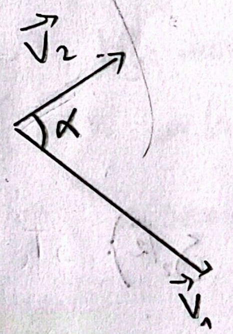
Physique : Les Vecteurs

I - a - Le produit scalaire : C'est un produit entre deux

جداء سلمي

Vecteurs, son resultat est un scalaire (nombre).

$$\vec{V_1} \cdot \vec{V_2} = \underset{V_1}{\text{Module}} \times \underset{V_2}{\text{Module}} \times \cos\alpha \quad (1^{ère} \text{ Méthode}).$$



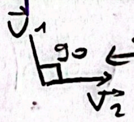
Le cos de l'angle entre $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2}$

$\alpha = (\widehat{\vec{V_1}, \vec{V_2}})$

Note : quand $\vec{V_1} \cdot \vec{V_2} = 0$

$\vec{V_1} \perp \vec{V_2}$

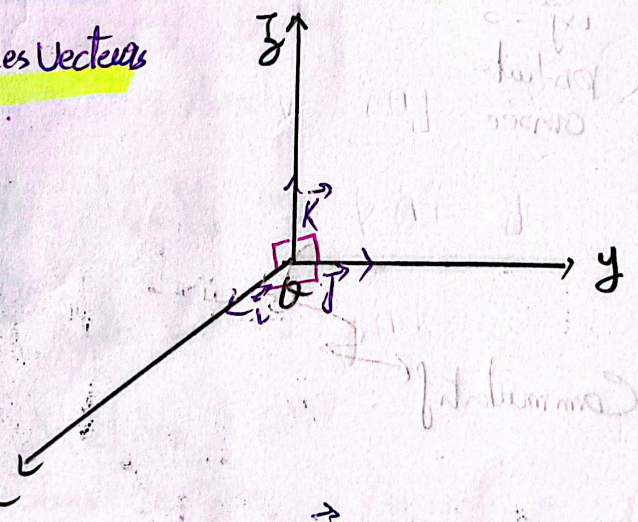
perpendiculaire



$\cos 90 = 0$

b - Cordonnées Cartésiennes (Ils forment un triedre direct).

$\vec{i}$; $\vec{j}$; $\vec{k}$ sont des Vecteurs unitaires.



$\vec{V_1} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix}$

$\vec{V_2} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}$

Le produit scalaire de $\vec{V_1} \cdot \vec{V_2}$: (deuxième Méthode)

$V_1 \cdot V_2 = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2$

Note : On utilise la $2^{ème}$ méthode (plans) en Cordonnées Cartésiennes

Justifications :

$\vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1$ [$\vec{i}$ scalaire i = $\vec{j}$ scalaire $\vec{j}$ = k scalaire k]

mais, $\underbrace{\vec{i} \cdot \vec{j} = \vec{j} \cdot \vec{k} = k \cdot \vec{i} = 0}_{\text{produits croisés}}$.

$$\vec{V_1} \cdot \vec{V_2} = (x_1 \vec{i} + y_1 \vec{j} + z_1 \vec{k}) \cdot (x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j} + z_2 \vec{k})$$

$$= x_1 \vec{i} \times x_2 \vec{i} + x_1 \vec{i} \times y_2 \vec{j} \ldots\ldots = x_1 \cdot x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2 .$$

$\vec{i} \cdot \vec{i} = 1$

$\vec{i} \times \vec{j} = 0$ produits croisée

Notes :

- Le produits est Commutatif : تبديلي

$\vec{V_1} \cdot \vec{V_2} = \vec{V_2} \cdot \vec{V_1}$

- Le produit scalaire est distributif par rapport à l'addition.

- $V_1 (\vec{V_2} + \vec{V_3}) = \vec{V_1} \cdot \vec{V_2} + \vec{V_1} \cdot \vec{V_3}$.

II. Le produit vectoriel

C'est un produit entre deux vecteurs dont le résultat est un vecteur

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 = \vec{V}_1 \wedge \vec{V}_2 = \vec{V}_3$$

le produit vectoriel

V_1, V_2, V_3 pris dans cet ordre forment un triède directe selon le sens trigonométrique

propriété :

La direction V_3 perpendiculaire au plan formé par V_1 et V_2

Le sens : $\vec{V}_1 . \vec{V}_2$ et $\vec{V}_3$ forment un triedre directe

Le module : $V_3 = V_1 \times V_2 . \sin\alpha$

L'Angle entre V_1 et $V_2 = 180°$.

dans ce cas

$\sin 0° = 0$ ← si Ils ont le même sens

$\sin 180° = 0$ ← si Ils sont opposés

REMARQUE !

un vecteur est défini par :

- sa direction (la droite AB)
- son sens (de A vers B)
- Son Module $|\vec{AB}|$

$\vec{AB} = -\vec{BA}$

le moins veut dire que se sont deux vecteurs opposés

$\vec{V_1} \mathbin{//} V_2 \rightarrow \vec{V_1} \times \vec{V_2} \times \sin(180) = 0$

$\underbrace{\mathbin{//}}_{\text{parallèle à } V_2}$ $\qquad$ $\underbrace{\times}_{\text{vectoriel}}$

Cordonnées cartésiennes (la méthode des déterminants)

$$\vec{V_1} \wedge \vec{V_2} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{vmatrix}$$

$$= \underbrace{+(y_1 z_2 - y_2 z_1)}_{x_3}\vec{i} \underbrace{-(x_1 z_2 - z_1 x_2)}_{y_3}\vec{j} + \underbrace{(x_1 y_2 - x_2 y_1)}_{z_3}\vec{k}$$

$i \rightarrow j \rightarrow k$

Note :

* $\vec{i} \wedge \vec{i} = \vec{j} \wedge \vec{j} = \vec{k} \wedge \vec{k} = \vec{0}$ (parcequ'ils sont parallèle). $\sin(0) = 0$
  et c'est bien le contraire du produit scalaire.
  $\vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1$.

* Vecteur entrant $\otimes$
* " sortant $\odot$

$\vec{i} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec{j} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec{K} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

* $\vec{i} \wedge \vec{j} = \vec{k}$.
* $\vec{k} \wedge \vec{i} = \vec{j}$.
* $\vec{j} \wedge \vec{k} = \vec{i}$

} On peut les justifier à travers la méthodes des déterminants.

* $\vec{A} \wedge \vec{B} = -\vec{B} \wedge \vec{A}$
  (le produit vectoriel est anticommutatif)

La justifications :

$\vec{V}_1 \wedge \vec{V}_2$ = (la même méthode) .

$\vec{V}_2 \wedge \vec{V}_1$ = (" ") .

$$\vec{V}_1 \wedge \vec{V}_2 = - \vec{V}_2 \wedge \vec{V}_1$$

* $m\,(\vec{A} \wedge \vec{B}) = (m\vec{A}) \wedge \vec{B} \,/\, \vec{A} \wedge m\vec{B} \,/\, (\vec{A} \wedge \vec{B})\,m$

est un scalaire .

Resumé cinématique

1 - Analyse Dimensionelle :

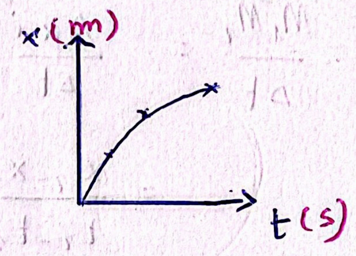
* L : Longeur : m
* M : Masse : Kg
* T : Temps : s
* MLT^{-2} : Force : N ($Kg\,m/s^2$)

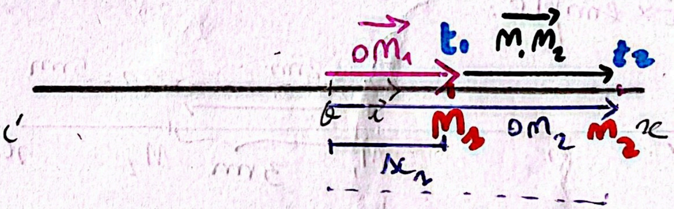
Pour étudier un mouvement :

- Il faut choisir un repère ou bien (système referenciel).
- Cet objet a une certaine forme (mouvement d'un point).
- La trajectoire qui est l'ensemble des point que le mobile forme lors de son mUT.

I. Le mVT rectiligne

- Le Diagramme des espace c'est $x = f(t)$.





a. position, Vecteur position :

$\vec{OM_1} = x_1 \cdot \vec{i} = x(t_1) \cdot \vec{i}$

b. Vecteur deplacement :

qui relie entre M_1 et M_2.

$\vec{M_1M_2} = \vec{OM_2} - \vec{OM_1} = \Delta OM$

Trajectoire

- une droite (rectiligne)
- une courbe (curviligne)
- cercle (circulaire)

cipe

$$\text{distance}\Big|_{t_1}^{t_2} = |\Delta x|$$

sens (+) : $|x_2 - x_1| = x_2 - x_1$

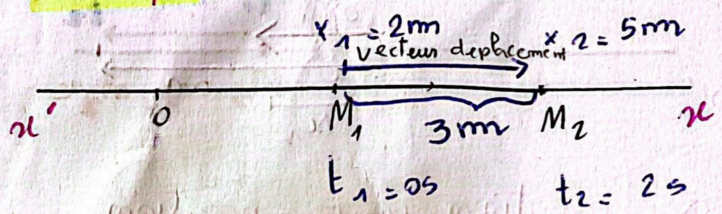
sens (−) : $|x_2 - x_1| = -(x_2 - x_1)$

C. Vecteur vitesse moyenne :

$$\vec{v}_m\Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{\Delta t} = \frac{\Delta x\,\vec{i}}{\Delta t}\ (m/s)$$

$$= \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

Exemple :



$\overrightarrow{M_2M_1} = \Delta x\,\vec{i}$

$\Delta x = x_2 - x_1 = 5 - 2 = 3m.$

$\Delta t = t_2 - t_1 = 2 - 0 = 2$

$\Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1.5\ m/s$. (+) (−) } le sens

abscisse :

droit (+) gauche (−)

Vecteur position $\overrightarrow{OM} : x.\vec{i}$

" deplacement : $\Delta \overrightarrow{OM} = \overrightarrow{M_1M_2}$

$\Delta \overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_2} - \overrightarrow{OM_1} = x_2.\vec{i} - x_1.\vec{i}$

$= (x_2 - x_1)\vec{i} = \Delta x.\vec{i}$

* Vecteur vitesse instantané (chaque instant)

Le vecteur vitesse moyenne nous donne pas assez d'infos sur le mvt, il nous donne juste la moyenne de vitesse.

