Chapitre 6 : Forces et mouvements

Extrait Programme Tspé

Deuxième loi de Newton
Centre de masse d'un système
 	
Référentiel galiléen
 	
Deuxième loi de Newton
Équilibre d'un système
 	
Mouvement dans un champ uniforme
Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme
Champ électrique créé par un condensateur plan
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.
 	
Principe de l'accélérateur linéaire de particules chargées.
 	
Aspects énergétiques
	- Justifier qualitativement la position du centre de masse d'un système, cette position étant donnée.
	- Discuter qualitativement du caractère galiléen d'un référentiel donné pour le mouvement étudié.
	- Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées pour en déduire :
	  - le vecteur accélération du centre de masse, les forces appliquées au système étant connues
	  - la somme des forces appliquées au système, le mouvement du centre de masse étant connu
	- Montrer que le mouvement dans un champ uniforme est plan.
	- Établir et exploiter les équations horaires du mouvement.
	- Établir l'équation de la trajectoire.
	- Discuter de l'influence des grandeurs physiques sur les caractéristiques du champ électrique créé par un condensateur plan, son expression étant donnée.
	- Décrire le principe d'un accélérateur linéaire de particules chargées.
	- Exploiter la conservation de l'énergie mécanique ou le théorème de l'énergie cinétique dans le cas du mouvement dans un champ uniforme.
	- *Utiliser des capteurs ou une vidéo pour déterminer les équations horaires du mouvement du centre de masse d'un système dans un champ uniforme.*
	- *Étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique*
	- PYTHON : Représenter, à partir de données expérimentales variées, l'évolution des grandeurs énergétiques d'un système en mouvement dans un champ uniforme à l'aide d'un langage de programmation.

Pour réviser : Description du mouvement : n°1, 2 et 3 p 315
Forces : n°5, 6, 7 et 8 p 315
Énergies : n°1 et 2 p 345

I- Description d'un système

1- Le centre de masse

Le centre de masse d'un système est le point auquel on associe toute la masse du système par simplification.

Pour un solide de masse volumique homogène, le centre de masse correspond au centre géométrique : centre de la sphère, du cube, etc.

2- *Le référentiel galiléen*

Lorsqu'on étudie le mouvement d'un système, il faut toujours préciser le référentiel.
Les lois de Newton sont énoncées dans le cadre des référentiels galiléens.

Un référentiel est dit galiléen si le principe d'inertie est vérifié dans celui-ci.
Cela implique qu'un référentiel est galiléen s'il est en mouvement rectiligne uniforme par rapport à un autre référentiel galiléen.

En pratique, si la durée de l'expérience permet de négliger les effets de la rotation ou d'accélération d'un référentiel, on considérera celui-ci comme galiléen.

II- Les lois de Newton

1- *Première loi de Newton (principe d'inertie)*

Énoncé de Newton en 1686 :
Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

Dans un référentiel galiléen, si la somme des forces extérieures appliquées à un solide est nulle alors le centre d'inertie G de ce solide est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme.
Réciproquement, si le centre d'inertie G d'un solide est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme, alors la somme des forces extérieures appliquées à ce solide est nulle.
On peut écrire : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \overrightarrow{v_G} = \overrightarrow{cste}$

Remarque : On retrouve ce qui a été vu en classe de 1ère : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} \approx m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.
Le seul cas où $\Delta \vec{v} = \vec{0}$ correspond à deux situations seulement : mouvement rectiligne uniforme et repos.

Applications : n°32 p 332, n°40 p 333 (plus difficile : projections de vecteurs)
Applications en autonomie : n°25 p 329 (corrigé détaillé)

2- *Deuxième loi de Newton (principe fondamental de la dynamique)*

Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de la masse m du solide par l'accélération $\vec{a}$ de son centre d'inertie :
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots = m \times \vec{a}$ soit $\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$

La deuxième loi de Newton est très utile, elle permet :

- Connaissant les forces extérieures, d'en déduire le vecteur accélération et donc le mouvement d'un système
- Connaissant le mouvement d'un système, d'en déduire les forces qui s'exercent sur lui.

Remarque : On retrouve ce qui a été vu en classe de 1ère : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} \approx m \times \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

Le vecteur $\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ était une expression approchée du vecteur accélération.

