جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

الحل العددي لمسألة كهرومغناطيسية في قناة مربعه ذات جسم صلب

مريم مثنى محمد خلف

رسالة ماجستير

الرياضيات

بإشراف

الأستاذ

الدكتور علاء عبد الرحيم أحمد

١٤٤٧ هـ ٢٠٢٥ م

المستخلص

ركزت هذه الدراسة على تدفق الموائع وانتقال الحرارة عبر الحمل والتوصيل والإشعاع داخل قناة مربعه أفقية ومائلة، إذ تتكون جدرانها من مادة مسامية وتحتوي في مركزها على جسم عازل مربع الشكل وذلك تحت تأثير مجال مغناطيسي متعامد مع مستوي القناة. يفترض أن يكون المائع داخل القناة غير قابل للانضغاط ومستقر ويتدفق بشكل صفائحي ودرجة حرارة الجدار الأيمن أقل من درجة حرارة الجدار الأيسر. تم التعبير عن المعادلات الحاكمة بدلالة الدوامية _ دالة الانسياب التي تم تحويلها من الصيغة التفاضلية إلى الصيغة الجبرية باستخدام طريقة الفروقات المحددة. تم تحديد توزيع درجات الحرارة داخل القناة باستخدام معادلة الحرارة في حين تم تحديد سلوك تدفق المائع من خلال معادلة الحركة. تم دراسة تأثير البارامترات الحاكمة، بما في ذلك معلمة الاشعاع وعدد رايلي وعدد دارسي وعدد هارتمان وعدد براندتل بالإضافة الى تأثير زاوية الميل على درجة الحرارة وتدفق السرعة داخل القناة. وقد أظهر الحل العددي ان الوسط المسامي وزاوية الميل والمعلمات الفيزيائية المختلفة تؤثر بشكل ملحوظ على انتقال الحرارة وتدفق مائع داخل القناة.

الحل العددي لمسألة كهرومغناطيسية في قناة مربعه ذات جسم صلب

الباحثة: مريم مثنى محمد بإشراف: أ.د. علاء عبد الرحيم أحمد

HIGHLIGHTS

- معادلة الاستمرارية
- معادلة الطاقة
- معادلة الحركة

GRAPHICAL ABSTRACT

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{y}} = 0$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial \bar{x}}\left(\bar{u}\frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{x}} + \bar{v}\frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{y}}\right) - \frac{\partial}{\partial \bar{y}}\left(\bar{u}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} + \bar{v}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}}\right)\right) = \upsilon\nabla^2\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{x}} - \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}}\right) + \frac{\sigma B_0^2}{\rho}\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{x}}\cos\theta - \frac{\partial \bar{v}}{\partial \bar{y}}\sin\theta\right) + \cdots$$

$$\cdots g\beta\left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{x}}\cos\theta - \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{y}}\sin\theta\right) + \frac{\upsilon}{k}\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}}$$

$$\bar{u}\frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{x}} + \bar{v}\frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{y}} = \left(1 + \frac{16\sigma^* \bar{T}_{cold}^3}{3k^*\rho C_p}\right)\left(\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \bar{x}^2} + \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \bar{y}^2}\right)$$

Keywords:

الاشعاع الحراري

التوصيل

طريقة الفروقات المحددة.

ABSTRACT

ركزت هذه الدراسة على تدفق الموائع وانتقال الحرارة عبر الحمل والتوصيل والإشعاع داخل قناة مربعه أفقية ومائلة، إذ تتكون جدرانها من مادة مسامية وتحتوي في مركزها على جسم عازل مربع الشكل وذلك تحت تأثير مجال مغناطيسي متعامد مع مستوي القناة. يفترض أن يكون المائع داخل القناة غير قابل للانضغاط ومستقر ويتدفق بشكل صفائحي ودرجة حرارة الجدار الأيمن أقل من درجة حرارة الجدار الأيسر. تم التعبير عن المعادلات الحاكمة بدلالة الدوامية _ دالة الانسياب التي تم تحويلها من الصيغة التفاضلية إلى الصيغة الجبرية باستخدام طريقة الفروقات المحددة. تم تحديد توزيع درجات الحرارة داخل القناة باستخدام معادلة الحرارة في حين تم تحديد سلوك تدفق المائع من خلال معادلة الحركة. تم دراسة تأثير البارامترات الحاكمة، بما في ذلك معلمة الاشعاع وعدد رايلي وعدد دارسي وعدد هارتمان وعدد براندتل بالإضافة الى تأثير زاوية الميل على درجة الحرارة وتدفق السرعة داخل القناة. وقد أظهر الحل العددي ان الوسط المسامي وزاوية الميل والمعلمات الفيزيائية المختلفة تؤثر بشكل ملحوظ على انتقال الحرارة وتدفق مائع داخل القناة.

maryam.23esp80@student.uomosul.edu.iq

E-Mail : central_library@uomosul.edu.iq

Abstract

This study investigates fluid flow and heat transfer mechanisms—namely convection, conduction, and radiation—within a horizontal and inclined square channel. The channel walls are composed of a porous material and enclose a centrally located square insulating obstacle. A magnetic field is applied perpendicular to the plane of the channel. The working fluid is assumed to be incompressible, steady, and laminar, with the right wall maintained at a lower temperature than the left wall.

The governing equations were formulated using the vorticity–stream function approach and transformed from their differential form into algebraic equations via the finite difference method. The temperature field was determined using the heat conduction equation, while fluid motion was described by the momentum equation.

The study explored the impact of key dimensionless parameters—including the radiation parameter, Rayleigh number, Darcy number, Hartmann number, and Prandtl number—on temperature and velocity profiles within the channel. The influence of the channel's inclination angle was also examined.

Numerical results revealed that the presence of the porous medium significantly influences the heat transfer process. An increase in the Rayleigh and Prandtl numbers enhances both heat transfer and fluid flow rates, particularly at an inclination angle of $\theta = 5°$. Conversely, higher values of the Darcy number, Hartmann number, and radiation parameter tend to reduce temperature and fluid flow rates when the channel is horizontal ($\theta = 0°$).

At a Darcy number of $Da = 0.01$, increasing the inclination angle directly raises both temperature and fluid flow rates. However, fluid velocity tends to decrease with higher tilt angles, while temperature is only slightly affected. At a Hartmann number of $M = 0.01$ and a fixed radiation parameter ($Rd = 30$), the temperature distribution shows minimal variation with inclination, whereas fluid flow decreases with increasing tilt.

Finally, for a fixed Prandtl number ($Pr = 0.05$) and Rayleigh number ($Ra = 5$), fluid velocity within the channel decreases as the temperature rises with increasing tilt angle.

University of Mosul
College of Education
for Pure Science

Numerical Solution of an Electromagnetic Problem in a square channel with solid body

Maryam Muthanna Mohammed Khalaf

M.Sc. Thesis
Mathematics

Supervised by

Professor

Dr. Dr. Alaa Abdelraheem Ahmed

2025 A.D. **1447 A.H.**