รายการอ้างอิง

Baiker,A.,Epple,D.and Wokaum,A.,Chem.Eng.Sci., **31**, (1985) 137-144.

Bond,G.C and Konig,P.,J. Catal.,**77**, (1982) 309-322.

Bond,G.C.,J.Catal.,**116**, (1989) 531-539.

Bond,G.C and Thair,S.F.,Appl.Catal.,**71**, (1991) 1-31.

Carberry,J.J. and Wendel ,M.M..,AICHE.J.,**9**, (1963)129-133.

Calderbank,P.H.,Chandrasekharan,K.and Fumagalli,C.,Chem.Eng.Sci.,**32**, (1977) 1435-1443.

Chandrasekhan,K.and Calderbank,P.H.,Chem.Eng.Sci.,**34**, (1979) 1323-1331.

Dias,C.R.,Portela,M.F. and Bond,G.C.,J.Catal.,**162**, (1996a) 284-294.

Dias,C.R.,Portela,M.F. and Bond,G.C.,J.Catal.,**164**, (1996b) 276-287.

Dixon,A.G.,Paterson,W.R and Cresswell,D.L., "ACS Symposium Ser.NO.65", (1978) 238-252.

Eigenberger,G. and Ruppel,L., Ger.Chem., **9**, (1986)74-83.

Feyo de azevedo , S.,Romeo-ogawa,M.A. and Wardle, A.P., Trans.IchemE., **68(A)**, (1990) 483-502.

Froment,G.F. and Bischoff,K.B., "Chemical reactor analysis and design" ,2nd ed., Wiley,New York (1990).

Fumagalli,C.,Golinelli,G.,Messori,M.,Stefani,G. and Trifiro,F.,Catalal.Letters., (1993) **21**,19-26.

Gasior,M.,Gasior,I. And Grzybowska,B.,Appl.Ctal.,**10**, (1984) 87-100.

Harber,J.,Machej,T. and Czepp,T.,Surf.Sci.,**151**, (1985) 301-310.

Harber,J.,Kozlowska,A.and Kozlowski,R.,J.Catal.,**102**, (1986) 52-63.

Kershenbaum,L.S. and Lopez-Isunza,H.F., Trans.Inst. Measurement &Control.,**8**, (1986) 137-143.

Kershenbaum,L.S.,"Simposio Ibero-americano de Catalise 30 de Julho a 03 de Agosto De 1990",Rio de Janeiro,**vol(2)**, (1990) 134-142.

Lars,S. and Andersson,T.,J.Catal.,**98**, (1986) 138-149.

Lopez-Isunza,H.F. and Kershenbaum,L.S., Chem. Eng. Sci.., **47**, (1992) 2817-2822.

Mar,P. and van Krevelen,D.W., Chem. Eng. Sci., (Spec.Suppl.),**3**, (1954) 41-59.

Melanson,M.M. and Dixon,A.G.,Int.J.Heat Mass Transfer. ,**28**, (1985)383-394.

Mongkhonsi,T., Msc. Thesis, University of London (1990).

Mongkhonsi,T., Ph.D Thesis, Universisty of London (1994).

Nikolov,V.A.,Klissurski,D.G. and Hadjiivanov,K.I.,Catalyst Deactivation (1987) (Delmon&Froment editors), (1987)173-182,Elsevier,Amsterdam.

Nikolov,V.A., and Anatasov,A.I., AIChE.J.,**35**, (1989) 511-513.

Nikolov,V.A.,Klissurski, D. and Anatasov, A., Catal.Rev.-Sci. Eng., **33**, (1991)319-374.

Nikolov,V.A., and Anatasov,A.I., Ind.Eng. Chem.Res., **31**, (1992a) 80-88.

Nikolov,V.A., and Anatasov,A.I., Chem. Eng. Sci., **47**, (1992b) 1291-1298.

Nobbenhuis,M.G.,Baiker,A.,Barnickel,P.and Wokaum,A.,App.Catal.,**85**, (1992) 157-179.

Papageogiou,J.N.,Abello,M.C. and Froment,G.F.,Appl.Catal.,**120**, (1994)17-43.

Papageogiou,J.N. and Papageogiou,J.N., Chem.Eng.Sci.,**10**, (1996) 2091-2098.

Paterson, W.R. and Carberry,J.J., Chem. Eng. Sci., **38**, (1983)175-180.

Press,W.N.,Teukolsy,S.A.,Vetterling,W.T. amd Flannerry,B.P.,"Numerical Recipes in C" ,2nd ed.,Cambridge University Press,New York (1992).

Saleh,R.Y. and Wachs,I.E.,Appl.Catal.,**31**, (1987) 87-98.

Satterfield,C.N.,"Heterogeneous Catalysis in Industrial practice"2nd ed., McGraw-Hill,New York (1991).

Shelstad,K.A.,Downwide,J. and Graydon,W.F..,Can.J. Chem.Eng.,**38**, (1960) 102-107.

Simard,G.L.,Steger,J.F.,Arnott,R.J. and Siegel,L.A.,Ind. And Eng. Chem.,**47**, (1955) 1424-1430.

Skrzypek,J.,Grzesik,M.,Galantowicz,M. and Solinsk,J., Chem.Eng.Sci., **40**, (1985) 611-620.

Wachs,I.E.,Saleh,R.Y.,Chan,S.S. and Chersich,C.C.,Appl.Catal.,**15**, (1985) 339-352.

Wainwright,M,S. and Foster,N.R,Catal. Rev-Sci. Eng.,**45**, (1979) 2653-2660.

Wei,J.,Chiklinski,R.R and Tomuro,J.,"ISCRE 8 The eight international symposium on Chemical reaction engineering" ,Pergamon Press,London, (1984) 385-392.

Wellauer,T.P.,Cresswell,D.L. and Newson,E.J., Chem.Eng.Sci.,**41**, (1986) 765-772.

Westerink,E.J.,Koster,N.and Westerterp,K.R.,Chem.Eng.Sci.,**45**, (1990) 3443-3455.

Yong,L.G. and Finlayson,S.L.T.,Ind.Eng.Chem.Fundam .., (1973) 412-422.

Zhu,J. and Andersson,S.L.T.,Appl.Catal.,**53**, (1989) 251-262.

ภาคผนวก ก. การแก้ปัญหาเชิงตัวเลข

1. วิธีผลต่างสืบเนื่อง

วิธีผลต่างสืบเนื่องเป็นวิธีคำนวณเชิงตัวเลขสำหรับการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกใช้อย่างกว้างขวางเพราะสามารถประยุกต์ใช้ได้ง่ายหลักการของวิธีการนี้คือการแบ่งบริเวณที่ต้องการหาคำตอบออกเป็นช่วงเล็กๆเพื่อที่จะทำประมาณเส้นโค้งสั้นๆด้วยเส้นตรงได้ การประมาณค่าทำได้โดยการใช้อนุกรมเทเลอร์ ดังต่อไปนี้

ในทิศทางของแกน X

$$f(x_{i+1},y_i)=f(x_i,y_i)+\frac{\partial f(x_i,y_i)}{\partial x}\Delta x+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 f(x_i,y_i)}{\partial x^2}\Delta x^2+O(\Delta x^2) \quad 1$$

$$f(x_{i-1},y_i)=f(x_i,y_i)-\frac{\partial f(x_i,y_i)}{\partial x}\Delta x+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 f(x_i,y_i)}{\partial x^2}\Delta x^2+O(\Delta x^2) \quad 2$$

เมื่อนำสมการที่ 1 และ 2 มาลบกันและจัดรูปแบบสมการใหม่จะได้ว่า

$$\frac{\partial f(x_i,y_i)}{\partial x}=\frac{f(x_{i+1},y_i)-f(x_{i-1},y_i)}{2\Delta x}+O(\Delta x^2) \quad 3$$