Application : n°46 p 334, n°1 et 2 de la feuille

3- *Troisième loi de Newton (loi des actions réciproques)*

Si un système A exerce sur un système B une force $\vec{F}_{A/B}$ alors le système B exerce également sur le système une force $\vec{F}_{B/A}$.

Ces deux forces ont même direction, même valeur mais des sens opposés : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$.

III- Mouvements dans un champ de pesanteur

Les équations horaires du mouvement sont les expressions des coordonnées $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ du système étudié au cours du temps.

Pour trouver les équations horaires du mouvement dans un champ uniforme, la méthode est toujours la même :
1) Définir le système et le référentiel d'étude
2) Faire le bilan des forces exercées sur le système
3) Appliquer la deuxième loi de Newton pour en déduire les coordonnées de l'accélération
4) Intégrer les coordonnées de $\vec{a}$ pour en déduire celles de la vitesse $\vec{v}$
(Utiliser les conditions initiales pour avoir les constantes).
5) Intégrer les coordonnées de $\vec{v}$ pour en déduire celles du vecteur position $\overrightarrow{OM}$
(Utiliser les conditions initiales pour avoir les constantes).

Dans un domaine restreint autour de la Terre, on peut considérer que le champ de pesanteur est uniforme ($\vec{g}$ est constant en norme, direction et sens).
Soit un système de masse m, on étudie le mouvement de son centre d'inertie.

1- *Chute sans vitesse initiale*

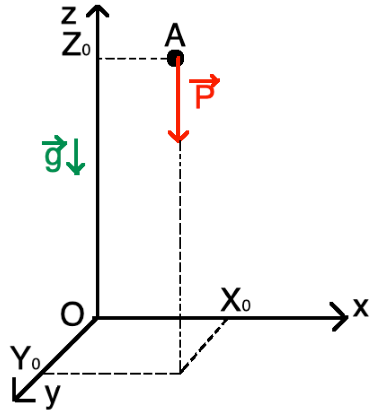
On considère que la seule force appliquée est le poids : $\vec{P} = m \times \vec{g}$.
A l'instant t = 0, le système est lâché sans vitesse initiale ($\overrightarrow{V_0} = \vec{0}$) d'un point A de coordonnées (X_0, Y_0, Z_0)

On travaillera dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
Appliquons la deuxième loi de Newton :

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

En projection sur les axes on en déduit :

$$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = 0 \\ a_z = \ g_z = -g \end{cases}$$



Finalement, on a :

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

Pour trouver les coordonnées du vecteur vitesse, il faut intégrer celles du vecteur accélération :

$$\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = C_2 \\ v_z(t) = \ -g \times t + C_3 \end{cases} \quad \text{Expressions (1)}$$

C_1, C_2 et C_3 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la vitesse.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (1) t par 0, on obtient :

$$\vec{v}(0)\begin{cases} v_x(0) = C_1 \\ v_y(0) = C_2 \\ v_z(0) = \ -g \times 0 + C_3 = C_3 \end{cases} \quad \text{Expressions (2)}$$

De même, d'après les données de l'énoncé : $\vec{v}(O) = \vec{V_0} = \vec{0}$.

Ses coordonnées sont donc : $\vec{V_0}\begin{cases} v_x(0) = 0 \\ v_y(0) = 0 \\ v_z(0) = \ 0 \end{cases}$ Expressions (3)

En identifiant les expressions (2) et (3), il vient :

$$\begin{cases} C_1 = 0 \\ C_2 = 0 \\ C_3 = \ 0 \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_1, C_2 et C_3 dans les expressions (1), on a :

$$\boxed{\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = 0 \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = \ -g \times t \end{cases}}$$

Pour trouver les coordonnées du vecteur position, il faut intégrer celles du vecteur vitesse :

$$\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = C_4 \\ y(t) = C_5 \\ z(t) = \ -\frac{1}{2}g \times t^2 + C_6 \end{cases} \quad \text{Expressions (4)}$$

C_4, C_5 et C_6 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la position.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (4) t par 0, on obtient :

$$\overrightarrow{OM}(0)\begin{cases} x(0) = C_4 \\ y(0) = C_5 \\ z(0) = \ -\frac{1}{2}g \times 0^2 + C_6 = C_6 \end{cases} \quad \text{Expressions (5)}$$

De même, d'après les données du paragraphe : $\overrightarrow{OM}(O) = \overrightarrow{OA}$.

