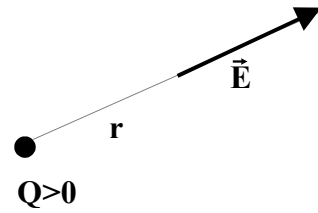


PARTICULES CHARGÉES DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE UNIFORME

1. Réalisation d'un champ électrique.

1.1. Champ créé par une charge ponctuelle Q.

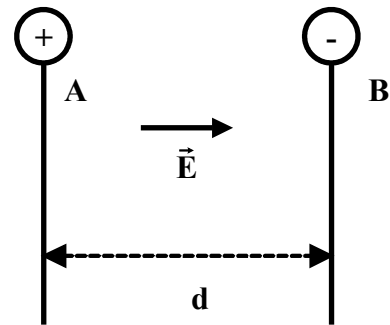
Le champ est radial et vaut : $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$



1.2. Champ créé par un condensateur plan.

Le champ est uniforme et vaut : $E = \frac{U_{AB}}{d}$

U_{AB} est la différence de potentiel entre les plaques A et B



1.3. Force subie par une charge électrique dans un champ électrique \vec{E} .

Une charge q, placée dans un champ \vec{E} , subit une force $\vec{F} = q\vec{E}$

2. Particule chargée dans un champ uniforme.

On traite ici le cas d'une particule chargée de masse m et de charge q, dans un champ électrique \vec{E} .

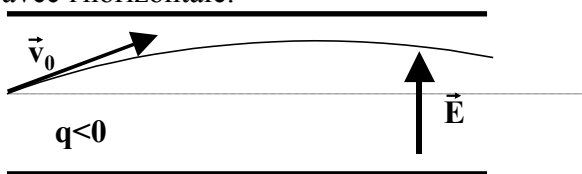
2.1. Applications des lois de la dynamique.

Dans beaucoup de cas, on pourra négliger le poids des particules chargées devant la force électrique ; l'application des lois de la dynamique donne :

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

Les solutions dépendent des conditions initiales.

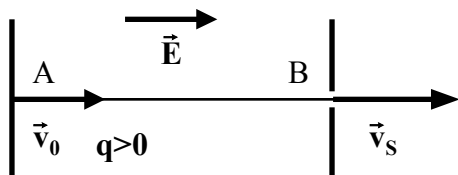
2.2. Exemple 1 : le champ \vec{E} est de direction verticale ; la vitesse \vec{v}_0 de la particule fait un angle α avec l'horizontale.



La trajectoire est plane, parabolique, d'équation :

$$y = \frac{qE}{2m v_0 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

2.3. Exemple 2 : le champ \vec{E} est de direction horizontale ; la vitesse \vec{v}_0 de la particule est de direction horizontale.



La trajectoire est rectiligne, d'équation horaire :

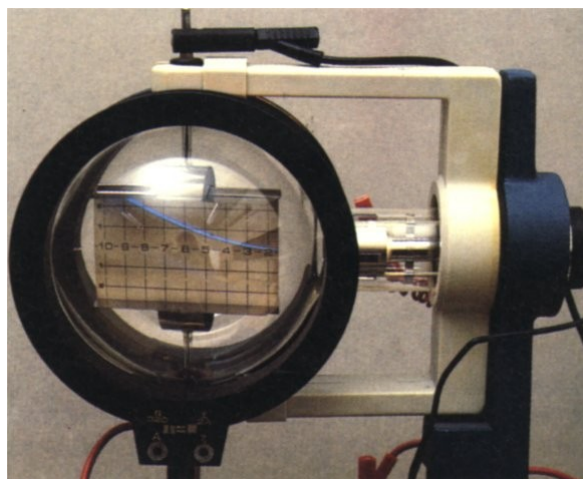
$$x = \frac{qE}{2m} t^2 + v_0 t$$

On peut exprimer la vitesse v_s de la particule en B en fonction de la différence de potentiel U_{AB} et de la vitesse initiale v_0 en utilisant le théorème de l'énergie cinétique :

$$v_s = \sqrt{\frac{2qU}{m} + v_0^2}$$

Dispositif permettant l'étude de la déviation par un champ électrique.