แต่ถ้านำสมการที่ 1 และ 2 มาบวกกันและจัดรูปแบบสมการใหม่จะได้ว่า

$$\frac{\partial^2 f(x_i,y_i)}{\partial x^2}=\frac{f(x_{i+1},y_i)-2f(x_i,y_i)+f(x_{i-1},y_i)}{\Delta x^2}+O(\Delta x^2) \quad 4$$

เมื่อนำสมการที่ 3 และ 4 ไปประยุกต์ใช้กับระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยโดยประยุกต์ใช้วิธีการผลต่างสืบเนื่องซึ่งระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นการแก้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดา ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการของ รุงเง-คุตตาอันดับสี่ ในการแก้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดา

สำหรับแบบจำลองเครื่องปฏิกรณ์ชนิดใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเบดนิ่งชนิด two-dimensional pseudo-homogeneous ซึ่งแสดงอยู่ในรูปสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยดังแสดงในสมการที่ 3.7 และ 3.8 นั้นสามารถจัดรูปสมการใหม่ได้ดังนี้

สมดุลมวล

สำหรับสารลำดับที่ iในสมการ

$$\frac{\partial c_i}{\partial z} = a\left(\frac{\partial^2 c_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial c_i}{\partial r}\right) + b\sum_{j=1}^{n} \upsilon_{ij} R_j(C,T) \qquad 5$$

สมดุลความร้อน

$$\frac{\partial T}{\partial Z} = c\left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}\right) + d\sum_{j=1}^{n} (-\Delta HR)_j R_j(C,T) \qquad 6$$

โดยที่

$$a = \frac{De_r}{u}$$

$$b = \frac{\rho_B}{\varepsilon u}$$

$$c = \frac{k_{eff}}{\varepsilon u \rho_g c_{p,g}}$$

$$d = \frac{\rho_B}{\varepsilon u \rho_g c_{p,g}}$$

การคำนวณหาความเข้มข้นและอุณหภูมิที่ตำแหน่งใดๆในเครื่องปฏิกรณ์จากระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยนั้น ทำได้โดยการประยุกต์ใช้วิธีการผลต่างสืบเนื่องเข้ากับพจน์อนุพันธ์อันดับต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ทางขวามือของสมการที่ 5 และ 6 ซึ่งจะแปลงเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดาได้ดังนี้

สมดุลมวล

สำหรับสารลำดับ iในสมการ

$$\frac{\partial c_i}{\partial z} = a\left[\left(\frac{(c_i)_{k+1} - 2(c_i)_k + (c_i)_{k-1}}{\Delta r^2}\right) + \frac{1}{k\Delta r}\left(\frac{(c_i)_{k+1} - (c_i)_{k-1}}{2\Delta r}\right)\right] + b\sum_{j=1}^{n} \upsilon_{ij} R_j(C_k, T_k) \qquad 7$$

สมดุลความร้อน

$$\frac{\partial T}{\partial z} = c\left[(\frac{T_{k+1} - 2T_k + T_{k-1}}{\Delta r^2}) + \frac{1}{k\Delta r}(\frac{T_{k+1} - T_{k-1}}{2\Delta r}) \right] + d\sum_{j=1}^{n}(-\Delta HR)_j R_j(C_k, T_k) \quad 8$$

เมื่อระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยถูกเปลี่ยนรูปเป็นระบบสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดาแล้ว จากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดาด้วยวิธี รุงเง-คุตตา

2. ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตตาอันดับสี่

ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตาอันดับสี่ จัดได้ว่าเป็นระเบียบวิธีแก้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ธรรมดาที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในการคำนวณที่ต้องการผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงสูง ซึ่งให้ค่าความผิดพลาดในรูปแบบของความกว้างช่วงอันดับสี่ $O(h^4)$ รูปแบบของสมการรุงเง-คุตตาอันดับสี่ที่ใช้กันทั่วไปซึ่งสามารถนำไปประดิษฐ์ขึ้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงนั้นมีลักษณะดังนี้

$$y_{i+1} = y_i + \left[\frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4\right]h \quad 9$$

