efrei

PARIS PANTHÉON-ASSAS UNIVERSITÉ

Chapitre 0 (Rappels)

Mécanique classique

23-24

Plan

- Rappel physique classique :
  - Conversion des unités de mesure
  - Lois de Newton
  - Equation du mouvement
  - Choc élastique
  - Onde, fréquence et période

Rappel : conversion des unités de mesure

Unité	En mètre (m)	Abrév.
Déci	10^{-1}	dm
Centi	10^{-2}	cm
Milli	10^{-3}	mm
Micro	10^{-6}	µm
Nano	10^{-9}	nm
Pico	10^{-12}	pm
Femto	10^{-15}	fm
Atto	10^{-18}	a
Zepto	10^{-21}	z
yocto	10^{-24}	y

- 1 Ångström (Å) = 10^{-10} m
- 1 eV = 1.6028×10^{-19} Joules

APPLICATION

- Exercice : convertir aux unités de mesure indiquées ci-dessous:

5 mm = m

5 mm = Å

5 m = fm

5 g = kg

6 µm = m

98 ev = J

35 MeV = J

72 J = eV

- **Exercice :** convertir aux unités de mesure indiquées ci-dessous:

5 mm = 5×10^{-3} m

5 mm = 5×10^{7} Å

5 m = 5×10^{15} fm

5 g = 5×10^{-3} kg

6 µm = 6×10^{-6} m

98 ev = $98 \times 1.6028 \times 10^{-19}$ J = $157{,}1 \times 10^{-19}$ J

35 MeV = $35 \times 10^{6} \times 1.6028 \times 10^{-19}$ J = 66.5×10^{-13} J

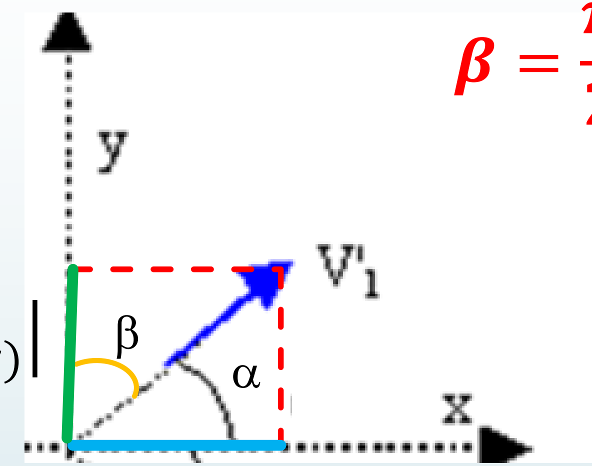
72 J = $72 / (1.6028 \times 10^{-19})$ eV = 45×10^{19} eV

Projection d'un vecteur sur l'axe x'Ox et y'Oy

$$\boldsymbol{\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha}$$

C'est la projection sur y'Oy

$$\left|V'_{1(y)}\right|$$



$$\left|V'_{1(x)}\right|$$

C'est la projection sur x'Ox

Si α est entre V'$_1$ et V'$_{1(x)}$

$$\left|V'_{1(x)}\right| = |V'_1|.\cos(\alpha)$$

Si β est entre V'$_1$ et V'$_{1(y)}$

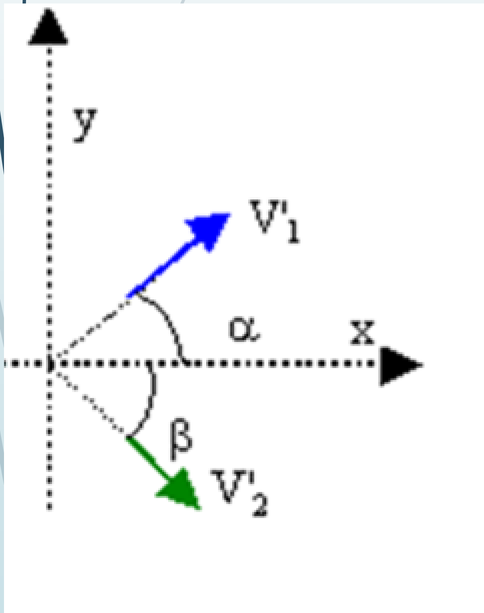
$$\left|V'_{1(y)}\right| = |V'_1|.\cos(\beta)$$

$$\left|V'_{1(y)}\right| = |V'_1|.\sin(\alpha)$$

Application 1 :