$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} v_m\Big|_{t}^{t+\Delta t}$$

$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}\,\vec{i}$$

$$= \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(\Delta t + t) - x(t)}{\Delta t}\,\vec{i}$$

$$\boxed{\vec{v}(t) = \frac{dx}{dt}\,.\,\vec{i}}$$

pente de la tangente

$\Delta x = M_2M_1$

nous donne le sens du mobile et la distance

Variation : شحال نزيد la position ; باش نلقاو x_f

$* \Delta x = x_f - x_I$

$* x_f = \Delta x + x_I.$

* **Vecteur accelération moyenne:**

$$\vec{a}_m \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (m/s^2)$$

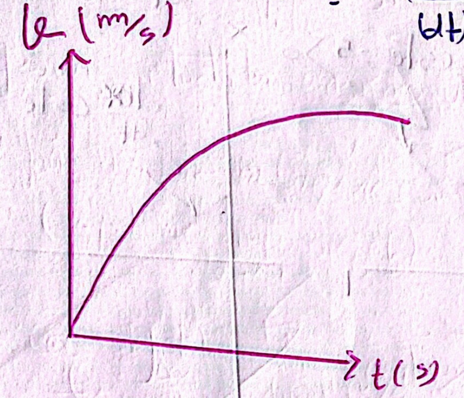
* **Vecteur accelération instantanée**

$$\vec{a}(t) \Big|_{t}^{t+\Delta t} = \lim \frac{\vec{v}(\Delta t + t) - \vec{v}(t)}{\Delta t}$$

$$= \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\vec{i}\right)$$

(dérivée seconde)

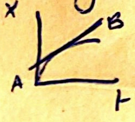
$$\vec{a}(t) = \frac{d^2x}{(dt)^2}\vec{i}$$



a(t) : est la pente de la tangente a l'instant (t)

$v(t) = \frac{dx}{dt}$ vitesse instantannée

gr : la pente de la tangente



$v(t) = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}$

Alg : dérive

$x(t) = -\frac{1}{2}t^2 + 2$

$v(t) = -t^2$

remarque:

a_m : nous donne le rythme de la variation de la vitesse "chaque second izid b..."

Type de mvt

le signe de a.v

a.v < 0	a.v > 0
decelerée	accelerée

$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$; signe de a depende de Δv

$\Delta v = v_f - v_i$

$v_f = \Delta v + v_i$

Δv	v_i	
+	−	: Décélé
+	+	: Accélé
−	−	: A
−	+	: D

$a(t) = \frac{dv}{dt}$: accelération instantannée

gr : La pente de la tangente de la courbe v(t)

Alg :

$x(t) = 2t^2$ cm

d ↓

$v(t) = 4t$ m/s

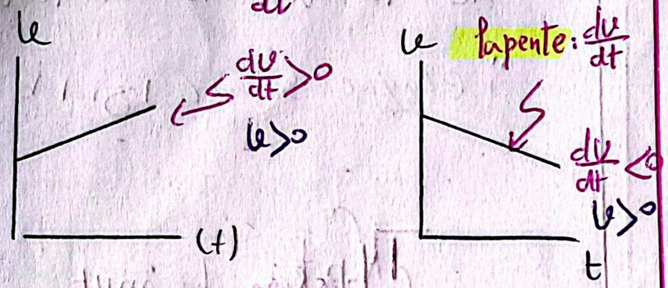
d ↓

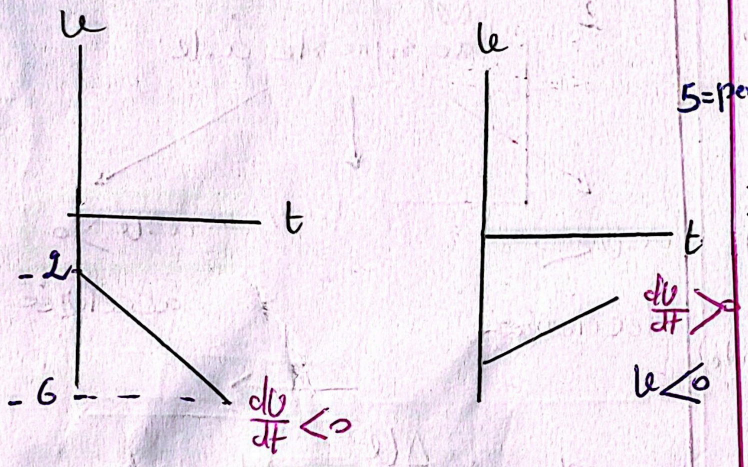
$a(t) = 4$ m/s²

Principe

Le signe du produit a.v

$a.v = \frac{dv}{dt}.v$





$|v|$ $\boxed{v > 0}$

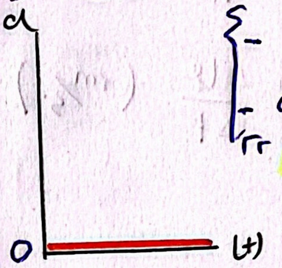
$|-6| > |-2|$

Comment déterminer la nature du mvt ?

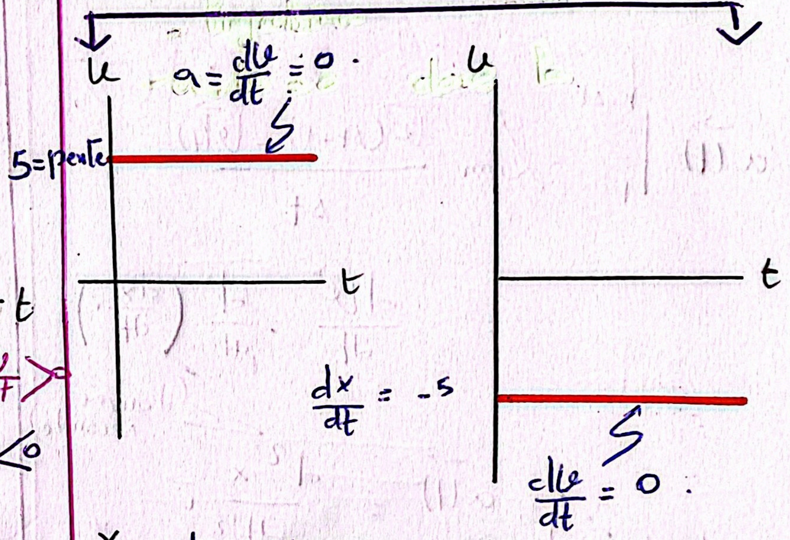
1er cas :

- trajectoire rectiligne
- $a.v = 0$ et v cste

⇒ mvt rectiligne uniforme



$a = 0 \Rightarrow v(t)$ est cste



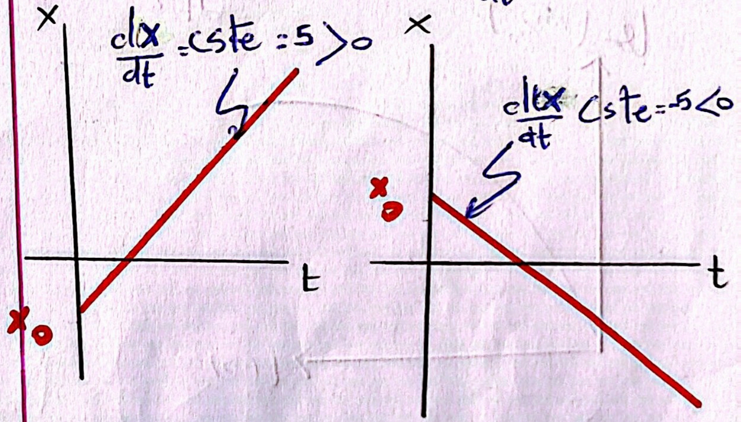


Diagramme des :

- espace : $x = f(t)$
- vitesse $v = f(t)$
- accélération $a = f(t)$

On sait que.

$v(t) = \frac{dx}{dt}$.