โดย

$$k_1 = f(x_i, y_i) \quad 10$$

$$k_2 = f(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}hk_1) \quad 11$$

$$k_3 = f(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}hk_2) \quad 12$$

$$k_4 = f(x_i + h, y_i + hk_3) \quad 13$$

ภาคผนวก ข. ตัวอย่างโปรแกรมภาษาซี

สำหรับการประดิษฐ์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้โปรแกรมภาษาซี ช่วยในการประดิษฐ์โปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยฟังก์ชันย่อยของระเบียบวิธีรุงเง-คุตตานั้นได้ประยุกต์ใช้ฟังก์ชันย่อยที่ประดิษฐ์ขึ้นโดย Press และคณะ(1992)

```
#include <stdio.h>
#include <stddef.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#define  NR_END 1
#define  FREE_ARG char*
#define pi 3.141592654

void nrerror(char error_text[])
/* Numerical Recipes Standard error handler*/
{
    printf("Numerical Recipes  run-time error...\n");
    printf("%s\n",error_text);
    printf("...now exiting to system...\n");
}

float *vector(long nl,long nh)
/* allocate a float vector with subscript range v[nl..nh]*/
{
    float *v;
    v =(float *)malloc((size_t) ((nh-nl+1+NR_END)*sizeof(float)));
    if(!v) nrerror("allocation failure in vector()");
    return v -nl+NR_END;
}
```

```
void free_vector(float *v,long nl)
/* free a float vector allocated with vector()*/
{
        free((FREE_ARG) (v+nl- NR_END));
}
void rk4(float y[],float dydx[],int n,float x, float h,float yout[],void(*derivs)(float,float[],float[]))
{
        int i;
        float xh,hh,h6,*dym,*dyt,*yt;
        dym = vector(1,n);
        dyt = vector(1,n);
        yt  = vector(1,n);
        hh  = h*0.5;
        h6  = h/6.0;
        xh  = x+hh;

for(i=1;i<=n;i++)
        yt[i] = y[i]+hh*dydx[i];
        (*derivs)(xh,yt,dyt);
for(i=1;i<=n;i++)
        yt[i] = y[i]+hh*dyt[i];
        (*derivs)(xh,yt,dym);
for(i=1;i<=n;i++)
{
        yt[i]   = y[i]+h*dym[i];
        dym[i] += dyt[i];
}
        (*derivs)(x+h,yt,dyt);
for(i=1;i<=n;i++)
        yout[i] = y[i]+h6*(dydx[i]+dyt[i]+2.0*dym[i]);
free_vector(yt,1);
free_vector(dyt,1);
```

```
} free_vector(dym,1);

void derivs(float z,float y[] ,float f[])
 {
        int m,i,np;
        float *yo,*yw,*k,*r,*alpa,*a,*kk1,*kk2;
        float hr1,hr2,hr3,hr4,hr5;
        float dg,db,cp,u,tw,kef,vd,der,mm,pt,radius,dr,dr2,d2r,hw,rc;
        float b1,b2,b3,b4;
        float s1,s2,s3,s4,s5;
        float ea1,ea2,ea3,ea4,ea5;
        float bi,peh,pem,dp,po2,ko1,ko2,ae1,ae2,am;

        m  = 5;
        np  = 10; /*number of point in radian direction*/
        yo  = vector(1,m);
        yw  = vector(1,m);
        k   = vector(1,5*np);
        r   = vector(1,5*np);
        alpa = vector(1,np);
        a   = vector(1,np);
        kk1  = vector(1,np);
        kk2  = vector(1,np);

        bi    = 0.9;                    /* Biot number */
        peh   = 8.0;                    /* Peclet number for heat transfer */
        pem   = 10.0;                   /* Peclet number for mass tranfer */
        mm    = 76.4476;                /*Mean  molecular mass kg/kmol*/
        dp    = 8e-3;                   /*Catalyst pellet diameter  metre */
        pt    = 1.0;                    /*Total pressure atm*/
        rc    = 8.314;                  /* Gas constant  kJ/kmol K*/
        radius = 12.5e-3;               /* Reactor radius metre*/
```

```
dr    = radius/11;                  /*metre*/
cp    = 1.092;                      /*Heat capacity of gas phase Kj/kg k*/
vd    = 0.5;                        /* Void fraction */
u     = 4.244;                      /*Superficial velocity m/s*/
dg    = 1.17;                       /*Gas density kg/m3*/
db    = 880;                        /*Bulk density kg/m3 * /
tw    = 627;                        /*Wall temperature °C*/
kef = (vd*u*cp*dp)/peh;             /*Heat conductivity kJ/kg k s*/
der = (u*dp)/pem;                   /*Difusivity m2/s*/
hw  = (kef*bi)/radius;              /*Heat tranfer coefficient */
po2 = 0.21;                         /* partial pressure of oxygen atm */
ko2  = exp(36.4);
ae1 = 3600;                         /*ea1/R K  for o-xylene*/
ae2 = 30000;                        /*ea2/R K  for oxygen */

/*heat of reaction Kj/kmol*/

hr1 = 455.6e3;                      /* OX>OT*/
hr2 = 1237.3e3;                     /*OX>PA*/
hr3 = 3995.05e3;                    /*OX.Com*/
hr4 = 413.8e3;                      /*OT>PT*/
hr5 = 367.8e3;                      /*PT>PA*/

/* Pre - exponential factor */

s1  =  3.828;                       /*OX>OT*/
s2  =  1.295;                       /*OX>PA*/
s3  =  0.358;                       /*OX>Com*/
s4  =  5.56;                        /*OT>PT*/
s5  =  3.19;                        /*PT>PA*/
```

```
/* Activation energy */

        ea1 = 61312;                    /*OX>OT*/
        ea2 = 54428;                    /*OX>PA*/
        ea3 = 51113;                    /*OX>Com*/
        ea4 = 46394;                    /*OT>PT*/
        ea5 = 57843;                    /*PT>PA*/

/*Set definition for balance euations*/
        dr2 = dr*dr;
        d2r = 2.0*dr;
        b1  = kef/(vd*u*dg*cp);
        b2  = db/(vd*u*dg*cp);
        b3  = der/u;
        b4  = (mm*pt*db)/(vd*u*dg);

/*Set k1,0 in first beds of reactor */
 if (z<=1.6)
        ko1  = exp(-2.7);
       else
        ko1  = exp(-1.5);
 for(i=0;i<=9;i++)
{
        kk1[i+1] = ko1*exp(-ae1*(1/y[i+1]));
        kk2[i+1] = ko2*exp(-ae2*(1/y[i+1]));
}
  /* Activity profile for OX to OT */
for(i=0;i<=9;i++)
{
if (z<=1.6)
{
      am = 0.65;
```

```
}else
{
        am = 1.0;
}
        a[i+1]  = po2*am/(kk1[i+1]/(kk2[i+1])*y[np+i+1] +po2);
        k[1+5*i] = s1*a[i+1]*exp(-ea1/(rc*y[i+1]));
}
  /* Activity profile for OX to PA  */
for(i=0;i<=9;i++)
{
if (z<=1.6)
{
        am = 0.45;
}
else
{
         am = 1.0;
}
        a[i+1]  = po2*am/(kk1[i+1]/(kk2[i+1])*y[np+i+1] +po2);
        k[2+5*i] = s2*a[i+1]*exp(-ea2/(rc*y[i+1]));
}
/* Activity profile for OX to COM  */
for(i=0;i<=9;i++)
{
if (z<=1.6)
{
        am = 0.05;
}
else
{
        am = 0.5;
}
```

```
        a[i+1]  = po2*am/(kk1[i+1]/(kk2[i+1])*y[np+i+1] +po2);
        k[3+5*i]  = s3*a[i+1]*exp(-ea3/(rc*y[i+1]));
}
/* Activity profile for OT to PT  */
for(i=0;i<=9;i++)
{
   if (z<=1.6)
{
      am = 0.4;
}
    else
{
      am = 1.0;
}
        a[i+1]  = po2*am/(kk1[i+1]/(kk2[i+1])*y[np+i+1] +po2);
        k[4+5*i]  = s4*a[i+1]*exp(-ea4/(rc*y[i+1]));
}
/* Activity profile for PT to PA  */
for(i=0;i<=9;i++)
{
if (z<=1.6)
{
        am = 0.60;
}
else
{
am = 1.0;
}
        a[i+1]  = po2*am/(kk1[i+1]/(kk2[i+1])*y[np+i+1] +po2);
        k[5+5*i]  = s5*a[i+1]*exp(-ea5/(rc*y[i+1]));
}
```

```
/* Set redox parameters and reaction rate equations*/
for(i=0;i<=9;i++)
{
        alpa[i+1]= (7.224e-6)/((7.224e-6)+(k[1+5*i]+3*k[2+5*i]+6.5*k[3+5*i])*y[10+(i+1)]
                  +k[4+5*i]*y[20+(i+1)]+k[5+i*5]*y[30+(i+1)]);

        r[1+5*i] = k[1+5*i]*alpa[i+1]*y[10+(i+1)];
        r[2+5*i] = k[2+5*i]*alpa[i+1]*y[10+(i+1)];
        r[3+5*i] = k[3+5*i]*alpa[i+1]*y[10+(i+1)];
        r[4+5*i] = k[4+5*i]*alpa[i+1]*y[20+(i+1)];
        r[5+5*i] = k[5+5*i]*alpa[i+1]*y[30+(i+1)];
}
 /*set boundary condition at center line*/
        yo[1] = y[1];                                   /*temperature*/
        yo[2] = y[11];                                  /*o-Xylene */
        yo[3] = y[21];                                  /* o-Tolualdehyde*/
        yo[4] = y[31];                                  /* Phthalide*/
        yo[5] = y[41];                                  /*COM*/
/*set boundary condition at reactor wall*/
        yw[1]  =(kef*y[10]+2*hw*tw*dr)/(kef+2*dr*hw);   /*temperature*/
        yw[2] = y[20];                                  /*o-Xylene */
        yw[3] = y[30];                                  /*o-Tolualdehyde*/
        yw[4] = y[40];                                  /*Phthalide*/
        yw[5] = y[50];                                  /*COM*/

/*heat balance equation*/
        f[1] = b1*((y[2]-2*y[1]+yo[1])/dr2 +(1/dr)*(y[2]-yo[1])/d2r)
              +b2*(hr1*r[1]+hr2*r[2]+hr3*r[3]+hr4*r[4]+hr5*r[5]);
        f[2] = b1*((y[3]-2*y[2]+y[1])/dr2 +(1/2*dr)*(y[3]-y[1])/d2r)
              + b2*(hr1*r[6] +hr2*r[7] +hr3*r[8]+hr4*r[9]+hr5*r[10]);
        f[3] = b1*((y[4]-2*y[3]+y[2])/dr2 +(1/3*dr)*(y[4]-y[2])/d2r)
              + b2*(hr1*r[11] +hr2*r[12] +hr3*r[13]+hr4*r[14]+hr5*r[15]);