On donne $V'_1 = 20$ m/s et $V'_2 = 10$ m/s . Les angles font $\alpha = 30°$ et $\beta = 60°$

Trouver les composantes V'_{1x}, V'_{1y}, V'_{2x} et V'_{2y}



$V'_{1x} = |V'1|.\cos(\alpha) = 20.\cos(30) = 20.\ (0.866) = 17.32$

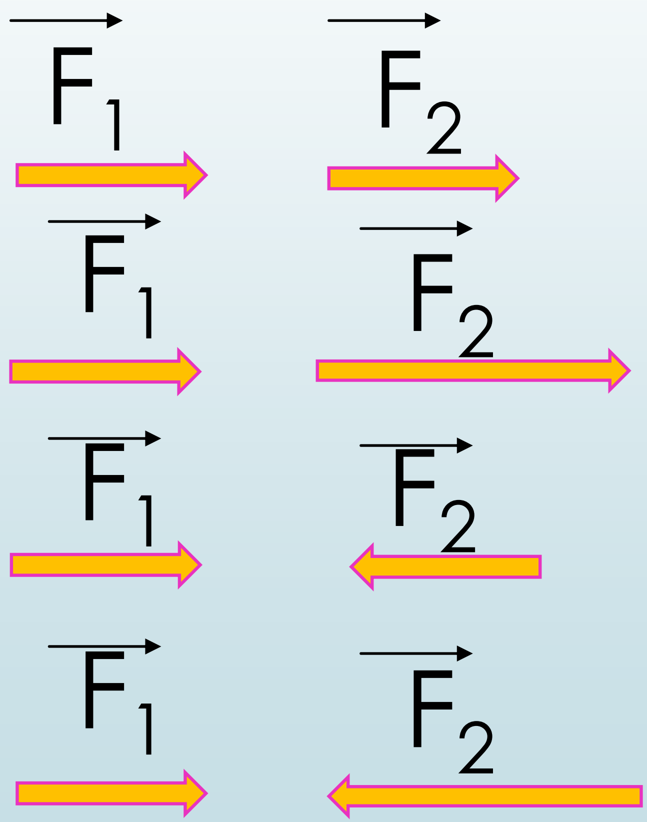
$V'_{1y} = |V'1|.\sin(\alpha) = 20.\ \sin(30) = 20.(0.5) = 10$

