Efficacité du canon

L'idée est de lier la formule trouvée pour le champ magnétique créé par les rails à la tension, variable, d'un condensateur pour obtenir une formule qui donnera la force de Laplace en fonction de ces paramètres. De ce fait on peut obtenir l'accélération et par extension la vitesse du projectile en fin de propulsion.

On a :

$$\overline{B(r)} = \frac{\mu_0 I}{4L} ln\left(\frac{L+R}{R}\right)$$

Avec :

R : la moitié de l'épaisseur des rails

L: l'écart entre les deux rails

μ_0 : la constante magnétique

(1,256 6... × 10−6 T m/A)

I : l'intensité

$$F = IBL = \frac{\mu_0 I^2 L}{4L} \ln \frac{L+R}{R} = \frac{\mu_0 I^2}{4} \ln \frac{L+R}{R} = \frac{\mu_0 {U_0}^2 e^{\frac{-2t}{rC}}}{4r^2} \ln \frac{L+R}{R}$$

- ⇨ $a = \frac{\mu_0 {U_0}^2 e^{\frac{-2t}{rC}}}{4mr^2} \ln \frac{L+R}{R}$
- ⇨ $v_i + v(t) = v_i + \frac{\mu_0 {U_0}^2}{4mr^2} \ln \frac{L+R}{R} \int_0^t e^{\frac{-2t}{rC}} dt$

  On suppose que r est indépendant de t car à nos tensions et capacités le temps de la décharge est très court devant le temps nécessaire au projectile pour se déplacer dans le rail (ce qui augmenterait r).
- ⇨ $v_i + v(t) = v_i + \frac{\mu_0 {U_0}^2}{4mr^2} \ln(\frac{L+R}{R}) \frac{rC}{2} (1 - e^{\frac{-2t}{rC}})$
- ⇨ $\boldsymbol{v_f = v_i + v(t \gg rC) = v_i + \frac{\mu_0 {U_0}^2 C}{8mr} \ln \frac{L+R}{R}}$

  Avec :

  R : la moitié de l'épaisseur du rail

  L : la largeur du canon

  μ_0 : la constante magnétique

  (1,256 6... × 10−6 T m/A)

  U_0 : la tension initiale

  v_i : la vitesse initiale du projectile

  r : la résistance du canon+projectile

  C : la capacité de la banque de condensateurs

  m : la masse du projectile

En faisant une application numérique pour r = 10mohms, R=3mm, L=6mm, C=4mF, m=3g et U_0=330V on obtient $v_f = v_i + 2{,}5\ m/s$

L'énergie cinétique atteinte est donc de $9{,}5 \times 10^{-3} J$ pour $200\ J$ d'alimentation.