```

```
f[4] = b1*((y[5]-2*y[4]+y[3])/dr2 +(1/4*dr)*(y[5]-y[3])/d2r)
        + b2*(hr1*r[16] +hr2*r[17] +hr3*r[18]+hr4*r[19]+hr5*r[20]);
f[5] = b1*((y[6]-2*y[5]+y[4])/dr2 +(1/5*dr)*(y[6]-y[4])/d2r)
        + b2*(hr1*r[21] +hr2*r[22] +hr3*r[23]+hr4*r[24]+hr5*r[25]);
f[6] = b1*((y[7]-2*y[6]+y[5])/dr2 +(1/6*dr)*(y[7]-y[5])/d2r)
       + b2*(hr1*r[26] +hr2*r[27] +hr3*r[28]+hr4*r[29]+hr5*r[30]);
f[7] = b1*((y[8]-2*y[7]+y[6])/dr2 +(1/7*dr)*(y[8]-y[6])/d2r)
       + b2*(hr1*r[31] +hr2*r[32] +hr3*r[33]+hr4*r[34]+hr5*r[35]);
f[8] = b1*((y[9]-2*y[8]+y[7])/dr2 +(1/8*dr)*(y[9]-y[7])/d2r)
      + b2*(hr1*r[36] +hr2*r[37] +hr3*r[38]+hr4*r[39]+hr5*r[40]);
f[9] = b1*((y[10]-2*y[9]+y[8])/dr2 +(1/9*dr)*(y[10]-y[8])/d2r)
       + b2*(hr1*r[41] +hr2*r[42] +hr3*r[43]+hr4*r[44]+hr5*r[45]);
f[10] = b1*((yw[1]-2*y[10]+y[9])/dr2 +(1/10*dr)*(yw[1]-y[9])/d2r)
        + b2*(hr1*r[46] +hr2*r[47] +hr3*r[48]+hr4*r[49]+hr5*r[50]);

/* o-Xylene mass balance equations*/
f[11] = b3*((y[12]-2*y[11]+yo[2])/dr2 +(1/dr)*(y[12]-yo[2])/d2r)
        - b4*(r[1]+r[2]+r[3]);
f[12] = b3*((y[13]-2*y[12]+y[11])/dr2 +(1/2*dr)*(y[13]-y[11])/d2r)
        - b4*(r[6]+r[7]+r[8]);
f[13] = b3*((y[14]-2*y[13]+y[12])/dr2 +(1/3*dr)*(y[14]-y[12])/d2r)
        - b4*(r[11]+r[12]+r[13]);
f[14]= b3*((y[15]-2*y[14]+y[13])/dr2 +(1/4*dr)*(y[15]-y[13])/d2r)
        - b4*(r[16]+r[17]+r[18]);
f[15]= b3*((y[16]-2*y[15]+y[14])/dr2 +(1/5*dr)*(y[16]-y[14])/d2r)
        - b4*(r[21]+r[22]+r[23]);
f[16]= b3*((y[17]-2*y[16]+y[15])/dr2 +(1/6*dr)*(y[17]-y[15])/d2r)
        - b4*(r[26]+r[27]+r[28]);
f[17]= b3*((y[18]-2*y[17]+y[16])/dr2 +(1/7*dr)*(y[18]-y[16])/d2r)
        - b4*(r[31]+r[32]+r[33]);
f[18]= b3*((y[19]-2*y[18]+y[17])/dr2 +(1/8*dr)*(y[19]-y[17])/d2r)
        - b4*(r[36]+r[37]+r[38]);
```

```
f[19] = b3*((y[20]-2*y[19]+y[18])/dr2 +(1/9*dr)*(y[20]-y[18])/d2r)
        - b4*(r[41]+r[42]+r[43]);
f[20] = b3*((yw[2]-2*y[20]+y[19])/dr2 +(1/10*dr)*(yw[2]-y[19])/d2r)
        - b4*(r[46]+r[47]+r[48]);
/* o-Tolualdehyde mass balance equations*/
f[21] = b3*((y[22]-2*y[21]+yo[3])/dr2 +(1/dr)*(y[22]-yo[3])/d2r)
        + b4*(r[1]-r[4]);
f[22] = b3*((y[23]-2*y[22]+y[21])/dr2 +(1/2*dr)*(y[23]-y[21])/d2r)
        + b4*(r[6]-r[9]);
f[23] = b3*((y[24]-2*y[23]+y[22])/dr2 +(1/3*dr)*(y[24]-y[22])/d2r)
        + b4*(r[11]-r[14]);
f[24] = b3*((y[25]-2*y[24]+y[23])/dr2 +(1/4*dr)*(y[25]-y[23])/d2r)
        + b4*(r[16]-r[19]);
f[25] = b3*((y[26]-2*y[25]+y[24])/dr2 +(1/5*dr)*(y[26]-y[24])/d2r)
        + b4*(r[21]-r[24]);
f[26] = b3*((y[27]-2*y[26]+y[25])/dr2 +(1/6*dr)*(y[27]-y[25])/d2r
        + b4*(r[26]-r[29]);
f[27] = b3*((y[28]-2*y[27]+y[26])/dr2 +(1/7*dr)*(y[28]-y[26])/d2r)
        + b4*(r[31]-r[34]);
f[28] = b3*((y[29]-2*y[28]+y[27])/dr2 +(1/8*dr)*(y[29]-y[27])/d2r)
        + b4*(r[36]-r[39]);
f[29] = b3*((y[30]-2*y[29]+y[28])/dr2 +(1/9*dr)*(y[30]-y[28])/d2r)
        + b4*(r[41]-r[44]);
f[30] = b3*((yw[3]-2*y[30]+y[29])/dr2 +(1/10*dr)*(yw[3]-y[29])/d2r)
        + b4*(r[46]-r[49]);

/* Phthalide mass balance equations*/
f[31] = b3*((y[32]-2*y[31]+yo[4])/dr2 +(1/dr)*(y[32]-yo[4])/d2r)
        + b4*(r[4]-r[5]);
f[32] = b3*((y[33]-2*y[32]+y[31])/dr2 +(1/2*dr)*(y[33]-y[31])/d2r)
        +b4*(r[9]-r[10]);
```

```
f[33] = b3*((y[34]-2*y[33]+y[32])/dr2 +(1/3*dr)*(y[34]-y[32])/d2r)
        +b4*(r[14]-r[15]);
f[34] = b3*((y[35]-2*y[34]+y[33])/dr2 +(1/4*dr)*(y[35]-y[33])/d2r)
        +b4*(r[19]-r[20]);
f[35] = b3*((y[36]-2*y[35]+y[34])/dr2 +(1/5*dr)*(y[36]-y[34])/d2r)
        +b4*(r[24]-r[25]);
f[36] = b3*((y[37]-2*y[36]+y[35])/dr2 +(1/6*dr)*(y[37]-y[35])/d2r)
        +b4*(r[29]-r[30]);
f[37] = b3*((y[38]-2*y[37]+y[36])/dr2 +(1/7*dr)*(y[38]-y[37])/d2r)
        +b4*(r[34]-r[35]);
f[38] = b3*((y[39]-2*y[38]+y[37])/dr2 +(1/8*dr)*(y[39]-y[37])/d2r)
        +b4*(r[39]-r[40]);
f[39] = b3*((y[40]-2*y[39]+y[38])/dr2 +(1/9*dr)*(y[40]-y[38])/d2r)
        +b4*(r[44]-r[45]);
f[40] = b3*((yw[4]-2*y[40]+y[39])/dr2 +(1/10*dr)*(yw[4]-y[39])/d2r)
        + b4*(r[49]-r[50]);

/* Combustion product mass balance equations*/
f[41] = b3*((y[42]-2*y[41]+yo[5])/dr2 +(1/dr)*(y[42]-yo[5])/d2r)
        + b4*r[3];
f[42] = b3*((y[43]-2*y[42]+y[41])/dr2 +(1/2*dr)*(y[43]-y[41])/d2r)
        + b4*r[8];
f[43] = b3*((y[44]-2*y[43]+y[42])/dr2 +(1/3*dr)*(y[44]-y[42])/d2r)
        + b4*r[13];
f[44] = b3*((y[45]-2*y[44]+y[43])/dr2 +(1/4*dr)*(y[45]-y[43])/d2r)
        + b4*r[18];
f[45] = b3*((y[46]-2*y[45]+y[44])/dr2 +(1/5*dr)*(y[46]-y[44])/d2r)
        + b4*r[18];
f[46] = b3*((y[47]-2*y[46]+y[45])/dr2 +(1/6*dr)*(y[47]-y[45])/d2r)
        + b4*r[23];
f[47] = b3*((y[48]-2*y[47]+y[46])/dr2 +(1/7*dr)*(y[48]-y[46])/d2r)
        + b4*r[28];
```

```
        f[48] = b3*((y[49]-2*y[48]+y[47])/dr2 +(1/8*dr)*(y[49]-y[47])/d2r)
              + b4*r[33];
        f[49] = b3*((y[50]-2*y[49]+y[48])/dr2 +(1/9*dr)*(y[50]-y[48])/d2r)
              + b4*r[38];
        f[50] = b3*((yw[5]-2*y[50]+y[49])/dr2 +(1/10*dr)*(yw[5]-y[49])/d2r)
              + b4*r[41];

free_vector(yo,1);
free_vector(yw,1);
free_vector(k,1);
free_vector(r,1);
free_vector(alpa,1);
 free_vector(a,1);
 free_vector(kk1,1);
 free_vector(kk2,1);
}
        void main(void)
{
        FILE *fp;
        int i,n,k;
        float *y,*f,*yout,*ypain,*ypa;
        float z,h,c,rc,tw,mw;
        float kef,hw,vd,u,cp,peh,bi,radius,dr,dp;
        float tempo,tempw;
if((fp=fopen("rk_7out","w"))==NULL)
{
        printf("can not open file\n");
        exit(0);
}
        z = 0.0;                        /*Initial concentration g/Nm3*/
        h = 0.001;                      /*Step size metre*/
        c = 65.0;                       /*inlet concentration g/Nm3*/
```

```
        mw = 106;                       /* molecular weight of o-xylene*/
        rc = 82.06;                     /* gas law constant qcm atm/g-mole K */
        tw = 627;                       /*salt bath temperature K */
        vd = 0.5;                       /*void fraction */
        radius = 12.5e-3;               /* Reactor radian*/
        u      = 4.244;                 /*Interstitial velocity m/s*/
        cp     = 1.092;                 /*Heat capacity kJ/kg k*/
        peh    = 8.0;                   /*Peclect number */
        bi     = 0.9;                   /*Biot number*/
        dp     = 8e-3;                  /*Catalyst pellet diameter metre*/
        dr     = radius/11;             /*metre*/
        n=50;                           /*Number of equations*/
        y    = vector(1,n);
        f    = vector(1,n);
        yout = vector(1,n);
        ypain = vector(1,10);
        ypa  = vector(1,10);

/*inlet condition*/
for(i=1;i<=10;i++)
{
        y[i]    = 613;                  /*trmperature condition*/
        y[10+i] = (c/mw)*rc*tw/1e6 ;    /* o-xylene condition*/
        y[20+i] = 0.00;                 /* o-Tolualdehyde condition*/
        y[30+i] = 0.00;                 /* Phthalide condition*/
        y[40+i] = 0.00;                 /* Com*/
        ypain[i] = y[10+i];             /*Phthalic anhydride */
}
        kef = (vd*u*cp*dp)/peh;         /*Heat conductivity kJ/kg K s*/
        hw  = (kef*bi)/radius;          /*Wall heat transfer coefficient kJ/kg k m s */
for(k=1;k<=2750;k++)
{
```

```
        z += h;
        derivs(z,y,f);
        rk4(y,f,n,z,h,yout,derivs);
        tempo  = yout[1];
        tempw  = (kef*yout[10]+2*hw*tw*dr)/(kef+2*dr*hw);
for(i=1;i<=10;i++)
{
        ypa[i] =ypain[i]-yout[10+i]-yout[20+i]-yout[30+i]-yout[40+i];
}
        fprintf(fp,"%.3f",z);
        fprintf(fp,"\t %.4f",tempo-273);
for(i=1;i<=10;i++)
        fprintf(fp,"\t %.4f",yout[i]-273);
        fprintf(fp,"\t %.4f",tempw-273);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=1;i<=10;i++)
        fprintf(fp,"\t %.6f",ypa[i]);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=11;i<=20;i++)
        fprintf(fp,"\t %.6f",yout[i]);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=21;i<=30;i++)
        fprintf(fp,"\t %.6f",yout[i]);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=31;i<=40;i++)
        fprintf(fp,"\t %.6f",yout[i]);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=41;i<=50;i++)
        fprintf(fp,"\t %.6f",yout[i]);
        fprintf(fp,"\n");
for(i=1;i<=n;i++)
        y[i]=yout[i];
```

```
}
free_vector(y,1);
free_vector(f,1);
free_vector(yout,1);
free_vector(ypain,1);
free_vector(ypa,1);
fclose(fp);
}
```