$V'_{2x} = |V'2|.\cos(\beta) = 10.\ \cos(60) = 10.(0.5) = 5$

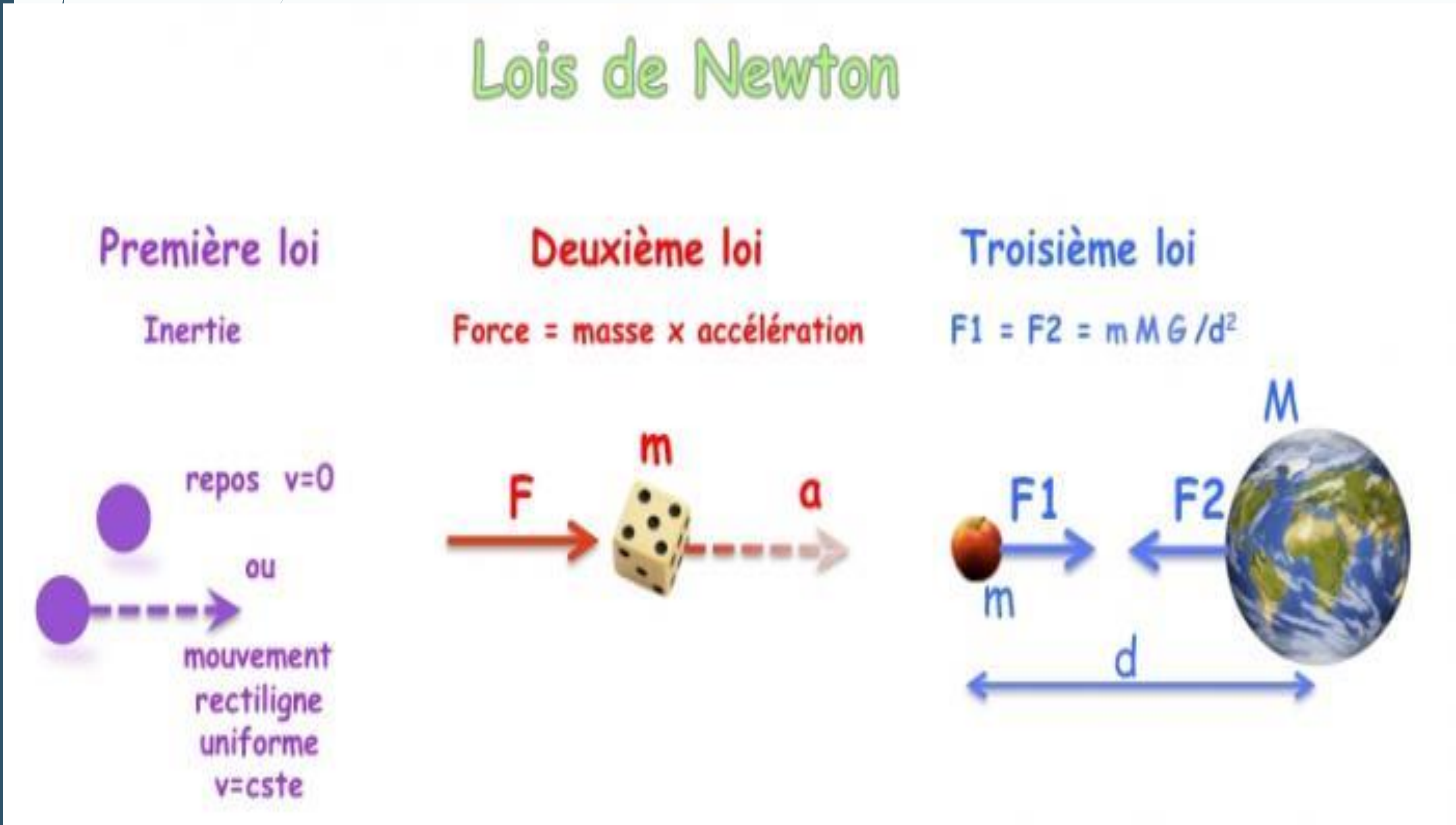
$V'_{2y} = |V'2|.\sin(\beta) = 10.\ \sin(60) = 10.(0.866) = 8.66$

Application 2 :

Que donne la somme de ces deux vecteurs, en sens, direction et module ?



Rappel : loi de Newton



Principe d'inertie : 1ère loi de Newton

Enoncé: Dans un référentiel inertiel ou Galiléen, tout point matériel isolé ou pseudo-isolé est animé d'un mouvement à vitesse $\vec{v}$ constante :

Un objet au repos reste au repos ou, s'il est en mouvement, conserve son vecteur vitesse constant (mouvement uniforme). La résultante des forces extérieures est nulle : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

Principe ou relation fondamental de la dynamique : 2ème loi de Newton

Enoncé: Soit un corps de masse *m* (constante), l'accélération subie par ce corps dans un référentiel Galiléen est proportionnelle à la résultante des forces qu'il subit, et inversement proportionnelle à sa masse *m*.

Ceci est souvent récapitulé dans l'équation : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

- $\sum \vec{F}_{ext}$ désigne la somme des forces extérieures exercées sur l'objet, l'unité dans le SI de la force est le Newton (N),
- m est la masse de l'objet, l'unité dans le SI de la masse est le kilogramme (kg),
- $\vec{a}$ est l'accélération de son centre d'inertie G, par rapport au référentiel inertiel retenu pour l'étude, l'unité dans le SI de l'accélération est m/s^2.

