

Canon magnétique : Canon à billes

La course à l'armement est permanente entre les grandes puissances. Le canon magnétique, idée innovante connue sous le nom de coilgun, y trouve toute sa place. Encore expérimental, j'ai voulu traiter de façon approfondie le canon à billes et montrer à quels principes fait appel son fonctionnement.

Ce sujet se rattache au thème MILIEUX : INTERACTIONS, INTERFACES, HOMOGENÉITÉ, RUPTURES dans la mesure où la propulsion magnétique est obtenue grâce à l'interaction entre le système composé d'aimants et les champs magnétiques. La force obtenue est d'autant plus grande que le champ est inhomogène.

Positionnement thématique (phase 2)

INFORMATIQUE (Informatique pratique), MATHÉMATIQUES (Autres), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Mesure de vitesse</i>	<i>Measurement of velocity</i>
<i>Magnétisme</i>	<i>Magnetism</i>
<i>Conservation de l'énergie</i>	<i>Energy conservation</i>
<i>Vérification expérimentale</i>	<i>Experimental verification</i>
<i>Canon de Gauss</i>	<i>Gauss cannon</i>

Bibliographie commentée

L'image d'un canon classique propulsant un obus ou un boulet est très familière pour la plupart d'entre nous. Les armes à feu utilisent l'explosion d'un mélange nitrate de potassium, de soufre et de carbone [1] pour accélérer le projectile. L'augmentation de la température du canon modifie ses propriétés physiques et limite ses performances comme la cadence de tir, seulement 10 projectiles par minute peuvent être tirés [2]. Ceci est dû à la température très élevée de la combustion produite de 1700 degré Celsius[3] .

L'amélioration des performances a suscité l'intérêt de chercheurs pour la création d'un canon magnétique où la propulsion n'est pas accompagnée d'une grande augmentation de température. Dès 1900, Kristian BIRKELAND, physicien norvégien, dépose un brevet relatif à ce type de canon [4]. Cette arme expérimentale devait procurer une vitesse de sortie supérieure à celle atteinte par une pièce à charge propulsive classique, telle que la poudre. Outre l'absence de recours à un explosif, l'intérêt d'un tel canon est cette vitesse plus élevée atteinte par le projectile permettant ainsi le perçage des blindages les plus résistants. Ainsi, ce canon semble pouvoir propulser des projectiles jusqu'à 32 MJ [5], alors qu'un canon à poudre classique est aujourd'hui limité à une vitesse de 2,5 km/s ce qui ne permet pas d'atteindre une telle énergie.

Le canon magnétique peut être modélisé par un ensemble de solénoïdes entourant le projectile.

Lorsque le courant circule dans les solénoïdes, le projectile est accéléré. Toutefois, ce procédé n'est viable qu'avec des canons de grande envergure. Ainsi, un autre dispositif d'étude sera utilisé, avec des composants de taille plus petite.

Une illustration de la propulsion magnétique consiste en un alignement de billes ferromagnétiques en contact avec un aimant permanent. Ce dispositif, simple à réaliser, permet d'obtenir des vitesses d'éjection étonnantes de 0.5 m/s pour des petits projectiles et des aimants standards[6].

La vitesse d'éjection peut être estimée par une étude énergétique [6] ou par simulation numérique lorsque les outils analytiques ne permettent pas de connaître la vitesse en continu [7]. La compréhension du phénomène permet alors d'optimiser le dispositif par l'utilisation de plusieurs aimants [8] ce qui permet alors d'augmenter la vitesse d'éjection, jusqu'à 1m/s pour quelques aimants et les mêmes matériaux que précédemment .

Problématique retenue

Dans quelle mesure le canon à billes peut-il conférer au projectile une très grande vitesse ?

Objectifs du TIPE

Je vais tout d'abord définir le cadre théorique de mon étude en me renseignant sur les articles scientifiques s'y rapportant. Cela me permettra de mettre en équation le mouvement et repérer les différents paramètres influents sur la vitesse du projectile. Ensuite, je réalise le canon à billes puis je le fais fonctionner en variant les différents paramètres afin de vérifier l'exactitude des hypothèses faites. Je modélise sur Python la vitesse du projectile en la comparant à l'expérimentation, ce qui m'offre la possibilité d'adapter le canon à billes à n'importe quelle configuration.

Abstract

The magnetic canon uses magnets and steel balls. When another magnetic ball collides with the system on one side, the ball situated at the other end of the line is ejected with a high speed. I set up experiments with a different number of magnets. I calculated the final speed of the ejected ball with two methods, the experimental one and the theoretical method which consists in measuring the initial and final energy of the system. I used python to modelize the speed of a ball approaching a magnet because of the non linear equation.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] Tpe munitions : <http://tpemunitions.weebly.com/reacutecapitulatif-des-poudres.html>

[2] WIKIPÉDIA : L'artillerie navale : https://fr.wikipedia.org/wiki/Artillerie_navale

[3] Tpe poudre noire : <http://tpepoudre noire.over-blog.com/article-b-les-reactions-de-la-combustion-de-la-poudre-noire-65592686.html>

[4] WIKIPEDIA : Le canon magnetique : https://fr.wikipedia.org/wiki/Canon_magn%C3%A9tique

[5] ZONE MILITAIRE : Tir de canon : <http://www.opex360.com/2014/04/10/lus-navy-va-tester-canon-electro-magnetique-bord-dun-navire-en-2016/>

[6] GRIGORIOS MAGKOS, BEKARI GABRITCHIDZE, KOKKIMIDIS PATATOUKOS : Testing a simple model for the magnetic cannon : *Emergent Scientist* 1, 4 (2017)

[7] C. UCKE, H. SCHLICHTING : , Phys. Unserer Zeit, 40, 152 (2009) :

http://www.ucke.de/christian/physik/ftp/lectures/Magnetic_Cannon.pdf

[8] K.T. McDONALD : A Magnetic Linear Accelerator (2003) :

tp://physics.princeton.edu/~mcdonald/examples/lin_accel.pdf

DOT

[1] *J'ai tout d'abord modélisé le canon magnétique par un canon à billes qui présente les mêmes caractéristiques. Plusieurs s'y étaient intéressés ce qui m'a permis de mettre en relation leur recherche avec mon étude.*

[2] *J'ai utilisé le principe du canon à billes sans le réaliser afin d'avoir un aperçu de ses capacités. Toutefois les mesures effectuées étaient telles qu'il me fallait une approche scientifique plus appropriée.*

[3] *J'ai réalisé le canon à billes en variant le nombre d'aimants utilisés ainsi que leur espacement et le nombre de billes.*

[4] *J'ai tiré de mes résultats des conséquences quant aux hypothèses faites, notamment en terme de frottements : plus le nombre d'aimants utilisés est important, plus celles ci s'avèrent erronées.*

[5] *J'ai utilisé l'outil informatique afin de modéliser la trajectoire de la bille se rapprochant de l'aimant car l'outil mathématique ne me permettait pas de résoudre l'équation non linéaire caractérisant son mouvement.*