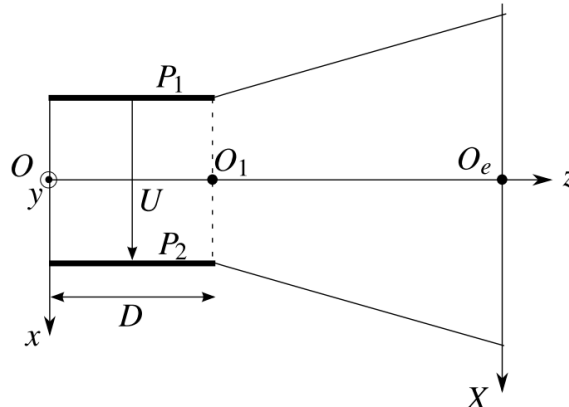


## Sujet 1

## I Oscilloscope analogique

Dans tout l'exercice on se place dans un référentiel galiléen, associé à un repère cartésien  $(O, \vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ . Une zone de champ électrique uniforme (voir figure) est établie entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  (le champ est supposé nul en dehors et on néglige les effets de bord) ; la distance entre les plaques est  $d$ , la longueur des plaques  $D$  et la différence de potentiel est  $U = V_{P_2} - V_{P_1}$  positive. Des électrons (charge  $q = -e$ , masse  $m$ ) pénètrent en  $O$  dans la zone de champ électrique uniforme avec une vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_z$  selon l'axe  $Oz$ .



- 1) Etablir l'expression de la force subie par les électrons en fonction de  $U$ ,  $q$ ,  $d$  et  $\vec{u}_x$ .

Etude du mouvement des électrons

- 2) Déterminer l'expression de la trajectoire  $x = f(z)$  de l'électron dans la zone du champ en fonction de  $d$ ,  $U$  et  $v_0$ .
- 3) Déterminer le point de sortie  $K$  de la zone de champ ainsi que les composantes de la vitesse en ce point.
- 4) Montrer que dans la zone en dehors des plaques, le mouvement est rectiligne uniforme.
- 5) On note  $L$  la distance  $O_1O_e$  (voir figure introductive). Déterminer l'abscisse  $X_P$  du point d'impact  $P$  de l'électron sur l'écran en fonction de  $U$ ,  $v_0$ ,  $D$ ,  $d$  et  $L$ . Que dire de la relation entre  $U$  et  $X_P$ ? En quoi est-ce important pour l'utilisation du dispositif en tant qu'oscilloscope?



## Sujet 2

## I Pendule électrique

On étudie un pendule constitué d'une boule de polystyrène expansé recouverte d'une feuille d'aluminium, et suspendue à une potence par une fine tige de longueur  $R = 10\text{ cm}$  dont nous négligerons la masse. La boule de masse  $m = 20\text{ g}$  sera assimilée à un point matériel M.

Une boule identique est placée en A (voir schéma). Les deux boules sont chargées électriquement avec la même charge, et donc se repoussent. La force exercée par A sur M s'écrit

$$\vec{F}_e = \frac{k}{AM^3} \overrightarrow{AM} \quad \text{avec} \quad k = 4,4 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^2$$

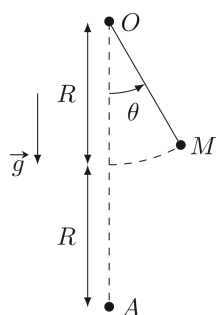
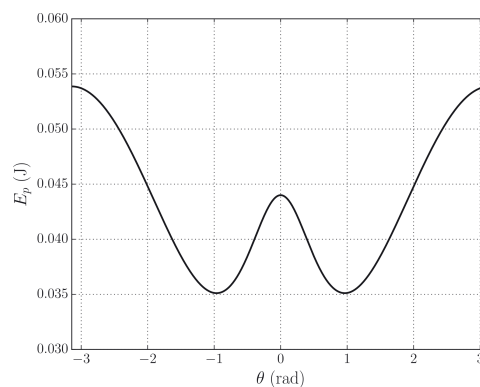


FIGURE 18.1 – Dispositif

FIGURE 18.2 – Courbe  $\mathcal{E}_p()$ 

- 1) Exprimer la distance AM en fonction de  $R$  et  $\theta$ .
- 2) Montrer que la force  $\vec{F}_e$  est conservative, et que son énergie potentielle s'exprime

$$\mathcal{E}_{p,e}() = \frac{k}{R\sqrt{5 - 4 \cos \theta}}$$

- 3) Exprimer l'énergie potentielle totale  $\mathcal{E}_p()$  de la boule M.
- 4) Le tracé de l'énergie potentielle est proposé sur la figure 2. Dédurre de ce graphe l'existence de positions d'équilibres, et indiquer leur nature.
- 5) Discuter de la nature de la trajectoire de M suivant la valeur de son énergie mécanique.



**Sujet 3****I Charge dans B et avec frottements fluides.**

Une particule de masse  $m$  et de charge  $q = -e < 0$  se trouve initialement en un point  $O$  avec une vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{e}_x$ .

Elle se déplace dans un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme et permanent  $\vec{B} = B \vec{e}_z$  et subit également une force de frottement fluide de la forme  $\vec{f} = -\lambda \vec{v}$  avec  $\lambda$  une constante positive.

- 1) Quelle est le mouvement (trajectoire et vitesse) de la particule si  $\lambda = 0$  ? Représentez la trajectoire associée.
- 2) On considère maintenant  $\lambda \neq 0$  mais faible. Représentez, sans calcul supplémentaire, l'allure de la nouvelle trajectoire.
- 3) Déterminez les équations différentielles du mouvement dans le cas général.

On pose  $\underline{u} = x + jy$ ,  $\omega = \frac{eB}{m}$  et  $\tau = \frac{m}{\lambda}$ .

- 4) Déterminez  $\underline{u}(t)$ . Comment calculerait-on  $x(t)$  et  $y(t)$  ? Précisez la position finale de la particule.