

22/11/20.

## TG: Spé physique - Mécanique.

dessin réalité

5 cm  $\leftrightarrow$  10 cm.

9 cm  $\leftrightarrow$  18 cm.

### Exercice n°2.

1- D'après la chronophotographie, le mouvement du centre d'inertie du mobile auto-poseur est circulaire. En effet, les points  $G_i$  ( $i \in [1;6]$ ), sont tous à la même distance de  $O$ . D'ailleurs, on a bien:

$$\forall i \in [1;6], \quad OG_i \approx 18 \text{ cm.}$$

2- Calcul de la vitesse en  $G_2$ :

$$v_2 = \frac{\widehat{G_1 G_3}}{2\pi} \quad \text{Or, sur le dessin, on mesure } \widehat{G_1 G_3} = 3,1 \text{ cm.}$$

Donc, dans la réalité  $\widehat{G_1 G_3} = 6,2 \text{ cm.}$

$$v_2 = \frac{6,2 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,78 \text{ m/s.}$$

De même, on détermine que :

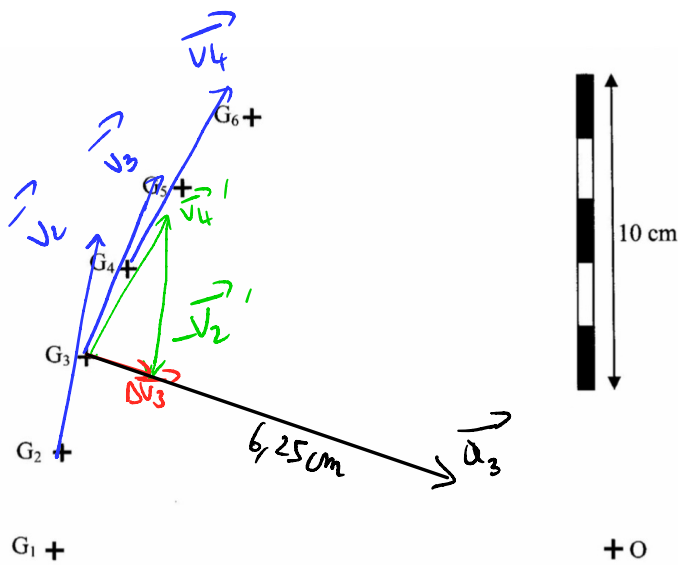
$$v_3 = \frac{\widehat{G_2 G_4}}{2\pi} = \frac{6,2 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,78 \text{ m/s.}$$

et  $v_4 = 0,78 \text{ m/s.}$

3- Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire et dans le sens du mouvement. Par ailleurs, on a:

$$1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$\frac{0,78 \times 1}{0,25} = 3,1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,78 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$



$\vec{a}_3 = \frac{\Delta \vec{v}_3}{2C}$   
 Dans le cas de mouvement circulaire uniforme:

- $\vec{a}_3$  : direction  $(G_3 O)$
- : Sens  $G_3$  vers  $O$ .
- : norme  $\frac{\|\Delta \vec{v}_3\|}{2C}$ .

On trace le vecteur  $\vec{v}_4$  en  $G_3$ .

On trace l'opposé du vecteur  $\vec{v}_2$  à l'extrémité de  $\vec{v}_4$ .

On calcule la valeur de l'accélération  $a_3 = \frac{\|\Delta \vec{v}_3\|}{2C}$ .

On mesure la longueur du vecteur  $\|\Delta \vec{v}_3\|$ : 1 cm  $\rightarrow$  0,25 m.s<sup>-1</sup>.

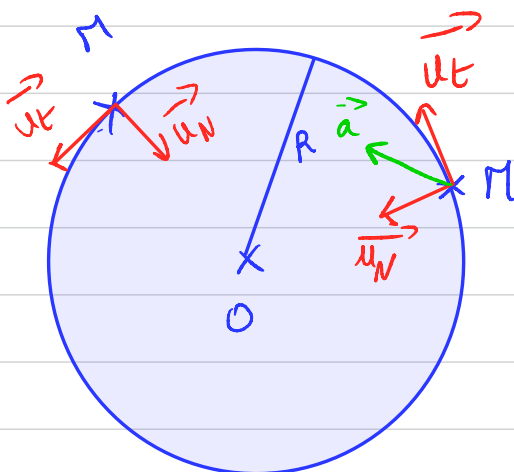
D'où :

$$a_3 = \frac{0,25}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 3,125 \text{ m.s}^{-2}$$

Or 1,0 cm  $\leftrightarrow$  0,5 m.s<sup>-2</sup>

6,25 cm  $\leftrightarrow$  3,125 m.s<sup>-2</sup>.

