

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. สารเคมี

- 1.1 เมทานอล
- 1.2 โทลูอิน
- 1.3 เบนซีน
- 1.4 เมทิล เอทิล คีโตน
- 1.5 อะซีโตน
- 1.6 ไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์
- 1.7 โซเดียม ลอริล ซัลเฟต

2. อุปกรณ์

2.1 ชุดการทดลองการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากวัฏภาคของเหลว ประกอบด้วย บ่อกวนเติมอากาศ (aeration basin) จำลองมีลักษณะเป็นถังกวนรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 cm ความสูง 40 cm. และติดตั้งบัพเฟิล (baffle) จำนวน 4 ใบ มีใบกวนแบบ Disk turbine ที่ต่อตรงกับมอเตอร์ ที่สามารถควบคุมและปรับความเร็วรอบได้โดยใช้ Invertor

2.2 แก๊สโครมาโทกราฟี (Hewlett Packard,model 5790 A) ประกอบด้วยเครื่องตรวจหา (detector) เป็นชนิด FID และแพ็คเกจลิ้น 6 ft บรรจุด้วย OV-101

2.3 พาราฟิล์ม (American National)

2.4 เครื่องชั่งละเอียด

2.5 เทอร์โมมิเตอร์

2.6 ไมโครปีเปต

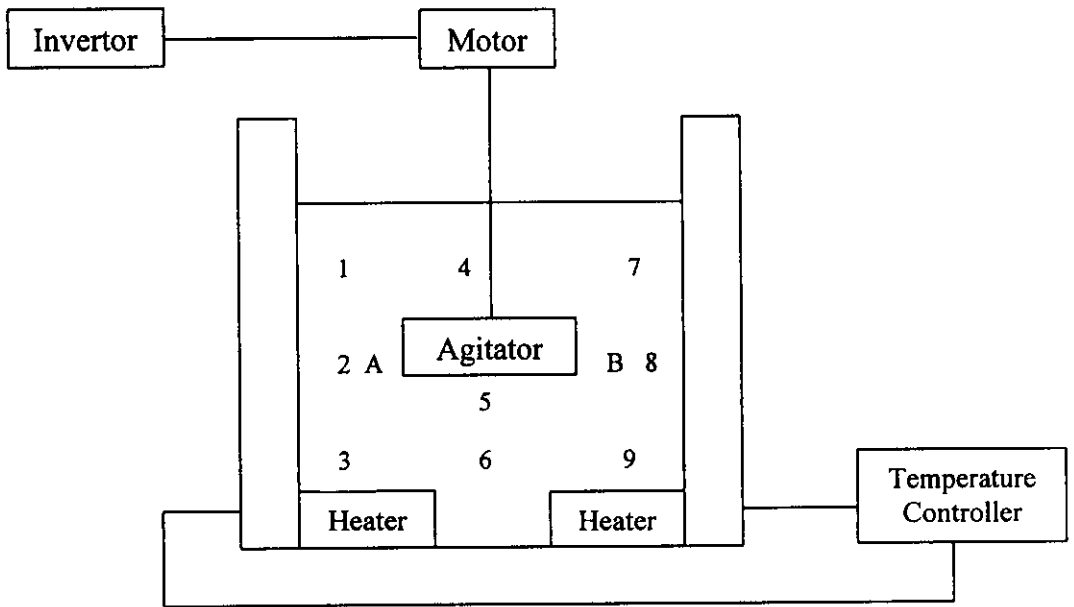
2.7 เครื่องวัดความเร็วรอบ

2.8 ตู้อบ

2.9 เครื่องแก้ว

3. วิธีการทดลอง

การศึกษาสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลในการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากบ่อเติมอากาศ ทำโดยการศึกษาการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ในชุดการทดลองการระเหยแสดงคังภาพประกอบ 1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆคือ ถังกวนรูปทรงกระบอก ชุดควบคุมความร้อนพร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ มอเตอร์ และใบพัดกวนพร้อมอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมความเร็วรอบ ในแต่ละการทดลองมีขั้นตอนต่างๆที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 ชุดการทดลองเพื่อศึกษาผลของการกวนและผลของอุณหภูมิต่อการระเหยของ VOC 1-9 คือตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิในขณะทดลอง , A และ B คือตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างสารละลายเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ VOC