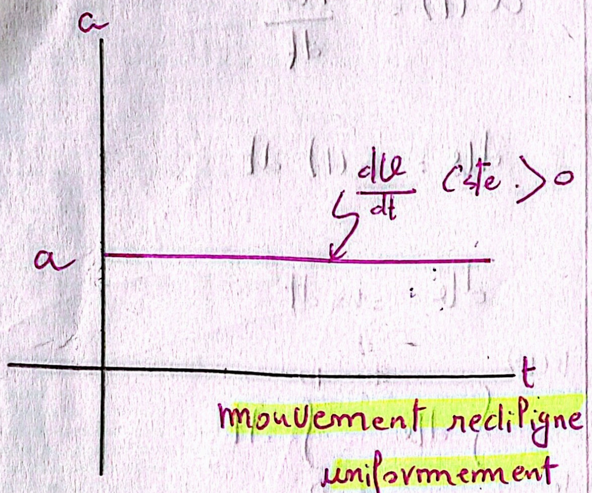
$a(t) = \frac{dv}{dt}$

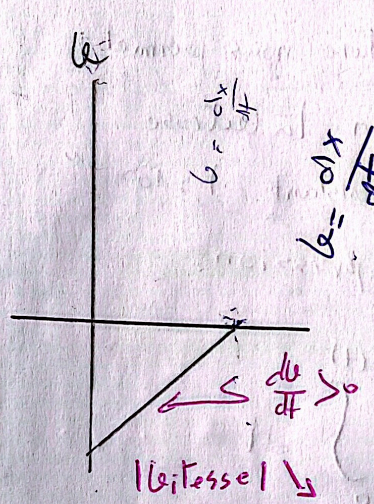
$a = 0 \Rightarrow v$ cste

$\Rightarrow \frac{dx}{dt}$ cste

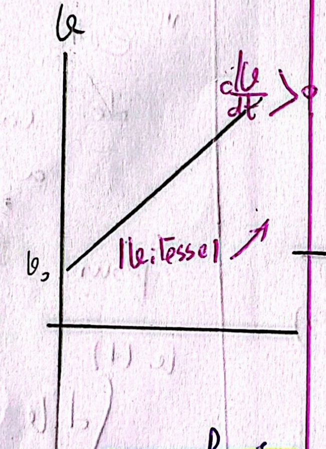
$\Rightarrow$ pente de $x = f(t)$ cste

2ème cas

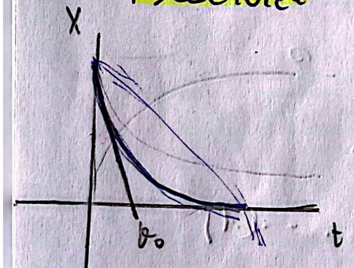


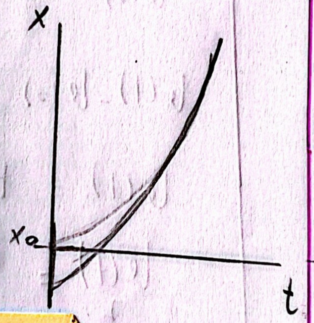


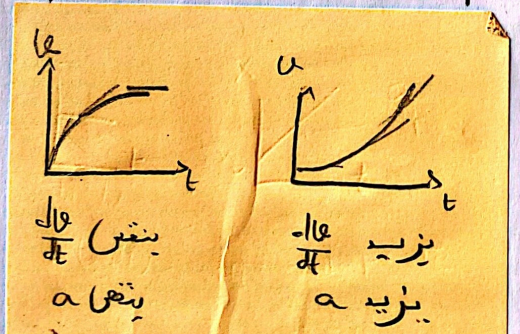
Décelerée



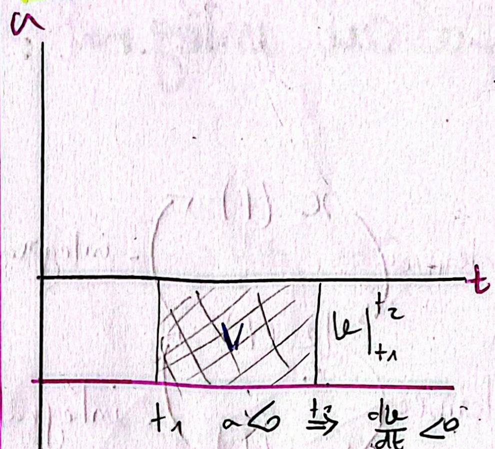
accelerée

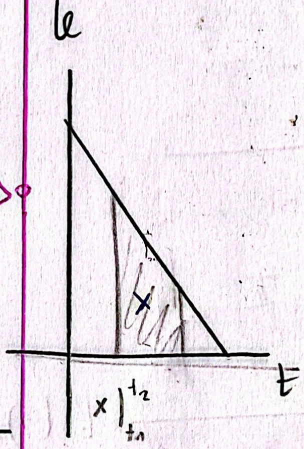




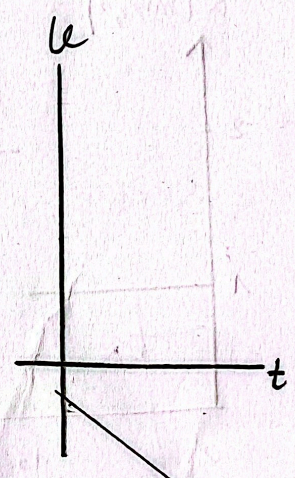


3ème Cas :

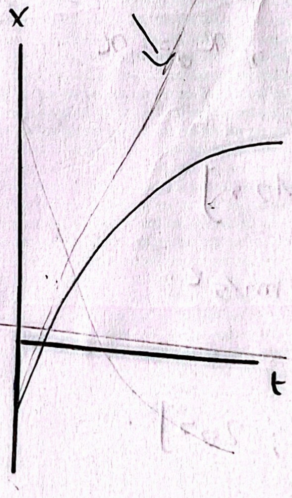


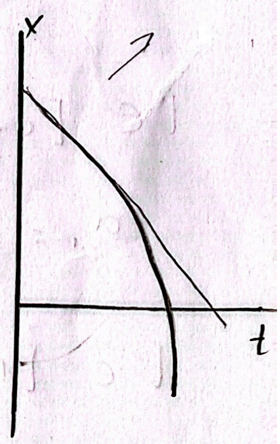


décelerée



Accélerée





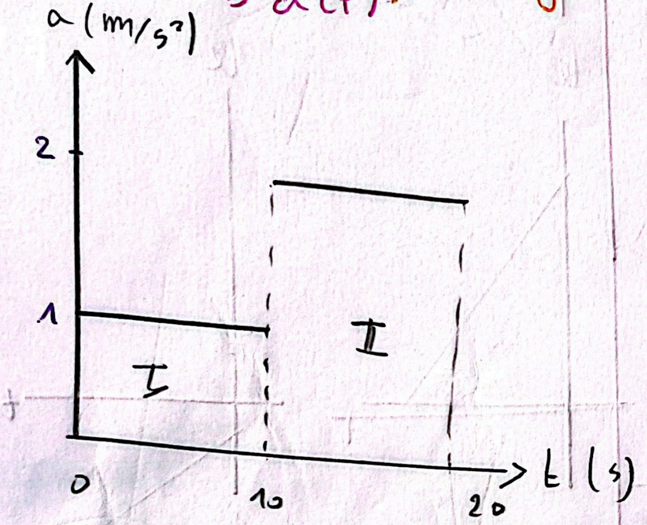
$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Calcul intégral :

$x(t)$ — dérivée → $v(t)$ — intégral → $x(t)$

$v(t)$ — dérivée → $a(t)$ — intégral → $v(t)$



à $t = 0s$, $x_0 = x$

$t \in [0s, 10s]$.

$a_1 = 1 m/s^2$

$t \in [10s ; 20s]$.

$a_2 = 2 m/s^2$

Signe de v

$t \in [0s ; 10s]$.

$a(t) = \frac{dv}{dt}$

$dv = a(t)\, dt$

$dv = 1 \times dt$

$$\int_{v_0}^{v(10)} dv = \int_{t_2=0}^{t_1=10} dt$$

" Cette écriture nous permet de calculer la vitesse à l'instant $t = 10$. "

Pour l'expression :

$$\int_{v(0)}^{v(t)} dv = \int_0^{(t)} dt$$

$v(t) - v(0) = t - 0$

$v(t) = t + v_0$

$v(t)_I = t + 1 \quad \text{---}(1)$

* Conditions initiales :

$t = 0s \quad x_0 = x(0) = 2m$

$v_0 = v(0s) = 1m$

- position x_0
- vitesse v_0 } intégral

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

$$dx = v(t)\,.\,dt$$

$$dx = (t+1)\,dt$$

$$\int_{x_0}^{x(t)} dx = \int_0^{t} (t+1)\,dt$$

$$x(t) - x_0 = \frac{t^2}{2} + t - \frac{0^2}{2} + 0$$

$$x(t) - 2 = \frac{t^2}{2} + t$$

$$\boxed{x(t) = \frac{1}{2}t^2 + t + 2} \quad \ldots(2)$$

$t \in [10s; 20s]$

$$a_{II} = 2\,m/s$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt}$$

$$dv = a(t)\,.\,dt$$

$$dv = 2\,.\,dt$$

$$\int_{v(10)}^{v(t)} dv = \int_{10}^{t} 2\,.\,dt$$

$$v(t) - v(10) = 2t - 2(10)$$

$$v(t)_{II} = 2t - 20 + v(10)$$

$$v(t)_{II} =$$

pas de $v(10)$. (4)

Condition de continuité de la vitesse en $t = 10\,s$

$$v_{I}(10s) = v_{I}(10s)$$

instant spécial
tkhlas bin ①
et tbda ②.

$$v_I(t) = 10 + 1 = 11\,m/s$$

$$\boxed{v(t)_{II} = 2t - 9} \quad \ldots(3)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

$$dx = v(t)\,dt$$

$$dx = 2t - 9\,dt$$

$$\int_{x(10)}^{x(t)} dx = \int_{t=10}^{t} 2t - 9\,dt$$

$$x(t) - x(10) = t^2 - 9t - (2(10) - 9)$$

$$= t^2 - 9t - 10$$

$$x(t)_{II} = t^2 - 9t - 10 + x(10)$$

d'après ②:

$$x(10) = \frac{1}{2}(10)^2 + 10 + 2 = 62\,m.$$

...nc.

