

เอกสารอ้างอิง

- Bootdee S., 2009. **Application of air passive sampler test kit for monitoring of nitrogen dioxide levels in Chiang Mai Province**. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Thailand.
- Chalermrom P., 2008. **Development of test kit for determination of nitrogen dioxide in ambient air using passive sampling technique**. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Thailand.
- Colls,J., 2002. **Air pollution**. Clay's library of health and the environment. London.
- EPA. **Nitrogen dioxide**. 1998 [online] Available. www.epa.gov (October, 2010).
- Foust, R., 2007. **Photochemical smog**. Chemistry and Environmental Science, Northern Arizona University.
- Hemsley M., 2006. **Digital photography**. Parragon Queen Street House, 4 Queen Street, Bath BA1 1HE , UK.
- Ozden, O. and Dogeroglu, T., 2007. **Field evaluation of a tailor-made new passive sampler for the determination of NO₂ levels in ambient air**. *Environmental Monitoring and Assessment*. DOI 10.1007/s10661-007-9921-x.
- Sernfeld, J. H., 1975. **Air pollution**; physical and chemical fundamentals. McGraw-Hill, New York.

Varshney, C.K. and Singh P. S., 2003. **Passive sampler for NO_x monitoring: A critical review.**

The Environmentalist 23, 127-136.

ภาคผนวก

ผก-1 การคำนวณก๊าซมลพิษในการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ

ตามกฎของ Fick ความเข้มข้นของก๊าซในหน่วย $\mu\text{g}/\text{m}^3$ คำนวณได้จาก

$$C = \left[\frac{Q * L}{A * t * D} \right]$$

ตัวแปร

C = ความเข้มข้นที่วัดได้จากหลอดเก็บตัวอย่างพาสซีฟ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q = ความสามารถในการดูดซับสารของตัวดูดซับ (μg)

L = ความยาวหลอดเก็บตัวอย่าง (m)

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2) = πr^2

t = ระยะเวลา (s)

D = diffusion coefficient (m^2/s)

ค่า diffusion coefficient ของไนโตรเจนไดออกไซด์คำนวณจากอุณหภูมิ ตามสมการ

$$D_T = D_{298}(T)^{1.75} \times (298.15)^{-1.75}$$

ตัวแปร

D_T = diffusion coefficient (cm^2s^{-1}) ของ NO_2 ที่อุณหภูมิ (K)

D_{298} = ความสามารถแพร่ของ NO_2 ที่อุณหภูมิ 298.15 K ($0.154 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$)

T = อุณหภูมิ (K)

ผล-2 ค่าการดูดซับ (Q)

Q สามารถคำนวณได้จากค่าที่ตรวจวัดได้ (ppm) คูณ 2 (2 ml of extraction volume). The

$$Q (\mu\text{g}) = \text{NO}_2^- \text{ ความเข้มข้น (ppm)} * 2 \text{ ml}$$

ผข โค้ดของโปรแกรมสำเร็จรูป (Source code)

Form1.Designer.cs (การออกแบบหน้าต่างของโปรแกรม)

```
namespace NO2Calculator
{
    partial class Form1
    {
        /// <summary>
        /// Required designer variable.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Clean up any resources being used.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">true if managed resources should be disposed; otherwise,
        false.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
```

```

/// Required method for Designer support - do not modify
/// the contents of this method with the code editor.
/// </summary>
private void InitializeComponent()
{
    this.groupBox2 = new System.Windows.Forms.GroupBox();
    this.label7 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.lblConcResult = new System.Windows.Forms.Label();
    this.label9 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.txtRc = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.label10 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.txtBc = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.label11 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.txtGc = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.label13 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.btnConc = new System.Windows.Forms.Button();
    this.button2 = new System.Windows.Forms.Button();
    this.btnExit = new System.Windows.Forms.Button();
    this.rBtnLow = new System.Windows.Forms.RadioButton();
    this.rBtnHigh = new System.Windows.Forms.RadioButton();
    this.label6 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.groupBox2.SuspendLayout();
    this.SuspendLayout();
    //
    // groupBox2
    //
    this.groupBox2.Controls.Add(this.label7);
    this.groupBox2.Controls.Add(this.lblConcResult);
    this.groupBox2.Controls.Add(this.label9);
    this.groupBox2.Controls.Add(this.txtRc);