3.1 การเตรียมสารละลาย

1. นำสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ที่ต้องการศึกษามาละลายน้ำให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ ซึ่งน้ำที่ใช้ผ่านการกรองด้วย activated carbon 0.3 ไมครอน ปริมาตร 50 ลิตร และกวนผสมจนเป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน

2. ป้อนสารละลายเข้าสู่ถังกวน

3.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

1. ในระหว่างการทดลองจะเก็บตัวอย่างสารละลายจากถังกวนจำนวน 2 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นตำแหน่งจุดกึ่งกลางตามความลึกของสารละลายดังแสดงด้วย A และ B ดังแสดงในภาพประกอบ 1

2. นำตัวอย่างที่ได้บรรจุในขวดเก็บตัวอย่าง
3. ปิดด้วยพาราฟิล์ม และปิดฝาขวดให้สนิท
4. นำตัวอย่างที่ได้เก็บในตู้เย็น
5. วิเคราะห์หาความเข้มข้นโดยใช้แก๊สโครมาโทกราฟี

3.3 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของตัวอย่าง

3.3.1 การเตรียม Calibration curve ของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

1. เจือจางสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ
2. นำสารละลายเจือจางของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายตามข้อ 1. ปริมาตร 5 ml. ผสมกับสารอ้างอิงมาตรฐาน (internal standard) คือ Isopropanol 500 mg/L ในน้ำ ปริมาตร 5 ml. ในขวดเก็บตัวอย่าง และเขย่าให้เข้ากัน
3. นำสารละลายผสมตามข้อ 2. ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับอัตราส่วนของพื้นที่พีคของสารที่ต้องการต่อพื้นที่พีคของสารอ้างอิงมาตรฐาน

3.3.2 การหาความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างที่เก็บที่เวลาต่างๆ ปริมาตร 5 ml. มาผสมกับสารอ้างอิงมาตรฐาน ปริมาตร 5 ml. เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ที่สภาวะเดียวกันกับการเตรียม calibration curve
3. คำนวณอัตราส่วนของพื้นที่พีคของสารที่ต้องการต่อพื้นที่พีคของสารอ้างอิงมาตรฐาน และนำไปหาความเข้มข้นของสารนั้น โดยการเทียบกับ calibration curve

3.4 การทดลองเพื่อศึกษาผลของความเร็วยกต่อค่า k_La และ k_Ga

3.4.1 ผลของความเร็วยกต่อ k_La

1. เตรียมสารละลายโทลูอินให้มีความเข้มข้นประมาณ 250 mg L^{-1}
2. ป้อนสารละลายนี้เข้าสู่ถังกวน ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($\sim 27^\circ\text{C}$) และควบคุมให้ความเร็วยกของการกวนเท่ากับ 0 rpm
3. เก็บตัวอย่างของสารละลายตอนเริ่มต้นการทดลองและที่เวลาต่างๆ
4. วิเคราะห์หาความเข้มข้นของโทลูอินที่เวลาต่างๆ เพื่อหา k_La ตามสมการ (1.8) และ (1.7)
5. ทำการทดลองซ้ำดังที่อธิบายข้างต้น แต่เปลี่ยนความเร็วยกเป็น 20, 60, 100, 260 และ 470 rpm

3.4.2 ผลของความเร็วยกต่อ k_Ga

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาผลของความเร็วยกต่อ k_La แต่ใช้เมทานอล และใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 1000 mg L^{-1} แทนการใช้โทลูอิน และหาค่า k_Ga จากสมการ (1.9) และ (1.7)