$x_{II}(t) = t^2 - 9t + 52.$

$$a(t) = \begin{cases} 1\,m/s^2, & t \in [0;10] \\ 2\,m/s^2, & t \in]10;20] \end{cases}$$

(دالة تآلفية) une droite

$$v(t) = \begin{cases} v_I(t) = t+1, & t \in [0;10] \\ v_{II}(t) = 2t-9, & t \in]10;20] \end{cases}$$

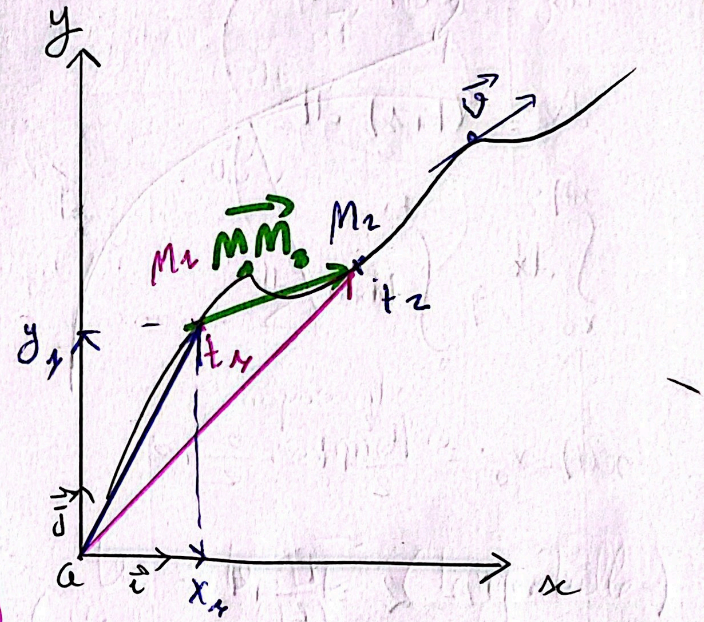
$$x(t) = \begin{cases} x_I(t) = \frac{1}{2}t^2 + t + 2, & t \in]0;10] \\ x_{II}(t) = t^2 - 9t + 52, & t \in]10;20] \end{cases}$$

$a = C_{ste}$ (Cas particulier)

* $v(t) = at + v_0$
* $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$.

1- Les Cordonnées Cartésiennes :

(mouvement dans le plan)



Vecteur position

$\vec{OM_1} = x_1 \cdot \vec{i} + y_1 \cdot \vec{j}$ .. (2)

→ deplacement

$\vec{OM_2} = x_2 \cdot \vec{i} + y_2 \vec{j}$ .. (1)

$\vec{M_1M_2} = \vec{OM_2} - \vec{OM_1} = \Delta OM$

• vitesse moyenne :

$$\vec{v_m} = \frac{\vec{M_1M_2}}{\Delta t} = \frac{\vec{OM_2} - \vec{OM_1}}{\Delta t}$$

de (1) et (2) $= \dfrac{\Delta x \vec{i} + \Delta y \vec{j}}{\Delta t}$

$$= \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j}$$

Vitesse instantanée : (dérivée)
(tangent à la courbe)

$$\vec{v}(t) = \underbrace{\frac{dx}{dt}}_{v_x}\vec{i} + \underbrace{\frac{dy}{dt}}_{v_y}\vec{j}.$$

$$v(t) = \sqrt{v_x^2(t) + v_y(t)^2}$$

Vecteur accélération moyenne

$$\vec{a}_m \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)}{t_2 - t_1}$$

Vecteur accélération instantanée :

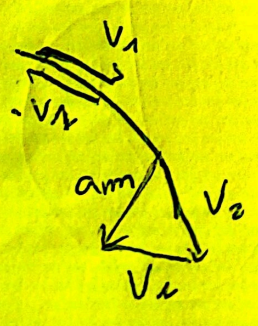
$$a(t) = \underbrace{\frac{d^2x}{dt}}_{ax(t)}\vec{i} + \underbrace{\frac{d^2y}{dt}}_{ay(t)}\vec{j}.$$

$$a(t) = ax(t)\vec{i} + ay(t)\vec{j}$$

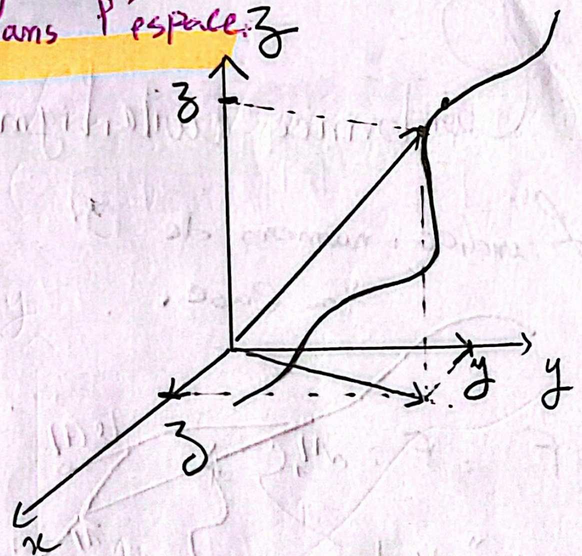
$$\boxed{a(t) = \sqrt{a_x^2(t) + ay(t)^2}}$$

* Vecteur V_m // $V_{deplacement}$

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$



Dans l'espace :



$$\vec{OM} = x_{(t)}\vec{i} + y_{(t)}\vec{j} + z_{(t)}\vec{k}$$

$$\vec{M_1M_2} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j} + \Delta z\vec{k}$$

$$\vec{v}_m \Big|_{t_1}^{t_2} \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t}\vec{k}$$

$$v(t) = \underbrace{\frac{dx}{dt}}_{V_x}\vec{i} + \underbrace{\frac{dy}{dt}}_{V_y}\vec{j} + \underbrace{\frac{dz}{dt}}_{V_z}\vec{k}.$$

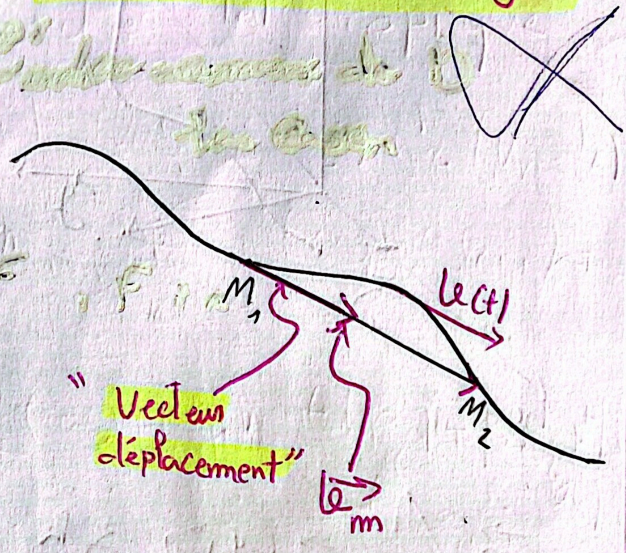
* tangente

$$\vec{a}_m \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} =$$

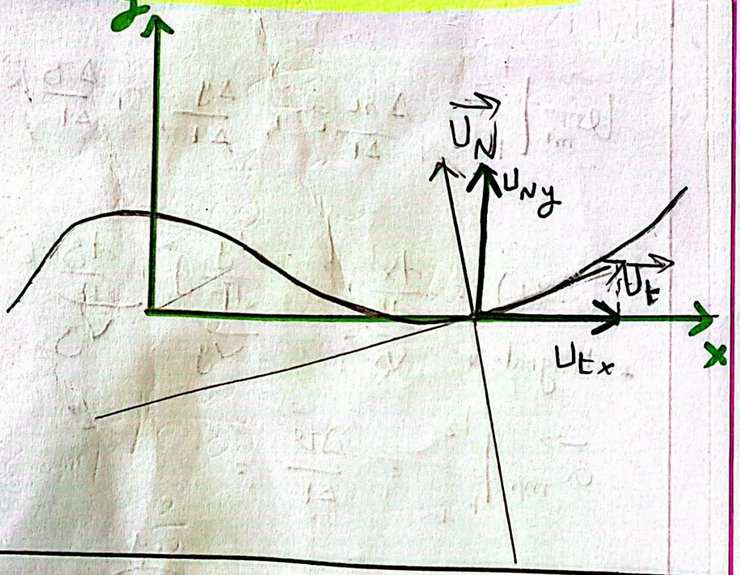
$$\vec{a}(t) = \overbrace{\frac{d^2\cancel{x}}{dt}}^{ax}\vec{i} + \overbrace{\frac{d^2y}{dt}}^{ay}\vec{j} + \underbrace{\frac{d^2z}{dt}}_{az}.\vec{k}$$

$$a(t) = \sqrt{ax_{(t)}^2 + ay_{(t)}^2 + az_{(t)}^2}$$

2- Cordonnée Curviligne



Base de Frenet.



Dans un mvt

rectiligne

$a = a(t) = \frac{dU}{dt}$

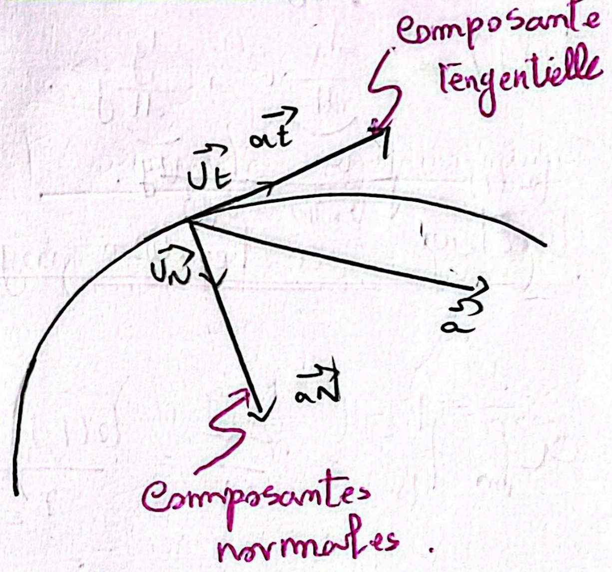
$\cancel{a_n = \frac{v^2}{\rho}}$

circulaire

$a = a_n = \frac{v^2}{\rho}$

$\cancel{a(t) = \frac{dV}{dt} = 0}$

Cordonnée intrinseques



$v = v \cdot \vec{U_t}$ (tengentielle)

~~[illegible]~~.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(v \cdot \vec{U_t})}{dt}$$

(La derivée de f.g).