Ses coordonnées sont donc : $\overrightarrow{OA}\begin{cases} x(0) = X_0 \\ y(0) = Y_0 \\ z(0) = Z_0 \end{cases}$ Expressions (6)

En identifiant les expressions (5) et (6), il vient :

$$\begin{cases} C_4 = X_0 \\ C_5 = Y_0 \\ C_6 = Z_0 \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_4, C_5 et C_6 dans les expressions (4), on a :

$$\boxed{\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = X_0 \\ y(t) = Y_0 \\ z(t) = -\frac{1}{2}g \times t^2 + Z_0 \end{cases}}$$

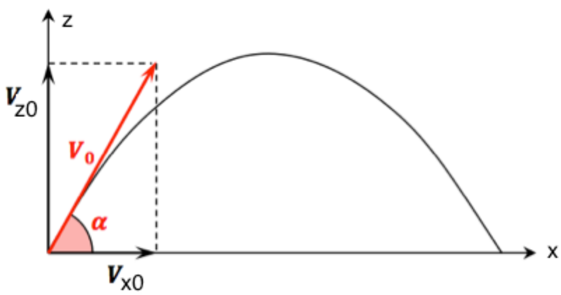
Remarques :

- Si à l'instant initial, le système se trouve en O, alors $X_0 = 0$, $Y_0 = 0$ et $Z_0 = 0$
- Le mouvement est rectiligne suivant l'axe Oz (seule coordonnée qui varie avec le temps) et vers le bas (valeur de la coordonnée v_z négative)
- Le mouvement est uniformément varié (car l'accélération est constante)

Application : n°38 p 364 (sauf questions c. et d. à faire à la fin du chapitre)
Application en autonomie : n°31 p 363

2- *Chute avec vitesse initiale*

On va refaire la même étude que précédemment mais le système est lancé avec une vitesse initiale non nulle $\overrightarrow{V_0}$ depuis le point O. On choisit le repère de façon à ce que $\overrightarrow{V_0}$ soit dans le plan (Oxz). On appelle α l'angle que fait $\overrightarrow{V_0}$ avec l'axe Ox.



On considère toujours que la seule force appliquée est le poids : $\vec{P} = m \times \vec{g}$.
On travaillera dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Appliquons la deuxième loi de Newton :

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

En projection sur les axes on en déduit :

$$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = 0 \\ a_z = g_z = -g \end{cases}$$

Finalement, on a :

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

Pour trouver les coordonnées du vecteur vitesse, il faut intégrer celles du vecteur accélération :

$$\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = C_2 \\ v_z(t) = -g \times t + C_3 \end{cases} \quad \text{Expressions (1)}$$

C_1, C_2 et C_3 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la vitesse.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (1) t par 0, on obtient :

$$\vec{v}(0)\begin{cases} v_x(0) = C_1 \\ v_y(0) = C_2 \\ v_z(0) = -g \times 0 + C_3 = C_3 \end{cases} \quad \text{Expressions (2)}$$

De même, en s'aidant du schéma du début du paragraphe, on trouve que les coordonnées de $\overrightarrow{V_0}$ sont :

$$\vec{v}(0) = \overrightarrow{V_0}\begin{cases} V_{x_0} = V_0 \times \cos(\alpha) \\ V_{y_0} = 0 \\ V_{z_0} = V_0 \times \sin(\alpha) \end{cases} \quad \text{Expressions (3)}$$

En identifiant les expressions (2) et (3), il vient :

$$\begin{cases} C_1 = V_0 \times \cos(\alpha) \\ C_2 = 0 \\ C_3 = V_0 \times \sin(\alpha) \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_1, C_2 et C_3 dans les expressions (1), on a :

$$\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = V_0 \times \cos(\alpha) \\ v_y(t) = 0 \\ v_z(t) = -g \times t + V_0 \times \sin(\alpha) \end{cases}$$

Pour trouver les coordonnées du vecteur position, il faut intégrer celles du vecteur vitesse :

$$\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = V_0 \times \cos(\alpha) \times t + C_4 \\ y(t) = C_5 \\ z(t) = -\frac{1}{2}g \times t^2 + V_0 \times \sin(\alpha) \times t + C_6 \end{cases} \quad \text{Expressions (4)}$$

C_4, C_5 et C_6 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la position.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (4) t par 0, on obtient :

$$\overrightarrow{OM}(0)\begin{cases} x(0) = V_0 \times \cos(\alpha) \times 0 + C_4 = C_4 \\ y(0) = C_5 \\ z(0) = -\frac{1}{2}g \times 0^2 + V_0 \times \sin(\alpha) \times 0 + C_6 = C_6 \end{cases} \quad \text{Expressions (5)}$$

De même, d'après les données du paragraphe : $\overrightarrow{OM}(O) = \vec{0}$.