Cours: Repère de Fresnel:



$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{u}_N + \frac{dv}{dt} \vec{u}_T$$

Ju:  $\vec{a}_a = \frac{v^2}{R} \vec{u}_N + \frac{dv}{dt} \vec{u}_T$  Or  $v = \text{cte} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$

$$\vec{a}_a = \frac{v^2}{R} \vec{u}_N$$

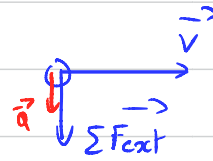
$$a_3 = \frac{0,78^2}{18 \times 10^{-2}} = 3,4 \text{ m/s}^2$$

cohérent avec la mesure précédente.

5 -  $\vec{v}_3$  et  $\vec{a}_3$  sont orthogonaux donc le mouvement est uniforme.

Exercice 3:

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}$$



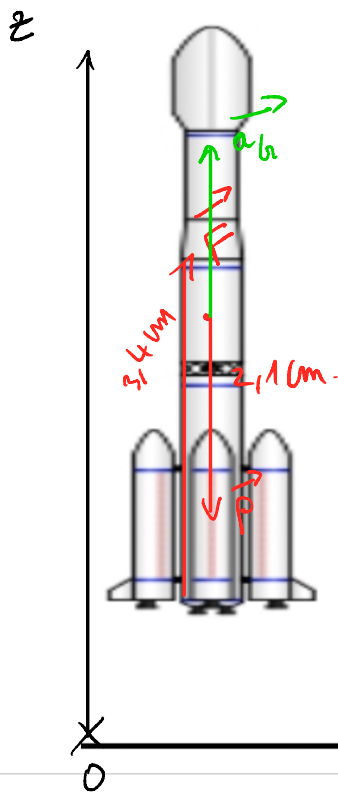
à l'oral.  $= m \frac{dv}{dt}$

Exercice 6:

1.1 Le décollage est étudié dans le référentiel terrestre. supposé galiléen.

1.2

$$P = mg = 4,26 \times 10^5 \times 9,8 = 4,2 \times 10^6 \text{ N} \\ = 4,2 \text{ MN.}$$



1.3. Système: { fusée }

Point Maths:

$$\vec{u} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \vec{v} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

Ref: terrestre supposé galiléen.

$$\vec{u} + \vec{v} \begin{pmatrix} x+x' \\ y+y' \end{pmatrix}$$

Bdf:  
\*  $\vec{P}$   
\*  $\vec{F}$

$$\vec{u} + \vec{v} = \vec{w} \begin{pmatrix} x'' \\ y'' \end{pmatrix}$$

2<sup>ne</sup> loi de Newton:  $\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$

$$\vec{P} + \vec{F} = m \times \vec{a}$$

$$P_z + F_z = m \times a_z$$

$$a_z = \frac{P_z + F_z}{m}$$

$$a_z = \frac{-4,2 \times 10^6 + 6,8 \times 10^6}{4,26 \times 10^5} = 6,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

1.5.a)  $[Dv_g] = \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

$$[\|\sum \vec{F}_{ext}\|] [\|m \times \vec{a}\|] = [m \times a] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

1.5.b)  $\|\vec{F}\| = \|-D \vec{V}_g\| = \| -D \| \times \| \vec{V}_g \|$

$$= D \times V_g = 2,9 \times 10^3 \times 20 \times 10^3$$

$$= 5,8 \times 10^7 \text{ N} > P = 4,2 \times 10^6 \text{ N}$$

2-1. D'après le principe d'inertie,  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$  car le mouvement est rectiligne uniforme.