ภาคผนวก ค. ตัวอย่างผลการทำนายแบบจำลองของเครื่องปฏิกรณ์

ผลการทำนายที่แสดงในภาคผนวก ค. นี้ เป็นตัวอย่างของผลการทำนายแบบจำลองของเครื่องปฏิกรณ์ ที่ได้มีการปรับตัวแปรที่มีผลต่อโพรไฟล์ของอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์แล้วดังต่อไปนี้

Bi_w	= 0.9
Pe_{hr}	= 8.0
$\ln(k_{1,0})$	= -2.7

ซึ่งเป็นค่าที่โพรไฟล์ของอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์มีความใกล้เคียงกับโพรไฟล์ของอุณหภูมิที่ได้จากการปฏิบัติการจริง ส่วนสภาวะปฏิบัติการของตัวอย่างผลการทำนายมีดังต่อไปนี้

ความเข้มข้นของ o-xylene ที่ป้อนเข้า	65 g/Nm^3
อัตราการไหลของอากาศ	3.75 Nm^3/hr tube
อุณหภูมิเกลือหลอมเหลว	354 °C

สำหรับสัญลักษณ์ตัวย่อที่แสดงอยู่ในผลเชิงตัวเลขของการทำนายแบบจำลองมีดังต่อไปนี้

TE	ค่าอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์ (°C) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 340 °C
PA	ค่าความเข้มข้นของ phthalic anhydride (atm) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0 atm
OX	ค่าความเข้มข้นของo-xylene (atm) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.03155 atm
OT	ค่าความเข้มข้นของ o-tolualdehyde (atm) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0 atm
PT	ค่าความเข้มข้นของ phthalide (atm) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0 atm
CO	ค่าความเข้มข้นของ CO และ CO_2(atm) : โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0 atm