Principe de l'action et de la réaction : 3ème loi de Newton

Enoncé : Tout corps **A** exerçant une force sur un corps **B** subit une force d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps **B**.

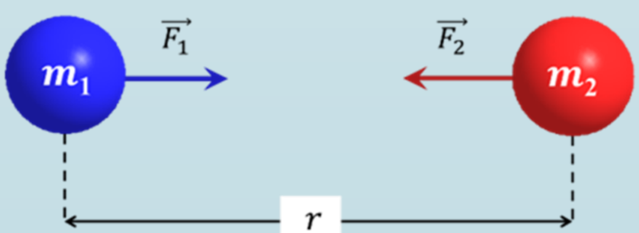
A et **B** étant deux corps en interaction, la force $\vec{F}_{A/B}$ (exercée par **A** sur **B**) et la force $\vec{F}_{B/A}$ (exercée par **B** sur **A**) qui décrivent l'interaction sont directement opposées :

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

Dans le cas de la mécanique du point, la 3ème loi précise également : $\vec{F}_{A/B} + \vec{F}_{B/A} = \vec{0}$.

La force d'interaction est portée par la droite reliant les positions des particules.

Exemple de la force d'**attraction gravitationnelle**



$$\overrightarrow{F_1} = -\overrightarrow{F_2}$$ et

$$\|\overrightarrow{F_1}\| = \|\overrightarrow{F_2}\| = G\,\frac{|m_1|\times|m_2|}{r^2}$$

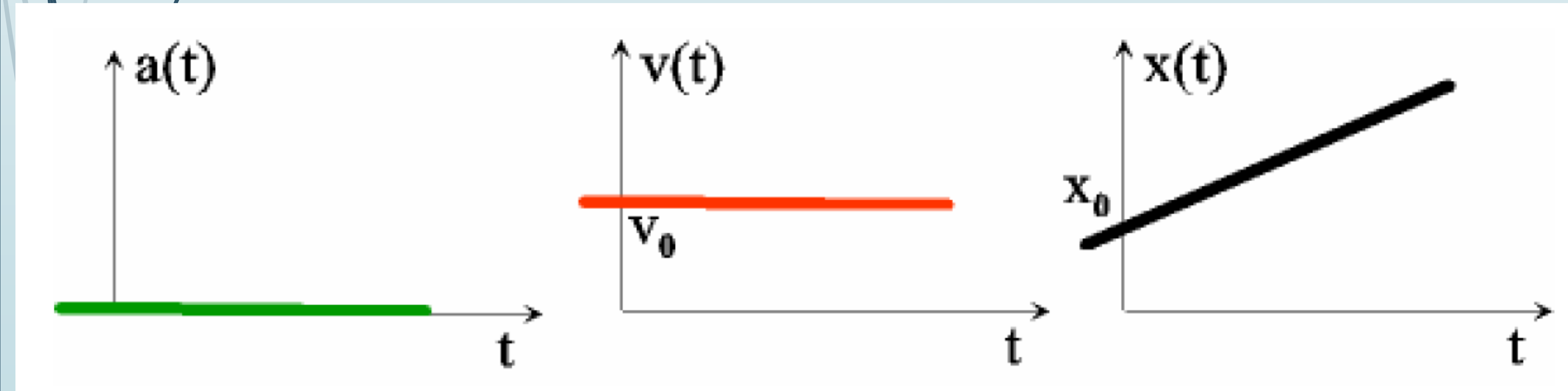
Equation de mouvement : Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU)

Le **MRU** est un mouvement rectiligne à **vitesse constante** : $v(t) = cte = v_0$

Les équations d'un **MRU** sont donc : $\begin{cases} a(t) = 0 \\ v(t) = v_0 \\ x(t) = v_0 t + x_0 \end{cases}$

x_0 est la position à l'instant initial

La figure ci-dessous donne une représentation des équations d'un MRU :



