MODÉLISATION DES MOUVEMENTS
DANS LES CHAMPS GRAVITIONNELS ET ÉLECTRIQUES

La modélisation des mouvements se fait en utilisant la 2ème loi de Newton :

Dans un référentiel galiléen , la résultante $\Sigma \vec{F}_{ext}$ des forces extérieures appliquées à un système est égale à la dérivée par rapport au temps de son vecteur quantité de mouvement :

$$\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt}}$$

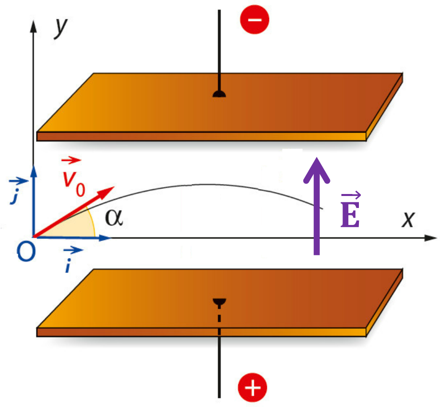
ΣF_{ext} s'exprime en N
m s'exprime en kg
p s'exprime en $kg.m.s^{-1}$

2ème loi de Newton dans le cas où m est constante : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}_G$ (a_G s'exprime en $m.s^{-2}$)

Méthode d'application de la 2ème loi de Newton :

1. Définir le système
2. Préciser le référentiel galiléen par rapport auquel on étudie le mouvement
3. Faire le bilan des forces extérieures appliquées au système
4. Ecrire la 2ème loi de Newton
5. Projeter la relation vectorielle dans le repère d'étude et déterminer les constantes d'intégration grâce aux conditions initiales

➢ **Exemple du mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme :** *activité 1*



1. Système : l'électron
2. Référentiel terrestre (supposé galiléen pendant la durée du mouvement)
3. Force électrostatique : $\boxed{\vec{F} = q \times \vec{E}}$ (= - e x $\vec{E}$ pour un électron)
   Poids de l'électron : $\vec{P} = m_é \times \vec{g}$ (négligeable par rapport à $\vec{F}$)
4. On applique la 2ème loi de Newton au système dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{F} = m \times \vec{a}$

$$\Leftrightarrow \quad \vec{a} = -(e/m) \times \vec{E}$$

5. Projection suivant les axes $(O\vec{i})$ et $(O\vec{j})$:

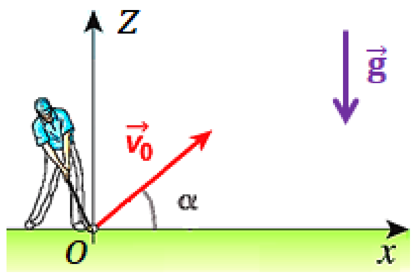
$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -(e.E)/m \end{cases} \xrightarrow[v_x(0) = v_0.\cos\alpha,\ v_y(0) = v_0.\sin\alpha]{\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}} \begin{cases} v_x = v_0.\cos\alpha \\ v_y = -(e.E.t)/m + v_0.\sin\alpha \end{cases} \xrightarrow[x(0) = 0,\ y(0) = 0]{\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}} \begin{cases} x = v_0.\cos\alpha.t \\ y = -\frac{1}{2}(e.E.t^2)/m + v_0.\sin\alpha.t \end{cases}$$

A partir des équations horaires x(t) et y(t) on peut déduire l'équation de la trajectoire : $y = -\frac{1}{2}.\frac{e.E}{m.v_0^2.\cos^2\alpha}.x^2 + (\tan\alpha).x$

- **Exemple du mouvement d'une balle de golf dans le champ de pesanteur terrestre (champ uniforme) :**

1. Système : la balle de golf
2. Référentiel terrestre (supposé galiléen pendant la durée du lancer)
3. Le poids de la balle : $\vec{P} = m \times \vec{g}$

   La force de frottements de l'air : $\vec{f}$
4. On applique la 2ème loi de Newton au système dans le référentiel terrestre supposé galiléen : $\vec{P} + \vec{f} = m \times \vec{a}$



Dans le cas où l'on peut négliger f par rapport à P (cas d'une vitesse faible), l'équation devient : $\vec{P} = m \times \vec{a}$

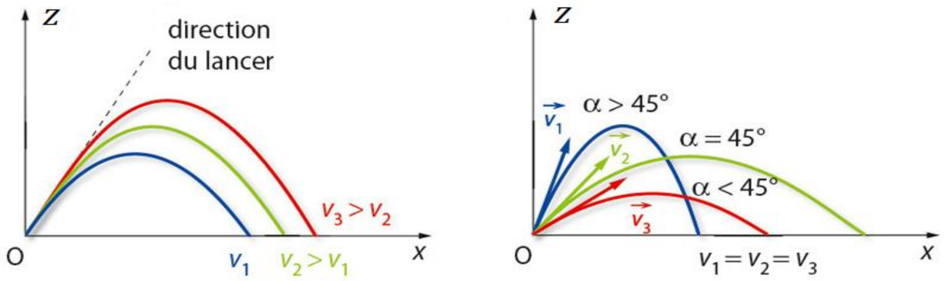
$\Leftrightarrow \quad \vec{a} = \vec{g}$

5. Projection suivant les axes $(O\vec{\imath})$ et $(O\vec{k})$:

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \xrightarrow[\substack{v_x(0) = v_0.\cos\alpha \\ v_z(0) = v_0.\sin\alpha}]{\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}} \begin{cases} v_x = v_0.\cos\alpha \\ v_z = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{cases} \xrightarrow[\substack{x(0) = 0 \\ z(0) = 0}]{\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}} \begin{cases} x = v_0.\cos\alpha.t \\ z = -\frac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t \end{cases}$$

A partir des équations horaires x(t) et y(t) on peut déduire l'équation de la trajectoire : $z = -\frac{1}{2}.\frac{g}{(v_0.\cos\alpha)^2}.x^2 + (\tan\alpha).x$

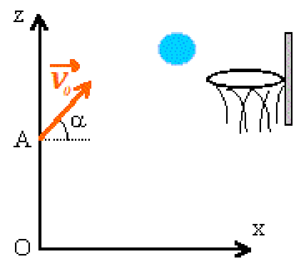
Remarque 1 : on retrouve bien l'influence de v_0 et de α sur le mouvement :



Remarque 2 : dans le cas où la balle est lancée en un point différent de l'origine (exemple du basket ci-dessous), certaines constantes d'intégration peuvent être modifiées :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \xrightarrow[\substack{v_x(0) = v_0.\cos\alpha \\ v_z(0) = v_0.\sin\alpha}]{\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}} \begin{cases} v_x = v_0.\cos\alpha \\ v_z = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{cases} \xrightarrow[\substack{x(0) = 0 \\ z(0) = \mathbf{h_A}}]{\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}} \begin{cases} x = v_0.\cos\alpha.t \\ z = -\frac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + \mathbf{h_A} \end{cases}$$

Équation de la trajectoire : $z = -\frac{1}{2}.\frac{g}{(v_0.\cos\alpha)^2}.x^2 + (\tan\alpha).x + \mathbf{h_A}$



EXERCICES : n°9,10,15,17,23,24,25 p156/160 + n°3 p251 + exo Bac « super héros » (photocopie)
+ « préparer le Bac » p162/163