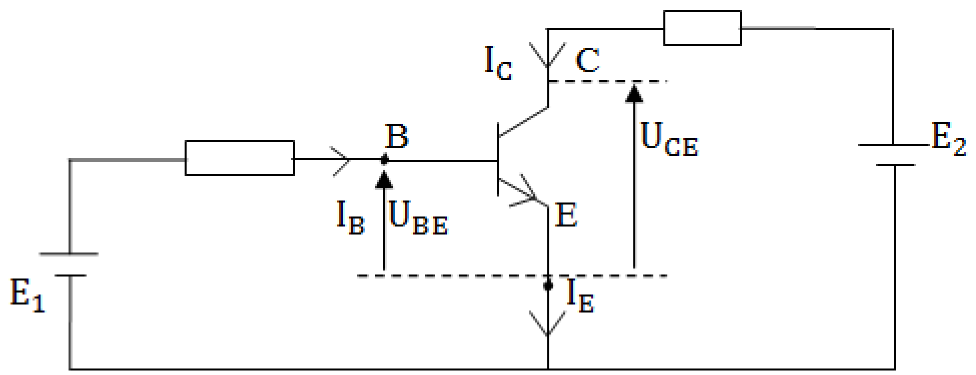
- Représentation symbolique d'un transistor PNP :



Le courant circule de l'émetteur E vers la base B.

1.1.Fonctionnement d'un transistor

On s'intéresse au transistor NPN qui est le plus utilisé.



Le transistor fonctionne lors que les deux conditions suivantes sont satisfaites :

- La tension base – émetteur U_{BE} doit être positive et supérieure à une valeur donnée dépendant du transistor.
- La tension collectrice – émetteur U_{CE} doit être positive.

Relation entre I_E, I_B et I_C.

$$\boxed{I_E = I_B + I_C}$$

1.2.Fonctionnement en régime linéaire et en régime saturé

- Lors que l'intensité I_B du courant de base n'est pas trop grande, le courant collecteur I_C est proportionnel à l'intensité I_B : on dit que le transistor fonctionne en régime linéaire ou en amplification du courant.

On a : $\boxed{I_C = \beta .\ I_B}$ β est le coefficient d'amplification.

- Lors que l'intensité I_B du courant de base devient trop grande, le transistor se sature. On constate que :

- Le courant I_E demeure constant ;
- La relation $I_C = \beta .\ I_B$ n'est plu vérifiée en effet le courant I_C est pratiquement constant et indépendant de I_B.
- La valeur U_{CE} prend, en valeur absolue, une valeur très faible appelée tension de saturation du transistor.

1.3.Puissance dissipée dans le transistor

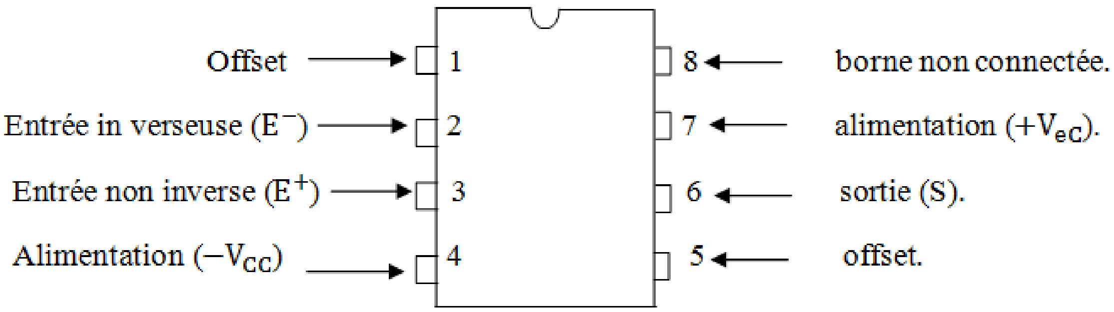
$$\boxed{P_t = U_{BE}.I_B + U_{CE}.I_C}$$

2- <u>Description d'un amplificateur opérationnel</u>

Un amplificateur opérationnel (A.O) ou ampli – op.) est un circuit intégré linéaire (C. I .L) qui permet d'effectuer les opérations élémentaires et d'assurer les fonctions comme :

- Amplificateur inverseur ;
- Amplificateur non inverseur ;
- Montage suiveur ;
- Addition ;
- Soustraction ;
- Multiplication ;
- Intégration ;
- Dérivation ;
- Etc.

