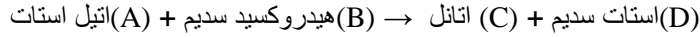


## بنام خدا

### تکلیف چهارم کاربرد ریاضیات در مهندسی شیمی

اتیل استات در مجاورت سود سوزآور در محیط آبی تولید اتانل و استات سدیم می کند :



مشخصات سنتتیکی واکنش فوق بصورت زیر داده شده است:

$$r \left( \frac{\text{gmole}}{\text{lit} \cdot \text{min}} \right) = k C_A^2, \quad C_A = \frac{\text{gmole}}{\text{lit}} \quad - \text{ سرعت انجام واکنش (با فرض برابر بودن } C_B \text{ و } C_A \text{)}$$

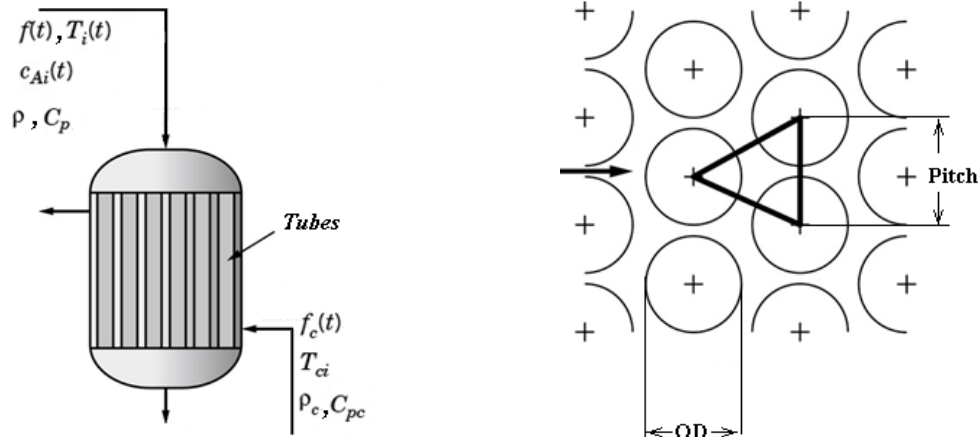
$$k \left( \frac{\text{lit}}{\text{gmole} \cdot \text{min}} \right) = 1.491 \times 10^8 \exp \left[ \frac{-5011}{T(^{\circ}\text{K})} \right] \quad - \text{ ثابت سرعت واکنش:}$$

$$\Delta H_R \left( \frac{\text{J}}{\text{gmole}} \right) = -63000 \quad - \text{ حرارت آزاد شده در اثر واکنش (واکنش گرمازا):}$$

فرض کنید که خواص فیزیکی و ترمودینامیکی مخلوط فوق بصورت زیر می باشد:

$$\rho(\text{density}) = 995 \frac{\text{g}}{\text{lit}}, \quad C_p(\text{specific heat}) = 3.96 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}, \quad \mu(\text{viscosity}) = 9.0 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

از یک رآکتور لوله ای برای انجام واکنش فوق استفاده شده است. مشخصات رآکتور مذکور بصورت زیر است:



- مشخصات پوسته (shell) : قطر داخلی (shell ID) = 41 in ، دیواره خارجی پوسته کاملاً عایق بندی شده است.

- مشخصات لوله ها (tubes): قطر داخلی هر لوله (tube ID) = 2 in، قطر خارجی هر لوله (tube OD) = 2.2 in، تعداد لوله ها = 165، طول هر لوله = 3 m، چیدمان لوله ها = مثلثی (triangular)، فاصله مرکز دو لوله مجاور هم (pitch) = 2.5 in

- ضریب کلی انتقال حرارت با صرف نظر از مقاومت دیواره =  $90 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

- خواص سیال داخل ژاکت رآکتور:

$$\rho_c = 1000 \frac{\text{g}}{\text{lit}}, \quad C_{pc} = 4.0 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}, \quad \mu_c = 8 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

- مقادیر نامی متغیرهای ورودی:

$$\bar{f} = 330 \frac{\text{lit}}{\text{min}}, \quad \bar{f}_c = 45 \frac{\text{lit}}{\text{min}}, \quad \bar{T}_i = 308.2 \text{ K}, \quad \bar{T}_{ci} = 303.2 \text{ K}, \quad \bar{C}_{Ai} = 0.05 \frac{\text{gmole}}{\text{lit}}$$

الف) با محاسبه عدد رینولد رژیم جریان سیال داخل لوله و پوسته را محاسبه کنید.

ب) معادلات مورد نیاز برای شبیه سازی فرآیند را بدست آورید (با فرض جریان قالبی و صرف نظر از انتقال حرارت و جرم از طریق نفوذ ملکولی در مقایسه با حرکت توده ای سیال).

ج) فرآیند فوق را بکمک نرم افزار MATLAB شبیه سازی کنید. برای حل عددی معادلات پاره ای از method of line استفاده کنید. اندازه قدم مناسب گسسته سازی مشتقات مکانی را محاسبه کنید (توزیع دما در حالت پایا تا یک رقم اعشار دارای دقت باشد).

د) پروفایل دما و غلظت را در طول رآکتور در حالت نامی بدست آورید.

ه) نحوه تغییرات گذرای دما و غلظت را در طول رآکتور به ازای یک تغییر پله ای در دما و یک تغییر پله ای در غلظت خوراک بدست آورید (پاسخ های مربوطه را در نمودارهای سه بعدی رسم کنید). نحوه تغییرات دما و غلظت محصول را نیز بر حسب زمان رسم کنید.

مهلت تحویل : روز برگزاری امتحان پایان ترم کاربرد

**موفق باشید**