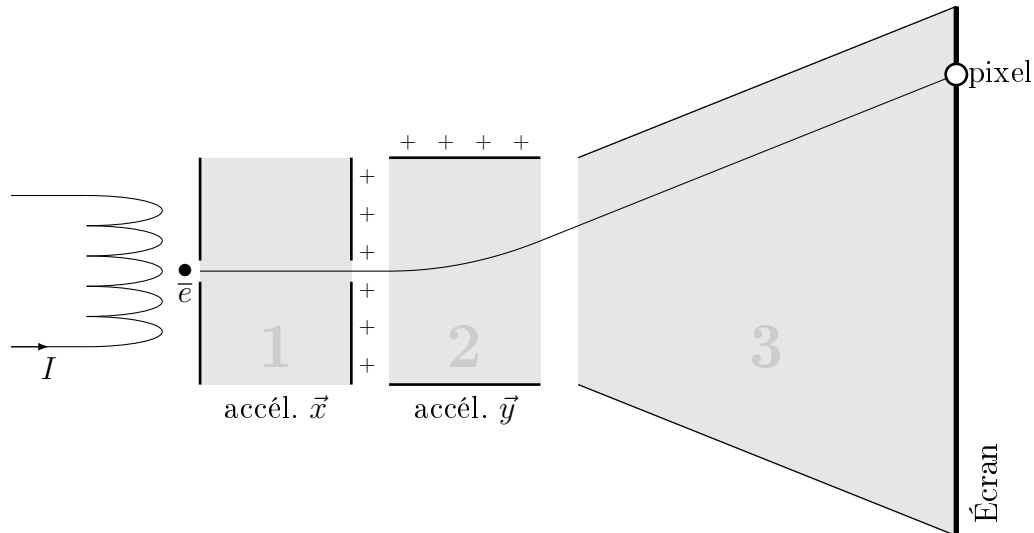


# 1 Présentation

Un canon à électrons est un dispositif utilisé dans les anciens écrans de télévision ou dans des appareils comme des oscilloscopes avant l'apparition d'écrans LCD.

Le principe est le suivant : au dos de l'écran, le canon accélère des électrons. Ces électrons, en percutant l'écran produisent un point lumineux. On peut régler l'intensité du point lumineux en augmentant le débit d'électrons arrivant au point.

Dans le cas d'une télévision, il faut balayer tous les pixels de l'écran à chaque image ! Dans ce TD on s'intéresse uniquement au problème d'atteindre un certain point.

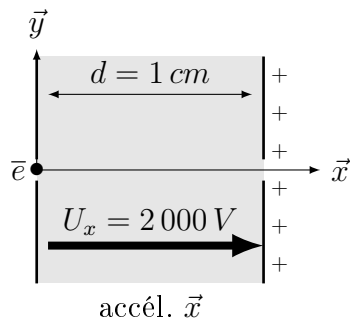


Le tir d'électron se fait en plusieurs phases :

- un filament chauffé produit des électrons en suspension dans le vide, à vitesse nulle,
- zone 1 : une première paire de plaques, verticales et chargées, provoquent l'accélération de l'électron (le + de la plaque attire le - de l'électron),
- zone 2 : l'électron a pris de la vitesse, des plaques horizontales provoquent une accélération verticale,
- zone 3 : la vitesse de l'électron ne change plus, l'électron termine en ligne droite jusqu'à l'écran.

À noter que l'électron est très léger et que le processus est très rapide (on doit pouvoir envoyer quelque chose comme 10 millions d'électrons par seconde !) si bien que la force de gravité peut être totalement négligée.

## 2 Accélération suivant $\vec{x}$ – zone 1



L'électron commence sa course en  $(0; 0)$  avec une vitesse nulle. La seule force qui s'applique sur l'électron est la force  $\vec{F}$  électrique due à la tension appliquée aux bornes des plaques (gros condensateur).