Avant:

$$3-1 \quad \vec{p}_{\text{systeme}} = \vec{p}_{\text{fusée}} + \vec{p}_{\text{gaz}} = m_f \times \vec{v}_{\text{fusée}} + m_g \times \vec{v}_{\text{gaz}}$$

Donc: Or le système est considéré comme immobile. Donc  $\vec{v}_f = \vec{v}_g = \vec{0}$ .

$$\vec{p}_{\text{systeme}} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow p_{\text{systeme}} = 0 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3-2. Le système { fusée + gaz } est isolé. Donc sa qte de mouvement après la mise en route reste constante:

Après:  $\vec{p}_{\text{systeme}} = \vec{0}$

$$\vec{p}_f + \vec{p}_g = \vec{0} \quad (\Leftrightarrow) \quad m_f \times \vec{v}_f + m_g \times \vec{v}_g = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \vec{p}_f = -\vec{p}_g$$

la fusée avance en sens opposé par rapport aux gaz.

$$\vec{v}_f = \frac{-m_g \vec{v}_g}{m_f}$$

$$v_f = \frac{m_g}{m_f} \times v_g$$

$$v_f = \frac{4,0 \times 10^3}{4,0 \times 10^5} \times 20 \times 10^3 = 50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

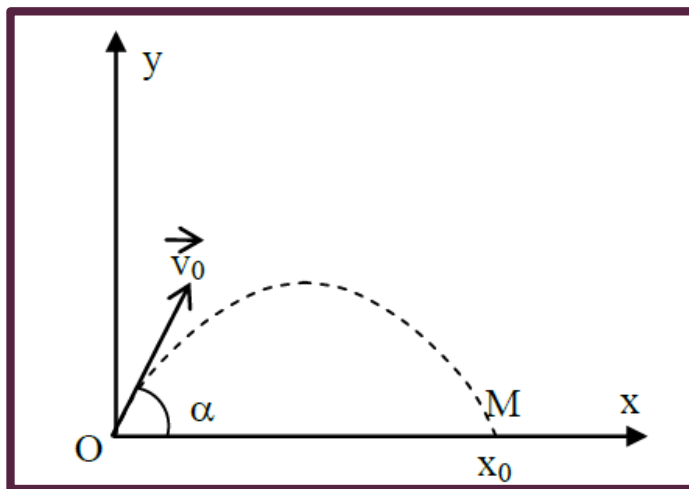
m<sup>o</sup>10 pour le 29/11/20.

# THEME 2 :

# COMPRENDRE-LOIS

# ET MODELES

*Chapitre 8 : Mouvement dans un champ.*



## I. DEUXIEME LOI DE NEWTON

### 1. Enoncé de la seconde loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur un point matériel est égale à la dérivée par rapport au temps du vecteur quantité de mouvement de ce point matériel :

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

Remarque : la deuxième loi de Newton est la généralisation du principe d'inertie.

## 2. Cas d'un point matériel de masse constante

Ecrivons la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} \text{ Or nous savons que la quantité de mouvement s'écrit : } \vec{p} = m\vec{v}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{dm\vec{v}}{dt} \text{ Or on suppose que la masse est constante donc :}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ Or en cinématique on a } \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ d'où :}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$$

On peut donc conclure que lorsque la masse est constante, la deuxième loi de Newton s'écrit plus simplement :

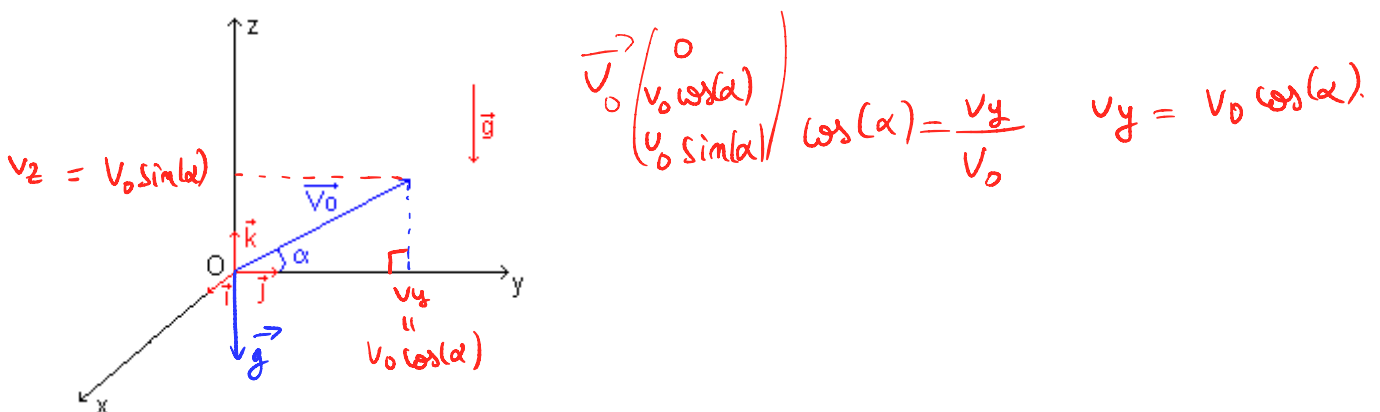
$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$$

## II. MOUVEMENT DANS UN CHAMPS UNIFORME

### 1. Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme.

Soit un système  $\{M\}$  assimilable à un point matériel lancé avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  dans le champs de pesanteur  $\vec{g}$  supposé constant.