$x(t)$ est représentée par une droite

Equation de mouvement : Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (MRUV)

Le **MRUV** est un mouvement rectiligne à accélération constante : $a(t) = cte = a_0$

Les équations d'un **MRUV** sont donc :

$$\begin{cases} a(t) = a_0 \\ v(t) = a_0 t + v_0 \\ x(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t + x_0 \end{cases}$$

x_0 et v_0 sont respectivement la position et la vitesse à l'instant initial

Relation indépendante du temps, applicable entre deux instants quelconque, ici t_1 et t_0 :

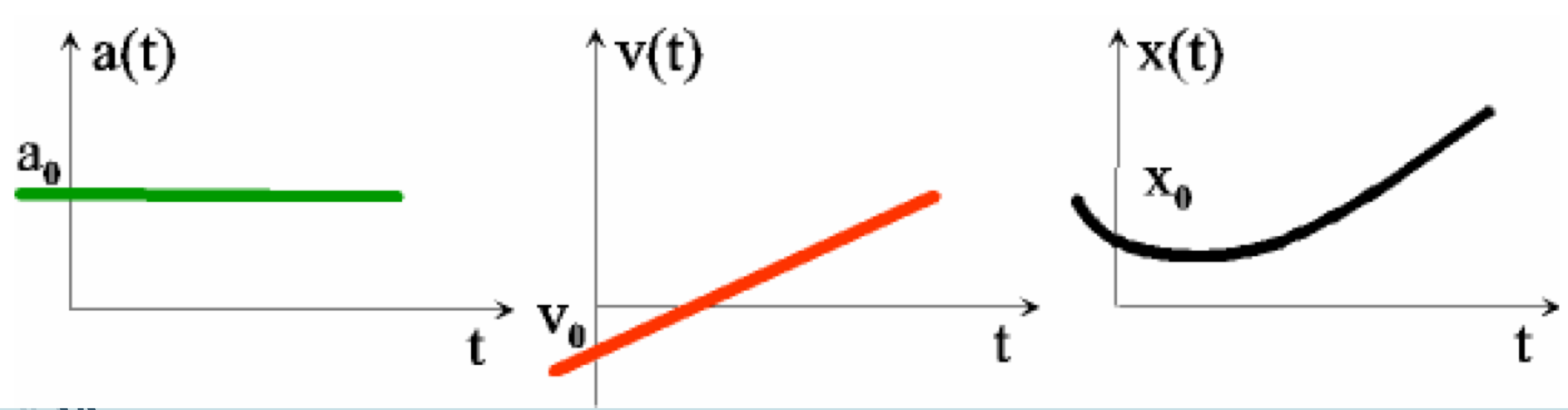
$$\Delta v^2 = 2a\Delta x \implies v_1^2 - v_0^2 = 2a(x_1 - x_0)$$

Equation de mouvement : Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (MRUV)

Les équations d'un **MRUV** sont donc :

$$\begin{cases} a(t) = a_0 \\ v(t) = a_0 t + v_0 \\ x(t) = \dfrac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t + x_0 \end{cases}$$

La figure ci-contre donne une représentation des équations d'un MRUV



La fonction $x(t)$ est du second degré et la courbe à laquelle elle correspond est une parabole

- **Exercice :**

1-Déterminer la vitesse d'un véhicule soumis à une force résultante nulle ayant une vitesse initiale $v_0 = 15$ m/s.

2- Déterminer la distance parcourue pendant une heure

- **Solution :**

1- MRU : $v = v_0 = 15$ m/s = cte .

2- $x = v.t + x_0$ or à $t = 0$ s, $x_0 = 0$ m

$x = v.t = 15 \times 60 \times 60 = 54000$ m = 54 km

Exercice :

1- Déterminer l'équation du mouvement d'un véhicule pesant 1200 Kg en mouvement rectiligne à accélération uniforme 35 m/s^2 partant du repos.

2- Déterminer la quantité de mouvement après 5 heures de trajet.