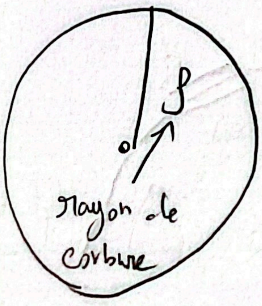
$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{U_t} + \underbrace{\frac{dU_t}{dt} \cdot v}_{a_n}.$$

$$\vec{a} = \underbrace{\frac{dv}{dt}}_{a_t} \vec{U_t} + \frac{v^2}{\rho} \underbrace{\vec{U_n}}_{U_n}$$

" rayon de courbure "

$a_t = \frac{dv}{dt}$.

$a_N = \frac{v^2}{\rho}$



i - avec une vitesse cste:

Dans les cordonnée intrinseques

$\vec{v} = v \cdot \vec{U_t}$.

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \cancel{\frac{dv}{dt}}\vec{U_t} + v \cdot \frac{d\vec{U_t}}{dt}$

$v = cste$

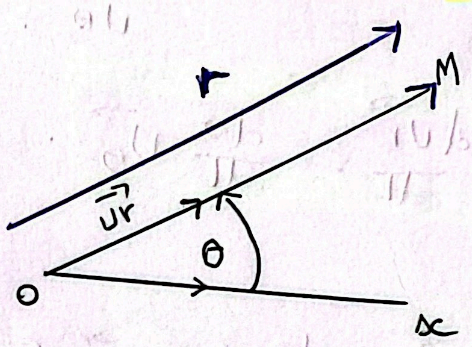
$\vec{a} = v \cdot \frac{d\vec{U_t}}{dt} = \underbrace{\frac{v^2}{\rho}}_{a_N}\vec{U_N}$

$a = a_N = \frac{v^2}{\rho}$. $\left[\rho = R \text{ نصف القطر}\right]$

rem:

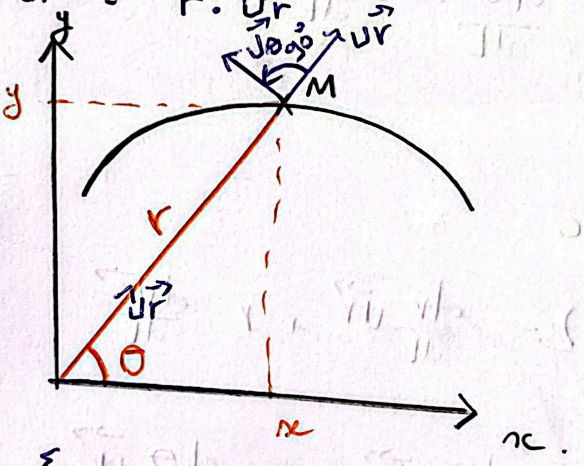
- U_r et U_θ ne sont pas des vecteurs cnste.

- $\vec{U_r} = \cos\theta\,\vec{i} + \sin\theta\,\vec{j}$
- $\vec{U_\theta} = -\sin\theta\,\vec{i} + \cos\theta\,\vec{j}$



- $r(t) = |OM|$.
- $\theta(t)$: l'angle entre OM et x.

$\vec{OM} = r \cdot \vec{U_r}$



$$\begin{cases} x = r\cos\theta \\ y = r\sin\theta \end{cases}$$

* vecteur posision: $\vec{r} = r\vec{U_r}$
* vecteur vitesse : $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}\ \frac{d(r\vec{U_r})}{dt}$.

$\vec{v} = \frac{dr}{dt}\vec{U_r} + r\frac{d\vec{U_r}}{dt}$.

$$\begin{cases} \frac{d\vec{U_r}}{dt} = -\frac{d\theta}{dt}\sin\ \vec{i} + \frac{d\theta}{dt}\cos\theta\ \vec{j} \\ \frac{d\vec{U_\theta}}{dt} = -\frac{d\theta}{dt}\cos\ \vec{i} + -\frac{d\theta}{dt}\sin\theta\ \vec{j} \end{cases}$$

Scanned with CamScanner

$$\frac{d\vec{U_r}}{dt} = \frac{d\theta}{dt}\underbrace{(-\sin\theta\,\vec{i} + \cos\theta\,\vec{j})}_{U_\theta}.$$

$$\boxed{\frac{d\vec{U_r}}{dt} = \frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta}}.$$

$$\frac{d\vec{U_\theta}}{dt} = \frac{d\theta}{dt}(-\cos\theta\,\vec{i} - \sin\theta\,\vec{j}).$$

$$\boxed{\frac{d\vec{U_\theta}}{dt} = -\frac{d\theta}{dt}\cdot\vec{U_r}}.$$

Donc

$$v(t) = \frac{dr}{dt}\vec{U_r} + r\frac{d\vec{U_r}}{dt}$$

$$v(t) = \underbrace{\frac{dr}{dt}\vec{U_r}}_{\vec{v_r}} + \underbrace{r\frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta}}_{\vec{v_\theta}}.$$

r = le module de OM (vecteur position).

v_r : composante radiale

v_θ : " Transversale.

Vecteur accélération :

• (derivée).

$$a = \frac{dv}{dt}.$$

$$\vec{v} = \frac{dr}{dt}\vec{U_r} + r\frac{d\theta}{dt}\cdot\vec{U_\theta}.$$

$$\vec{v} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dr}{dt}\vec{U_r} + r\frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta}\right)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2}U_r + \frac{dr}{dt}\cdot\underbrace{\frac{d\vec{U_r}}{dt}}_{\frac{d\theta}{dt}U_\theta} + \underbrace{\frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta}}_{} + r\frac{d^2\theta}{(dt)^2}\vec{U_\theta} + r\frac{d\theta}{dt}\cdot\frac{d\vec{U_\theta}}{dt}.$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2}U_r + \frac{dr}{dt}\cdot\frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta} + \frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt}\vec{U_\theta} + r\frac{d^2\theta}{dt^2}\vec{U_\theta} - r\frac{d\theta}{dt}\cdot\frac{d\theta}{dt}\vec{U_r}.$$

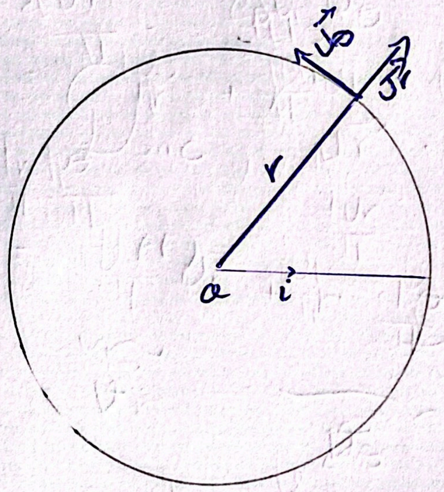
$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \left(\frac{d^2r}{dt^2} - r\frac{d\theta}{dt}\cdot\frac{d\theta}{dt}\right)\vec{U_r} + \left(\frac{d\theta}{dt} + \frac{dr}{dt}\frac{d\theta}{dt} + r\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)\vec{U_\theta}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \underbrace{\left(\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\right)}_{a_r}\vec{U_r} + \underbrace{\left(2\frac{d\theta}{dt}\frac{dr}{dt} + r\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)}_{a_\theta}\vec{U_\theta}$$

donc.

$$\vec{a} = a_r \vec{U_r} + a_\theta \vec{U_\theta}$$

Exemple dans un mvt circulaire ($R = C^{ste}$).



$$\vec{r} = r \vec{U_r} + \cancel{r \dot{\vec{U_\theta}}} \ (t).$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \cancel{\frac{dr}{dt}} U_r + r \cdot \frac{d\vec{U_r}}{dt}.$$

C^{ste}

$$= r \cdot \frac{d\vec{U_r}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{dr}{dt} \cdot \frac{d\vec{U_r}}{dt} + r \frac{d^2 U_r}{dt^2}$$

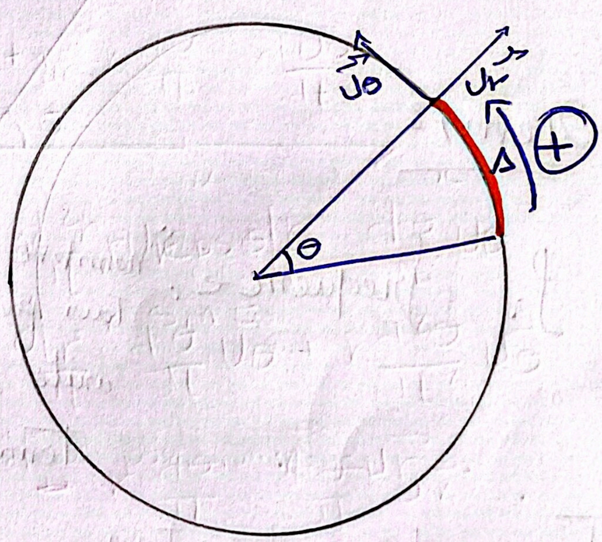
$$\vec{a} = \frac{dr}{dt} \cdot \frac{d\theta}{dt} \vec{U_\theta} + r \frac{d^2 U_r}{dt^2}$$

$\Longleftrightarrow$

$$\vec{a} = \left(\cancel{\frac{d^2 r}{dt^2}} - r \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 \right) \vec{U_r} + \left(\cancel{2 \frac{d\theta}{dt} \frac{dr}{dt}} + r \frac{d^2\theta}{dt^2} \right) \vec{U_\theta}.$$

$$\vec{a} = \underbrace{-\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2}_{a_r} \vec{U_r} + \underbrace{r \frac{d^2\theta}{dt^2}}_{a_\theta} \vec{U_\theta}$$

Le mvt Circulaire :



$s = R.\theta$ (l'abscisse curviligne).

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d(R.\theta)}{dt} = R \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$= R.\omega \ (\text{rad/s})$$

$\frac{d\theta}{dt} = \omega =$ vitesse angulaire.