		Radian distance(*113 mm)											
Z(m)	Type	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.1	TE	349.674	349.674	349.715	349.816	349.974	350.185	350.44	350.732	351.05	351.382	351.716	352.038
	PA	0.000175	0.000175	0.000175	0.000175	0.000174	0.000173	0.000172	0.00017	0.000168	0.000165	0.000161	0.000161
	OX	0.031134	0.031134	0.031133	0.031132	0.031131	0.031129	0.031127	0.031125	0.031123	0.031121	0.03112	0.03112
	OT	0.000203	0.000203	0.000203	0.000204	0.000204	0.000205	0.000206	0.000207	0.000208	0.000209	0.000209	0.000209
	PT	0.000011	0.000011	0.000011	0.000011	0.000012	0.000012	0.000012	0.000012	0.000012	0.000012	0.000012	0.000012
	CO	0.000028	0.000028	0.000028	0.000029	0.00003	0.000032	0.000034	0.000036	0.00004	0.000043	0.000048	0.000048
0.2	TE	359.069	359.069	359.046	358.99	358.896	358.764	358.59	358.367	358.092	357.758	357.358	356.886
	PA	0.000489	0.000489	0.000489	0.000487	0.000485	0.000482	0.000478	0.000474	0.000468	0.000462	0.000456	0.000456
	OX	0.030368	0.030368	0.030368	0.030368	0.030369	0.03037	0.030371	0.030373	0.030374	0.030375	0.030376	0.030376
	OT	0.000526	0.000526	0.000526	0.000526	0.000526	0.000525	0.000525	0.000524	0.000524	0.000523	0.000523	0.000523
	PT	0.000085	0.000085	0.000085	0.000085	0.000085	0.000085	0.000085	0.000084	0.000084	0.000084	0.000084	0.000084
	CO	0.000083	0.000083	0.000083	0.000084	0.000086	0.000088	0.000092	0.000096	0.0001	0.000106	0.000112	0.000112
0.3	TE	368.102	368.102	368.017	367.805	367.465	366.998	366.404	365.682	364.832	363.855	362.751	361.52
	PA	0.000967	0.000967	0.000966	0.000963	0.000959	0.000953	0.000946	0.000937	0.000928	0.000918	0.000908	0.000908
	OX	0.029207	0.029207	0.029208	0.02921	0.029215	0.02922	0.029226	0.029232	0.029238	0.029243	0.029246	0.029246
	OT	0.000911	0.000911	0.00091	0.00091	0.000908	0.000907	0.000905	0.000903	0.000901	0.000899	0.000899	0.000899
	PT	0.000303	0.000303	0.000302	0.000302	0.000301	0.0003	0.000298	0.000297	0.000296	0.000295	0.000294	0.000294
	CO	0.000163	0.000163	0.000164	0.000165	0.000168	0.000171	0.000176	0.000181	0.000187	0.000195	0.000204	0.000204
0.4	TE	377.853	377.853	377.701	377.323	376.719	375.893	374.848	373.588	372.12	370.449	368.584	366.533
	PA	0.001638	0.001638	0.001636	0.001632	0.001625	0.001616	0.001604	0.001592	0.001578	0.001564	0.001551	0.001551
	OX	0.027604	0.027604	0.027606	0.027611	0.027619	0.027629	0.02764	0.027652	0.027663	0.027672	0.027677	0.027677

	OT	0.001278	0.001278	0.001278	0.001277	0.001275	0.001273	0.00127	0.001267	0.001265	0.001263	0.001262	0.001262
	PT	0.000758	0.000758	0.000757	0.000756	0.000753	0.000751	0.000747	0.000744	0.00074	0.000738	0.000736	0.000736
	CO	0.000273	0.000273	0.000274	0.000275	0.000279	0.000283	0.000289	0.000296	0.000304	0.000314	0.000325	0.000325
0.5	TE	388.188	388.188	387.968	387.42	386.545	385.349	383.838	382.018	379.901	377.499	374.825	371.896
	PA	0.002517	0.002517	0.002514	0.002508	0.0025	0.002488	0.002473	0.002457	0.00244	0.002422	0.002405	0.002405
	OX	0.025572	0.025572	0.025575	0.025582	0.025592	0.025605	0.02562	0.025635	0.02565	0.025662	0.025669	0.025669
	OT	0.001548	0.001548	0.001548	0.001547	0.001545	0.001543	0.001541	0.001539	0.001536	0.001534	0.001533	0.001533
	PT	0.001502	0.001502	0.001501	0.001498	0.001495	0.00149	0.001485	0.00148	0.001475	0.00147	0.001468	0.001468
	CO	0.000411	0.000411	0.000412	0.000415	0.000419	0.000424	0.000431	0.00044	0.00045	0.000462	0.000476	0.000476
0.6	TE	397.75	397.75	397.468	396.766	395.647	394.115	392.179	389.85	387.139	384.062	380.64	376.893
	PA	0.003591	0.003591	0.003588	0.003582	0.003572	0.003558	0.003542	0.003523	0.003503	0.003483	0.003463	0.003463
	OX	0.023226	0.023226	0.023229	0.023237	0.023248	0.023262	0.023278	0.023295	0.023311	0.023324	0.023332	0.023332
	OT	0.001678	0.001678	0.001678	0.001677	0.001675	0.001674	0.001672	0.00167	0.001668	0.001666	0.001666	0.001666
	PT	0.002481	0.002481	0.00248	0.002478	0.002474	0.002469	0.002463	0.002457	0.002451	0.002446	0.002443	0.002443
	CO	0.000574	0.000574	0.000575	0.000578	0.000582	0.000589	0.000597	0.000606	0.000618	0.000632	0.000647	0.000647
0.7	TE	405.029	405.029	404.701	403.88	402.573	400.785	398.525	395.805	392.642	389.053	385.061	380.693
	PA	0.004828	0.004828	0.004825	0.004818	0.004807	0.004792	0.004775	0.004755	0.004734	0.004713	0.004692	0.004692
	OX	0.020739	0.020739	0.020742	0.020749	0.02076	0.020774	0.02079	0.020807	0.020823	0.020836	0.020844	0.020844
	OT	0.001675	0.001675	0.001675	0.001674	0.001673	0.001672	0.00167	0.001669	0.001667	0.001666	0.001665	0.001665
	PT	0.00356	0.00356	0.003559	0.003556	0.003552	0.003548	0.003542	0.003537	0.003531	0.003527	0.003524	0.003524
	CO	0.000749	0.000749	0.00075	0.000753	0.000758	0.000764	0.000773	0.000783	0.000795	0.000809	0.000825	0.000825
0.8	TE	409.277	409.277	408.919	408.028	406.607	404.665	402.212	399.261	395.831	391.941	387.618	382.891
	PA	0.006184	0.006184	0.006181	0.006174	0.006163	0.006148	0.00613	0.00611	0.006089	0.006067	0.006047	0.006047

	OX	0.018271	0.018271	0.018274	0.018281	0.018292	0.018305	0.018321	0.018337	0.018352	0.018365	0.018372	0.018372
	OT	0.001579	0.001579	0.001579	0.001578	0.001577	0.001576	0.001574	0.001573	0.001572	0.001571	0.00157	0.00157
	PT	0.004591	0.004591	0.00459	0.004588	0.004585	0.004581	0.004576	0.004572	0.004567	0.004563	0.004561	0.004561
	CO	0.000925	0.000925	0.000926	0.000929	0.000934	0.00094	0.000948	0.000958	0.00097	0.000984	0.001	0.001
0.9	TE	410.499	410.499	410.133	409.218	407.761	405.769	403.255	400.233	396.723	392.745	388.328	383.5
	PA	0.007614	0.007614	0.007611	0.007604	0.007593	0.007578	0.00756	0.007541	0.00752	0.007499	0.00748	0.00748
	OX	0.015945	0.015945	0.015948	0.015955	0.015964	0.015977	0.015991	0.016006	0.016021	0.016032	0.016039	0.016039
	OT	0.00143	0.00143	0.001429	0.001429	0.001428	0.001427	0.001426	0.001425	0.001424	0.001423	0.001423	0.001423
	PT	0.00547	0.00547	0.005469	0.005468	0.005465	0.005462	0.005459	0.005455	0.005452	0.005449	0.005447	0.005447
	CO	0.001092	0.001092	0.001093	0.001096	0.0011	0.001106	0.001114	0.001123	0.001135	0.001147	0.001162	0.001162
1.0	TE	409.141	409.141	408.782	407.886	406.459	404.51	402.051	399.096	395.666	391.783	387.472	382.765
	PA	0.009065	0.009065	0.009062	0.009055	0.009045	0.009031	0.009014	0.008995	0.008976	0.008956	0.008939	0.008939
	OX	0.013838	0.013838	0.01384	0.013846	0.013855	0.013866	0.013879	0.013893	0.013905	0.013916	0.013922	0.013922
	OT	0.00126	0.00126	0.00126	0.00126	0.001259	0.001258	0.001257	0.001257	0.001256	0.001255	0.001255	0.001255
	PT	0.006143	0.006143	0.006142	0.006141	0.00614	0.006138	0.006136	0.006133	0.006131	0.006129	0.006128	0.006128
	CO	0.001245	0.001245	0.001246	0.001248	0.001252	0.001258	0.001264	0.001273	0.001283	0.001294	0.001307	0.001307
1.1	TE	405.839	405.839	405.501	404.657	403.312	401.476	399.16	396.38	393.152	389.5	385.449	381.026
	PA	0.010489	0.010489	0.010487	0.01048	0.01047	0.010457	0.010442	0.010425	0.010407	0.010389	0.010374	0.010374
	OX	0.011987	0.011987	0.01199	0.011995	0.012002	0.012012	0.012023	0.012035	0.012046	0.012055	0.01206	0.01206
	OT	0.001093	0.001093	0.001092	0.001092	0.001092	0.001091	0.001091	0.00109	0.00109	0.001089	0.001089	0.001089
	PT	0.006602	0.006602	0.006601	0.006601	0.0066	0.006599	0.006598	0.006597	0.006596	0.006595	0.006594	0.006594
	CO	0.00138	0.00138	0.00138	0.001383	0.001386	0.001391	0.001397	0.001404	0.001413	0.001423	0.001434	0.001434
1.2	TE	401.287	401.287	400.978	400.207	398.979	397.303	395.189	392.651	389.706	386.375	382.68	378.647