- **Solution :**

1- $a = 35\ m/s^2$

$v = 35t + v_0 \qquad (v_0 = 0)$

$x = \frac{1}{2}\ 35\ .t^2 + v_0.t + x_0 \qquad (x_0 = 0)$

$$\boxed{x = \frac{1}{2}\ 35\ .t^2}$$

2- $p = mv = 1200\ .\ (35\ .5\ .3600) = 756 \times 10^6\ kg\ m/s$

- **Exercice :**

  Déterminer l'équation du mouvement d'une pièce qui tombe en chute libre à partir d'une hauteur de 10 m avec une vitesse initiale 30 m/s (la pièce est lâchée avec une vitesse verticale vers le haut). Prendre g = 9.8 m/s^2.

- **Solution :**

  $a = -g$

  $v = -gt + v_0 \qquad v_0 = 30$ m/s

  $y = -\frac{1}{2}.\, g\, .t^2 + v_0\, .t + y_0 \quad (y_0 = h)$

  $y = -\frac{1}{2}\, .\, 9.8\, .t^2 + 30.t + 10$

Rappel : choc (mécanique) élastique

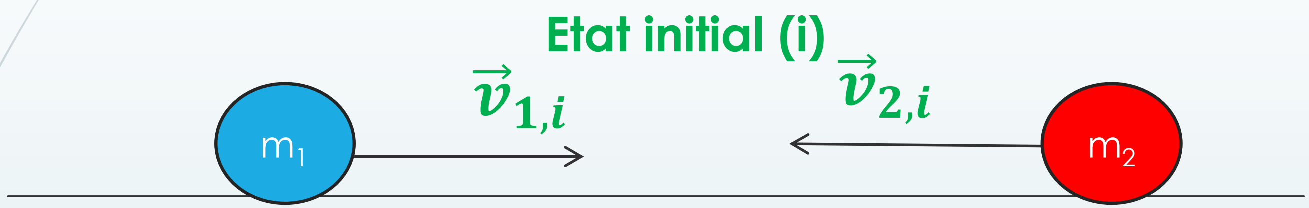
- Un choc mécanique est une brusque variation du module de la vitesse d'un corps après collision avec un autre corps

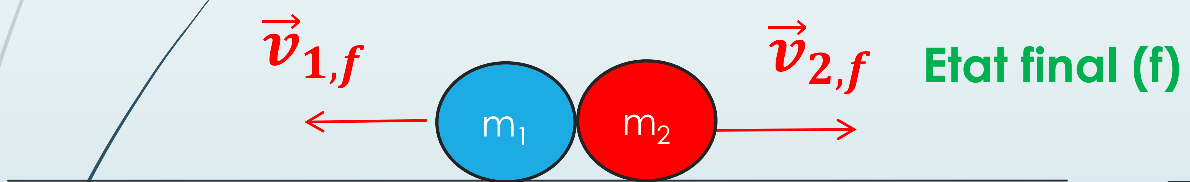
- Il est **élastique** lorsque l'état interne ne varie pas c'est-à-dire :

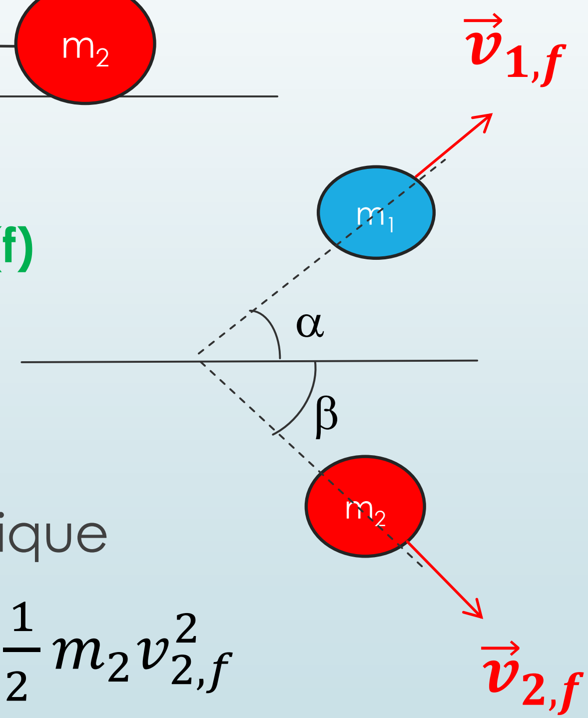
= > Conservation de l'énergie cinétique & conservation de la quantité de mouvement