On se propose de travailler dans le référentiel terrestre supposé galiléen auquel on associe un **repère cartésien** de l'espace.



Bilan des forces : on considère que le système ne subit que le poids  $\vec{P} = m\vec{g}$ . On suppose que les actions dues à l'air comme les frottements

fluides et la poussée d'Archimède sont négligeables. On dit alors que le système est en **chute libre**.

On applique ensuite la deuxième loi de Newton en considérant que la masse reste constante :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$$

Or la seule force qui s'exerce sur le système est le poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  d'où :

$$m\vec{g} = m \times \vec{a}$$

En simplifiant par la masse on obtient :

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

$m \cdot s^{-2}$

$g : N/kg$

Or les coordonnées de  $\vec{g}$  sont :  $\vec{g} \begin{cases} 0 \\ 0 \\ -g \end{cases}$  d'après le repère on en déduit les

coordonnées de  $\vec{a}$   $\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = 0 \\ a_z(t) = -g \end{cases}$

Or nous savons qu'en cinématique :  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  ainsi, par intégration on obtient les coordonnées du vecteur vitesse :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C1 \\ v_y(t) = C2 \\ v_z(t) = -g \times t + C3 \end{cases}$$

En se plaçant aux conditions initiales, on a :

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_x(t=0) = 0 = C1 \\ v_y(t=0) = v_0 \cos(\alpha) = C2 \\ v_z(t=0) = v_0 \sin(\alpha) = C3 \end{cases}$$

Explication :

D'où :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = 0 \\ v_y(t) = v_0 \cos(\alpha) \\ v_z(t) = -g \times t + v_0 \sin(\alpha) \end{cases}$$

Or en cinématique, nous avons établi que :  $\frac{d\vec{OM}}{dt} = \vec{v}$ . Par intégration, on a donc :

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = C4 \\ y(t) = v_0 \cos(\alpha) t + C5 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t + C6 \end{cases}$$

Or aux conditions initiales, nous avons :

$$\vec{OM}_0 \begin{cases} x(t=0) = 0 = C4 \\ y(t=0) = 0 = C5 \\ z(t=0) = 0 = C6 \end{cases}$$

On en déduit les équations horaires

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = 0 \\ y(t) = v_0 \cos(\alpha) t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t \end{cases}$$

Nous venons de démontrer que le mouvement d'un projectile dans un champs de pesanteur uniforme est plan car on a  $x(t) = 0$ .

Par ailleurs, en isolant  $t$  dans l'équation  $y(t) = v_0 \cos(\alpha) t$ , on obtient :

$$t = \frac{y}{v_0 \cos(\alpha)}$$

On substitue dans  $z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t$  et on obtient :

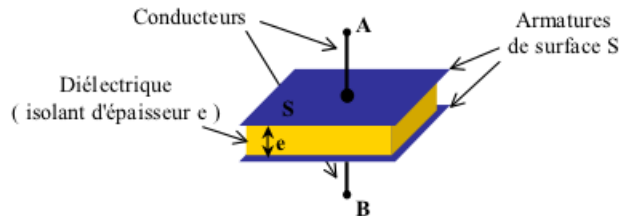
$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} y^2 + \frac{v_0 \sin(\alpha)}{v_0 \cos(\alpha)} y$$

$$z = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} y^2 + \tan(\alpha) \times y$$