Ses coordonnées sont donc : $\overrightarrow{OM}(0)\begin{cases} x(0) = 0 \\ y(0) = 0 \\ z(0) = 0 \end{cases}$ Expressions (6)

En identifiant les expressions (5) et (6), il vient :

$$\begin{cases} C_4 = 0 \\ C_5 = 0 \\ C_6 = 0 \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_4, C_5 et C_6 dans les expressions (4), on a :

$$\overrightarrow{OM}(t) \begin{cases} x(t) = V_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + V_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{cases}$$

Remarques :

- Le mouvement se fait dans le plan (xOz) (car $y(t) = 0$)
- Sur l'axe Ox, le mouvement est uniforme (car $v_x(t)$ est une constante)
- Le mouvement est uniformément varié (car l'accélération est constante)

L'équation de la trajectoire est la courbe représentative de z en fonction de x. La méthode pour l'obtenir est toujours la même :
1) Il faut avoir les équations horaires du mouvement
2) On isole le temps t dans l'expression de $x(t)$
3) On remplace l'expression de t trouvée dans l'étape 2) dans l'expression de $z(t)$

Dans l'exemple étudié ici, l'étape 2) amène : $t = \frac{x}{V_0 \times \cos(\alpha)}$

On remplace ensuite t dans l'équation horaire z(t) :

$$z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + V_0 \times \sin(\alpha) \times t$$

$$\rightarrow z = -\frac{1}{2} g \times \left(\frac{x}{V_0 \times \cos(\alpha)}\right)^2 + V_0 \times \sin(\alpha) \times \left(\frac{x}{V_0 \times \cos(\alpha)}\right)$$

$$\rightarrow z = -\frac{1}{2} g \times \frac{x^2}{(V_0 \times \cos(\alpha))^2} + \sin(\alpha) \times \frac{x}{\cos(\alpha)}$$

Or, d'après les lois de la trigonométrie :

$$\tan(\alpha) = \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}$$

$$z(x) = -\frac{1}{2} g \times \frac{x^2}{(V_0 \times \cos(\alpha))^2} + \tan(\alpha) \times x$$

La trajectoire est une portion de parabole dans le plan vertical contenant $\overrightarrow{V_0}$

Applications : exercices n°3 et 4 de la feuille

Application en autonomie : n°20 p 360 (corrigé détaillé)

IV- Mouvement dans un champ électrique

La méthode est la même que pour un système dans un champ de pesanteur.

1- Les équations horaires et la trajectoire

Une particule de masse m est chargée, de charge q. On étudie son mouvement.
Le condensateur est un objet constitué de deux plaques chargées séparées par un isolant. À l'intérieur, il y règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$, toujours dirigé de la plaque positive vers la plaque négative.

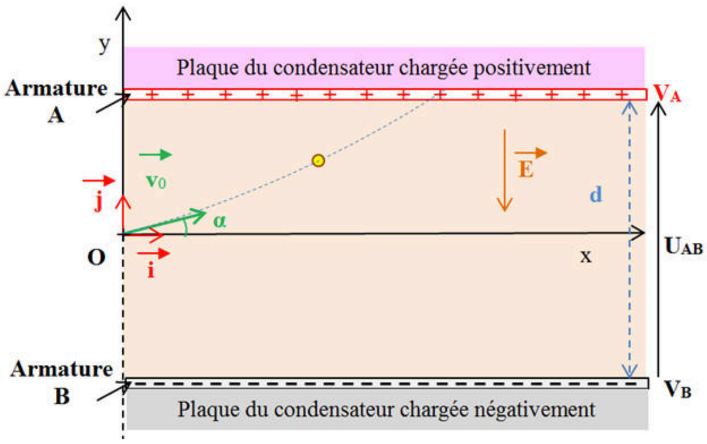
L'expression du champ électrique est :

$$E = \frac{U}{L}$$

U est la tension qui règne entre les plaques du condensateur en V ; L est la distance entre les plaques en m. E s'exprime en V/m.