$m$  est la masse de l'électron,  $\vec{a}$  son accélération,  $e$  la valeur absolue de sa charge électrique.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad ; \quad \vec{F} \left( \frac{U_x \cdot e}{d} ; 0 \right) \quad ; \quad \vec{a} (x''(t) ; y''(t))$$

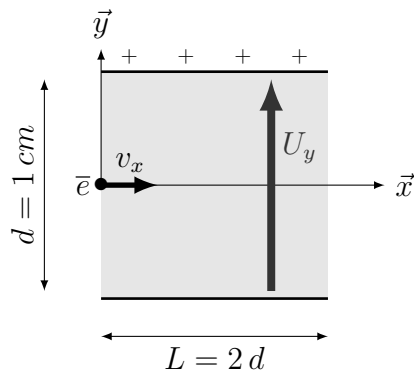
Et pour les calculs,  $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  et  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

- Justifiez que  $y(t) = 0$  dans cette phase.
- Exprimez  $x(t)$ .

Bien que l'électron subisse une force, il va en ligne droite.

- Calculez  $t_1$  pour lequel  $x(t_1) = d$ .
- Déduisez-en l'expression de la vitesse  $v_x = x'(t_1)$  à la sortie de la zone 1.
- Faites l'application numérique.

### 3 Accélération suivant $\vec{y}$ – zone 2



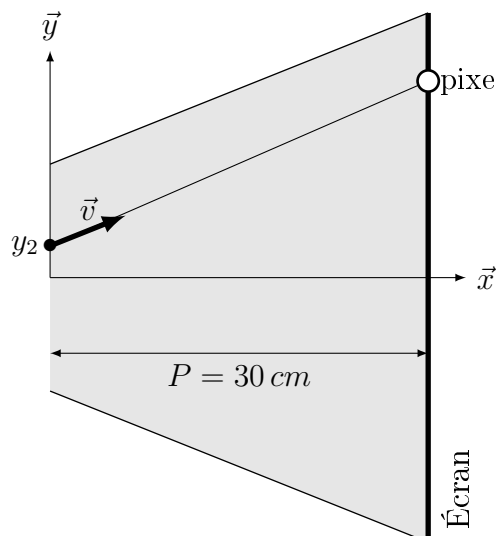
L'électron arrive dans la seconde zone avec la vitesse  $\vec{v}$  calculée précédemment. Pour alléger le calcul, on replace l'origine du repère à l'entrée de cette zone.

À présent, la tension entre les plaques est  $U_y$ , verticalement. La distance entre les plaques est toujours  $d = 1 \text{ cm}$ .

Donc à présent, la force s'exprime  $\vec{F} \left( 0; \frac{U_y \cdot e}{d} \right)$ .

- Que vaut  $x''(t)$ ?  
Déduisez-en l'expression de  $x'(t)$  tenant compte du fait que l'on connaît  $x'(0)$ .  
Déduisez-en l'expression de  $x(t)$  tenant compte de  $x(0) = 0$ .
- Que vaut  $y''(t)$ ?  
Déduisez-en l'expression de  $y'(t)$  et  $y(t)$  sachant que  $y(0) = 0$  et  $y'(0) = 0$ .
- Exprimez  $t_2$  pour lequel  $x(t_2) = L$ .
- Déduisez-en  $y_2 = y(t_2)$  et  $v_y = y'(t_2)$ .

### 4 Écran – zone 3



Dernière phase : l'électron finit en ligne droite jusqu'à l'écran. Encore une fois on replace l'origine du repère au début de la zone.

On considère que  $x(0) = 0$ ;  $y(0) = y_2$ ;  $\vec{v}(v_x; v_y)$ .

On souhaite exprimer  $y_{pixel}$ .

- Exprimez  $x(t)$  et  $y(t)$ .
- Exprimez  $t_3$  pour lequel  $x(t_3) = P$ .
- Déduisez-en  $y_3 = y_{pixel} = y(t_3)$ .
- Calculez  $U_y$  qui permet d'obtenir  $y_{pixel} = 10 \text{ cm}$ .

Vous constatez que  $U_y$  permet de piloter  $y_{pixel}$ . Dans un vrai canon à électrons, il y aurait une 3e dimension que l'on pourrait contrôler également.