$\frac{dv}{dt} = R \cdot \frac{d\omega}{dt} = R \cdot \alpha$.

$\frac{d\omega}{dt} = \alpha =$ accelération angulaire (rad/s^2)

$\vec{a} = \vec{a_t} + \vec{a_N}$.

$= R\alpha \, \vec{U_t} + R\omega^2 \, \vec{U_n}$.

$a_t = \frac{dv}{dt} = R\alpha$ $\quad a_N = \frac{v^2}{R} = \frac{R^2\omega^2}{\cancel{R}}$

$= R\omega^2$

rem:

f: frequence: "nombre de Tour par unité de Temps"

T: durée d'1 Tour Complet

$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$.

* $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (MCU).
* $v = \omega . R$ | $\frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T}$

rebroussement =

ou la vitesse s'annule

- ds la vitesse c'est

un (-) de sens

Resumé Dynamique

Principe d'inertie (العطالة)

- particule libre = celle qui n'est soumise a aucune interaction

- P.L se deplace suivant un mVT.R.U, si elle est en repos elle le restera.

- un repère Galiléen ou l'inertie est un repert dont le quel le P.I est valable

- جسم كبير = كتلة كبيرة = عطالة كبيرة

* inerte = عاطل =

* la resistance que pose un corps a tout modification de son état de mVt.

II. La Quantité du mVt :

m $\vec{v}$ $\vec{p}$

$\vec{P} = \vec{q} = m.\vec{v}$ $[m.Kg.s^{-1}]$.

. m̂ direction/sens avec $\vec{v}$

remq: Un système qui se compose de plusieur particule

$\vec{P}_{tot} = \sum \vec{p}_i$.

. une Particule Libre. se deplace tjrs suivant une quantité de mVt Cnste dans un repère "Galilien"

ncipe de Conservasion de la qtité de mVt :

* Un système physique isolé
ميتأثرش بالخارج
possède une qtité de mVt

Cste.

Exemple : Soit un système isolé formé de 2p.

$t = t_1$ $\qquad$ $t = t_2$

p_1 et p_2 $\qquad$ p'_1 et p'_2.

Donc.

$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$ (P.C q.mvt)
= Cste.

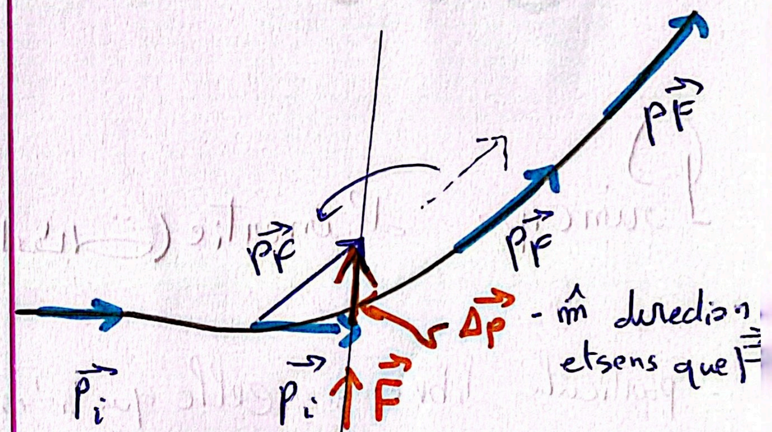
qtité $\vec{p} = 0$ حابس *

كي يوزن كثر يعطاك كثر

* $\Delta\vec{p} = \vec{p}_F - \vec{p}_i$.

III - Lois de Newton :

· Suite quantité de mVt :



$\vec{\Delta p} = \vec{p_F} - \vec{p_i}$

$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ quand l'interval est petit $\vec{F} \propto \Delta\vec{p}$

$\vec{F}(t) = \frac{d\vec{p}}{dt}$.
(N)

On a.

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$

$\vec{p}_1 - \vec{p}'_1 = \vec{p}'_2 - \vec{p}_2$.

$(\vec{p}'_1 - \vec{p}_1) = -(\vec{p}'_2 - \vec{p}_2)$.

$\vec{\Delta p}_1 = -\vec{\Delta p}_2$.

Scanned with CamScanner

$\vec{a} = \vec{g}$.

Projection (Oxy).

$a_x(t) = 0 \, m/s^2$

$a_y(t) = -g \, m/s^2$.

Donc.

$$\begin{cases} v_x(t) = a_x t + v_{0x} \\ v_y(t) = a_y t + v_{0y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos\alpha = \dfrac{v_{0x}}{v_0} \\ \sin\alpha = \dfrac{v_{0y}}{v_0} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos\alpha \\ v_y(t) = -g\,t + v_0 \sin\cancel{\alpha} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = \cancel{\frac{1}{2} a_x t^2} + v_{x0} t + x_0. \\ y(t) = \frac{1}{2} a_y t^2 + v_{0y} t + y_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos\alpha t + \cancel{x_0} \quad \text{.. } 1 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin\alpha t + \cancel{y_0} \quad \text{.. } 2 \end{cases}$$

L'equation de la trajectoire:

$t = \dfrac{x(t)}{v_0 \cos\alpha}$ .. 3

3 dans 2.

$$y(t) = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right).$$

$$\boxed{y(t) = -\frac{g}{2} \frac{x^2}{v_0^2 \cos\alpha^2} + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} . x.}$$

3

Sommet :

* v_y sommet $= 0$.

$v_y\, t_s = 0$

$-g t_s + v_0 \sin\alpha = 0$

$$\boxed{t_s = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}}.$$

$h = y_{ts} =$ equation y.

$$\boxed{y_s = \frac{-g}{2} t_s^2 + v_0 \sin\alpha\, t_s}$$

on remplace t.

Au point C :

au point C.

$y = 0$

$y_C = -\frac{g}{2} t^2 + v_0 \sin\alpha\, t = 0$

$$\boxed{t_C = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g}}.$$

La portée x_C :

x_C (portée)

on a.

$x_{t_C} = v_0 \cos\alpha\, t_C$

on remplace.

rem :

$h_s = h_{max} \Rightarrow$

$\sin\alpha = 1$.

$\alpha = \frac{\pi}{2} = 90°$.

$x_C = x_{C\,max} \Rightarrow$

$\sin 2\alpha = 1$.

$2\alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\boxed{\alpha = \frac{\pi}{4}}.$$

~~Loa~~ Principe Fondamental de la dynamique :

2ème loi de Newton.

- objet de masse m Cste subit une Force F, Il aura une a donnée :

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\sum_{i} \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{R.F.D.}$$

somme des forces

seulement qd la masse est Cste

$$\star \ \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m.\vec{v})}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$$

(démenstration) $= m\vec{a}$

Le Principe de l'action et la reaction : (3ème loi de Newton)

- Si un objet A agit sur un objet B avec une force $\vec{F}_{A/B}$ donc B agit sur A avec une Force

$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}.$$

Démenstration :

(~~deux~~ un) système isolé

$$\vec{P}_{tot} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

$$P'_{tot} = \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2$$

$$\vec{P}_{tot} = \vec{p}'_{tot}$$

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2$$

$$\vec{F}_1 \left\{ \frac{\Delta \vec{P}_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta \vec{P}_2}{\Delta t} \right\} \vec{F}_2$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Enoncé :

1ère loi de Newton :

> une particule qui n'est soumise à aucune Force est en repos ou bien en M.R.U.

$2^{ème}$ loi de Newton :

Soit une particule (de masse m, de vitesse $\vec{v}$ et de qtité de mvt $\vec{p} = m\vec{v}$.

- La derivée de $\vec{p}$ paraport au temps Δt est égale à la Force s'exercant sur cette particule.

Rem :

* Le poids d'un objet c'est $F_{T/O}$ (force exercé par la Terre sur un objet).

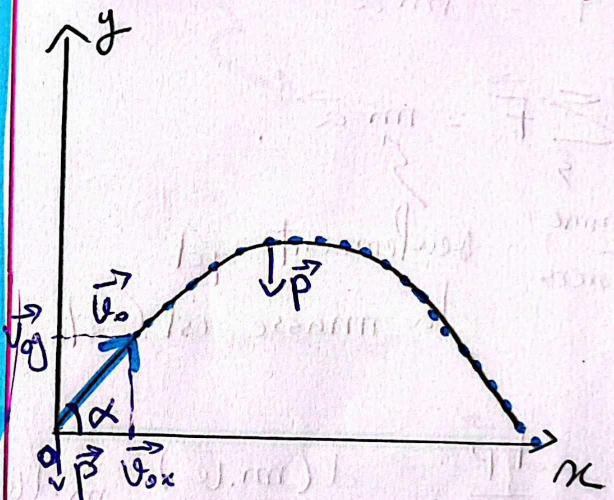
$\vec{P} = m\vec{g}$.

1- Le poids d'un obj au voisinage de la Surface de la terre :

- $\vec{a} = Cste = g \simeq 9,8 m/s^2$

$\vec{g}$ est dirigé vers le Centre de la terre

Movement d'un projectile



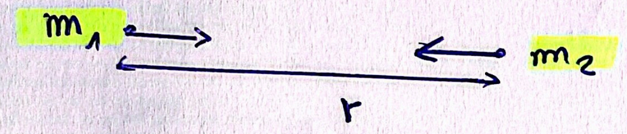
PFD :

$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{P} = m\vec{a}$. $\vec{P} = m\vec{g}$.