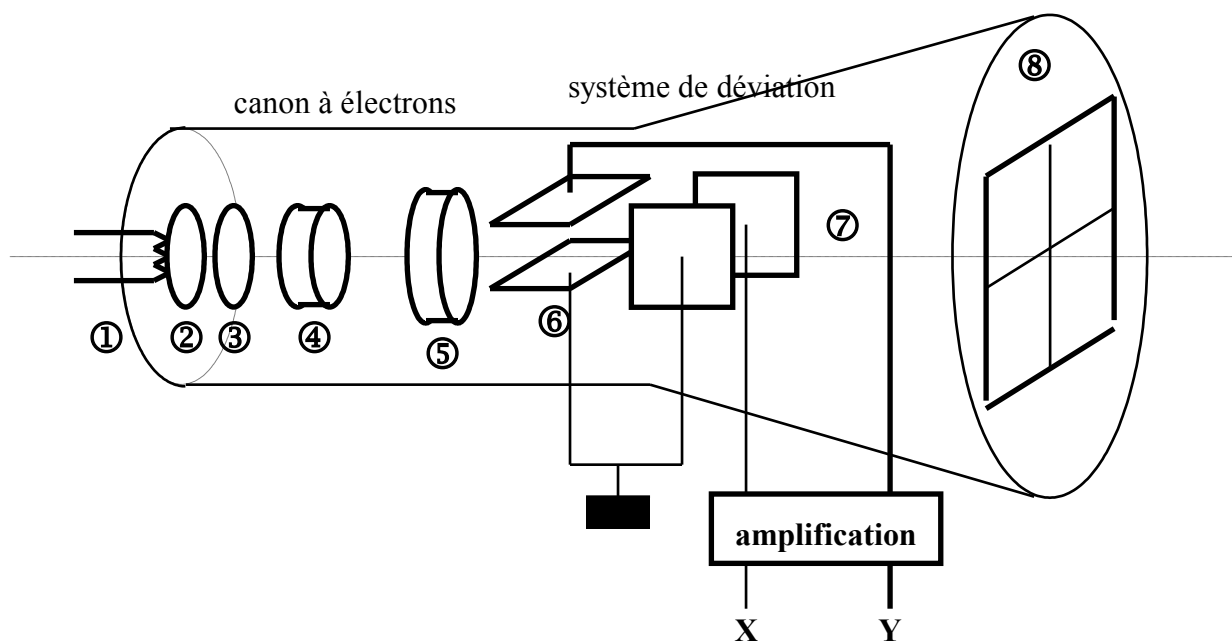
La trajectoire des électrons est sensiblement parabolique



3. L'oscilloscope.

l'oscilloscope est un dispositif enfermé dans une ampoule dans lequel règne le vide.

Les électrons émis par effet thermoélectronique sont accélérés ; le faisceau d'électrons homocinétiques est dévié par un champ créé par deux plaques horizontales puis par un champ créé par deux plaques verticales (ce champ commande également le balayage horizontal de l'écran) ; les tensions appliquées sur la voie X et Y (au maximum quelques dizaines de volts) sont amplifiées pour que les champs électriques créés puissent dévier les électrons.