```

```

this.groupBox2.Controls.Add(this.label10);
this.groupBox2.Controls.Add(this.txtBc);
this.groupBox2.Controls.Add(this.label11);
this.groupBox2.Controls.Add(this.txtGc);
this.groupBox2.Controls.Add(this.label13);
this.groupBox2.Location = new System.Drawing.Point(13, 110);
this.groupBox2.Name = "groupBox2";
this.groupBox2.Size = new System.Drawing.Size(450, 158);
this.groupBox2.TabIndex = 19;
this.groupBox2.TabStop = false;
this.groupBox2.Text = "หาความเข้มข้น";
//
// label7
//
this.label7.AutoSize = true;
this.label7.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 20F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.label7.Location = new System.Drawing.Point(4, 112);
this.label7.Name = "label7";
this.label7.Size = new System.Drawing.Size(231, 31);
this.label7.TabIndex = 19;
this.label7.Text = "ความเข้มข้น (mg/l) :";
//
// lblConcResult
//
this.lblConcResult.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 24F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.lblConcResult.ForeColor = System.Drawing.Color.Blue;
this.lblConcResult.Location = new System.Drawing.Point(232, 112);
this.lblConcResult.Name = "lblConcResult";

```

```

this.lblConcResult.Size = new System.Drawing.Size(90, 43);
this.lblConcResult.TabIndex = 17;
//
// label9
//
this.label9.AutoSize = true;
this.label9.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 24F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.label9.ForeColor = System.Drawing.Color.Red;
this.label9.Location = new System.Drawing.Point(150, 14);
this.label9.Name = "label9";
this.label9.Size = new System.Drawing.Size(39, 37);
this.label9.TabIndex = 7;
this.label9.Text = "R";
//
// txtRc
//
this.txtRc.AcceptsReturn = true;
this.txtRc.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 20F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.txtRc.Location = new System.Drawing.Point(140, 54);
this.txtRc.MaxLength = 3;
this.txtRc.Name = "txtRc";
this.txtRc.Size = new System.Drawing.Size(60, 38);
this.txtRc.TabIndex = 0;
this.txtRc.TextAlign = System.Windows.Forms.HorizontalAlignment.Center;
//
// label10
//
this.label10.AutoSize = true;

```



```

        this.label10.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 24F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
        this.label10.ForeColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))),
((int)(((byte)(192)))), ((int)(((byte)(0))))));
        this.label10.Location = new System.Drawing.Point(214, 14);
        this.label10.Name = "label10";
        this.label10.Size = new System.Drawing.Size(42, 37);
        this.label10.TabIndex = 6;
        this.label10.Text = "G";
        //
        // txtBc
        //
        this.txtBc.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 20F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
        this.txtBc.Location = new System.Drawing.Point(272, 54);
        this.txtBc.MaxLength = 3;
        this.txtBc.Name = "txtBc";
        this.txtBc.Size = new System.Drawing.Size(60, 38);
        this.txtBc.TabIndex = 2;
        this.txtBc.TextAlign = System.Windows.Forms.HorizontalAlignment.Center;
        //
        // label11
        //
        this.label11.AutoSize = true;
        this.label11.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 24F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
        this.label11.ForeColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))),
((int)(((byte)(0)))), ((int)(((byte)(192))))));
        this.label11.Location = new System.Drawing.Point(285, 14);
        this.label11.Name = "label11";