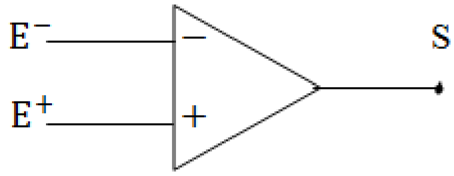
L'amplificateur opérationnel µA 741 est un composant qui possède 08 bornes de branchement. Un point de repérage permet de numéroter les bornes de l'amplificateur opérationnel (AO).



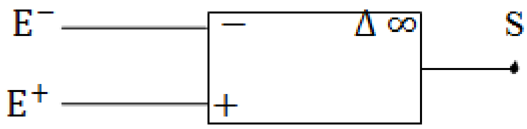
- Les bornes 4 et 7 servent à la polarisation de l'amplificateur opérationnel (AO).
- Les bornes 1 et 5 dénommées «offset» sont utilisées pour le réglage dans certains cas.

3- Représentation symbolique

La représentation symbolique d'un amplificateur opérationnel (AO) donnée par la convention Anglo – saxonne est un triangle qui pointe dans la direction de transmission du signal et qui comporte trois bornes : les bornes d'entrée E^+ et E^- et les bornes de sortie S.

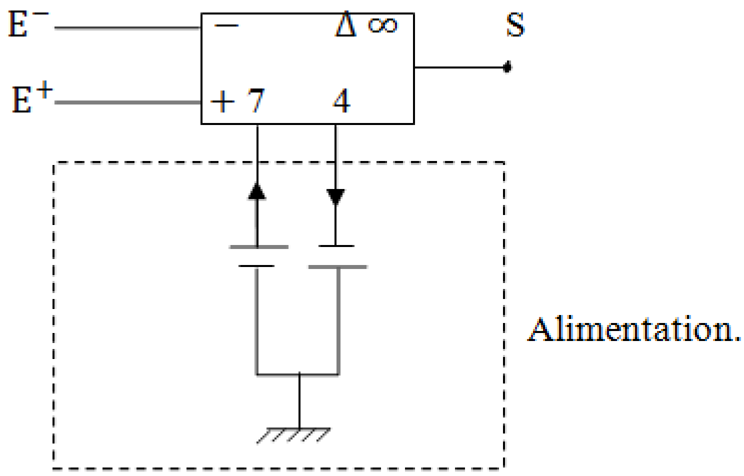


La représentation symbolique française d'un amplificateur opérationnel (AO) est un rectangle comportant trois bornes : la borne de sortie S et les bornes d'entrée E^+ et E^- (les autres bornes ne sont plus marquées).



4- Polarisation d'un amplificateur opérationnel (AO)

La polarisation permet d'appliquer deux tensions $-V_{CC}$ et $+V_{eC}$ respectivement sur les bornes 4 et 7 de l'amplificateur opérationnel (AO).



b) Fonctionnement de l'amplificateur opérationnel (AO)

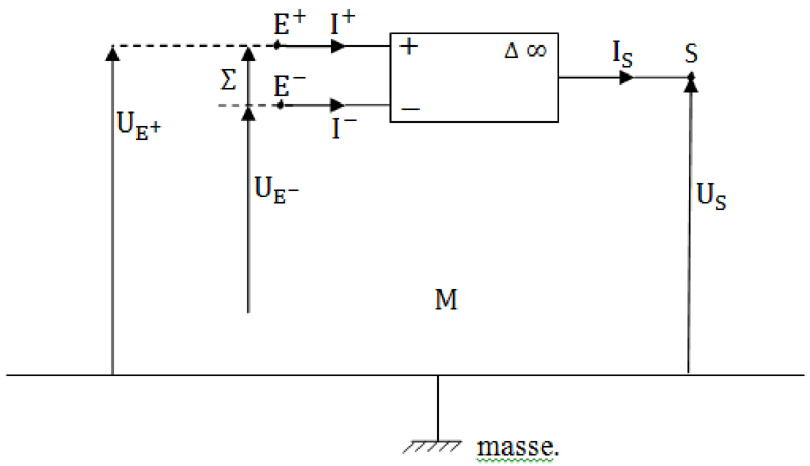
2.1.Les intensités et les tensions

Les tensions sont évaluées par rapport à la masse M.

- La tension de l'entrée non inverseuse E^+ est : $U_{E^+} = U_E + M$
- La tension de l'entrée inverseuse E^- est : $U_{E^-} = U_E - M$
- La tension de sortie est notée : $U_S = U_{SM}$
- La tension différentielle ε entre les bornes E^+ et E^- est :

$$\boxed{\varepsilon = U_{E^+E^-} = U_{E^+} - U_{E^-}}$$

- Le courant I_S dénommé courant de sortie peut sortir de l'amplificateur opérationnel (AO) ou y pénétrer par la borne de sortie S.