	PA	0.011845	0.011845	0.011843	0.011837	0.011828	0.011816	0.011803	0.011787	0.011771	0.011756	0.011743	0.011743
	OX	0.010401	0.010401	0.010403	0.010407	0.010414	0.010422	0.010431	0.010441	0.01045	0.010457	0.010462	0.010462
	OT	0.000939	0.000939	0.000939	0.000939	0.000939	0.000939	0.000938	0.000938	0.000937	0.000937	0.000937	0.000937
	PT	0.006869	0.006869	0.006869	0.006869	0.006868	0.006868	0.006868	0.006868	0.006868	0.006867	0.006867	0.006867
	CO	0.001496	0.001496	0.001497	0.001498	0.001501	0.001505	0.001511	0.001517	0.001524	0.001532	0.001542	0.001542
1.3	TE	396.135	396.135	395.859	395.172	394.079	392.585	390.702	388.441	385.818	382.85	379.558	375.964
	PA	0.013105	0.013105	0.013103	0.013098	0.01309	0.01308	0.013068	0.013055	0.013041	0.013028	0.013016	0.013016
	OX	0.009063	0.009063	0.009065	0.009068	0.009073	0.00908	0.009087	0.009095	0.009103	0.009108	0.009112	0.009112
	OT	0.000806	0.000806	0.000806	0.000806	0.000806	0.000806	0.000806	0.000805	0.000805	0.000805	0.000805	0.000805
	PT	0.006981	0.006981	0.006981	0.006982	0.006982	0.006982	0.006983	0.006983	0.006983	0.006984	0.006984	0.006984
	CO	0.001594	0.001594	0.001595	0.001597	0.001599	0.001603	0.001607	0.001612	0.001618	0.001625	0.001633	0.001633
1.4	TE	390.918	390.918	390.677	390.076	389.119	387.812	386.164	384.185	381.889	379.289	376.405	373.254
	PA	0.014257	0.014257	0.014255	0.014251	0.014244	0.014236	0.014225	0.014214	0.014202	0.014191	0.014181	0.014181
	OX	0.007943	0.007943	0.007944	0.007947	0.007951	0.007956	0.007962	0.007968	0.007974	0.007979	0.007982	0.007982
	OT	0.000694	0.000694	0.000694	0.000694	0.000694	0.000694	0.000693	0.000693	0.000693	0.000693	0.000693	0.000693
	PT	0.006979	0.006979	0.006979	0.00698	0.00698	0.006981	0.006982	0.006983	0.006983	0.006984	0.006984	0.006984
	CO	0.001677	0.001677	0.001678	0.001679	0.001681	0.001684	0.001688	0.001692	0.001697	0.001703	0.00171	0.00171
1.5	TE	386.016	386.016	385.807	385.287	384.46	383.329	381.902	380.189	378.2	375.947	373.445	370.711
	PA	0.0153	0.0153	0.015299	0.015295	0.01529	0.015282	0.015274	0.015264	0.015254	0.015245	0.015237	0.015237
	OX	0.007006	0.007006	0.007007	0.007009	0.007012	0.007016	0.007021	0.007026	0.00703	0.007034	0.007036	0.007036
	OT	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
	PT	0.006897	0.006897	0.006897	0.006897	0.006898	0.006899	0.0069	0.006901	0.006902	0.006903	0.006903	0.006903
	CO	0.001747	0.001747	0.001748	0.001749	0.00175	0.001753	0.001756	0.00176	0.001764	0.001769	0.001775	0.001775

1.6	TE	381.784	381.784	381.604	381.155	380.44	379.462	378.229	376.746	375.024	373.071	370.901	368.524
	PA	0.016247	0.016247	0.016246	0.016243	0.016238	0.016232	0.016224	0.016216	0.016207	0.016199	0.016193	0.016193
	OX	0.006213	0.006213	0.006214	0.006216	0.006218	0.006222	0.006225	0.006229	0.006233	0.006236	0.006238	0.006238
	OT	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.000519	0.00052	0.00052
	PT	0.006764	0.006764	0.006764	0.006764	0.006765	0.006766	0.006767	0.006768	0.006769	0.00677	0.00677	0.00677
	CO	0.001808	0.001808	0.001808	0.001809	0.00181	0.001812	0.001815	0.001818	0.001822	0.001826	0.00183	0.00183
1.7	TE	387.612	387.612	387.395	386.854	385.993	384.815	383.326	381.535	379.452	377.09	374.461	371.584
	PA	0.017557	0.017557	0.017555	0.01755	0.017543	0.017533	0.017522	0.01751	0.017499	0.017488	0.01748	0.01748
	OX	0.00512	0.00512	0.005121	0.005125	0.005129	0.005135	0.005142	0.005149	0.005156	0.005161	0.005165	0.005165
	OT	0.000293	0.000293	0.000293	0.000293	0.000293	0.000294	0.000294	0.000294	0.000295	0.000295	0.000295	0.000295
	PT	0.006608	0.006608	0.006608	0.006609	0.006611	0.006613	0.006615	0.006618	0.00662	0.006622	0.006623	0.006623
	CO	0.001973	0.001973	0.001973	0.001974	0.001975	0.001976	0.001977	0.001979	0.001981	0.001984	0.001988	0.001988
1.8	TE	389.376	389.376	389.146	388.574	387.662	386.416	384.843	382.952	380.756	378.267	375.501	372.477
	PA	0.018917	0.018917	0.018916	0.018911	0.018904	0.018895	0.018884	0.018873	0.018862	0.018852	0.018844	0.018844
	OX	0.004097	0.004097	0.004098	0.004101	0.004105	0.00411	0.004116	0.004122	0.004128	0.004133	0.004136	0.004136
	OT	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213	0.000213
	PT	0.006197	0.006197	0.006197	0.006199	0.006201	0.006204	0.006207	0.006211	0.006214	0.006216	0.006218	0.006218
	CO	0.002127	0.002127	0.002127	0.002127	0.002128	0.002129	0.00213	0.002132	0.002134	0.002137	0.00214	0.00214
1.9	TE	387.884	387.884	387.664	387.114	386.238	385.042	383.532	381.719	379.612	377.228	374.579	371.685
	PA	0.020204	0.020204	0.020202	0.020198	0.020192	0.020184	0.020175	0.020165	0.020155	0.020147	0.020141	0.020141
	OX	0.003227	0.003227	0.003227	0.00323	0.003233	0.003237	0.003242	0.003247	0.003251	0.003255	0.003257	0.003257
	OT	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164	0.000164
	PT	0.005698	0.005698	0.005699	0.0057	0.005703	0.005706	0.005709	0.005712	0.005716	0.005718	0.00572	0.00572

