

Abstract:

This study reports a numerical investigation of free convection, double-diffusive convection, and combined surface radiation with free convection within the annular region of two concentric vertical cylinders. The outer vertical wall is maintained at lower uniform temperature and concentration, while the inner vertical wall is maintained at higher uniform temperature and concentration. The top and bottom horizontal walls are adiabatic and impermeable to mass transfer. The four walls have the same emissivity $\varepsilon_{\text{wall}}=1.0$. The steady-state continuity, Navier–Stokes and energy equations were carried out by the finite volume method, and the Discrete Ordinates Method (DOM) was used to solve the radiative heat transfer equation (RTE). The coupling between the continuity and momentum equations is solved using the SIMPLER algorithm. The thermal Rayleigh number (Ra_T) and height ratio (X) are, respectively, varied in the range $10^3 \leq Ra_T \leq 10^6$ and $0.0 \leq X \leq 1.0$ for Prandtl numbers (Pr) equal to 0.7. The influence of physical and geometrical parameters on the streamlines, isotherms, isoconcentrations, average Nusselt and Sherwood numbers has been numerically investigated in detail. It is founded that the Surface radiation reduces the convective heat transfer across the cavity.

Résumé:

Ce travail concerne l'étude par simulation numérique basée sur la méthode des volumes finis des trois phénomènes de transfert de chaleur, tout d'abord la convection libre, puis la convection double diffusive et enfin, le couplage de rayonnement de surface avec convection libre dans une cavité cylindrique verticale partiellement annulaire, soumise à un gradient essentiellement horizontal de température et concentration, les quatre parois ont la même émissivité. Les écoulements susceptibles d'être développés dans cette cavité sont gérés par les équations de conservation de masse, de quantité de mouvement, de l'énergie et de l'équation de transfert radiatif. Il s'agit de déterminer la répartition de vitesse, de pression, de température, et de flux radiatif. Le modèle numérique utilisé pour résoudre notre système d'équations est fondé sur la méthode des volumes finis développée par Patankar [6] (SIMPLER). Cette méthode s'appuie sur une discrétisation du domaine de calcul en différents noeuds, chacun d'entre eux étant entouré d'un volume élémentaire sur lequel on intègre les équations aux dérivées partielles. Les systèmes obtenus sont résolus par l'algorithme TDMA. En outre, la méthode des ordonnées discrètes (MOD) est utilisée pour résoudre l'équation du transfert radiatif (ETR), cette méthode est fondée sur l'utilisation des quadratures numériques pour calculer les intégrales suivant les angles solides qui apparaissent dans le calcul des sources ou des flux radiatifs en milieu semi transparent. Plusieurs séries de simulation sont effectuées pour étudier l'effet des paramètres physiques et géométriques sur le transfert de chaleur et sur la structure de l'écoulement. Les résultats numériques du nombre de Nusselt et Sherwood obtenus sont discutés en détail.

الخلاصة

عرضت نتائج عديدة أجريت بطريقة الحجوم المحددة للحمل الحراري الطبيعي داخل منطقة تشكيل تجويف حلقي متمركز عمودي باسطوانة داخلية مسخنة تسخين منتظم. تم تحري عن تأثير العوامل الفيزيائية و الهندسية على هياكل التدفق و نقل الحرارة على اشكال تغير المؤثرات المشكلة لمائع ذو $rP = 0.7$ خلال مجالات التغير من $10^3 \leq Ra \leq 10^6$ و $0.0 \leq X \leq 1.0$. تم مناقشة الفيظ تأثيرات الحراري □ رقم رايلي □ رقم تغير الارتفاع السطوانة الداخلية المسخنة □ اشكال درجة الحرارة □ اشكال سرعة الفيظ □ رقم نيسلت الموقعي و المتوسط عبر تجويف الحلقي. لقد أشارت النتائج ان ارتفاع رقم رايلي يسبب ارتفاع في ارتفاع معدلات انتقال الحرارة المتمثلة برقم نيسلت. اضافة إلى ذلك تم اكتشاف رقم ارتفاع متميز لانتقال مثالي للحرارة. وأخيرا اظهرت النتائج العديدة ان اتعاع السطحي ياثّر تأثير واضح على حمل الحراري طبيعي.