2.2.Fonctionnement d'un amplificateur opérationnel (AO) en régime linéaire

Pour un amplificateur opérationnel (AO) fonctionnant en régime linéaire :

- Les tensions de bornes de l'entrée inverse U_{E^-} et de l'entrée non inverse U_{E^+} sont égales :

$U_{E^+} = U_{E^-}$.

- Les courants I^+ et I^- qui pénètrent par les bornes E^+ et E^- ont une intensité nulle.

$I^+ = I^- = 0$

Dans ces conditions, l'amplificateur opérationnel (AO) fonctionne en amplification.

2.3.Fonctionnement en régime saturé

La tension de sortie U_S d'un amplificateur opérationnel (AO) ne peut pas dépasser, en valeur absolue, sa tension de polarisation. Lors qu'elle atteint cette valeur, l'amplificateur opérationnel (AO) est dit saturé.

L'amplificateur opérationnel (AO) est dit saturé si : $|U_S| = V_{saturé} = V_{cC}$

NB : si la tension de sortie U_S est, en valeur absolue, inférieure à la tension de saturation $V_{saturé}$ (environ 15 V), l'amplificateur opérationnel (AO) fonctionne en régime linéaire.

L'amplificateur opérationnel (AO) fonctionne en régime linéaire si, $|U_S| < V_{saturé} = V_{cC}$

Ce équivaut à : $-V_{saturé} < U_S < +V_{cC}$. Avec $V_{saturé} = V_{cC}$

Dans ce cas, l'amplificateur opérationnel (AO) fonctionne en amplification.

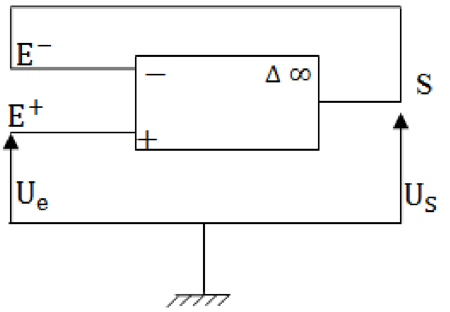
2.4.Gain d'un amplificateur opérationnel (AO) fonctionnant en amplification

Si U_e est la tension d'entrée de l'amplificateur opérationnel (AO) et U_S sa tension de sortie (en régime linéaire), le gain G de l'amplificateur opérationnel (AO) est donné par l'expression :

$$\boxed{G = \frac{U_S}{U_e}}$$

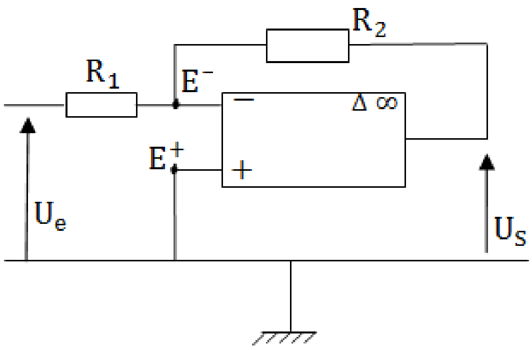
c) Les montages simples étudiés

3.1.Montage suiveur.



On démontre que : $U_S = U_e$; $G = \frac{U_S}{U_e} - 1$

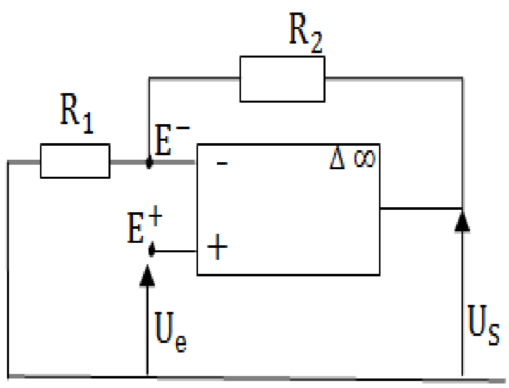
6.2.Montage amplificateur inverseur.



On démontre que : $U_S = \frac{R_2}{R_1} . U_e$

$$G = \frac{R_2}{R_1} < 0$$

6.2.Montage amplificateur non inverseur.



On démontre que :$U_S = \frac{(R_1+R_2)}{R_1} . U_e$

$$G = \frac{U_S}{U_e} = \frac{R_1+R_2}{R_1} > 1.$$

Bibliographie

1. Chimie Première S, Collection Eurin Gie, Hachette (Chimie)
2. Physique Chimie Première S, Guy Fontaine, Collection Nathan
3. Physique Chimie, Annale Bordas

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