3.5 การทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อค่า k_La และ k_Ga

3.5.1 ผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อ k_La

1. เตรียมสารละลายโทลูอินให้มีความเข้มข้นประมาณ 250 mg L^{-1}
2. ป้อนสารละลายนี้เข้าสู่ถังกวน ควบคุมให้ความเร็วยกของการกวนเท่ากับ 0 rpm และควบคุมอุณหภูมิของวัฏภาคของเหลวเท่ากับอุณหภูมิห้อง ($\sim 27^\circ\text{C}$)
3. เก็บตัวอย่างของสารละลายตอนเริ่มต้นการทดลองและที่เวลาต่างๆ
4. วิเคราะห์หาความเข้มข้นของโทลูอินที่เวลาต่างๆ เพื่อหาค่า k_La
5. ทำการทดลองซ้ำดังที่อธิบายข้างต้น แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของวัฏภาคของเหลวเป็น 42, 48, 54 และ 58°C

3.5.2 ผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อ k_Ga

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อ k_La แต่ใช้เมทานอล และใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 1000 mg L^{-1} แทนการใช้โทลูอิน และหาค่า k_Ga จากสมการ (1.9) และ (1.7)

3.6 การทดลองเพื่อศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวต่อ k_{La} และ k_{Ga}

3.6.1 ผลของสารลดแรงตึงผิวต่อ k_{La}

1. เตรียมสารละลายโทลูอินให้มีความเข้มข้น 250 mg L^{-1} และเติมสารลดแรงตึงผิว (sodium dodecyl sulphate, SDS) ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 100 mg L^{-1}
2. ป้อนสารละลายนี้เข้าสู่ถังกวน
3. ควบคุมความเร็วรอบของการกวนเท่ากับ 100 rpm และควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่อุณหภูมิห้อง
4. เก็บตัวอย่างของสารละลายตอนเริ่มต้นและที่เวลาต่างๆ
5. วิเคราะห์หาความเข้มข้นของโทลูอินที่เวลาต่างๆ
6. ทำการทดลองซ้ำค้างที่อธิบายข้างต้น แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว (sodium dodecyl sulphate, SDS) เป็น 0, 200, 300 และ 400 mg L^{-1} ตามลำดับ
7. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1-5 โดยใช้ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 300 mg L^{-1} และเปลี่ยนความเร็วรอบเป็น 0, 20, 100 และ 260 rpm ตามลำดับ

3.6.2 ผลของสารลดแรงตึงผิวต่อ k_{Ga}

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวต่อ k_{La} แต่ใช้เมทานอลที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 1000 mg L^{-1} แทนการใช้โทลูอิน

3.7 พัฒนาศมการเอิ่มฟริคัลของ k_{La} และ k_{Ga}

1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง k_{La} และ k_{Ga} กับความเร็วรอบในช่วงที่ศึกษา
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง k_{La} และ k_{Ga} กับอุณหภูมิในช่วงที่ศึกษา
3. ปรับความสัมพันธ์ที่ได้ให้สามารถใช้สำหรับ VOC ทั่วไปโดยใช้โทลูอินและเมทานอลเป็นสารอ้างอิงสำหรับสมการเอิ่มฟริคัลของ k_{La} และ k_{Ga} ตามลำดับ

3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของสมการเอิ่มฟริคัลที่พัฒนาขึ้น

โดยการทำนายค่า K_{OLa} ของ VOCs 3 ชนิด คือ อะซีโตน MEK และเบนซีน ด้วยสมการเอิ่มฟริคัลของ k_{La} และ k_{Ga} ร่วมกับทฤษฎีสองฟิล์ม และเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับค่าที่วัดได้โดยตรงจากการทดลอง ที่สภาวะต่างๆ ดังนี้

1. ภายใต้อาณัติที่มีการแปรเปลี่ยนโดยไม่มีกรวน
2. ภายใต้อาณัติที่มีการกรวน และมีการแปรเปลี่ยนของอนุภาค