```

```

this.label11.Size = new System.Drawing.Size(38, 37);
this.label11.TabIndex = 5;
this.label11.Text = "B";
//
// txtGc
//
this.txtGc.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 20F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.txtGc.Location = new System.Drawing.Point(206, 54);
this.txtGc.MaxLength = 3;
this.txtGc.Name = "txtGc";
this.txtGc.Size = new System.Drawing.Size(60, 38);
this.txtGc.TabIndex = 1;
this.txtGc.TextAlign = System.Windows.Forms.HorizontalAlignment.Center;
//
// label13
//
this.label13.AutoSize = true;
this.label13.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 12F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.label13.ForeColor = System.Drawing.Color.Fuchsia;
this.label13.Location = new System.Drawing.Point(13, 65);
this.label13.Name = "label13";
this.label13.Size = new System.Drawing.Size(117, 20);
this.label13.TabIndex = 4;
this.label13.Text = "ค่าสี่ของสารละลาย";
//
// btnConc
//

```

```

        this.btnConc.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));

        this.btnConc.Location = new System.Drawing.Point(12, 274);

        this.btnConc.Name = "btnConc";

        this.btnConc.Size = new System.Drawing.Size(131, 34);

        this.btnConc.TabIndex = 16;

        this.btnConc.Text = "หาความเข้มข้น";

        this.btnConc.UseVisualStyleBackColor = true;

        this.btnConc.Click += new System.EventHandler(this.btnConc_Click);

        //

        // button2

        //

        this.button2.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));

        this.button2.Location = new System.Drawing.Point(172, 274);

        this.button2.Name = "button2";

        this.button2.Size = new System.Drawing.Size(131, 34);

        this.button2.TabIndex = 18;

        this.button2.Text = "ล้างข้อมูล";

        this.button2.UseVisualStyleBackColor = true;

        this.button2.Click += new System.EventHandler(this.button2_Click);

        //

        // btnExit

        //

        this.btnExit.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));

        this.btnExit.Location = new System.Drawing.Point(332, 274);

        this.btnExit.Name = "btnExit";

        this.btnExit.Size = new System.Drawing.Size(131, 34);

        this.btnExit.TabIndex = 20;

```

```

this.btnExit.Text = "ปิดโปรแกรม";
this.btnExit.UseVisualStyleBackColor = true;
this.btnExit.Click += new System.EventHandler(this.btnExit_Click);
//
// rBtnLow
//
this.rBtnLow.AutoSize = true;
this.rBtnLow.Checked = true;
this.rBtnLow.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 16F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.rBtnLow.Location = new System.Drawing.Point(37, 74);
this.rBtnLow.Name = "rBtnLow";
this.rBtnLow.Size = new System.Drawing.Size(181, 30);
this.rBtnLow.TabIndex = 19;
this.rBtnLow.TabStop = true;
this.rBtnLow.Text = "0.01 - 0.09 mg/l";
this.rBtnLow.UseVisualStyleBackColor = true;
this.rBtnLow.CheckedChanged += new
System.EventHandler(this.rBtnLow_CheckedChanged);
//
// rBtnHigh
//
this.rBtnHigh.AutoSize = true;
this.rBtnHigh.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 16F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));
this.rBtnHigh.Location = new System.Drawing.Point(252, 74);
this.rBtnHigh.Name = "rBtnHigh";
this.rBtnHigh.Size = new System.Drawing.Size(181, 30);
this.rBtnHigh.TabIndex = 20;
this.rBtnHigh.Text = "0.10 - 8.00 mg/l";

```

```

this.rBtnHigh.UseVisualStyleBackColor = true;

this.rBtnHigh.CheckedChanged += new
System.EventHandler(this.rBtnHigh_CheckedChanged);

//
// label6
//

this.label6.AutoSize = true;

this.label6.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 20F,
System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(222)));

this.label6.Location = new System.Drawing.Point(102, 22);

this.label6.Name = "label6";

this.label6.Size = new System.Drawing.Size(253, 31);

this.label6.TabIndex = 21;

this.label6.Text = "จุดสมการในการคำนวณ";

//
// Form1
//

this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);

this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;

this.ClientSize = new System.Drawing.Size(475, 323);

this.Controls.Add(this.label6);

this.Controls.Add(this.rBtnHigh);

this.Controls.Add(this.btnExit);

this.Controls.Add(this.rBtnLow);

this.Controls.Add(this.button2);

this.Controls.Add(this.btnConc);

this.Controls.Add(this.groupBox2);

this.Name = "Form1";

this.StartPosition = System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;

this.Text = "NO2 Calculator";