1 : filament de chauffage

2 : cathode

3 : grille

4 : anode de focalisation

5 : anode accélératrice

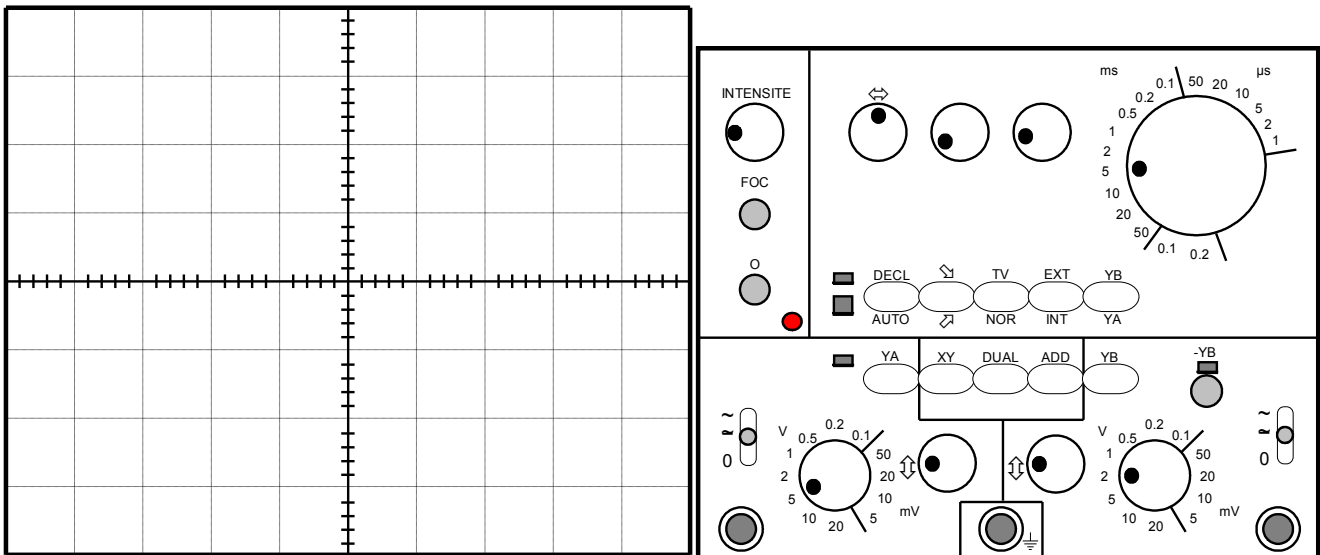
6 : plaques de déviation verticale

7 : plaques de déviation horizontale

8 : écran fluorescent

Mode XY : on applique deux tensions sur les deux systèmes de plaques.

Mode balayage : la tension appliquée sur la voie X est une rampe dont la durée est commandée par la base de temps.



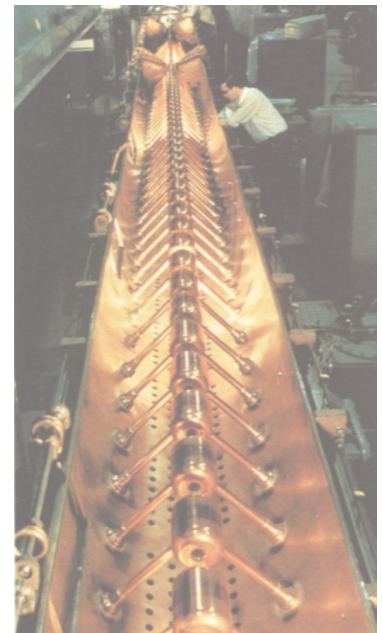
4. L'accélérateur linéaire.

Dans un accélérateur linéaire, les particules sont accélérés en plusieurs fois par une tension alternative à haute fréquence (200 MHz) ; le faisceau traverse une suite de cylindre creux ; l'ensemble est dans un tube dans lequel règne un vide aussi poussé que possible.

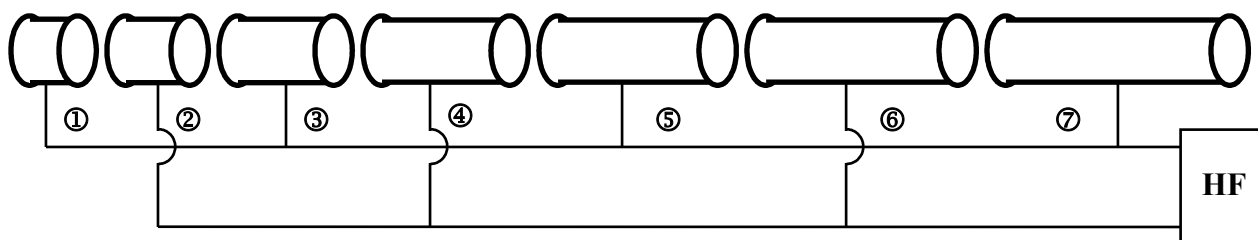
A l'intérieur de chaque cylindre le champ électrique est nul, le mouvement des particules est uniforme. La longueur du tube est calculée pour que la durée du parcours (toujours la même) corresponde à une demi période de la tension alternative appliquée.

La tension a donc le même signe entre chaque paire de tubes au passage des particules ; celles-ci sont alors accélérées. La longueur des tubes augmente pour compenser la variation de vitesse des particules.

Pour des électrons, les énergies cinétiques peuvent aller jusqu'à 40 MeV. Ce type d'accélérateur est également utilisé pour les protons.



Ci contre, l'accélérateur à protons du CERN



On retrouve un accélérateur linéaire dans le CLINAC (clinical linear accelerator) utilisé en radiothérapie. Cet appareil délivre un faisceau d'électrons d'énergies réglables ou un faisceau de photons (le faisceau d'électrons obtenu est dirigé vers une cible de tungstène et les photons sont obtenus par rayonnement de freinage) d'énergies également réglables ; les énergies obtenues peuvent aller jusqu'à une dizaine de MeV.