	CO	0.002258	0.002258	0.002258	0.002258	0.002259	0.00226	0.002261	0.002262	0.002264	0.002266	0.002269	0.002269
2.0	TE	384.309	384.309	384.112	383.62	382.836	381.765	380.415	378.792	376.908	374.775	372.406	369.818
	PA	0.021347	0.021347	0.021345	0.021342	0.021337	0.021331	0.021323	0.021316	0.021308	0.021301	0.021296	0.021296
	OX	0.002532	0.002532	0.002532	0.002534	0.002536	0.002539	0.002543	0.002546	0.00255	0.002552	0.002554	0.002554
	OT	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127	0.000127
	PT	0.005182	0.005182	0.005182	0.005184	0.005186	0.005189	0.005192	0.005195	0.005198	0.0052	0.005202	0.005202
	CO	0.002363	0.002363	0.002363	0.002363	0.002364	0.002365	0.002366	0.002367	0.002368	0.00237	0.002372	0.002372
2.1	TE	379.846	379.846	379.678	379.259	378.592	377.68	376.529	375.147	373.542	371.724	369.704	367.496
	PA	0.022326	0.022326	0.022325	0.022323	0.022319	0.022314	0.022309	0.022303	0.022297	0.022292	0.022288	0.022288
	OX	0.001996	0.001996	0.001996	0.001997	0.001999	0.002001	0.002003	0.002006	0.002008	0.00201	0.002011	0.002011
	OT	0.000099	0.000099	0.000099	0.000099	0.000099	0.000099	0.000099	0.000098	0.000098	0.000098	0.000098	0.000098
	PT	0.004685	0.004685	0.004686	0.004687	0.004689	0.004691	0.004693	0.004696	0.004698	0.0047	0.004702	0.004702
	CO	0.002445	0.002445	0.002445	0.002445	0.002445	0.002446	0.002447	0.002448	0.002449	0.00245	0.002452	0.002452
2.2	TE	375.391	375.391	375.253	374.907	374.356	373.604	372.653	371.512	370.185	368.682	367.01	365.181
	PA	0.023154	0.023154	0.023153	0.023152	0.023149	0.023145	0.023141	0.023137	0.023133	0.023129	0.023126	0.023126
	OX	0.001586	0.001586	0.001586	0.001587	0.001588	0.001589	0.001591	0.001593	0.001594	0.001595	0.001596	0.001596
	OT	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077	0.000077
	PT	0.004226	0.004226	0.004226	0.004227	0.004229	0.00423	0.004232	0.004234	0.004236	0.004238	0.004239	0.004239
	CO	0.002507	0.002507	0.002507	0.002508	0.002508	0.002508	0.002509	0.00251	0.002511	0.002512	0.002513	0.002513
2.3	TE	371.439	371.439	371.327	371.046	370.599	369.988	369.216	368.287	367.208	365.983	364.621	363.127
	PA	0.023854	0.023854	0.023854	0.023852	0.02385	0.023848	0.023845	0.023842	0.023839	0.023836	0.023834	0.023834
	OX	0.001271	0.001271	0.001271	0.001272	0.001273	0.001274	0.001275	0.001276	0.001277	0.001277	0.001278	0.001278
	OT	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061	0.000061

	PT	0.003809	0.003809	0.003809	0.00381	0.003811	0.003812	0.003814	0.003815	0.003817	0.003818	0.003818	0.003818
	CO	0.002556	0.002556	0.002556	0.002556	0.002556	0.002556	0.002557	0.002557	0.002558	0.002559	0.00256	0.00256
2.4	TE	368.161	368.161	368.07	367.843	367.482	366.988	366.363	365.612	364.737	363.744	362.637	361.422
	PA	0.024452	0.024452	0.024451	0.02445	0.024449	0.024447	0.024445	0.024443	0.02444	0.024438	0.024437	0.024437
	OX	0.001026	0.001026	0.001026	0.001027	0.001027	0.001028	0.001028	0.001029	0.001029	0.00103	0.00103	0.00103
	OT	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048	0.000048
	PT	0.003431	0.003431	0.003432	0.003432	0.003433	0.003434	0.003435	0.003436	0.003437	0.003438	0.003439	0.003439
	CO	0.002593	0.002593	0.002593	0.002593	0.002594	0.002594	0.002594	0.002595	0.002595	0.002596	0.002597	0.002597
2.5	TE	365.537	365.537	365.464	365.28	364.987	364.586	364.079	363.469	362.758	361.949	361.048	360.057
	PA	0.024967	0.024967	0.024967	0.024966	0.024965	0.024964	0.024962	0.024961	0.024959	0.024957	0.024956	0.024956
	OX	0.000832	0.000832	0.000832	0.000833	0.000833	0.000833	0.000834	0.000834	0.000834	0.000835	0.000835	0.000835
	OT	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039	0.000039
	PT	0.003089	0.003089	0.00309	0.00309	0.003091	0.003091	0.003092	0.003093	0.003094	0.003094	0.003095	0.003095
	CO	0.002623	0.002623	0.002623	0.002623	0.002623	0.002624	0.002624	0.002624	0.002625	0.002625	0.002626	0.002626
2.6	TE	363.468	363.468	363.408	363.258	363.018	362.691	362.276	361.777	361.195	360.532	359.792	358.977
	PA	0.025417	0.025417	0.025416	0.025416	0.025415	0.025414	0.025413	0.025412	0.025411	0.02541	0.025409	0.025409
	OX	0.000677	0.000677	0.000677	0.000677	0.000678	0.000678	0.000678	0.000678	0.000679	0.000679	0.000679	0.000679
	OT	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031	0.000031
	PT	0.002779	0.002779	0.002779	0.002779	0.00278	0.00278	0.002781	0.002781	0.002782	0.002782	0.002783	0.002783
	CO	0.002647	0.002647	0.002647	0.002647	0.002647	0.002647	0.002648	0.002648	0.002648	0.002649	0.002649	0.002649
2.7	TE	361.836	361.836	361.787	361.663	361.466	361.196	360.854	360.442	359.961	359.413	358.8	358.125
	PA	0.025811	0.025811	0.025811	0.025811	0.02581	0.02581	0.025809	0.025808	0.025807	0.025806	0.025806	0.025806
	OX	0.000552	0.000552	0.000552	0.000552	0.000552	0.000552	0.000552	0.000553	0.000553	0.000553	0.000553	0.000553

	OT	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025	0.000025
	PT	0.002496	0.002496	0.002496	0.002496	0.002496	0.002497	0.002497	0.002498	0.002498	0.002498	0.002499	0.002499
	CO	0.002666	0.002666	0.002666	0.002666	0.002667	0.002667	0.002667	0.002667	0.002668	0.002668	0.002668	0.002668
2.75	TE	361.152	361.152	361.107	360.994	360.814	360.568	360.257	359.881	359.442	358.942	358.383	357.767
	PA	0.025991	0.025991	0.025991	0.025991	0.02599	0.02599	0.025989	0.025988	0.025987	0.025987	0.025986	0.025986
	OX	0.000498	0.000498	0.000498	0.000498	0.000498	0.000499	0.000499	0.000499	0.000499	0.000499	0.000499	0.000499
	OT	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023	0.000023
	PT	0.002364	0.002364	0.002364	0.002364	0.002364	0.002365	0.002365	0.002366	0.002366	0.002366	0.002366	0.002366
	CO	0.002675	0.002675	0.002675	0.002675	0.002675	0.002675	0.002675	0.002675	0.002676	0.002676	0.002676	0.002676

ประวัติย่อ

นาย ประวิทย์ คงจันทร์ เกิดเมื่อ วันที่ 8 พฤศจิกายน 2513 ที่จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2536 ปัจจุบันทำงานเป็นพนักงาน บริษัท อีเทอนัล ปิโตรเคมีคอล จำกัด ตำแหน่ง Shift Supervisor