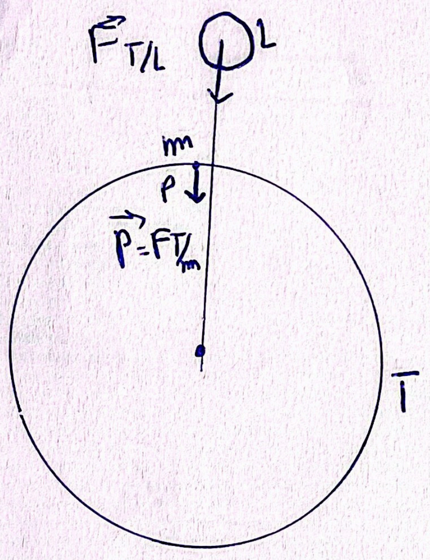
* tout les objets en voisinage de la terre tombe avec la m̂ accéleration

1) Loi de Gravitation universelle :



$$|\vec{F}_{1/2}| = |\vec{F}_{2/1}| = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G = 6,67 \times 10^{-11}$ S.I.



$$P = mg_0 = \frac{GM_T m}{R_T^2}$$

masse de la Terre

rayon de la terre.

$$g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2} = 9,79\ m/s^2$$

$$g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

$$g(r) = \frac{GM_T}{r^2}.$$

$$\frac{g_r}{g_0} = \frac{R_T^2}{r^2} = \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$$

$$\boxed{g(r) = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}}$$

2) Satellite "fixe" ou "géostationnaire"

- Il decrit une orbit Circulaire autour de la terre.
- Il doit effectuer une rotation de 24h
  $T = 24h$.

★ Si l'objet se trouve à une distance de la terre alors.

$$g_0 = \frac{GM_T}{(R_T+h)^2}.$$

$$= \frac{G\, m\, M_T}{r^2}$$

$$m a = \frac{G\, M_T m}{r^2}$$

$$\begin{cases} a_N = \dfrac{v^2}{r} \\ T = \dfrac{2\pi r}{v} \end{cases}$$

$$\cancel{m} a = \frac{G \cancel{m} M_T}{(R_T+h)^2}$$

$$a_N = \frac{G\, m_T}{(R_T+h)^2} = \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = \frac{G M_T}{(R_T+h)} \quad \ldots ⓐ$$

$$T^2 = \frac{(2\pi r)^2}{v^2}$$

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{G M_T r}{(R_T+h)}$$

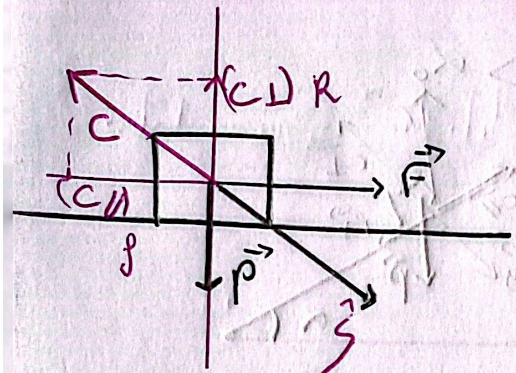
$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{G M_T}$$

donc

$$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_T T^2}{4\pi^2}} \quad \ldots \text{done}$$

Les Forces de Contactes :

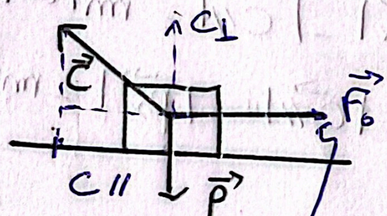
سكون



une Force qui essae de ↘ ⟹ une force qui gène dans le sens opposé

* Cas statique

نهاية السكون

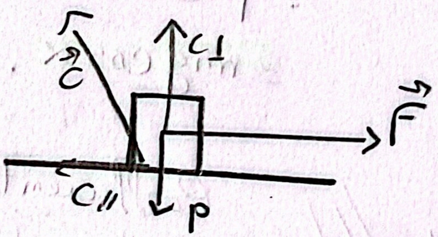


limite

$F_0 > C_{//}$

Il bouge

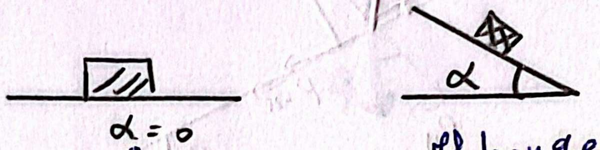
si on ajoute chwiya l'objet bouge.



quand Il bouge $C_{//} = Cste$ (يبقى وثابت)

donc Il est independant de F.

Frottement :



Il bouge

* repture de l'equilibre :

خلل في التوازن

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ {
- repos
- repture de l'equilibre
- equilibre

* repture de l'equilibre = Fin de l'equilibre "limite"

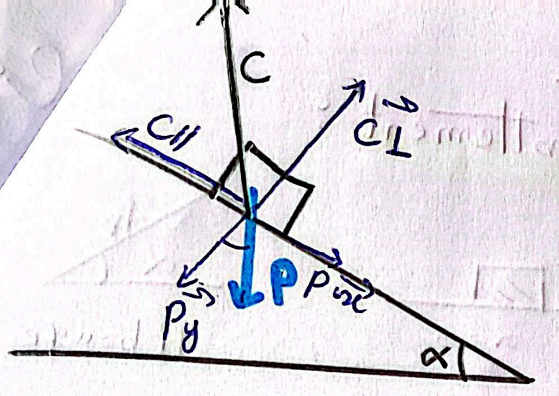
* Corp au repos :

$\sum \vec{F} = \vec{0}$

en équilibre

$\vec{a} = 0$

Scanned with CamScanner



corps en equilibre.

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{C} = -\vec{P}$$

en repture de l'équilibre:

$\alpha = \alpha_0$ et $\vec{P} = \vec{C}_0$

* $|\vec{P}_x| = |\vec{C}_{//}| = mg \sin\alpha_0$
* $|\vec{P}_y| = |\vec{C}_y| = mg \cos\alpha_0$

Coefficient de Frottement statique

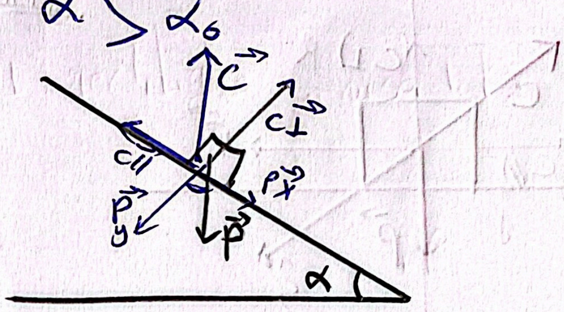
$$\mu_s = \frac{|C_{//}|}{|C_\perp|} = tg\,\alpha_0$$

* C// et C⊥ composante de C à la repture de l'equilibre

si on depasse α_0, il descend

Dans le cas du mvt :

$\alpha > \alpha_0$



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{C} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} |\vec{P}_x| - |\vec{C}_{//}| = m|\vec{a}| \\ |\vec{C}_{//}| = |\vec{P}_x| - m|\vec{a}| \end{cases}$$

et

$|\vec{P}_y| = |\vec{C}_\perp| =$ parceque y a pas de mvt sur yy

$= p\cos\alpha$

$= mg\cos\alpha$.

$\mu_g = \mu_d =$ Coefficient de frottement dynamique

$$\mu_d = \frac{|C_{//}|}{|C_\perp|} \quad \{\text{apres le mvt}\}$$

Force élastique:

Force de rappel:

$\vec{T} = T_x \, i$

$T_x = -k(\ell - \ell_0)$.

Cste de raideur

longueur à vide dure

longueur du ressort avec m accroché

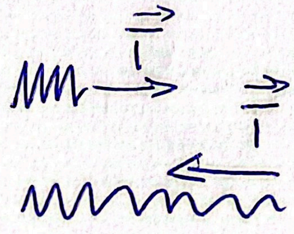
$\sum F = 0$

$|\vec{P}| = |\vec{T}| = mg = k(\ell - \ell_0)$.

En mvt :

$|\vec{P}| - |\vec{T}| = ma = m \frac{d^2x}{dt^2}$

$mg - k(\ell - \ell_0 + x) = ma$.



Rem

1. $\mu_s > \mu_g$

parceque dans le mvt C11 deminue donc Md deminue.

- C1 ne change pas.

2- Md est cste au mvt.

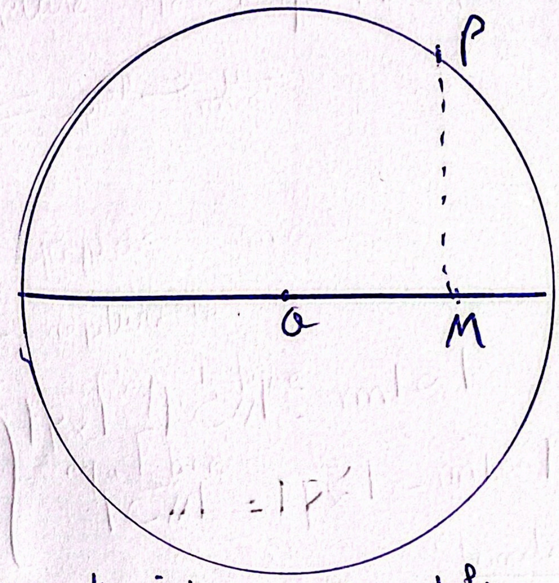
* On utilise Ms dans la limite et pas dans le repos

* Ms = rupture de l'equilibre.

* Md : pendant le mvt.

Les Forces elastiques

Mvt rectiligne sinusoidal.



Vas et vient = mvt rectiligne sinusoidale.

$\vec{OM} = x\vec{i}$

$x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

amplitude
- x max
- dis max

$v = \omega . R$

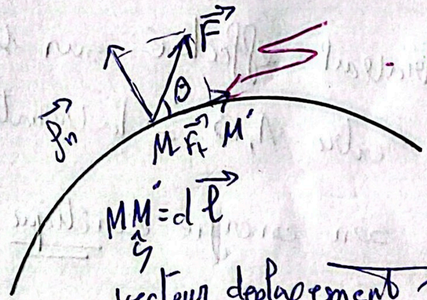
$\omega = \frac{2\pi}{T}$. ~~$-A \leq x \leq +A$~~

$v = \frac{dx}{dt} = -R \sin(\omega t + \varphi)$

Travail et Enérgie :

1 _ Travail

- deplacement infiniment petit
- on le considère rectiligne.