```



```

        this.groupBox2.ResumeLayout(false);
        this.groupBox2.PerformLayout();
        this.ResumeLayout(false);
        this.PerformLayout();

    }

```

```

#endregion

```

```

private System.Windows.Forms.GroupBox groupBox2;
private System.Windows.Forms.Label lblConcResult;
private System.Windows.Forms.Button btnConc;
private System.Windows.Forms.Label label9;
private System.Windows.Forms.TextBox txtRc;
private System.Windows.Forms.Label label10;
private System.Windows.Forms.TextBox txtBc;
private System.Windows.Forms.Label label11;
private System.Windows.Forms.TextBox txtGc;
private System.Windows.Forms.Label label13;
private System.Windows.Forms.Button button2;
private System.Windows.Forms.Label label7;
private System.Windows.Forms.Button btnExit;
private System.Windows.Forms.RadioButton rBtnHigh;
private System.Windows.Forms.RadioButton rBtnLow;
private System.Windows.Forms.Label label6;
    }
}

```

Form1.cs (การคำนวณของโปรแกรม)

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using BLL;

namespace NO2Calculator
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();

            private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
            {
                txtRc.Text = "";
                txtGc.Text = "";
                txtBc.Text = "";
                lblConcResult.Text = "";
            }

            private void btnConc_Click(object sender, EventArgs e)
            {

```

```

if (rBtnLow.Checked)
{
    LowConc();
}
else if (rBtnHigh.Checked)
{
    HighConc();
}
}

private void btnExit_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Application.Exit();
}

private void LowConc()
{
    double dRc = DataManager.ConvertToDouble(txtRc.Text);
    double dGc = DataManager.ConvertToDouble(txtGc.Text);
    double dBc = DataManager.ConvertToDouble(txtBc.Text);

    double dResult = ((dGc - dBc) - 9) / (173.3); \ \ สูตรสมการที่ใช้คำนวณที่ความเข้มข้นต่ำ
    if (dResult < 0)
        dResult = dResult * -1;
    lblConcResult.Text = DataManager.ConvertToString(dResult);
}

private void HighConc()
{
    double dRc = DataManager.ConvertToDouble(txtRc.Text);

```



```
double dGc = DataManager.ConvertToDouble(txtGc.Text);
double dBc = DataManager.ConvertToDouble(txtBc.Text);

double dResult = ((dBc) - 213) / (15.92); \\ จุดสมการที่ใช้คำนวณที่ความเข้มข้นสูง
if (dResult < 0)
    dResult = dResult * -1;
lblConcResult.Text = DataManager.ConvertToString(dResult);

}
}
}
```

ผค แบบทดสอบ NO₂-d1

แบบสำรวจสีของสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์
ห้องปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ให้ทำเครื่องหมาย/ในช่องที่ถูกต้อง

- 1) ชาย หญิง
- 2) อายุ 15-20 21-25 26-30
- 3) สายตา ปกติ สั้น-ยาว บอดสี

4) ให้ทำเครื่องหมาย/ในช่องที่ถูกต้อง

0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90

1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

5) ความพึงพอใจในการทำงาน

มาก				น้อย
5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะ _____

ผง แบบทดสอบ NO₂-d2

แบบสำรวจสขของสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์
การเคมีสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ให้ทำเครื่องหมาย/ในช่องที่ถูกต้อง

ชาย

หญิง

อายุ 15-20

21-25

26-30

สยดา ปกติ

สั้น-ยาว

บอดสี

หมายเลข หลอด												
	<=0.05	0.06	0.08	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	2.00	4.00	>=6.00
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												

ระดับความพึงพอใจในการใช้งาน

มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายสุฤกษ์ อินทนนต์

วันเดือนปีเกิด

10 ธันวาคม 2524

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2547