Dans le condensateur, la particule est soumise à la force électrique $\vec{f} = q \times \vec{E}$. On négligera le poids.
On travaille dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

À t = 0, la particule entre en O (0,0,0) dans l'espace où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ dirigé suivant (Oy) avec une vitesse initiale $\vec{v_0}(v_{0x}, v_{0y}, 0)$.



D'après la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a} \rightarrow \vec{f} = m \times \vec{a} \rightarrow q \times \vec{E} = m \times \vec{a} \rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m} \times \vec{E}$$

Les coordonnées du champ électrique sont : $\vec{E} \begin{cases} E_x(t) = 0 \\ E_y(t) = -E \\ E_z(t) = 0 \end{cases}$

En projection sur les axes, la deuxième loi de Newton devient :

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

Pour trouver les coordonnées du vecteur vitesse, il faut intégrer celles du vecteur accélération :

$$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -\frac{q}{m} \times E \times t + C_2 \\ v_z(t) = C_3 \end{cases} \text{Expressions (1)}$$

C_1, C_2 et C_3 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la vitesse.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (1) t par 0, on obtient :

$$\vec{v}(0) \begin{cases} v_x(0) = C_1 \\ v_y(0) = -\frac{q}{m} \times E \times 0 + C_2 = C_2 \\ v_z(0) = C_3 \end{cases} \text{Expressions (2)}$$

De même, en s'aidant du schéma du début du paragraphe, on trouve que les coordonnées de $\overrightarrow{V_0}$ sont :

$$\vec{v}(0) = \overrightarrow{v_0}\begin{cases} v_{0x} \\ v_{0y} \\ 0 \end{cases} \text{Expressions (3)}$$

En identifiant les expressions (2) et (3), il vient :

$$\begin{cases} C_1 = v_{0x} \\ C_2 = v_{0y} \\ C_3 = 0 \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_1, C_2 et C_3 dans les expressions (1), on a :

$$\boxed{\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} \\ v_y(t) = -\dfrac{q}{m} \times E \times t + v_{0y} \\ v_z(t) = 0 \end{cases}}$$

Pour trouver les coordonnées du vecteur position, il faut intégrer celles du vecteur vitesse :

$$\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_{0x} \times t + C_4 \\ y(t) = -\frac{q}{2m} \times E \times t^2 + v_{0y} \times t + C_5 \\ z(t) = C_6 \end{cases} \text{Expressions (4)}$$

C_4, C_5 et C_6 sont des constantes que l'on va déterminer grâce aux conditions initiales sur la position.
À t = 0, en remplaçant dans les expressions (4) t par 0, on obtient :

$$\overrightarrow{OM}(0)\begin{cases} x(0) = v_{0x} \times 0 + C_4 = C_4 \\ y(0) = -\frac{q}{2m} \times E \times 0^2 + v_{0y} \times 0 + C_5 = C_5 \\ z(0) = C_6 \end{cases} \text{Expressions (5)}$$

De même, d'après les données du paragraphe : $\overrightarrow{OM}(O) = \vec{0}$.

Ses coordonnées sont donc : $\overrightarrow{OM}(0)\begin{cases} x(0) = 0 \\ y(0) = 0 \\ z(0) = 0 \end{cases}$ Expressions (6)

En identifiant les expressions (5) et (6), il vient :

$$\begin{cases} C_4 = 0 \\ C_5 = 0 \\ C_6 = 0 \end{cases}$$

En remplaçant les réelles expressions de C_4, C_5 et C_6 dans les expressions (4), on a :

$$\boxed{\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_{0x} \times t \\ y(t) = -\dfrac{q \times E}{2m} \times t^2 + v_{0y} \times t \\ z(t) = 0 \end{cases}}$$

Pour trouver l'équation de la trajectoire y en fonction de x :

- On isole t dans l'expression de $x(t)$: $t = \frac{x}{v_{0x}}$

- On injecte l'expression de t dans celle de y : $y = -\frac{q \times E}{2m} \times \left(\frac{x}{v_{0x}}\right)^2 + v_{0y} \times \left(\frac{x}{v_{0x}}\right)$

La trajectoire est aussi une portion de parabole :

$$y(x) = \frac{-q \times E}{2m \times v_{0x}^2} \times x^2 + \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \times x$$