Rappel : choc (mécanique) élastique

Deux objets de masses respectives m_1, m_2 et de vitesse v_1, v_2 entre en collision élastique:







- **Choc élastique :**
  - Conservation de l'énergie cinétique

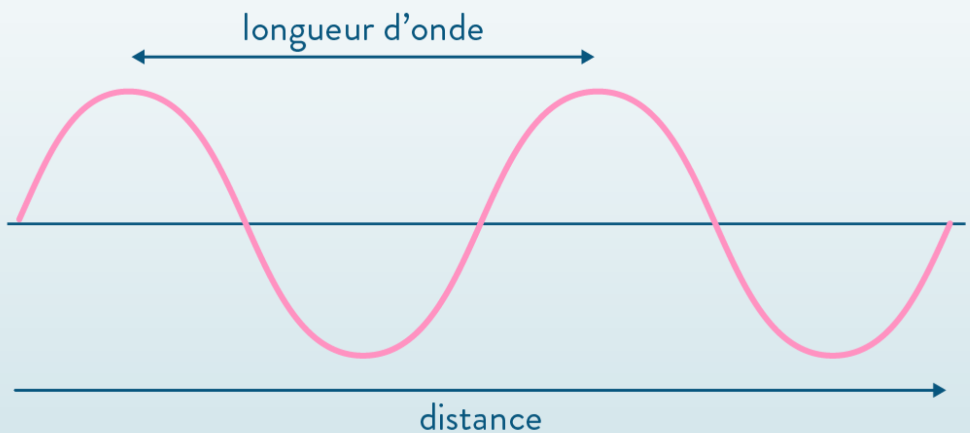
$$\frac{1}{2}m_1v_{1,i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2,i}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1,f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2,f}^2$$

  - Conservation de la quantité de Mouvement

$$m_1\vec{v}_{1,i} + m_2\vec{v}_{2,i} = m_1\vec{v}_{1,f} + m_2\vec{v}_{2,f}$$

Rappel : onde, fréquence et période

Une **onde** est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible de propriétés physiques locales. Elle transporte de l'énergie sans transporter de matière.



L'onde est caractérisée par sa longueur d'onde λ et sa fréquence f :

- λ est la distance parcourue par l'onde pendant une période. **Unité : m.**

- La fréquence, f, correspond au nombre d'oscillations d'un phénomène périodique par unité de temps. **Unité : s^{-1}, ou Hertz (Hz).**

Rappel : onde, fréquence et période

- La longueur d'onde et la fréquence sont liées par la relation :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

où :

- λ est la longueur d'onde dans le vide (m)
- v est la vitesse de propagation de l'onde (m/s)
- f est la fréquence de l'onde (Hz ou s^{-1})

Il s'agit généralement d'une fréquence temporelle $\boldsymbol{f}$, reliée à la période $\boldsymbol{T}$ (exprimée en s) du phénomène observé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{f = 1/ T}.$$

- **Exercice** :

Les ondes sonores se propagent dans l'air à 340 m/s. Les sons audibles ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. Calculer l'intervalle de longueur d'onde des sons audibles.

Comme $\lambda = v \times T$ et $T = \frac{1}{f}$ alors

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

La vitesse du son dans l'air est environ $v = 340\ m.s^{-1}$ et donc on a les deux valeurs de longueurs d'onde possibles

$$\lambda_1 = \frac{340\ m.s^{-1}}{20\ Hz} = 17\ m$$

$$\lambda_2 = \frac{340\ m.s^{-1}}{20000\ Hz} = 1,7\ cm$$