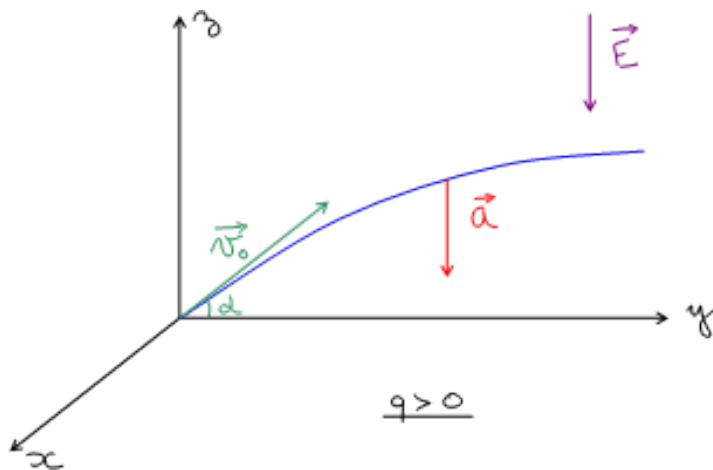
La trajectoire est donc une parabole.

## 2. Mouvement dans un champs électrique uniforme

Soit un système  $\{M\}$  assimilable à un point matériel lancé avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  de charge  $q$  dans le champs électrique  $\vec{E}$  supposé constant et engendré par un condensateur plan.



On se propose de travailler dans le référentiel terrestre supposé galiléen auquel on associe un repère cartésien de l'espace.



Bilan des forces : on considère que le système ne subit que la force électrique  $\vec{f} = q\vec{E}$ . On suppose que les actions dues à l'air comme les frottements fluides et la poussée d'Archimède sont négligeables ainsi que le poids.

On applique ensuite la deuxième loi de Newton en considérant que la masse reste constante :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$$

Or la seule force qui s'exerce sur le système est la force électrique  $\vec{f} = q\vec{E}$  d'où :

$$q\vec{E} = m \times \vec{a}$$

En simplifiant on obtient :

$$\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{E}$$

Or les coordonnées de  $\vec{E}$  sont :  $\vec{E} \begin{cases} 0 \\ 0 \\ -E \end{cases}$  d'après le repère on en déduit les

$$\text{coordonnées de } \vec{a} \begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = 0 \\ a_z(t) = -\frac{q}{m} E \end{cases}$$

Or nous savons qu'en cinématique :  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  ainsi, par intégration on obtient les coordonnées du vecteur vitesse :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C1 \\ v_y(t) = C2 \\ v_z(t) = -\frac{q}{m} E \times t + C3 \end{cases}$$

En se plaçant aux conditions initiales, on a :

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_x(t=0) = 0 = C1 \\ v_y(t=0) = v_0 \cos(\alpha) = C2 \\ v_z(t=0) = v_0 \sin(\alpha) = C3 \end{cases}$$

D'où :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = 0 \\ v_y(t) = v_0 \cos(\alpha) \\ v_z(t) = -\frac{q}{m} E \times t + v_0 \sin(\alpha) \end{cases}$$

Or en cinématique, nous avons établi que :  $\frac{d\vec{OM}}{dt} = \vec{v}$ . Par intégration, on a donc :

$$\vec{OM} \begin{cases} x(t) = C4 \\ y(t) = v_0 \cos(\alpha) t + C5 \\ z(t) = -\frac{1}{2} \times \frac{q}{m} E \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t + C6 \end{cases}$$

Or aux conditions initiales, nous avons :

$$\overrightarrow{OM_0} \begin{cases} x(t=0) = 0 = C4 \\ y(t=0) = 0 = C5 \\ z(t=0) = 0 = C6 \end{cases}$$

On en déduit les équations horaires

$$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x(t) = 0 \\ y(t) = v_0 \cos(\alpha) t \\ z(t) = -\frac{qE}{2m} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t \end{cases}$$

Nous venons de démontrer que le mouvement est d'un projectile dans un champs électrique uniforme est plan car on a  $x(t) = 0$ .

Par ailleurs, en isolant  $t$  dans l'équation  $y(t) = v_0 \cos(\alpha) t$ , on obtient :

$$t = \frac{y}{v_0 \cos(\alpha)}$$

On substitue dans  $z(t) = -\frac{qE}{2m} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) t$  et on obtient :

$$z(t) = -\frac{qE}{2m} \times \left( \frac{y}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \left( \frac{y}{v_0 \cos(\alpha)} \right)$$

$$z(t) = -\frac{qE}{2mv_0^2 \cos^2(\alpha)} \times y^2 + \tan(\alpha) y$$

La trajectoire d'une particule chargée  $q$  dans un champs électrique uniforme est donc une parabole.