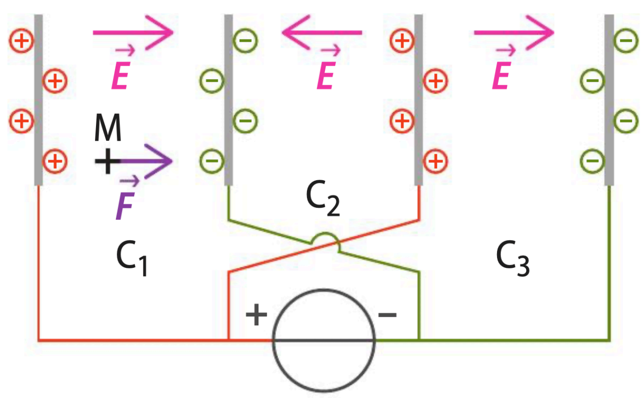
Elle dépend des conditions initiales, du signe de la charge ainsi que de sa masse.

Remarques :
- Si q < 0, alors on a une déviation de la particule vers la plaque positive et si q > 0, on a une déviation de la particule vers la plaque négative.
- Si la particule n'a pas de vitesse initiale, le mouvement est rectiligne et uniformément accéléré. (On retrouve $x(t) = 0$)

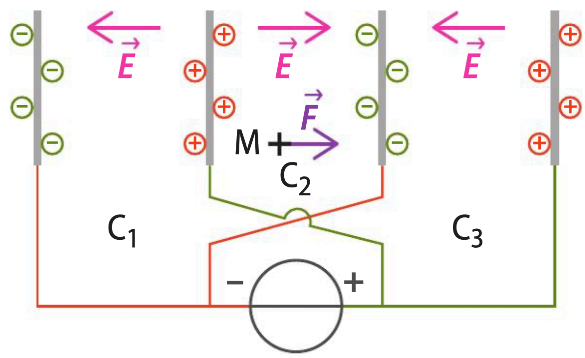
Applications en autonomie : n°19 p 359 (corrigé détaillé), n°22 p 362

2- *Application : l'accélérateur linéaire de particules*

Un accélérateur linéaire de particules est constitué d'un ou plusieurs condensateurs plans associés en série. Il est principalement utilisé en recherche, en imagerie ou à des fins thérapeutiques.
Ses propriétés sont les suivantes :
- Il accélère en ligne droite les particules chargées.
- Le champ électrique qui y règne a pour direction l'axe de l'accélérateur et un sens variant alternativement pour toujours accélérer la particule d'un condensateur à l'autre.



Lorsque la particule chargée + est dans le condensateur C_1, elle est accélérée.



Lorsque la particule se retrouve dans C_2, on inverse la polarité du générateur (et donc des armatures des condensateurs) pour qu'elle soit de nouveau accélérée.

V- Aspects énergétiques

Nous avons étudié deux champs uniformes dans ce chapitre :
- Le champ de pesanteur, créé par le poids (ou force de pesanteur)
- Le champ électrique, créé par la force électrique

Les deux forces étudiées sont conservatives. On peut donc leur attribuer une énergie potentielle :

- L'énergie potentielle de pesanteur a pour expression : $E_{Pp} = m \times g \times z$
- L'énergie potentielle électrique est notée E_{Pe}

On peut alors exploiter le principe de conservation de l'énergie selon deux variantes, vues en classe de 1ère.

1- *La conservation de l'énergie*

Cette méthode est plutôt utilisée pour les mouvements dans le champ de pesanteur, dont les systèmes sont soumis au poids.

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique :

$$E_m = E_c + E_p$$

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

Dans les cas où il n'y a pas de frottements, E_m = constante : il y a conversion de l'énergie cinétique en énergie potentielle

Application : n°38 p 364 (questions c. et d non faites avant)

2- *Le théorème de l'énergie cinétique*

Cette méthode est plutôt utilisée pour les mouvements dans le champ électrique, dont les systèmes sont soumis à la force électrique.

Le théorème de l'énergie cinétique énonce que la variation d'énergie cinétique d'un système est égal au travail des forces appliquées sur lui

$$\Delta E_c = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

Dans le cas de la seule force électrique $\Delta E_c = W_{AB}(\vec{F_e}) = \vec{F_e}.\overrightarrow{AB} = q \times U_{AB}$

Application : n°54 p 369 (Exercice type bac)

Exercice type bac : n°55 p 370