$\overrightarrow{MM'} = \vec{dl}$
vecteur deplacement.

$$dW = \vec{F} \cdot \vec{dl} = F \cdot \underbrace{dl \cdot \cos\alpha}$$

le produit scalaire entre le vecteur $\vec{F}$ et le vecteur deplacement.

projection de $\vec{dl} = MM'$

$$W_A^B(\vec{F}) = \int_A^B dW = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl}.$$

$$[W] = [F] \cdot [L].$$

$$[W] = [M] \frac{[L]}{[t]^2}$$

P.g

$$[W] = [M][L][t]^{-2}$$

$W(J)$

donc :

$$\cos\theta = \frac{f_t}{F} \quad . \quad f_t = \cos\theta \cdot F.$$

$$dW = f_t \cdot dl \quad \text{deplacement}$$

$$W_A^B(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F_t} \cdot \vec{dl}.$$

Exception :

$$* \; W_A^B(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

$$= F \int_A^B \vec{dl}$$

F constente.

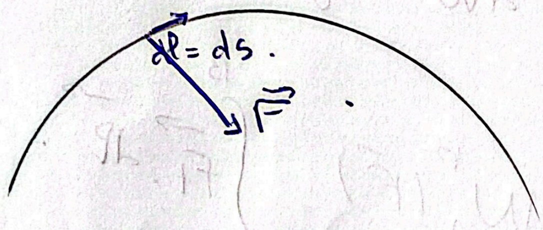
$$W_A^B(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$$

* F est perpendiculaire au deplacement
* $\vec{F} \perp MM' \Rightarrow W(\vec{F})_A^B = 0$
* La puissance est :
* $P_A^B = \frac{W_A^B}{\Delta t}$ $[P] = W$ (watt)
* Puissance instantanée : $P = \frac{dW}{dt}$.

énergie cinétique

Δs ↪ déplacement.

* $W_A^B(\vec F) = \int_A^B F_t \cdot ds$.



$\vec F = m\vec a$.

$F_t = m a_t$.

$F_t = m \cdot \frac{dv}{dt}$.

$$W_A^B(\vec F) = \int_A^B m \cdot \frac{dv}{dt}\, ds = \int_A^B m\, dv \cdot \frac{ds}{dt}\, v$$

$$= \int_A^B m\, v\, dv = \left[m \frac{v^2}{2}\right]_{v_A}^{v_B}$$

$$W_A^B(F) = \underbrace{\frac{1}{2} m v_b^2}_{EC} - \frac{1}{2} m v_a^2$$

$$W_A^B(\vec F) = \Delta EC = EC_B - EC_A.$$

* $\boxed{EC = \frac{1}{2} m v^2}$.

$EC = \frac{p^2}{2m}$ p : qté de mvt.

3. Thm de l'énergie cinétique :

La travail effectué sur la particule entre A, B = la variation de son energie cinétique..

$$W(\vec F)\Big|_A^B = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$= EC_B - EC_A$$

$$= \sum_A^B W(F_{ext})$$

conservatif et non conservatif

$p = mv$

$v = \frac{p}{m}$.

$EC = \frac{1}{2} m v^2$

$EC = \frac{p^2}{2m}$

L'energie potentielle :

1/ Ep d'une partic soumise à la force de gravitation.

$$W_A^B(F) = \int_A^B \vec{f} \cdot \vec{dl}$$ ⇒ deplacement

$$W_A^B(F) = \int_A^B -\frac{GM_m}{r^2}\vec{U}\,\vec{dl}$$

$$= -GM_m \int_A^B \frac{1}{r^2}\,dl$$

$$= -GM_m \int_A^B r^{-2}\,dl.$$

$$= -GM_m \left[-\frac{1}{r}+c\right]_A^B.$$

$$= -GM_m \left(-\frac{1}{r_B} - \frac{-1}{r_A}\right)$$

$$\boxed{* \; Ep(r) = \frac{-GM_m}{r} + C.}$$

$r = R+h$

$Ep(\infty) = 0 \quad C = 0.$

2/ Au voisinage de la terre :

$\boxed{r = h + R}$

On a $r = R+h$.

$$Ep(h=0) = 0.$$

$$Ep(r) = -\frac{GM_m}{r}$$

$$Ep(h=0) = 0 \Leftrightarrow$$

$$-\frac{GM_m}{r} + C = 0$$

$$C = \frac{GM_m}{r}$$

$$Ep(h) = -\frac{GM_m}{R+h} + \frac{GM_m}{R}$$

$$Ep(h) = \frac{GM_m h}{R^2}$$

$$\boxed{Ep(h) = mgh}$$

L'energie Totale :

$$ET = EC + EP.$$

$$W(\vec{F})_A^B = Ep(A) - Ep(B).$$

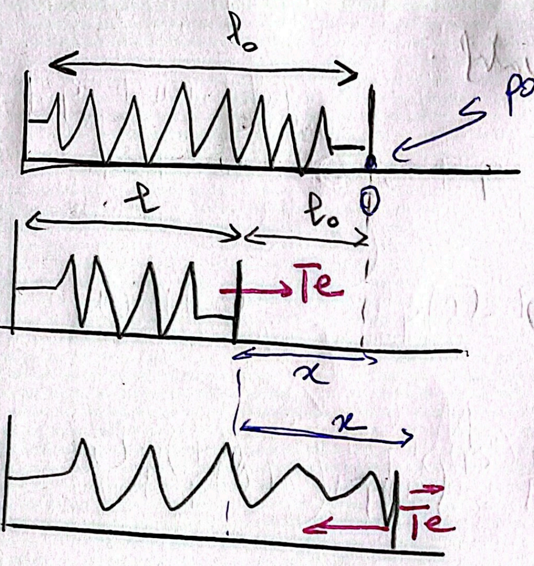
$$W(\vec{F})_A^B = EC(B) - EC(A)$$

$$Ep(A) - Ep(B) = EC(B) - EC(A)$$

$$EC(A) + Ep(A) = EC(B) - Ep(B)$$

$$\boxed{ECAT = ET_B}$$

Energie potencielle élastique :



$T = k \,.\, |\Delta l|$

$$\boxed{\vec{T} = -k \,.\, x \,\vec{i}}$$

$$W_A^B(\vec{T_e}) = \int_A^B \vec{T_e} \,.\, \vec{dl}$$

$$= \int_A^B -kx \, dx \,.$$

$$= \left[-\frac{1}{2} k x^2\right]_A^B$$

$$= -\frac{1}{2} k x_B^2 + \frac{1}{2} k x_A^2$$

$$= Ep_e(A) - Ep_e(B)$$

$$\boxed{Ep_e(x) = \frac{1}{2} k x^2 + Cste} \Longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} Ep_e = 0 \quad x = 0 \\ Ep_e(x) = \frac{1}{2} k x^2 \end{array}}$$

$$E_T = EC + Ep_e$$

Les Force conservati

- Force de gravitation
- Force élastique
-

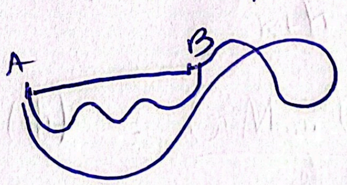
$$W_A^B(\vec{F}) = \Delta EC \Big|_A^B \,.$$

$$= Ep(A) - Ep(B) \,.$$

$$\boxed{ET_A = ET_B}$$

une force conservative :

* conserve ET.
* W ne deppend pas du chemain



$W_A^B(\vec{F}) = EpA - EpB = 0$
$(A = B)$

* W d'une force cns dans un chemain fermé est nulle

nm. de l'energie totale

$\Delta E_T = \sum W$ des force non conservatives.

$E_{Tf} - E_{Ti} = \sum W$ force non conservatif.

<u>une force conservatif</u> :

$W(F_C) = -\Delta E_P = E_P(A) - E_P(B)$

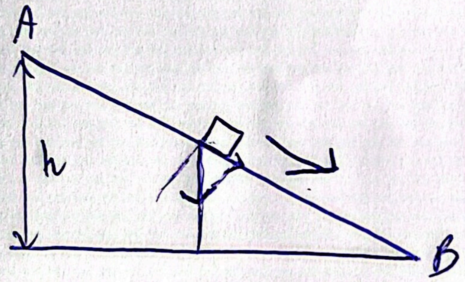
$W(F_C) = E_C(B) - E_C(A)$

$E_{Tf} = E_{Ti}$ (conservatif).

Scanned with CamScanner

Force $\perp$ au deplacement

$\longrightarrow W(\vec{F}) = 0$.



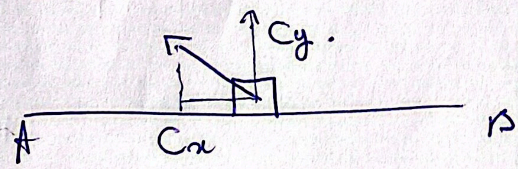
$W(\vec{P}) = + mgh$ (↘)

$\sin \alpha = \dfrac{h}{AB}$.

$\boxed{* h = AB \sin \alpha}$

$W(\vec{P}) = - mgh$ (↖).

W (frottement)



$W(C_x) : C_x \times AB \cos(180$

$\boxed{W(C_x) = - C_x\, AB}$.

$\boxed{W(C_x) = - \mu_d\, C_{y\,(1)} \times AB}$.

Si toute les forces sont conservatif.

$E_{T_f} = E_{T_i}$.

$\Delta ET = 0$.

$E_{T_f} - E_{T_I} = W(\vec{C_x})$

force non conservatif

$|\vec{T}| = Kx$.

$W(T_e) = E_{pe_i} - E_{pe_f}$.

$= -\dfrac{1}{2} k x^2$.

Force non Conservative

- Les Frottement.

$W(F_{cons}) = - \Delta EP$.