



電磁船

指導教授：齊祖康教授

隊名：能源傭兵大隊

Outline

1. 研究背景

螺旋槳造成的噪音及燃料的使用會危害海洋生物的生活，同時空蝕現象及使用燃油驅動會導致其轉換效率變差。

2. 研究動機

解決傳統船隻螺旋槳能量轉換功率不佳的問題。

3. 研究目的

做出電磁船且電磁引擎消耗功率較傳統螺旋槳小。

4. 研究結果

成功做出電磁引擎，有明顯驅動水流之現象

Introduction

將兩片平行極板插入海水中，把海水當作電解質，再連接電源供應器使極板間產生電場，使陰離子往陽極方向加速移動；陽離子往陰極方向加速移動，中間放置磁鐵產生磁場，使離子在加速的過程中，改變離子的前進方向，並根據勞倫茲力定律，我們會知道兩股力的方向是相同的，藉由離子移動的推力，產生作用力與反作用力讓船可以往離子的反方向前進。

Keyword

1. Electromagnetic Propulsion (電磁推進):

利用海水中電場加上外加磁場作用下，產生沿著右手定則所指示的勞倫茲力。電流可由一對平行電極板來產生，並在這兩塊電極板中間施加磁場，通常以電磁鐵或是線圈的方式產生垂直於電流方向的磁場，讓水中的帶電離子都往同一側運動，進而產生推進力。

2. Ion drive (離子驅動):

太空飛行時，最重要的因素是噴射推進的速度，噴射推進最高效率的化學火箭可以以每秒 5 公里的速度噴射單個粒子，而離子引擎可以以每秒 90 公里的速度噴射單個粒子

Content

1. 原理:

(1) Lorentz force (勞倫茲力):

在電場中帶正電的離子會向負極，負離子則相反，這時因為有外加磁場的關係，會使離子轉向，並排出引擎，產生向前的作用力。

$$F = q(E + v \times B)$$

(2) Action-reaction law (作用力與反作用力):

當離子被排出引擎後會給引擎本體一個相同大小反向的力

(3) Resistance (阻力):

跟物體相對速度的平方成正比關係，此外，阻力還跟船體截面積、形狀、表面特性、流體密度及阻力係數有關。

2. 理論預測

假設電極板和磁鐵產生穩定均勻電場和均勻磁場，並不考慮磁鐵的邊界效應與離子之間的碰撞和離子的結合，計算在船體維持終端速度的情況下單一粒子的運動軌跡，計算動量變化進而得出推進力的大小。

則我們可透過計算微分方程組：

$$V' = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} -\gamma/m & qB_z/m \\ -qB_z/m & -\gamma/m \end{bmatrix} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} qE_x/m \\ 0 \end{pmatrix}$$

帶入速度和位置的初始條件後，我們可以得到離子離開引擎的動量變化，和離開引擎的時間，即可得到船隻達終端速度的引擎推力。

Conclusion

誤差討論：

1. 鹽的含量不確定:

由於電極板解離的關係，水中的 H 離子和 Cl 離子含量可能隨著時間而減少，進而導致推力減小。

2. 磁場不穩定、磁鐵存在邊界效應

3. 實際離子的行為:距離較近的離子之間的作用力可能大過電場

4. 電解產生的氣泡影響到離子的流動